

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：研究調查)



赴日本及韓國參訪中小型風力發電協會及能源
研究機構

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：黃副局長來和、陳課長怡鈞

出國地點：日本、韓國

出國期間：中華民國 102 年 2 月 27 日至 3 月 5 日

報告日期：中華民國 102 年 5 月 9 日

出國報告審核表

出國報告名稱： 赴日本及韓國參訪中小型風力發電協會及能源研究機構			
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）		職稱	服務單位
黃來和		副局長	經濟部標準檢驗局
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input checked="" type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）		
出國期間：102年2月27日至102年3月5日		報告繳交日期：102年5月9日	
出國人員自我檢核	計畫主辦機關審核	審 核 項 目	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」）	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.內容充實完備	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.建議具參考價值	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.送上級機關參考	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正，原因：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（1）不符原核定出國計畫	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（2）以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（3）內容空洞簡略或未涵蓋規定要項	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（4）抄襲相關資料之全部或部分內容	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（5）引用相關資料未註明資料來源	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（6）電子檔案未依格式辦理	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（7）未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表：	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（1）辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（2）於本機關業務會報提出報告	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	（3）其他	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.其他處理意見及方式：	
出國人簽章（2人以上，得以1人為代表）		計畫主辦機關審核人	一級單位主管簽章
			機關首長或其授權人員簽章

說明：

一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。

二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「公務出國報告資訊網」為原則。

列印

提要表

系統識別號：	C10200519					
計畫名稱：	中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫					
報告名稱：	赴日本及韓國參訪中小型風力發電協會及能源研究機構					
計畫主辦機關：	經濟部標準檢驗局					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	黃來和	經濟部標準檢驗局		副局長		
	陳怡鈞	經濟部標準檢驗局		課長		聯絡人jiun.chen@bsmi.gov.tw
前往地區：	日本、韓國					
參訪機關：	日本海事協會(ClassNK)，日本產業技術總合研究所(AIST)，日本小型風力發電協會(JSWTA)，韓國風能產業協會(KWEIA)，濟州島全球研究中心及其測試場(JGRC)					
出國類別：	研究					
出國期間：	民國102年02月27日 至 民國102年03月05日					
報告日期：	民國102年05月10日					
關鍵詞：	中小型風力機驗證、型式試驗、設計評估					
報告書頁數：	30頁					
報告內容摘要：	<p>本局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，派遣黃副局長來和擔任領隊，於102年2月27日至102年3月5日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴日韓參訪日本海事協會(ClassNK)、日本產業技術總合研究所(AIST)及日本小型風力發電協會(JSWTA)、韓國風能產業協會(KWEIA)及濟州島全球研究中心及其測試場(JGRC)等，並參加第一屆國際風能展，深入瞭解日韓中小型風力機驗證體系及市場發展，以加速推動台日韓中小型風力機驗證相互合作，文中提出我國中小型風力機驗證制度規劃及測試場國際合作方向。</p>					
電子全文檔：						
出國報告審核表：						
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						

列印

壹、摘要

本局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，派遣黃副局長來和擔任領隊，於102年2月27日至102年3月5日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴日韓參訪日本海事協會(ClassNK)、日本產業技術綜合研究所(AIST)及日本小型風力發電協會(JSWTA)、韓國風能產業協會(KWEIA)及濟州島全球研究中心及其測試場(JGRC)等，並參加第一屆國際風能展，深入瞭解日韓中小型風力機驗證體系及市場發展，以加速推動台日韓中小型風力機驗證相互合作，文中提出我國中小型風力機驗證制度規劃及測試場國際合作方向。

關鍵字：中小型風力機驗證，型式試驗，設計評估

出國行程

時間	行程
2/27(三)	台北-東京(Tokyo)
2/28(四)	參加第一屆國際風能展(1 st International Wind Energy Expo & Conference)
3/1(五)	拜會日本海事協會(ClassNK)、日本產業技術綜合研究所(AIST)及日本小型風力發電協會(JSWTA)
3/2(六)	東京-首爾 參觀韓國中小型風力機設置實績及拜會當地廠商
3/3(日)	首爾 資料研讀
3/4(一)	拜會韓國風能產業協會(KWEIA)-首爾 首爾-濟州島
3/5(二)	拜會濟州島全球研究中心及其測試場(JGRC)-濟州島 濟州島-仁川-台北

貳、參訪目的

石化能源的逐漸枯竭與能源需求旺盛，造成地球的溫室效應與異常氣候，嚴重影響人類生活環境；日本 311 地震所引發福島效應，促使各國推動「非核家園」。因此，許多先進國家積極尋求如風力發電等替代性能源，建立環保低碳且能適應氣候變遷的社會。

本局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，於澎湖建置中小型風力機測試場，完成 3 座測風塔及 8 座風機塔架，並取得 TAF 及美國小型風機驗證協會 (SWCC) 認可實驗室，驗證國內中小型風力機性能、噪音、安全及耐久性，並協助廠商進入歐美及亞洲風機市場。

為瞭解日韓中小型風力機驗證系統，依據前述計畫，派遣黃副局長來和擔任領隊，於 102 年 2 月 27 日至 102 年 3 月 5 日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴日本參訪第一屆國際風能展，蒐集最新風力機產業技術發展；拜會日本海事協會(ClassNK)、日本產業技術總合研究所(AIST)及日本小型風力發電協會(JSWTA)，洽談中小型風力機設計評估驗證合作技術交流，與跨國實測計畫；拜會韓國風能產業協會(KWEIA)，並實地參觀濟州島的風力機測試場，瞭解韓國中小型風力機市場潛力及未來測試與標準合作機會。

日韓參訪行程，調查日韓中小型風力機驗證系統及其申請驗證流程，與推動台灣中小型風力機測試場成為跨國測試場，獲取日韓中小型風力機驗證經驗及市場發展概況，尋求台日韓在中小型風力機技術與標準合作機會，並對未來中小型風力機產業標準技術合作交流預作準備。

參、參訪內容

一、參訪 Wind Expo 2013 (1st Int'l Wind Energy Expo & Conference)

第一屆國際風能展其展示時間為 2013 年 2 月 27 日至 3 月 1 日，是日本最大的風能專業展覽，本次結合 7 項智慧能源（如燃料電池、PV、智慧電網、ECO 建築、可充式電池等），在世界智慧能源周（World Smart Energy Week）一同在 Tokyo Big Sight 展覽。

風能展雖然為首次舉行，但成功吸引許多國際風力機製造商如 VESTAS、WINDSPOT、ENERCON 等參展如圖 1。參訪團於 2 月 28 日參觀該展覽，蒐集目前最新風力機產業技術發展，歸納展示內容及對應廠商如下：

1. 風機零件/測試設備：儲存設備如電池充電控制器（羽野製作所、ENENOVA 等）、噪音測試設備（美國 B&K）、雷擊測試（GLOBAL LIGHTING）。
2. 風機發電機：直驅式同步馬達（KEB）。
3. 風能相關服務：風場位置軟體評估（Wind Pro、CUBE）及風機結構模擬與評估（SIMPACT WIND）與離岸風機安裝（DANRUN）等。
4. 大/小型風力機：Airdolphin、THK、KISCO、TOMO 風等小型風力機。



圖 1、第一屆國際風能展及展場

參訪各家廠商的風力機展示，並與其技術專家討論，歸納風力機主流發展技術趨勢：

1. 安全：如高速保護，傳統以離心力控制的機械控制（pitch control）及新發展風機轉速晶片（PLC：Programmable logic controller）控制，控制風機在切入（cut-in）、切出（cut-out）及故障偵測等風機煞車及啟動，而後者兼顧在高風速，仍能持續穩定發電而不停車，達到提昇發電效能。如 WINDSPOT 在風機扇葉加裝 3 支彈簧，在高風速會因離心力而產生煞車如圖 2；C&F 以機艙的風速計及風向計偵測風速變化，回饋至機體內的晶片，控制風機的運轉如圖 3。

AirDolphin 甚至發展出超過 20m/s 風速時，風機仍可經由晶片控制軟體，降低轉速發電而無需停車。傳統折尾型（furling type）風機在高速時就停車保護且發電不穩定的缺點，在此次展覽中，僅 XZERES 展出折尾型風機，其他的安全控制皆以前述 2 種為主或混合使用。



圖 2、WINDSPOT 的風機扇葉 Pitch control 裝置



圖 3、C&F 的風機偵測器

2. 靜音：風機可能裝置於市區或農場，風機噪音可能對人及牲畜產生生理及心理影響。設計低噪音風機已是中小型風機不可忽視的課題。綜合參展中小型風機計有 TOMO Wind Energy 的 TWE 有實際測試數據（55-70dB 在 6 m/s 至 12 m/s）時，測試點距風機輪轂為 7.8m，換算美國 AWEA 要求，距風機輪轂 60m 處噪音約為 37-52 dB，此與澎湖測試場最近量測某風機噪音約 72-78dB（@60m）聲功率 sound power 而言，國內風機尚有改善空間。

一般而言垂直軸風機產生噪音較水平軸風機小，故水平軸風機廠商莫不從扇葉的氣動結構著手降低風切聲。Air Dolphin 引進貓頭鷹翅膀無聲掠捕獵物概念，設計扇葉表面有凹槽（grooves），可以有效降低噪音如圖 4。三菱在風機扇葉佈裝電極通電，可以降低噪音，並提升發電效率達 25%如圖 5。



圖 4、AirDolphin 的扇葉
凹槽設計

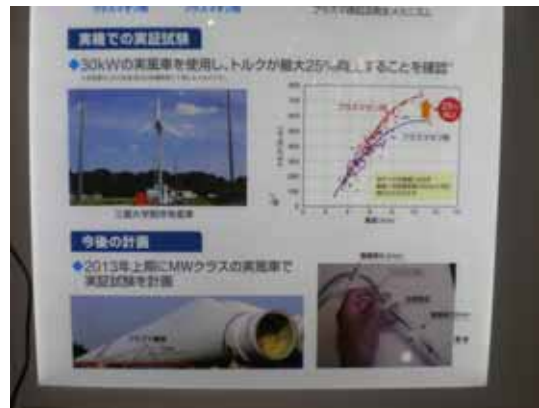


圖 5、三菱的扇葉電極佈裝計畫

3. 效率：風機只要運轉就會發電，因此，風機廠商莫不想設計在低風速就啟動而在高風速仍持續發電不停機的產品。歸納參展風機 cut-in 風速大約 1 m/s 至 2.5m/s。極低風速（1m/s）啟

動的風機，大多針對扇葉有特殊設計，如 Wind Simplicity 有 2 個同心轉子共 8 個扇葉專利設計 (windblades) 如圖 6 及 TOMO Wind Energy 的飛輪機構 (Flywheel mechanism) 如圖 7 等。

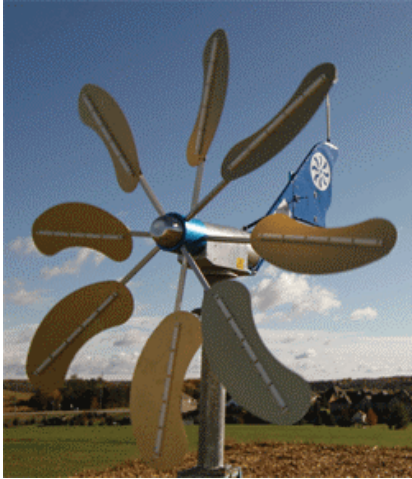


圖 6、WindSimplicity
扇葉特殊設計



圖 7、TOMO Wind Energy 的
飛輪機構

4. 景觀：裝設風力機不應該影響附近美觀。Eco Technology 的垂直軸風機，強調設計符合自然界存在法則與曲線的葉片，再搭配簡潔的支架，風機彷彿為裝置藝術而不影響觀瞻。



圖 8、Eco Technology 的融合景觀風機

二、拜會日本產業總和研究所、日本小型風力發電協會、日本海事協會

參訪團拜會日本產業技術綜合研究所、日本海事協會及日本小型風力發電協會，分別就日本小型風力機之標準技術、驗證及產業方面的發展及相關議題進行交流活動。由日本產業技術綜合研究所 HIKARUWIND LAB. 客座研究員的松宮暉博士(Dr. Hikaru Matsumiya) 協助安排，上午分別由日本三個單位及台灣參訪團針對相關議題進行簡報及簡單問答說明討論，並於下午針對台灣方面提出之議題（如附錄）進行細節討論，會議當天之議程如表1所示，而當天開會情形如圖9所示。

表 1、3月1日拜會日本相關單位議程

Date : March 1 st 2013	
Venue : ClassNK Office, Tokyo, Japan	
Time	Activity
10:00 ~	Start, Greeting, Self-introduction, etc.
10:10~12:30	Part I. Presentations of recent activities in both countries I-A Japan (1) Presentation AIST (2) Presentation JSWTA (3) Presentation NK I-B Taiwan
12:30~13:30	Lunch
13:30~15:30	Part II. Discussion on directions for potential small wind cooperation between Japan and Taiwan
18:00~	Get together

資料來源：松宮暉(Hikaru Matsumiya)，2013。



資料來源：台灣經濟研究院，2013。

圖 9、拜會日本單位開會情形

(一) 獨立行政法人日本產業技術綜合研究所 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology , AIST)

AIST 由日本政府自 1882 年起資助成立，總部在東京，有超過 40 個自治研究單位，2300 位研究員，其中 80 位來自國外，AIST 榮獲日本 2001-2011 年最佳 20 名研究機構評價。風機部分由 AIST 風力發電組 (Wind Turbine Generation Group) 負責，其主要發展目標係擴充風力發電容量及風電產業進展，聚焦於：

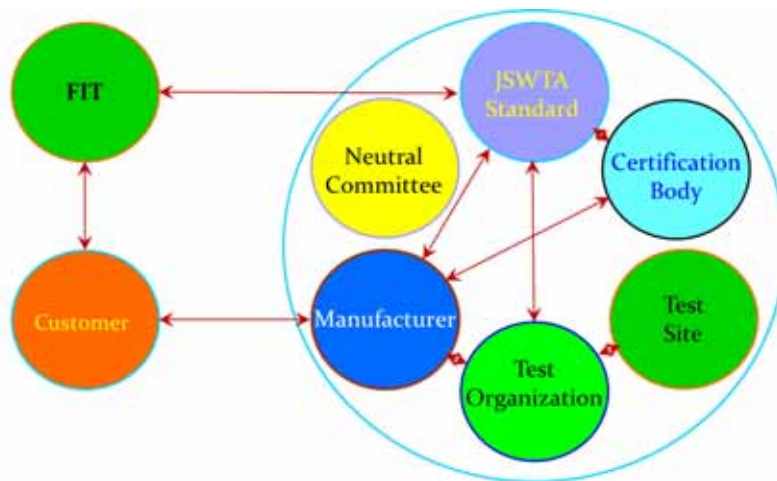
1. 風力發電性能、可靠度及安全性。
2. 風機關鍵零組件，如高性能轉子、風機安全控制等。
3. 風力發電先進評估技術。
4. 風機測試方法及設計需求標準化研究。
5. 參與 IEA 及 IEC 有關風機研究活動。
6. 離岸風機研究及發展。

在台日雙方與會成員簡單自我介紹後，第一個議程由日方的松宮暉博士代表AIST簡報，說明該單位近年來在小型風力機領域的相關研究活動。日本至2012年底為止，風力發電總裝置量為2,614MW(其中離岸風力發電僅占25.3MW)，2011年新增裝置量為

87MW，相較於前兩年的新增裝置量減少超過一半；而目前日本風力發電僅佔日本用電需求的0.54%。在2008到2012年間，日本新能源產業技術總合開發機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)與日本政府經濟產業省(Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)資助一個為期五年的研究計畫，此計畫在小型風力機領域多有著墨，包括以下項目：

1. 小型風力機技術的研發(學術領域)。
2. 推廣小型風力機產業(成立JSWTA)。
3. 小型風力機標準與驗證能量建立。
4. 國際交流合作。

自2006年筑波市(Tsukuba)發生多數安裝的小型風力機無法運作事件後，日本推動小型風力機就顯得較為保守。但從2011年起，日本小型風力發電協會公布了小型風力機產業標準JSWTA0001，且日本政府經濟產業省也在2012年7月公布了再生能源躉售的相關規定，鼓勵一般用戶裝設再生能源系統。小型風力發電的電能躉購電價(Feed in Tariff, FIT)為所有再生能源中最高的項目，每度電收購電價為55日圓(約新台幣18.3元)，收購年限20年。優渥的收購電價再度吸引用戶安裝小型風力機，而為了申請再生能源躉售，此安裝的小型風力機必須經過第三方驗證機構(certification body)的驗證，而驗證前又必須先經過檢測之程序。有關日本目前藉由再生能源躉購電價政策，推動小型風力機市場的關係圖如圖10所示。



資料來源：AIST，2013。

圖 10、日本小型風力機市場推動與FIT關係圖

在 NEDO 的小型風車認證制度檢討委員會下，成立了三個工作小組，包括中小型風力機認證制度檢討、技術導入及系統併網連接等 3 個工作小組。其中小型風力機認證制度檢討工作小組主要的產出為協助 JSWTA 訂定小型風力機產業標準，並且透過小型風力機標準技術的研究活動，參與國際能源總署(International Energy Agency, IEA) Task11 及 Task 27 會議及國際電機工程委員會(International Electronic Commission, IEC)所召開有關小型風力機國際最新標準技術發展的相關會議，並發表日本近年來相關整合研究計畫的成果。

AIST 在 NEDO 及 METI 資助的計畫下進行垂直軸與水平軸擾流下簡易負載公式 (Simplified Load Equations) 的風洞驗證、風機置屋頂 CFD 模擬及風洞實驗分析、垂直軸簡易負載公式研發 (Mie 大學負責)、風機動力計 (Simulator) 建置等。關於中小型風力機實證測試，日本原已在青森縣建立了中小型風力機測試平台，此測試平台年平均風速約 6.3m/s，由 CTC 負責進行測試，但該測試場使用率不高。

(二) 日本小型風力機發電協會 (Japan Small Wind Turbines Association, JSWTA)

該協會於 2004 年以 Small wind and solar power spreading association 成立，2006 年加入風能委員會，2009 變更為現在名稱，2011 年建立日本風機驗證制度 (certification scheme)。

該協會的井上清(Kiyoshi Inoue)副會長為參訪團介紹日本小型風電的發展概況：統計至 2013 年 1 月底，JSWTA 共有 27 家會員廠商，包括小型風力機系統廠商、服務商及零組件製造商等，囊括了日本國內 85%以上小型風力機相關公司。根據 JSWTA 在 2011 年做的產業調查顯示，截至 2010 年底為止，日本小型風力機累計裝置量為 9,494 台，而其中有 97.5%屬於獨立型，併網型只佔 2.5%，顯示到目前為止，日本發展小型風力機的應用範圍以偏遠地區之獨立供電應用為主。而若以裝置容量來看，1kW(含)以下的風力機就占了 97.4%。

在建立驗證制度方面，由於日本小型風力機發生前述筑波市(Tsukuba)事件，消費者對於小型風力機產品失去信心。在 NEDO 計畫的支持下，JSWTA 在 2011 年成立了小型風力機驗證制度委員會，邀請日本相關領域專家學者共同參與，並於 2011 年 11 月完成日本小型風力機產業標準(JSWTA0001)，而小型風力機驗證制度則從 2012 年 7 月起由日本海事協會(ClassNK)負責。在日本小型風力機市場推動方面，JSWTA 希望能藉由優渥的再生能源躉購電價制度，目標在 2020 年達到每年新增裝置量超過三萬台之目標(其中併網型佔 40%)，約為 2010 年左右新增裝置量之 15 倍。

關於 JSWTA0001 標準，日本主要參考 IEC、英國 BWEA 及美國 AWEA 小型風力機標準所制定，其特殊差異性要求為：

1. static blade test(葉片靜態試驗)。

2. strength report for tower based on turbine thrust load, V_{e50} 。(50年極端風速 V_{e50} 的塔柱應力計算)。
3. safety test for generators, 風力發電機的安規試驗 (JEC 2130 同步發電機, JEC 2137 感應發電機)。
4. allowance of simplified load model (SLM) other than IEC61400-2 model (允許垂直軸簡易負載模式評估)。

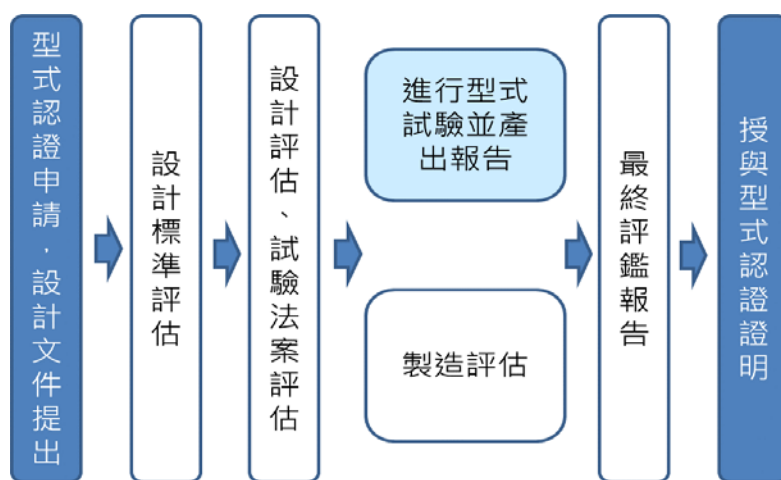
(三) 日本海事協會 (Nippon Kaiji Kyokai, ClassNK)

該協會負責日本發展船隻及海員安全維護及水下環境規則與認證。小型風力機驗證由該協會的風車認證事業室負責，由該室主管赤星貞夫 (Sadao Akahoshi) 先生向參訪團進行簡報說明。赤星先生首先介紹日本小型風力機認證及再生能源發電躉售之流程。對於裝置量小於20kW的小型風力機，日本海事協會做為第三方驗證機構，根據 JSWTA0001 進行型式驗證 (type certification)。通過型式驗證的小型風力機將送交產業經濟部進行設備認定 (equipment accreditation)，最後向電力公司申請併網 (grid connection) 後，即可申請再生能源電能躉售。

ClassNK驗證流程如圖11，係依據IEC61400-22，包含型式認證申請及設計文件提出 (application & submission of documents)、設計標準評估 (design basis evaluation)、設計評估及試驗法案評估 (design evaluation & approval of test program)、型式試驗及製造評估 (type testing, manufacturing evaluation)、最終評鑑 (final evaluation) 和授予型式認證證明 (type certificate) 等步驟，至2013年2月底止僅有一家廠商 (Airdolphin) 兩種機型通過ClassNK的驗證。

ClassNK驗證的範圍包括風力機本體、塔柱、風力機控制器、

逆變器 (Inverter)、連接系統(wiring and disconnections)及安裝與維護手冊(installation and operation manuals)等(塔柱為選擇性驗證項目)，而風力機基座和併網保護(grid connection protection function)不包含在內。而在驗證的有效性部分，每次驗證的有效期間為五年，ClassNK 並提供驗證標章(NK certification seal)予有通過驗證的中小型風力機。在通過驗證後，風力機有任何改變皆需強制向ClassNK報告。



資料來源：ClassNK，2013。

圖 11、日本中小型風力機驗證流程

前述3個日本機構對於參訪團所提議題（如附錄），表示需經日本各相關單位共同協商後決定，但表達高度參與亞洲小型風力機論壇(Asia Small Wind Forum, ASWF)及風力機測試合作計畫等意願。

三、參訪韓國小型風力機設置實績及拜會當地廠商

韓國近年來也開始大力推動再生能源設置，相較於大型風力機，小型風力機具有安裝、運送及多變性應用等優勢，且可以安裝在用戶端，減少能源傳遞耗損，故韓國目前有相當多小型風力機設置實例。參訪團實地參觀了西武百貨前之小型風力機設置如圖 12，以及首爾光化門前的政府機關設置等，瞭解韓國目前城市

型小型風力機應用的狀況。該風力機係由台灣廠商製造，委由韓國代理商組裝。



圖 12、西武百貨前安裝的台灣製造垂直軸風力機

參訪團於 3 月 2 日下午拜會首爾的 Hienergy Korea 公司，由 Hienergy Korea 公司的總經理 Kevin Ahn 向參訪團進行簡介如圖 13 所示。該公司為台灣一家垂直軸小型風力機廠商的韓國代理商，在韓國負責代理經銷小型風力機的業務。此廠商為韓國目前市佔率最高的小型風力機廠商，安裝實績遍布南韓各地，甚至裝置於南極大陸的韓國基地。應用範圍包括一般住宅發電應用、風光互補路燈、偏遠地區發電、學術教育用途及建築整合型小型風力機等。



圖 13、Hienergy Korea 公司簡報情形

韓國政府推動 2020 年新再生能源 (New Renewable energy) 住宅 (Green Home) 計畫，以 100 萬戶普及為目標，將太陽能、地熱及小型風力發電等再生能源設備安裝在一般住宅或公用住宅，如使用風力發電電力，補助部分費用，其中 3KW 以下小型風機，每戶補助最多達 60% 費用。統計韓國政府在 2008 年補助 31 個風力發電系統達 54MW 的發電量。根據韓國再生能源政策及藍圖，2015 年再生能源預定佔主要能源供應達 4.3%，2020 年 6.1%，至 2030 年預定達 11%，其中風力發電佔再生能源比率為 12.6%，將僅次於汽電共生 (33.4%) 及生質能源 (31.4%)，達再生能源第 3 位。

風力機除了上述安裝補助外，另有躉購措施 (FIT)，以鼓勵消費者及企業投資再生能源設備，將所發電饋入電力系統，10KW 陸基型風力機的每度躉購電價為 107.29 韓圓 (約新台幣 3.6 元)。

上述補助及 FIT，風力機需經韓國驗證機構 (certification body, CB) 即韓國能源管理公司 (Korea Energy Management Corporation, KEMCO) 驗證，其驗證程序如圖 14，包含工廠檢查及性能測試，其中工廠檢查包含生產量、產品品質及風力機出貨管理等檢查；性能試驗則由位於濟州島的測試實驗室執行，30kw 以下風力機型式試驗測試費用約 18872 仟韓圓 (約 63 萬新台幣)，逆變器費用為 4386 仟韓圓 (約 15 萬新台幣)。現階段 KEMCO 尚不接受外國 ILAC 測試實驗室所出具測試報告。

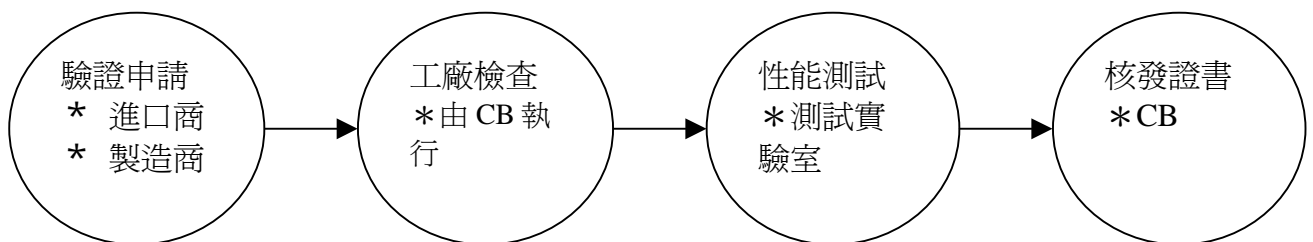


圖 14、韓國中小型風力機驗證流程

四、拜會韓國風能產業協會（Korea Wind Energy Industry Association ,KWEIA）

為了瞭解韓國風能產業之推動情形與市場發展概況，參訪團於 3 月 4 日安排拜會 KWEIA，當天由該協會的 Dr. Lee RimTaig 會長為參訪團進行韓國推動風力機產業的概況簡報如圖 15 所示。



圖 15、拜會韓國風能產業協會開會情形

Dr. Lee 會長介紹亞洲開發銀行（Asian Development Bank ,ADB）於 2008 年成立”The Energy for All Partnership”計劃，建立會員國合作平台，在亞洲的 700 萬人無電可用環境，發展再生能源解決方案。該計畫結合企業、金融、政府及非政府組織（NGO）力量，預定在 2015 年在亞太區提供 100 萬人的用電。其於 2009 年設有小型風機工作小組（Small Wind Working Group ,SWWG），2013 年於濟州島舉行第 5 次工作小組會議。SWWG 的活動項目包括：

1. 建立小型風力機區域推廣網路。
2. 推動小型風力機及其他小型再生能源系統之社區微電網（community mini grid）應用。
3. 推動電力銀行系統（electricity bank system）制度。

4. 推動智慧型電網(smart grid system)。
5. 於開發中國家推動教育研習合作計畫。
6. 募款以支持以上小型風力機相關活動。
7. 加強小型風力機成本下降之相關研究。

除了 Dr. Lee 會長簡報外，KWEIA 的 Lee HanJoon 秘書長也為參訪團介紹韓國風能產業的發展概況以及後續推動項目。KWEIA 的 Lee 秘書長提到韓國政府以電力躉購制度 (Feed in Tariff ,FIT) 及再生能源配比模式 (Renewable Portfolio Standard ,RPS) 為推動再生能源政策選項。

FIT 係政府考量再生能源發展成本等因素，在一定時間內持續提供建置再生能源發電系統的業者、團體或個人一定保證購回電價的價格，讓投資者可以得到一定回收； RPS 係要求電力零售業者（即一般電力公司）、發電業者或是消費者，提供或使用最小數量或比例的再生能源，政府通常配合使用再生能源憑證 (Renewable Energy Certificates ,RECs) 及綠色交易制度。

韓國全國風力發電在2012年達443MW，主要分布在東部及濟州島，未來將開發西南部及濟州島的離岸發電。韓國政府體認到FIT制度無法足夠驅動風力發電市場，於2012年推動RPS，要求現代 (Hyundai) 等4家大型風機製造商研發陸基1.25MW及離岸5.5MW以上風機，且要求電力公司在2012年提供至少500MW再生能源予消費者。而在這些再生能源中，企業較偏好風能發電的高性價比 (cost-effective)，因此未來風能發電在韓國將成為「顯學」。

在會議後，參訪團提出未來台韓兩國能在小型風力機領域加強交流及合作，Lee秘書長表示非常願意和台灣合作，若將來台

灣推動亞洲小型風力機論壇(Asia Small Wind Forum, ASWF)等促進亞洲各國在小型風力機領域上之相關會議，韓方也很願意參與。

五、拜會韓國濟州島全球研究中心 (Jeju Global Research Center , JGRC)

為瞭解韓國小型風力機測試場等概況及發展推動方向，參訪團於3月5日安排參訪濟州島全球研究中心(JGRC)，該中心由Lee JuYeong小姐負責向參訪團簡介如圖16。濟州島全球研究中心由韓國能源研究所(KIER)在2011年1月創立，其設置目的：

1. 實踐陸域及海洋適用的綠色能源研發技術。
2. 綠色能源技術的展示及測試場的研發匯總 (Hub)。
3. 支援國內及發展中國家的綠色能源技術的訓練計劃。

JGRC 的研究範圍：

1. 風力驅動海水淡化廠。
2. 40KW 級再生能源二次電池儲存系統。
3. 離島及城市用微電網 (micro-grid) 發展及展示。
4. 離岸浮動 (floating) 風力機姿態 (attitude) 控制。
5. 水資源的區域性加熱及冷卻系統。
6. 電動車 (NEV) 之燃料電池發展。
7. 農產品乾燥的熱泵系統。



資料來源：台灣經濟研究院，2013。

圖 16、濟州島全球研究中心參訪情形

在參訪過程中，Lee小姐表示韓國能源研究所從2000年開始進行新興能源相關之研究，而在中小型風力機部分，已完成開發100kW型之中型風力機，並將該風力機舊機移至JGRC展示如圖17。在大型風力機部分，雖然韓國目前已經擁有量產大型風力機之技術，但在某些零組件部分如葉片等，國外廠商生產的品質仍較韓國自製品質優良，故仍會向國外購買，韓國的風能公司則專注於系統組裝而非研發。



資料來源：台灣經濟研究院，2013。

圖 17、濟州島全球研究中心展示100kW型中型風力機

為了收集小型風力機實證測試之資料，JGRC建立小型風力機測試平台，總共約有5~6部小型風力機曾在該平台接受測試，現僅有3部，分別為水平軸10kW型、垂直軸1.5kW型及水平軸5kW型三部，而測試之項目包括發電效能及耐久性等如圖18。此測試平台並非

標準測試場，其測試結果僅用於學術機構或廠商研發改善使用，或做為政府核發裝置補助之標準，與我國建立之標準測試平台有所不同。



圖 18、濟州島小型風力機測試平台

肆、心得與建議

一、心得

本次參訪日韓行程，拜會日本風機驗證機構（Class NK）等及韓國風機協會（KWEIA）等機構，洽談中小型風力機設計評估及產品驗證合作技術交流，並參加第一屆國際風能展，期能加速推動台日韓小型風機技術與驗證論壇及國際標準合作，擴大台灣布局日韓風機市場，茲將參訪心得歸納如下：

（一）參訪第一屆國際風能展，總結中小型風力機發展趨勢（詳細說明如前）：

1. 效率與安全控制兼顧，設計符合低風速（1m/s）啟動及高風速穩定發電，風機轉速控制晶片（PLC），已成為未來控制主流，其它利用扇葉流體原理的特殊設計，技術可行但牽涉專利，值得國內風機業者重視。
2. 在民眾對自身環保要求日益重視，低噪音風機設計，可從風機扇葉及機艙（nacelle）流體原理著手，降低風力機噪音對

民眾生活干擾。

3. 風機裝置與設置環境保持和諧，避免破壞整體景觀。

- (二) 日本經由 NEDO 綜合研究計劃，整合法人 (AIST)、學校 (東京大學、足利大學) 與產業界 (JSETA、ClassNK) 等，建立小型風力機標準技術發展及驗證程序，促進政府獎勵風力發電 FIT 制度推行，並結合研究資源，於國際標準技術會議如 IEA Task11 及 Task27，貢獻各項研究成果。丹麥在第一屆風能展，結合該國風能技術供應鏈 (supply chain)，如風機雷擊測試、離岸風機安裝、風機扇葉檢測等聯合展出，提供國外買家一站購足 (one-stop shop) 技術服務諮詢。日本及丹麥整合資源研究及行銷，值得我們借鏡。
- (三) 本次參訪日韓風力發電機構，提出促成亞洲小型風力機論壇 (ASWF)，日本及韓國皆表明高度興趣參加，未來論壇成立，將可加強台、日、韓在中小型風力機標準及驗證交流與合作，甚者將論壇認可區域標準，推動成為國際標準。
- (四) 彙整日本 JSWTA 0001：2011 ” Small Wind Turbine Performance and Safety Standard” 及韓國 ” The New and Renewable Energy Facilities Certification Regulation-NR WT101：2012)、美國 AWEA、英國 BWEA 及台灣 CNS 15176-2 附錄 G，對小型風力機性能與安全驗證要求比較如表 2。從表 2 得知：日本 JSWTA 驗證要求較多，其中扇葉靜態測試及風力發電機的電器安全，為 CNS 15176-2 附錄 G (比照 AWEA) 未要求；韓國 NR WT101 未要求噪音及負載設計評估，但增加風力發電機的電氣安全。上述除美國 SWCC 未要求工廠檢查外，其餘驗證系統皆要求工廠檢查。日本風機驗證機構為 ClassNK，驗證有效期為 5 年，有驗證標章。韓國風機驗證機構為 KEMCO，驗證有效期為 3 年，未規定驗證標章但生產時須保持並提交驗證書 (certificate) 給消費者。

表 2、中小型風力機標準及驗證系統要求

要求(IEC61400-2)		IEC	JSWTA	AWEA	BWEA	CNS 15176-2	NR WT101
設計 評估	負載及負載 狀況 7.3	0	0	0	0	0	X
	安全及功能 9.6	0	0	0	0	0	0
	塔柱 7.4.11	0	0 選擇性	X	X	X	X
測試	耐久性 9.4	0	0	0	0	0	0
	性能 IEC6140-12	0	0	0	0	0	0
	噪音 IEC61400-11	0	0	0	0	0	X
	靜態扇葉 9.5.2	0	0	X	X	X	X
	電器安全 9.8	0	0	X	X	X	0
工廠檢查監督		0	0	X	0	未定	0

(五) 經比較日韓台小型風力發電躉購價格：日本 20KW 以下，55 日圓/度(約台幣 18.3 元/度)，年限 20 年；韓國 10KW 以下，107.29 韓圓/度(約台幣 3.6 元/度)，年限 15 年；台灣依再生能源條例，台電的陸域風力發電 1K-10KW 為 7.36 元/度，10KW 以上為 2.6 元/度，年限 20 年。日本的風力發電躉購電價為三者最高，因此，當地業者莫不以通過 ClassNK 驗證為職志，日本現僅有 2 種型式進口的小型風機取得驗證，依台灣廠商在垂直軸風機技術優勢且已取得 CBTL 測試報告，及核研所過往簡易負載模型研究協助，應能於短時間內取得 ClassNK 產品驗證，拓展日本商機。韓國風力發電躉購電價(10KW 以下)，雖然為 3

國最低，但其對風力發電系統 60% 費用由政府補助，經查韓國現有 7 種型式取得驗證

(http://www.energy.or.kr/knrec/12/KNREC121031_01.asp?gubun=7)，韓國風力發電市場仍值得國內廠商開發。

- (六) 韓國 KWEIA Lee 會長簡報的亞銀”Energy for All Partnership”計劃，向亞洲無電用戶推廣再生能源，結合風機業者、銀行及政府資源，參與計劃執行，除拓展商機外，亦可提高國際能見度。台灣參與國際組織如亞銀及 APEC 等，亦可循該模式，參與各計劃工作小組，貢獻台灣再生能源發展經驗，出錢又出力，達到國際宣傳目的。

二、建議

- (一) 本次參訪日韓，2 國皆已建立中小型風機產品驗證制度，並據以連結再生能源補助或 FIT，鼓勵消費者安裝，進而要求廠商取得產品驗證。建議本局應研擬建立中小型風力機驗證制度如自願性產品驗證 VPC，且應與能源局協商 FIT 躉購資格，為取得 VPC 產品，促進廠商申請 VPC 意願。本局建立中小型風力機 VPC 制度後，才得以與日韓洽談驗證證書互認、測試報告採認及工廠檢查執行等事宜，有助降低國內風機出口日韓市場障礙。
- (二) 從日本 AIST 的研究計劃，以計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 分析風機裝置樓頂流場 (flow field) 分布，及日方建議台灣對於風機設計評估 (design evaluation) 除了簡易負載模型 (simple load model, SLM) 外，仍應建立 CFD 分析能力，可驗證 SLM 符合性，並得以降低安全係數而減少廠商製造成本。建議本局未來科專委辦計劃，可以規劃建置國內 CFD 能力，並經國際驗證機構認可。
- (三) 日本小型風機測試場幾乎不再運作，但日本接受 ILAC 實驗室

所出具測試報告；韓國在濟州島測試場為非標準測試場，反觀台灣 2 個測試場均已取得 TAF 及 CBTL 認可實驗室。建議本局比照兩岸風機實證計劃，推動亞洲中小型風機在台測試計劃，參與者於測試完成，由測試場出具 4 項測試報告及原始數據，供參與者參考。本項計劃除調查各國風機技術發展外，亦可藉此向各國推廣台灣測試場檢測能力，拓展測試場檢測能量。

- (四) 從表 2 得知日韓皆有風力發電機安全要求及澎湖測試場經驗（風力機損害大多為扇葉），建議未來兩岸垂直軸共通標準修正時，增列風力發電機安規及扇葉靜態測試，使產品驗證符合消費者需求。

伍、附錄

1. 促成亞洲小型風力機論壇(Asian Small Wind Forum, ASWF)

目標：加強亞太地區各國小型風力機之應用與合作，建立測試與認證互認機制、發展跨國標準及推廣小型風力機設置，並共同促進亞太地區小型風力機產業及標準技術之發展。

- (1) 參與單位包括亞太地區各國(中國大陸、台灣、日本、韓國、澳洲及其他亞太地區國家)的小型風力機廠商及研究機構；
- (2) 論壇可每年由各國輪流舉辦高峰會，並與小型風力機標準技術研討會共同舉辦；
- (3) 若此論壇成立類似執委會之組織，將可促進：
 - a. 小型風力機測試及認證報告互認機制
 - b. 垂直軸(水平軸)小型風力機區域共通標準發展及可能之國際應用整合
 - c. 小型風力機市場訊息交流
 - d. 共同參與小型風力機標準技術國際發展組織(IEA、IEC)研究活動
 - e. 共同推動綠色產業及小型分散式電力系統

1. Asian Small Wind Forum (ASWF)

TARGET : To strengthen Asian specific interests for SWT applications, promotions, testing and certification recognitions, international standard developments, and general benefits for SWT industrials around this region.

- (1) Possible stakeholder entities may include SWT industrials and R&D organizations from China, Taiwan, Japan, Korea, Australia, and other Asian countries.
- (2) Regular meeting together with an academic conference can be held annually.
- (3) If an executive board can be formed, the following topics can be pursued:
 - (a) the scheme for mutual recognition of SWT testing and certification reports around this region;
 - (b) a new VAWT joint standard (and may include a revised HAWT standard) developed for the interests of this region and possibly for global applications;
 - (c) market information exchange;
 - (d) the cooperation on IEA or IEC research activities; and
 - (e) the scheme for mutual backup of green power supply in support of vast emergency events and general promotion of green distributed generation around this region.

2. 建立垂直軸小型風力機簡易負載計算模式發展及驗證小組

目標：在現有之發展基礎上，更精進垂直軸小型風力機簡易負載計算模式

- (1) 邀請台灣及日本/韓國的 2~4 家廠商自願提供產品，分別進行垂直軸小型風力機簡易負載計算模式試算及案例驗證
- (2) 雙邊共同檢視及確認計算結果之保守性
- (3) 推動負載量測方法驗證合作計畫
- (4) 召開定期會議檢視及討論簡易負載計算模式檢驗驗證結果

(5) 雙方共同提出及研擬簡易負載計算模式共通方法草案

2. A Cooperative Team for Test Runs and Verifications of VAWT Simplified Load Calculation Model

TARGET: To facilitate the consolidation of VAWT Simplified Load Calculation Models (SLM) currently developing on both sides.

- (1) asking for two to four VAWT products voluntary testers to perform independent test runs with respect to SLM models developing on both sides;
- (2) cross-checking the test results with emphases on their conservatism;
- (3) developing load measurements verification projects on both sides;
- (4) comparing and discussing the SLM V&V results in a regular meeting; and
- (5) drafting and finalizing the joint SLM formulae.

3. 台日/台韓小型風力機測試合作計畫

目標：促進雙邊對於小型風力機之性能及安全共同認知及加強東北亞地區各國之小型風力機測試能量建立

- (1) 推動跨國小型風力機風場實證計畫
- (2) 推薦及支持 2~4 項台日/台韓自製小型風力機產品互相至對方國家標準風場進行跨國實測
- (3) 提出共同承認之測試報告並進行第三方認證
- (4) 推動小型風力機測試認證相互認可機制
- (5) 促進雙方在 IEA 或 IEC 下對於小型風力機標準技術研究活動之交流與合作

3. Japan/Korea and Taiwan Small Wind Field Test Cooperation

Target: To promote the mutual recognized SWT safety and performance and enhance the North-eastern Asia cooperative efforts on SWT testing capabilities.

- (1) developing the small wind field test cooperation projects on both sides;
- (2) recommending and fund-supporting two to four indigenous SWT products from both sides interchangeably tested at accredited testing fields of both sides;
- (3) issuing mutual recognized testing reports and filing for 3rd party certification; developing mutual recognition scheme of SWT testing and certification for both sides; and developing the joint interests and cooperation on IEA or IEC research activities;