

出國報告（出國類別：其他）

赴日本參加台日風機國際會議及拜會
風機驗證與研究機構

服務機關：核能研究所

姓名職稱：黃金城 研究員

派赴國家：日本

出國期間：103年7月29日~103年8月2日

報告日期：103年8月25日

摘要

本次日本公差配合科技部、經濟部標準檢驗局、台灣中小型風機發展協會及國內業者主要為促進台灣與日本之間小型風力機產業與標準之技術交流合作，加速國內業者取得日本產品驗證，以促成國內廠商海外合作機會，強化產業之國際競爭力。因此，台灣中小型風力機發展協會特別籌組本次「2014 日本小型風力機參訪團」參加台日小型風機國際會議並拜會風機驗證及研究機構日本海事協會(ClassNK)及會晤日本產業技術總和研究所(AIST)與日本小型風機協會(JSWTA)代表、參觀日本小型風力機設置實績與拜會日本小型風力機之有關廠商。由於本所擁有目前國內唯一之經TAF認證的小型風力機設計評估驗證實驗室，並實際參與標準檢驗局所推動之國內小型風力機驗證計畫，實際協助國產直軸小型風力機業者完成其風機之設計評估並已成功獲得日本驗證單位ClassNK之驗證核准。因而，本次公差行程也安排拜會ClassNK同時會晤AIST及JSWTA等研究人員，藉由風機之驗證標準與技術之研討，以加強雙方之技術交流。此外，針對由國內與日方共同籌組台日小型風力機論壇，以推動區域化之小型風力機產業與技術的合作，也進行有關的意見交流。由於，小型風力機之設計技術研發也是本所風力發電技術重要的一部份，過去已逐步累積一定的技術能量，並已逐步藉由自主風機的研發並落實加強協助業者之產品設計評估驗證，以提昇國內小型風力機之技術。本次公差由政府機構結合國內業者拜會日本小型風力機驗證單位、研究機構與日本相關業者，可加強雙方技術交流及了解驗證技術與標準之需求及對風機安全及性能之重要性，對於未來本所於小型風力機之設計評估驗證技術及有關標準的應用與研發計畫規劃，將有實質的助益。

目 錄

摘 要	I
一、目的	1
二、過程	1
三、心得	13
四、建議事項	16
五、附件	17

附 圖 目 錄

圖 1、位於根室的垂直軸小風機的設置風場	5
圖 2、代表團及日本風機相關業者於根室之小風機設置場前合影	5
圖 3、代表團與 Fujita 公司人員及律師與會計師等於簽約儀式後合影	7
圖 4、台灣中小型風機協會與日本小風電協會於簽約儀式合影留念	9
圖 5、代表團與日方參與 ClassNK 會議代表於拜會行程結束合影留念	12

一、目的

日本 2013 年起推動小型風電收購電價制度，高額收購價格約每度電 55 元日幣(16.5 元台幣)僅次於葡萄牙，因此吸引各國小型風力機廠商關注，多家國際廠商赴日申請產品驗證，以取得進入日本市場機會。我國廠商不但是目前通過日本 ClassNK 驗證 7 台小型風力機中唯一垂直軸小型風力機產品，也是唯一通過併網測試，可售電取得其日本電價補助之產品；目前更將與日本業者 Fujita 公司合作，結合風機製造業、安裝業者與租賃業者成立合資公司，拓展日本市場。為提供產業界觀摩此一創新之台日合作商業模式，促進台灣與日本之間小型風力機產業與標準技術交流合作，加速業者取得日本產品驗證，促成國內廠商海外合作機會，強化產業國際競爭力，台灣中小型風力機發展協會特別籌組本次「2014 日本小型風力機參訪團」，由科技部、經濟部標準檢驗局及核能研究所等政府單位結合國內中小型風機發展協會與國內業者前往日本參加台日雙方小風機國際會議並拜會其主要驗證機構日本海事協會(ClassNK)及會晤日本產業技術總合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology；AIST)及日本小型風電協會(Japan Small Wind Turbines Association；JSWTA)代表與參觀日本小型風力機設置實績並拜會日本小型風力機之有關廠商。

本次公差主要目的在加強國內與日本於小型風力機之技術交流，落實台日小型風力機產業與標準驗證實質合作，觀摩日本小型風電商業運作模式；並預期透過未來台日小型風力機論壇及小型風力機亞太論壇之運作，啟動多元化國際合作機會，強化產業國際競爭力。此外，對於小風機驗證技術與標準之交流，以及對風機安全及性能之重要性，也將有助於本所未來於小型風力機之設計評估驗證技術及有關標準的應用與研發計畫的規劃。

二、過程

此行於 103 年 7 月 29 日由桃園機場搭機，中午抵達日本札幌。依據行程規畫，於 7 月 30 日由札幌經釧路前往位於北海道最東方之根室，參觀國內垂直軸小型風力機新高(Hi-VAWT)公司於日本之設置實績並拜會日本有關廠商。7 月 31 日由釧路搭機前往日本東京，依據行程規畫，8 月 1 日早上於東京地區參加我國新高公司及日本 Fujita 公司合資成立之 Hi VAWT Japan 公司之合資公司正式簽約儀式，一同見證國內小風機業者首次結合日本業者共同合作的歷史時刻。而下午則安排拜會日本海事協會(ClassNK)及會晤日

本小型風電協會(JSWTA)及日本產業技術綜合研究所(AIST)代表。本次公差自 7 月 29 日至 8 月 2 日，為期共 5 天。

(一) 參觀新高公司於日本之設置實績及拜會日本有關廠商

新高公司(Hi-VAWT)為國內垂直軸小型風力機主要廠家，於 2005 年成立。2005 年至 2008 年曾獲得經濟部鼓勵中小企業開發新技術推動計畫(SBIR)有關垂直軸小型風力發電研發之補助，專門從事垂直軸小型風機之研發製造。目前新高公司的垂直軸風機產品行銷世界各地，目前各主要國家如美國、日本、韓國及中國大陸等都有代理商，詳細公司資訊請參考該公司網站(www.hi-vawt.com.tw)。

由國內小型風力機協會籌組本次的 2014 日本小型風力機參訪團由科技部前瞻及應用科技司司長陳宗權博士擔任領隊，成員包括標檢局、核能研究所等政府機構及台灣中小型風機發展協會與國內風機相關業者。依據規劃於 7 月 29 日由桃園機場出發前往日本札幌，安排旅館住宿。隔日 7 月 30 日一早首先由札幌經釧路前往位於北海道最東方之根室市。由於札幌距離根室相當遙遠，交通不便。原定由札幌搭乘短程班機前往釧路，再搭乘預先安排之出租巴士前往。但是暑期機票預訂不易，我個人因此無法直接由札幌市近郊之丘珠機場搭乘，而改由搭乘 7:50 早班飛機由札幌新千歲國際機場前往釧路機場，並與代表團會合，一起搭乘巴士前往根室。釧路前往根室約需要 2 個半小時車程。代表團一行於 9:30 離開機場前往根室市，預計在 13:00 參觀位於根室的新高公司垂直軸小風機的設置實績。

代表團一行於午餐後，由科技部陳司長率領幾位不同單位包括標檢局及核研所的代表等先行前往根室市的行政中心拜會市長長谷川俊輔先生，尤其率領相關人員接待。我方陳司長首先介紹各主要代表團團員，並致詞說明台灣與根室關係密切，尤其是在海鮮方面的貿易，台灣可以享用到來自根室最新鮮的海鮮如螃蟹、牡蠣等，而此次小風機代表團前來北海道根室參訪，除了參觀由日本 Fujita 公司與台灣新高公司共同合作所設立的第一座獲得其日本電費 FIT 補助方案的小風機風場，也希望藉此加強台日雙方於小型風力機產業及技術的合作交流，以達到雙贏，也邀請長谷川市長蒞臨台灣訪問。長谷川

市長也表達歡迎之意，雖然一直沒機會前往台灣訪問，不過倒是一直有台灣的訊息，尤其是與台灣的貿易往來非常密切。長谷川市長也介紹根室市的地理環境，由於位於北海道最東方，面臨鄂霍次克海及太平洋，交通相當不便，感謝我方代表團千里迢迢前來訪問，台灣與根室距離達 3000 公里以上，非常歡迎及感謝。根室目前是日本最大的海鮮供應地，也是世界前 5 大的海鮮出口供應產地，他謝謝台灣喜愛跟室的海鮮產品。此外，由於根室地理位置特殊，擁有良好的風況條件，年平均風速達 7.1 m/sec 以上，目前除已擁有大型陸域風電外，也預計規畫進行小型風電的規畫，他也說明由於風機的噪音及海邊水鳥棲息地，當地居民較為反對大型風機的設立，不過對於小型風機則相信較無此顧慮，因此可以接受由 Fujita 公司及台灣新高公司所開發的小型風機設置風場，也希望帶動界以帶動風電的發展。他也歡迎及樂見台灣與日本於小風機產業及技術繼續保持交流。拜會最後由雙方代表我方由科技部陳司長及長谷川市長互贈禮物結束拜會行程並前往小風機設置風場參觀。

於 13:30 抵達位於根室的垂直軸小風機的設置風場(Wind Park)，如圖 1。此風場主要位於根室的齒舞區目前已完成設置，也成功申請獲准日本電費 FIT 補助期限 20 年，正等待最後的併網。目前共計有 6 台垂直軸小型風機產品為新高公司 Model DS3000，額定發電容量 3 kW。此小風電 FIT 申請成功為日本之首例，相當值得重視以及具有特殊的意義，而開發商則是日本 Fujita 公司與新高公司合資成立之 Hi-VAWT Japan 的首宗成功開發案，當然也是此行最大之目的之一。促成此次垂直軸小風機 DS3000 成功進入日本市場的關鍵，主要是該產品於去年 6 月正式獲得其驗證機構 ClassNK 的型式驗證(Type Certification)通過。型式驗證包括設計評估及型式測試兩部分，型式測試需要由實機於合格測試場完成各項風況條件的測試，至少需耗費 1 年半以上，所以新高公司於稍早即於英國風機測試場完成測試並獲得測試合格證書。而設計評估驗證則是由核研所的團隊協助完成包括設計分析報告及審查等等，並親自於前年接待日本 ClassNK 代表團訪問本所，參觀風機研發能量及設施並進行技術研討，以及去年 2 月由本人親自偕同新高公司前往 ClassNK 進行技術簡報與審查會議。DS3000 垂直軸風機順利於 2013 年 6 月順利獲得 ClassNK 驗證通過，同時成為第一部獲得日本驗證通過之外國小型風機。

因此，國內新高公司 DS3000 之 3kW 垂直軸風機順利取得產品驗證後，即已具備進入日本市場的資格，而與 Fujita 公司結合，更是成功於 1 年後的今年 7 月成功完成於日本北海道根室首宗小風機風場設置及申請 FIT 補助，更促成 Fujita 公司與國內新高公司的合資公司 Hi-VAWT Japan 成立。此次，我方代表團中小風機業者新高公司及綠十字能源公司，也藉此機會與日本 Fujita 公司及 San-Esu 公司交流，互相交換對於台日之小風機環境及設置狀況等等。日方業者表示小風電設置的阻礙主要有 4 項包括(1)開發商必須與個別電力公司洽談 FIT 併網，時間難以預估及冗長，甚至將被要求進行額外的測試及電力品質驗證等；(2)地方政府不同的設備認定標準對於小風電的設置推展之影響；(3)適當設置地點之影響，變因複雜包括風機品質、風況、地方政府支持度及居民接受度等等；(4)小風電設置成本較高，相較於太陽電，日方業者也認為小風電的成本仍高，尤其日本對於小風電較無經驗等都是因素。Fujita 公司小風電事業簡報資料請參考附件一。

整個拜訪位於根室之首宗小風機設置時績及拜會日本風機相關業者之活動，相當成功，代表團及日本風機相關業者並且一同在位於根室之小風機設置場前合影留念，如圖 2。而由政府科技部前瞻及應用科技司陳宗權司長擔任領隊，標檢局及核研所政府機構，偕同台灣中小型風機協會與業者一同前來，不僅拜會根室市市長長谷川先生，成功拓展國民外交，透過台日雙方業者交流，相信一定可以促進台日小風機業者合作開發日益龐大的日本市場。



圖 1、位於根室的垂直軸小風機的設置風場

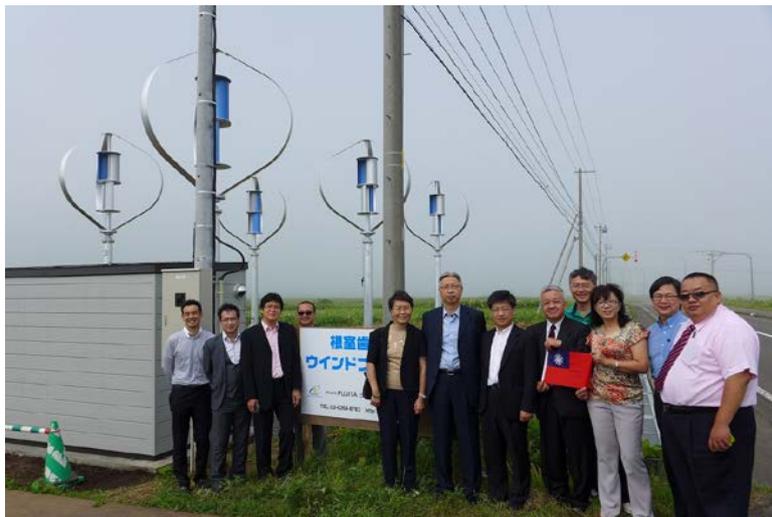


圖 2、代表團及日本風機相關業者於根室之小風機設置場前合影

(二) 見證台灣新高公司與日本 Fujita 公司合資成立 Hi-VAWT, Japan 公司

簽約儀式

新高公司(Hi-VAWT)成立於 2005 年為國內垂直軸小型風力機主要廠家，近年來積

極拓展國際市場包括大陸、日本、韓國及歐美等國家。過去 3 年針對日本市場非常積極的了解及準備，針對其優良的 3kW 的小風機產品，不僅主動送往英國測試場，依據 IEC 技術標準完成測試驗證外，亦委由國內核能研究所協助準備 DS3000 小風機相關的設計分析報告，主要依據 IEC 61400-2 技術標準，並採用簡易負載模式(SLM)對於各項風機設計載重執行檢核。並於 2013 年 6 月新高公司 DS3000 產品正式通過 ClassNK 的小風機型式驗證，這是非常重要的關鍵，也是台灣優良的小風機產品受到日本驗證單位的認可及具備申請日本國內 FIT 電費補助的資格，應算是國內小風機正式進入日本市場的先驅。我認為此成功案例，是結合科技部(國科會)的經費補助、國內標檢局持續推動小風機驗證機制、核能研究所提供技術支援、台灣中小型風機協會的協助推動與新高公司的積極準備，產官學研共同努力重要的成果。

日本 Fujita 公司成立於 1987 年，代理行銷之經營領域包括醫療、食糧、環保及觀光等，3 年前日本福島核災後，日本受創嚴重，許多地方沒水沒電，尤其原 Fujita 公司相當重視醫療設備的供應，但是電力不足卻是最大的影響變因。因此，自從 2011 年起，Fujita 公司就積極規劃能從事小風電的市場，不僅搭配其醫院醫療設施的供應使其更具有競爭力，而開發小型風機風場也是其中重要的構想。因此，透過市場的了解及資料蒐集，於拜會台灣新高公司後，希望可以引進 DS3000 3kW 之垂直軸風機進入日本市場。而今日透過台灣新高公司與日本 Fujita 公司的共同成立合資公司 Hi-VAWT, Japan 就是過去 3 年來，雙方努力的重要成果，希望藉由彼此的共同合作，拓展日本、台灣、亞洲甚至全球的市場。

代表團一行由科技部陳司長擔任領隊，於 8 月 1 日早上 10:30 抵達位於東京市區的 Fujita 公司，參加台灣新高公司與日本 Fujita 公司之合資公司 Hi-VAWT, Japan 之簽約儀式。由於這是台灣小型風機進入日本市場重要的里程碑，此次特別邀請科技部前瞻及應用科技司陳司長蒞臨見證，雙方公司負責人台灣新高公司陳震國董事長及日本 Fujita 公司負責人 Fujita 先生分別致詞，陳董事長說明於 7 月 30 日親自前往位於根室的小風機風場參觀，親眼看見新高公司 DS3000 3kW 垂直軸風機順利地運轉，內心相當感動，過去多年來的努力終於開花結果，感謝許多人的協助，才有今日的機會進入日本市場，也

非常樂意與日本 Fujita 公司合作，希望藉由未來合資公司的成立，更能加速開拓日本之小風電市場。Fujita 先生也隨後致詞，歡迎代表團一行人前來 Fujita 公司拜訪及見證與台灣新高公司之合資公司 Hi-VAWT, Japan 的簽約儀式。他表示過去 3 年多來，感謝台灣新高公司的協助及合作，雖然碰到許多困難，但是也都一一克服，才有大家所見的一點成果。DS3000 3kw 垂直軸風機是相當良的產品，也通過日本驗證機構 ClassNK 的驗證通過，感謝許多人的協助，於日本方面，他們要繼續努力開拓小風電的市場，與台灣新高公司互利達到雙贏的局面。之後，雙方在科技部陳司長的見證下，簽約及換文，於 8 月 1 日 11:15 正式完成簡單隆重的 Hi-VAWT, Japan 合資公司簽約儀式。

簽約儀式完成後，代表團成員也與與會的 Fujita 公司人員及其律師、會計師等一同攝影留念，如圖 3。



圖 3 代表團與 Fujita 公司人員及律師與會計師等於簽約儀式後合影

(三) 參訪日本海事協會 ClassNK

日本海事協會成立於 1899 年，在全球有 120 個分部，而在亞洲地區也有超過六十處的檢查服務據點，全世界入級日本海事協會的船舶總噸位數達一億九千萬噸以上，是位居全球首位的船級協會。日本海事協會的主要業務，是制定確保船隻安全的各種規則

標準、檢查正在建造或已啟用的船隻是否符合安全標準。海事協會制定的規則範圍包括船隻結構、電路、電子系統、動力裝置、安全設施、起貨設備等方面。因此，日本海事協會除具有力士相當悠久的驗船技術與經驗之外，近年來也開始從事日本國內小型風力機及大型風力機甚至是海上風力機的驗證工作，由於日本海事協會內部已具有技術研發部門包括結構分析、材料安全及技術標準開發應用等等。日本海事協會目前為日本國內唯一經認可的風機驗證機構(Certification Body)其針對廠家送驗的風機產品，將依據其個別的申請驗證設計標準例如針對小型風力機 大都以國際電工協會 IEC 61400-2 標準進行驗證以說明其風機是否滿足設計標準的要求，但風機驗證並不說明或比較個別風機的優劣性。此外，依據日本海事協會說明，為達成日本風機驗證國際化的需求，以協助日本國內風機業者順利開拓海外市場，國際間不同國家驗證機構的互認相當重要，可加速風機驗證流程，降低成本，因此日本海事協會也與國外驗證機構進行互認，例如美國的小型風力機協會 AWEA 等。

此行代表團一行由科技部前瞻及應用科技司司長陳宗權博士領隊，包括經濟部標檢局、核能研究所、台灣大電力研究中心、台灣中小型風機協會及國內業者等拜會日本海事協會及會晤日本產業技術總合研究所及日本小型風電協會代表，藉由雙方互訪、技術研討建立交流管道，以逐步達成未來國內風機驗證國際化之目的。參與會議之人員清單如附件二。

依據行程規劃，代表團於 8 月 1 日下午 13:30 抵達日本海事協會 ClassNK，經換證直接前往會議室，由其次長 Sasaki 先生接待，並與 HikaruWind 實驗室 Matsumiya 教授、日本產業技術總合研究所(AIST)技術顧問 Aoki 先生、日本小型風電協會會長 Tanaka 先生及副會長 Nakamura 先生與 ClassNK 風能技術主要人員等會晤並展開會議。會議開始，首先進行台灣中小型風機協會與日本小風電協會之合作備忘協議簽訂，由我方代表團領隊科技部陳司長見證，雙方會長及理事長簽署及換文生效，簡單隆重，期許未來台日雙方藉由協會的力量，結合台日小風機業者共同推動與強化雙邊合作。台灣中小型風機協會與日本小風電協會之合作備忘協議簽約儀式後，與會雙方合影留念，如圖 4。圖中前方座位中間者為科技部司長陳宗權博士，其他由左至右分別為標檢局陳光華副組長、台

灣中小型風機發展協會理事長鍾俊能先生、日本小型風電協會會長 Tanaka 先生及副會長 Nakamura 先生。



圖 4、台灣中小型風機協會與日本小風電協會於簽約儀式合影留念

其次，技術會議進行首先由經濟部標檢局陳光華副組長說明此行拜會之目的及國內小風機驗證之現況，以及加強台日小風機驗證之重要性，期望透過驗證提昇風機品質，互相合作推動小風電市場開發，除了說明國內目前已擁有經國際認證單位認可的小型風機測試場分別是位於七股及澎湖的測試場歡迎日本業者到台灣進行小風機測試，同時誠懇邀請日本驗證單位、相關技術單位及業者於 2014 年 11 月 5 日蒞臨台北參加預計舉辦的台日小型風機論壇。會議進行 3 場簡報，依序分別由 Matsumiya 教授簡報日本小風機的研發現況；台經院顧問張欽然博士簡報說明國內小風機驗證技術能量現況及未來的規劃；以及由 ClassNK 次長 Sasaki 先生簡報日本小風機驗證現況。簡報資料詳見附件三~五。

Matsumiya 教授說明截至 2013 年日本風電累積裝置容量達 2.67GW 離原訂目標 3GW 尚未達成。整個風電佔日本全國供電僅約 0.5%，仍有待努力。日本仍透過相關研究活動加強技術研發包括持續參加 IEA/Task 27；由政府技術標準委員會支持參與 IEC

小風機技術標準的專家會議。而研究計畫方面則面臨經費短缺之問題，亟待解決。日本小風電重新修正 FIT 電力補助由 2012 年 7 月實施，以 20kW 風機為分野，小於 20kW 之 FIT 補助為 55 元日幣/度電，大於 20kW 則為 22 元日幣/度電，期限皆為 20 年。而由實施近 2 年數據觀察，FIT 對於 PV 的應用提昇影響較大，對於風電可能由於申請及驗證不易通過與耗時，成效尚未顯著。日方對於垂直軸小型風機的簡易負載模式(Simplified Load Model, SLM)相當有興趣且已透過實際的實驗驗證數值模型，並將其列入日本小型垂直軸風機的設計標準附錄 C(JSWTA0001 Annex C)，日文版已完成，英文版則正準備中。幾項重點假設包括適用於 H 型垂直軸葉片數量小於等於 5；驅動軸變為應小於 0.3% 與不考慮風切所引起的疲勞效應。有關垂直軸風機的計算流體動力 CFD 與實驗量測比較研究主要由 Kanazawa 大學 Kono 教授等於 Nasudenki-Tekko 設施完成。

台經院顧問張欽然博士簡報說明國內小風機驗證技術能量現況及未來的規劃，其中包括關於小風機型式驗證，國內有 2 座國際認證公司認可的測試場分別為金工中心的七股風機測試場及台灣大電力之澎湖風機測試場。此外，國內政府研究機構核能研究所也已成小型風機設計評估實驗室並經 TAF 認可。國內並正由標檢局推動 VPC 小風機產品的自願性產品驗證，藉以鼓勵優良小風機產品驗證，有助市場行銷。目前並規劃進行 11 月由台灣主辦首屆之台日小風機論壇，希望獲得日方的支持並誠懇邀請日本方面技術專家及業者的參與，以強化雙邊的合作關係。

ClassNK 次長 Sasaki 先生於 15 分鐘之會議休息後，接續簡報日本小風機驗證之現況以跟日本及台灣政府機構、研究機構及雙方協會代表與業者進行交流。首先介紹小風機之主要零組件及重要性，並介紹最新 2014 年日本政府對於風電 FIT 電費補助，大型陸域風電(> 20 kW)為 22 元日幣/每度電，小型風電(<20kW)為 55 元日幣/每度電，離岸風電為 36 元日幣/每度電，簽約補助期限 20 年。對於小型風電申請日本 FIT 補助而言，風機本體須通過依據 JSWTA0001 技術標準之型式驗證。在電網並聯方面，也需滿足日本 JET(Japan Electrical Safety and Technology Lab.)之 PCS(Power Conditioning System)電網併聯規範。至於塔架及基礎結構，小於 15 公尺高度則無需驗證。JSWTA0001 目前為日本針對小風機主要的設計標準，依據日本小風電協會與相關業者共同制定，由政府認

可的風機驗證單位 ClassNK，依據此標準針對小風機造商送驗的風機進行型式驗證並於核准後授予通過驗證之證明。Sasaki 先生說明除驗證程序外，整個風電之 FIT 過程及手續也相當繁複，也要地方政府的核可。

ClassNK 對於小風機的型式驗證，主要依據 IEC 61400-22 的要求執行，而其所依據的設計標準為其日本小風電協會出版的 JSWTA0001(2011 年出版)，並說明截至 2014 年 8 月 1 日最新的通過 ClassNK 之小風機驗證清單，共計有 7 台，其中 5 台為日本國內製造，2 台為日本國外製造。我國新高公司之 DS3000 3kW 垂直軸風機為其中唯一的垂直軸風機產品，另一台獲得驗證通過的外國風機為美國 Bergey 公司的 Excel 10 水平軸風機。此外，DS3000 3 kW 風機也是第一個獲得驗證通過的日本國外小風機產品。關於風機之型式驗證，ClassNK 除了進行必要的技術報告的審查、評估與驗證外，針對測試驗證也特測試場都已獲得 ClassNK 的核可，將鼓勵日本業者考慮前往台灣利用我國測試場進行測試驗證，因為目前日本國內尚無小風機之測試場，將可節省成本及加速驗證流程。最後，Sasaki 先生也提出幾項議題討論，尤其是針對目前日本已針對小型風電 FIT 補助，要求進行產品的型式驗證，但是台灣、韓國及中國大陸都尚未執行此項要求。因此，市場上小風機產品相當混亂，劣質產品充斥，由於跨國的產品無法避免，應加強各國的小風機產品的型式驗證，甚至應有區域性的風機驗證合作及技術標準調和 (Harmonization)，以加速推動小風機的設置、業者因市場明確更願意積極投入更優良的產品，與強化區域性的合作達成雙贏的合作關係。

代表團一行於拜會日本海事協會 ClassNK 後，於歷史悠久的日本海事協會與日方代表合影留念，如圖 5。



圖 5、代表團與日方參與 ClassNK 會議代表於拜會行程結束合影留念

三、心得

(一) 此次台灣中小型風力機發展協會特別籌組本次「2014 日本小型風力機參訪團」參觀日本小型風力機設置實績與拜會日本小型風力機之有關廠商，見證台灣新高公司與日本 Fujita 公司之合資公司 Hi-VAWT, Japan 簽約儀式與拜會日本海事協會及會晤日本產業技術總和研究所與日本小型風機協會代表等，主要由科技部前瞻及應用科技司司長陳宗權博士擔任領隊，而經濟部標檢局及核能研究所主要的政府參與單位、結合產業界共同為藉由小風機技術標準、風機驗證與日方交流，並整合產官學研各界的力量及資源，協助台灣新高公司成功拓展國內業者於日本的小風電市場，是相當成功的一項藉由政府出面整合產官學研各界資源，提昇及拓展產業價值的案例，也相信國內小風機廠商於日本競爭激烈的市場中，可以藉由日資及台資共同經營，快速拓展日本甚至海外的廣大市場。

(二) 以日本根室作為進入日本小風電 FIT 補助電費首例申請，應是相當好的開始，不僅新高公司 DS3000 3kW 風機成功獲得 ClassNK 型式驗證，該區具有良好及甚具經濟價值的風況其年平均風速約 7.1 m/sec，便宜的租地費用，市民尚可接受(據悉雖然擔心風機運轉噪音及對於豐富水鳥的影響，經溝通已可接受)，地方政府的支持核可等，是可以成功啟動此首宗日本小風電 FIT 案關鍵因素。待累積更多的運轉數據及績效後，對於未來日本小風電 FIT 開發，一定會有當亮麗的成績。當然，此經驗未來也可以回饋給國內政府推動小風電開發、設置及躉購電價補助訂定的參考。

(三) 由於國內新高公司所研發之小型垂直軸風機相當具有特色，品質優良。垂直軸風機有別於水平軸風機，無需具對風裝置，而可接受任何方向的風產生電力，所以構造及維修一般較簡易。但是，卻是需要較精確的設計及分析，確認設計強度以避免疲勞損害，以及更精確的氣動力計算以提昇其發電效率。Fujita 公司應是對於新高公司垂直軸風機產品的特色，具有相當強的合作及引進的意願。因此，特殊的產品定位應是重要的成功要素之一。

(四) 台灣中小型風機發展協會結合風機業者，經常與政府相關單位包括標準、技術研發等，雙向的讓政府的研發技術方向及資源與技術標準的訂定，符合業界的需要，此點相當特殊及重要，與日本小型風電協會研討時，給日方相當大的啟示，都確立是一個積極且有效率的結合方式，日方 JSWTA 應允將效法更積極整合日本小風電業者，並適時拜會日本相關政府機構如通產省等尋求支持，以利推動日本小風電設置及相關技術研發。

(五) 日本方面於小風電領域的研發經費相對有限，但是還是持續透過國際合作如參與國際能源署 IEA 及國際電工協會技術標準 IEC 的有關技術活動，不僅保持國際能見度，對於風機技術標準及技術提昇，盡量與世界最新現況維持同步，相當重要。

(六) 日方對於技術標準的建立與技術基盤投入，非常仔細。由於其對於原國內核研所研發提出適用於小型垂直軸風機設計之簡易負載模式(SLM)相當感興趣，且可加速設計流程及降低成本，此次參訪會議，依據其報告，雖然引用部分我方的數據，但其已自行完成適用於小於 5 葉片垂直軸風機的實驗驗證，修正相關數據後，已正式納入其日文版 JSWTA0001 技術標準附錄 C 之垂直軸風機設計標準，由於世界上目前並無適用垂直軸風機的國際標準，因此算是相當大的改進，英文版則是研擬中，預計對國際發布。

(七) 日方對於小風機驗證之驗證技術及技術標準調和，表達高度合作興趣。此外，對於未來的驗證技術內容及方向，應當以小風機的特色加以考量，尤其是成本及時程。例如其驗證機構 ClassNK 建議是否減少部分的設計評估項目，以耐久性測試取代等，都是可以考慮的方向。於此點，我也提出看法，驗證及技術標準的調和相當重要，尤其對於區域性或跨國的合作等，可以降低成本及提升產品的品質。而在技術標準的調和檢討應更注意各項標準訂定的合理性，因為技術標準主要是由工業界在使用，一定是可行，否則訂的標準窒礙難行，就不違背工業標準的目的。所以，朝此方向努力是對的，但是要對技術標準加以更多的研究及了解，才能進行所謂的技術標準調和。

(八) 由於國內風機驗證目前與日本海事協會 ClassNK 交流密切，標檢局正推動國內小風機之 VPC 自願性產品驗證，藉以鼓勵國內小風機業者提出申請，提升品質，降低成本，拓展海外市場。同時，於 ClassNK 參訪會議中，標檢局陳光華副組長也邀請日本小風機業者，因為日本目前並無小風機測試場，可以考慮前往位於台灣七股及澎湖兩個經

ClassNK 及國際認證機構認可之小風機測試場，台灣及日本地理條件近似，距離也不遠，是一個很好的風機測試場地。此外，台灣中小型風機發展協會預計於 2014 年 11 月 5 日舉辦台日第一次的台日小型風機論壇，誠懇邀請日方驗證單位、研究機構及相關業者參加，對於提升未來台日雙方於小風機的業務推展及技術合作，會有相當大的助益。

四、建議事項

- (一)、此次公差行程除前往根室參訪由國內新高公司與日本 Fujita 公司合作開發的小型風機通過 FIT 電費補助的風場開發案，也見證上述兩家公司成立合資公司 Hi-VAWT, Japan 的簽約儀式。此為一相當不錯的快速進入日本市場的商業開發模式，將來如累積足夠的運轉數據及績效，應當會有更亮麗的日本市場開發成績出現。核能研究所一直以來參與及協助新高公司此型 DS3000 3kW 的設計評估相關技術工作，因而對於此次新高公司於日本成功拓展的案例，個人也覺得相當的榮幸及感動。榮幸的是藉由政府研究計畫之補助，核研所於小風機技術研發確實協助及參與國內的技術廠家之優良產品開發，突破技術瓶頸，並與業者共同努力，順利取得日本風機驗證機構 ClassNK 驗證通過。感動的是第一次前往參觀成功開發的日本首宗 FIT 小風電補助案採用新高公司之 DS3000 3kW 風機，親眼目睹風機在遙遠的北海道最東方根室順利的運轉，令人印象深刻。這目前看起來可能是開拓國內小風機業者於日本市場的一小步，希望不久的將來有更多的台灣業者進入日本小風電市場邁出更成功的一大步。而核研所應當更堅持技術領導的角色，扮演業者國內風機技術諮詢之顧問，建議政府之研發經費也應持續投入小型風機的技术研發。
- (二)、風機之研發及應用有其地域性。因此，國際電工協會 IEC 標準雖為國際標準，但是各國於其國內應用時，於技術標準通常會有其他特殊的要求。舉例而言，此次日本驗證機構 ClassNK 及其小風機協會 JSWTA 針對垂直軸風機透過實驗及分析負載計算及整合相關技術標準納入其 JSWTA0001 附錄 C 以供採用。技術標準的內涵為技術基盤，未來國內標檢局及核研所對於技術標準的基盤技術的研發應更密切合作。
- (三)、日本海事協會 ClassNK 目前是日本主要的風機驗證機構，包括小型風機及大型風機。此外，ClassNK 近年來也從事有關日本國內離岸風機的技术標準研定，主要仍參考 IEC 61400-3 國際技術標準。國內目前也正計畫快速發展離岸風電，因為日本與台灣地理條件相似，颱風及地震都是主要的考量因素，此特殊影響因素有別於其他國際技術標準如 IEC，甚至 GL 及 DNV 等。因此，建議應持續保持與日本 ClassNK 的技術交流管道，以獲取最新的離岸風電技術標準資訊，將有助於國內未來離岸風電的發展。

五、附件

附件一、日本 Fujita 公司小風電事業簡報資料



The brief observation of 小形風力發電事業



30JUL.2014
FUJITA Business Partners co.,ltd

The share of each categories

The share of renewable energy is still low which is only 1.6% in 2012(the year FIT started)
The ratio of PV is getting higher especially after FIT introduced



2



FIT program in Japan 2014

参考

- FIT has started over from Jul.2012. Since then “小形風力発電” has been formally categorized. The FIT price for PV has been slightly decreasing year by year.
- On the contrary, the 風力発電 has the higher price than PV even for 2014. Especially, for the category of under 20kW, the price is JPY55/kwh.
- The government has some plan to increase the share of 風力発電 especially Ocean Wind cases.

太陽光(PV)	10kW以上	10kW未満	10kW未満 (ダブル発電)
調達価格	32円+税	37円	30円
調達期間	20年間	10年間	10年間

風力(Wind)	20kW以上	20kW未満	Ocean Wind*
調達価格	22円+税	55円+税	36円+税
調達期間	20年間	20年間	20年間

※建設及び運転保守のいずれの場合にも船舶等によるアクセスを必要とするもの。

↑
小形風力発電

3

The current status of 小形風力発電機 holding NK license

WTP-070

風車認証登録簿

型式認証番号	申請者名称	製造者名称	初回認証日	認証された製品型式番号	基準年間発電量 (kWh)	基準出力 (W)	基準騒音レベル (dB(A))
TC-0001	ゼファー株式会社	ゼファー株式会社	2012年8月29日	Airdolphin GTO / Z-1000-250	786	585	54.55
TC-0002	ゼファー株式会社	Evance Wind Turbines Ltd	2013年9月26日	Z-2000	3,167	4,711	53
TC-0003	株式会社FUJITAビジネス・パートナーズ	Hi-VAWT Technology Corp.	2013年6月3日	DS3000	2,668	1,849	52
TC-0004	ジヤロライフ株式会社	SONNYO ENERGY	2013年7月10日	WINDSPOTS-BNW	4,818	3,214	43
TC-0005	ニッコー株式会社	ニッコー株式会社	2013年11月22日	MWG-1K	1,438	906	43
TC-0006	Bergey WindPower Co.	Bergey WindPower Co.	2013年12月12日	EXCEL 10	13,842	8,863	51
TC-0007	株式会社リアムウインド	株式会社リアムウインド	2014年7月17日	RW3K-JA-01	1,478	1,577	55

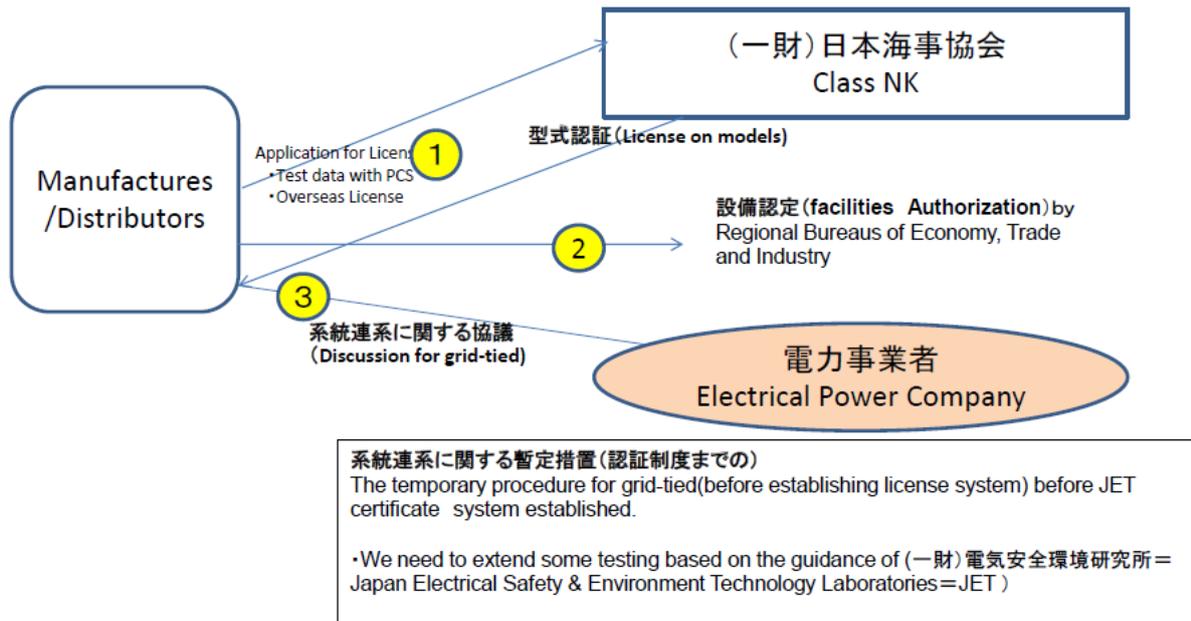
注1) 基準年間発電量は、年平均風速5m/s風速頻度分布がレイリー分布と想定した場合の利用可能率100%の年間発電量
 注2) 基準出力は、風速11m/s時の発電出力
 注3) 基準騒音レベルは、基準がハブ高さ6m/sで運転しているローター中心より25mの距離となる地上で観測される値

There are seven models for the moment.
 We are the only one 垂直軸型 model among these sevens.

4

The process to start FIT for 小形風力発電

There are three major steps to start FIT for 小形風力発電
 Please kindly refer ①②③



5

The global road map for 電力改革 (the reform of electric power supply)

① Step 1: in the year of 2015

establishing 広域系統運用機関 (the wide area Grid system-operation organization)

Enhancement for companies to do 自家発電 (own house generation of electricity) and sell power to FIT

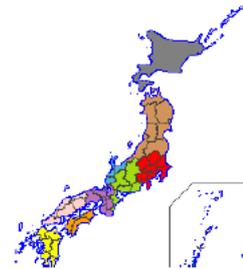
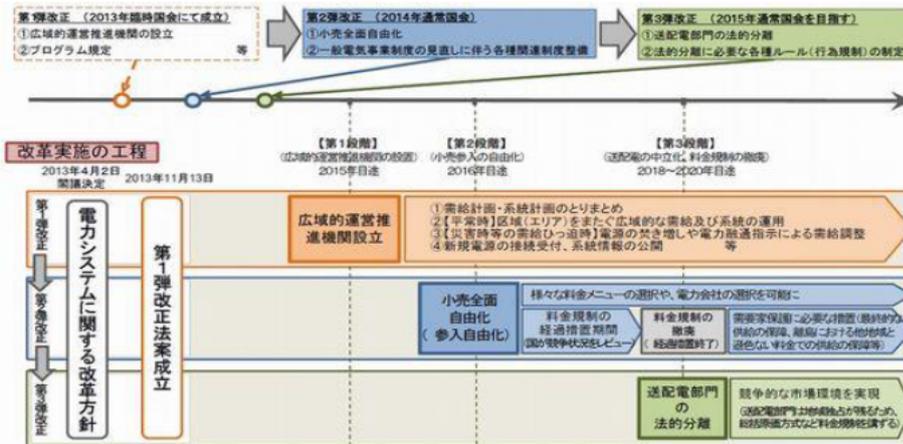
② Step 2: in the year of 2016

小売自由化 (free entry for power retail market)

Now only 10 Major Power companies dominate Japan [Such as 東京電力](#)

③ Step 3: 2018-2020

発電分離 (separation of 発電 & 送電)



6

Obstacles to expand 小形風力発電

There are four major obstacles for us to expand this business

① 個別協議 with 電力会社 (individual negotiation with respective power companies)

Since there is no JET certificate system in Japan, we must negotiate power companies for FIT grid tied. Power companies ask so much strict data of 小形風力発電機 and PCS. Even beside the data approved by NK, they will ask further testing. Actually many of manufactures or distributors shall give up FIT grid tied due to this reason and they are waiting for JET certificate system.

② 設備認定 (facilities Authorization) rules are different area by area

The Regional Bureau of Economy, Trade and Industry is responsible to approve this application. This rule and procedure is different by area. Also due to the experience of PV, this rule is getting severe.

③ Finding the suitable places

Most of the wind farm (large scaled) has been established in Hokkaido or Tohoku area. This is not wind reason but also general reputation for wind turbine. Except these areas there is still strong anti-movement for 風力発電. This may give some impact to the decision of The Regional Bureaus of Economy, Trade and Industry

④ High cost

PV has been getting cheaper and cheaper including PCS and construction. But for 小形風力発電, because of less experience in Japan, the cost is higher. This is why to assure reasonable IRR to investors is hard for us although FIT price is much higher.



How to overcome these obstacles

There are four major obstacles for us to expand this business

①個別協議with 電力会社 (individual negotiation with respective power companies)

We are on the right way to get approval from Hokkaido power company and Tokyo power company .

We applied to both of them Apr.2014 and it is taking almost three months.

Our case is rather lucky since Hivawt and Yaskawa made precise testing in Taiwan and Japan and most of the document has been ready. For other manufactures , they may face harder condition if they do not use Japanese common PCS.

After getting approval from Hokkaido and Tokyo power companies, the procedure for next site shall be much easier.

We can expect same advantage even to other power

②設備認定 (facilities Authorization) rules are different area by area

There is no common standard by central government and each Regional Bureaus of Economy, Trade and Industry is responsible to approve this application. As a nature of public office in Japan, they would pay more attention to actual precedent

In this sense we have advantage to have Nemuro site which is only one site of 小形風力発電 having more than 15kw capacity.

③Finding the suitable places

Through the process of Nemuro case, we have learned a lot how to..

(1) negotiate and nudge the land owner

(2) register the place properly

(3) nudge the local government and neighborhood by explaining how safe and how silent our system is

These points are really important and difficult in Japan.

But with this actual case of Nemuro, it will be much easier to enforce these work.

④High cost

To reduce the transport and construction cost is key factor.

In this sense, to have a good partner who has.....

(1) logistic function

(2) construction function

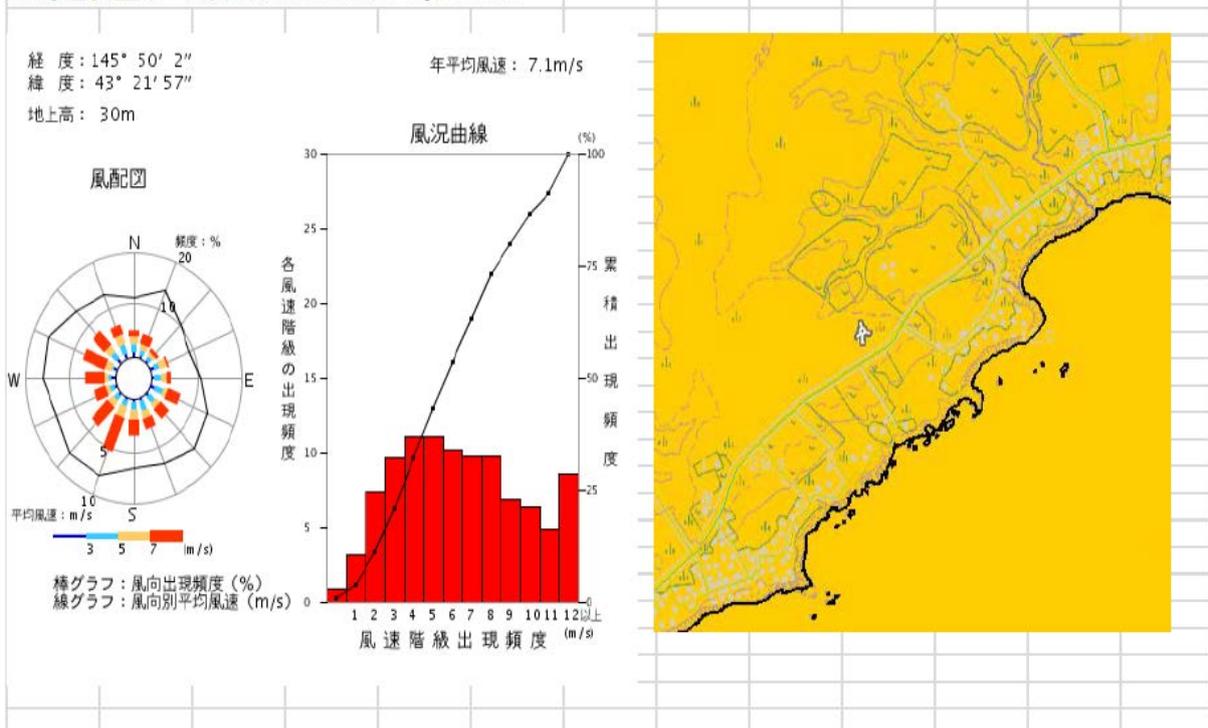
(3) sales network all over

Is really important. Fortunately we have several partners with these cond



8

北海道根室市 齒舞付近(Hokkaido Nymuro)2



9

北海道根室市 歯舞付近(Nemuor Hokkaido) 2						年間平均風速7.1m/s(The average wind speed/Annual)						
平均風速 m/s	発電能力 W			出現頻度 %	時間(年間) hrs	発電量(年間) kwh			経年数	売電額(JPY)消費税別 単価(JPY55/kwh)		
	3kwモデル DS3000x1	9kwモデル DS3000x3	18kwモデル DS3000x6			3kwモデル DS3000x1	9kwモデル DS3000x3	18kwモデル DS3000x6		3kwモデル DS3000x1	9kwモデル DS3000x3	18kwモデル DS3000x6
0.5		0.0	0.0	0.5	43.8	0.0	0.0	0.0	1年	404,832	1,214,497	2,428,995
1		0.0	0.0	3.0	262.8	0.0	0.0	0.0	2年	809,665	2,428,995	4,857,989
2		0.0	0.0	7.5	657.0	0.0	0.0	0.0	3年	1,214,497	3,643,492	7,286,984
3		6.0	18.0	36.0	10.0	876.0	5.3	15.8	4年	1,619,330	4,857,989	9,715,979
4		82.0	246.0	492.0	11.0	963.6	79.0	237.0	5年	2,024,162	6,072,487	12,144,974
5		225.0	675.0	1,350.0	11.0	963.6	216.8	650.4	6年	2,428,995	7,286,984	14,573,968
6		383.0	1,149.0	2,298.0	10.5	919.8	352.3	1,056.9	7年	2,833,827	8,501,481	17,002,963
7		560.0	1,680.0	3,360.0	10.0	876.0	490.6	1,471.7	8年	3,238,660	9,715,979	19,431,958
8		964.0	2,892.0	5,784.0	10.0	876.0	844.5	2,533.4	9年	3,643,492	10,930,476	21,860,952
9		1,383.0	4,149.0	8,298.0	6.5	569.4	787.5	2,362.4	10年	4,048,325	12,144,974	24,289,947
10		1,890.0	5,670.0	11,340.0	6.0	525.6	993.4	2,980.2	11年	4,453,157	13,359,471	26,718,942
11		2,542.0	7,626.0	15,252.0	5.0	438.0	1,113.4	3,340.2	12年	4,857,989	14,573,968	29,147,936
12		3,143.0	9,429.0	18,858.0	9.0	788.4	2,477.9	7,433.8	13年	5,262,822	15,788,466	31,576,931
計				100.0	8,760.0	7,360.6	22,081.8	44,163.5	14年	5,667,654	17,002,963	34,005,926
									15年	6,072,487	18,217,460	36,434,921
									16年	6,477,319	19,431,958	38,863,915
									17年	6,882,152	20,646,455	41,292,910
									18年	7,286,984	21,860,952	43,721,905
									19年	7,691,817	23,075,450	46,150,899
									20年	8,096,649	24,289,947	48,579,894

※This simulation is based on NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization) data which is measured at an altitude of 30 meters

附件二、參加日本海事協會 ClassNK 台日小風機技術會議名單

Taiwan Japan Small Wind Turbine Forum [Meeting List]

01 August 2014

No.	Organization/單位	Name/姓名	Title/職稱
1	Japan Small wind Turbines Association(JSWTA) 日本小型風電協會	Tomoshige Tanaka 田中 朝茂	Chairman 會長
2		Michihiko Nakamura 中村 道彥	Vice Chairman 副會長
3		Kiyoshi Inoue 井上 清	Director
4		Naoyuki Okano 岡野 直行	Director
5		Miyuki Gotoda 後藤田 美幸	Director
6	HIKARUWIND Lab. Ltd.	Hikaru Matsumiya 松宮 輝	Director
7	Ministry of Science and Technology 科技部	CHEN,TZONG-CHYUAN 陳宗權	Director General 司長
8	Bureau of Standards, Metrology & Inspection, M.O.E.A., R.O.C. 標檢局	CHEN, KWANG-HWA 陳光華	Vice Supervisor 副組長
9	National Taiwan University 台灣大學	LEE, KUNG-YEN 李坤彥	Assistant Professor 助理教授
10	Institute of Nuclear Energy Research 核能研究所	HUANG, CHIN-CHENG 黃金城	Deputy Director 組長
11	Taiwan Electric Research and Testing Center 台灣大電力研究試驗中心	YEH, JI-MIN 葉志明	Deputy Director 副處長
12	Hi-VAWT Technology Corp. 新高能源科技股份有限公司	CHEN, CHENG-KENG 陳震良	General Danager 總經理
13		TSAL, MEI-JIN 蔡美瑾	Ms. 女士
14		LIN, KENG-KUAN 林耿寬	Director General, Sales & Marketing Division (Dept.) 營業部處長
15	Fung Gin Da Energy Science and Technology Co.,LTD 鴻金遠能源科技股份有限公司	CHUNG, CHUN-NENG 鍾俊能	General Manager 總經理
16		CHUNG, CHUN-YUNG 鍾俊永	Special Assistant 總經理特助
17	Taiwan Institute of Economic Research 台灣經濟研究院	TSO, CHUN-TO 左峻德	Director 所長
18		CHANG, CHIN-JEN 張欽然	Advisor 顧問
19		SU, MEI-HUI 蘇美惠	Chief 主任
20	ClassNK 日本海事協會	Senichi Sasaki 佐々木 千一	Deputy General Manager 次長
21		Shigemitsu Aoki 青木 繁光	Technical Advisor 技術顧問
22		Sadao Akahoshi 赤星 貞夫	Manager 主管
23		Yoshiaki Kenmochi 劍持 良章	Technical Specialist 技師

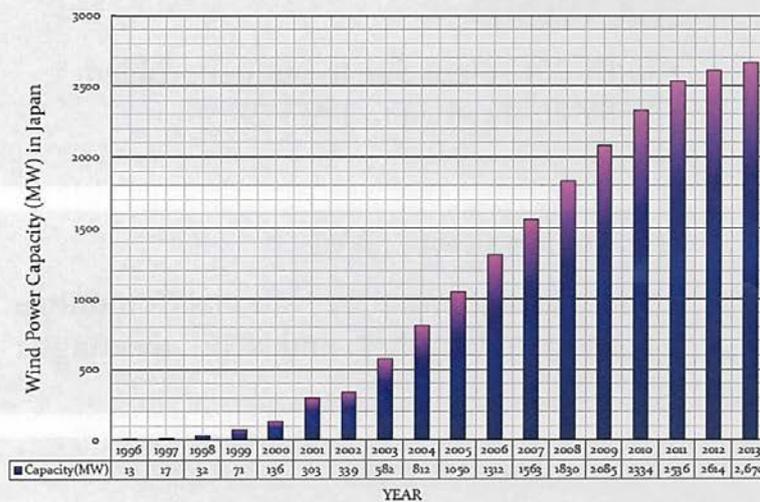
◆ TJ-Meeting 1 AUG 2014 at Class NK ◆

Status Report of SWT R&D in Japan

HIKARUWIND.LAB.Ltd

Hikaru MATSUMIYA

1. Overview



Wind power capacity in Japan

As of 2013, the national target of 3000 MW by 2010 based on the international agreement of GHG reduction oriented from COP3 is still not accomplished yet, instead it seems saturating.

Key Statistics in 2013

Wind Power Capacity	2,670MW	
New wind capacity installed	56 MW	
Total electrical output from wind	4 TWh/year	
Contribution (Wind generation as % of national electric demand)	0.5 %	
Average capacity factor	17 %	
National Target	None	

3

Activities on SWT



IEA WIND

- In FY 2013 slept due to budget problem
- In FY 2014 return to TASK27



IEC TC88,CAC SWT

- Partially supported by National Committee
- Participated in Cheju and NREL meetings



National activities

- All experts and JSWTA are waiting for new national project for SWT
- Some individuals have continued their own activities

4

2. Feed-in Tariff in Japan

Present status of FIT as of End 2013

- Started in July 2012
- FIT Price : 55Yen+Tax
for SWTs (< 20kW)



Wind	>20kW	≤20kW
FIT	22Yen+Tax	55Yen+Tax
Period	20 Years	20 Years

- Number of Approved Models of SWT for FIT : 2
- Number of Approved Units for FIT by Dec.2015: 9 (Total 2 kW)
- Number of Certificated Models by Class NK: 6

◆ Effect of FIT : Introduced new RE power by FIT

- » Total : 7,044 MW
- » PV: 6,845 MW (97.2 %)
- » Wind : 74 MW (1.1 %)

Positive effect of FIT on SWT is not seen although it has the highest Fit Price.

5

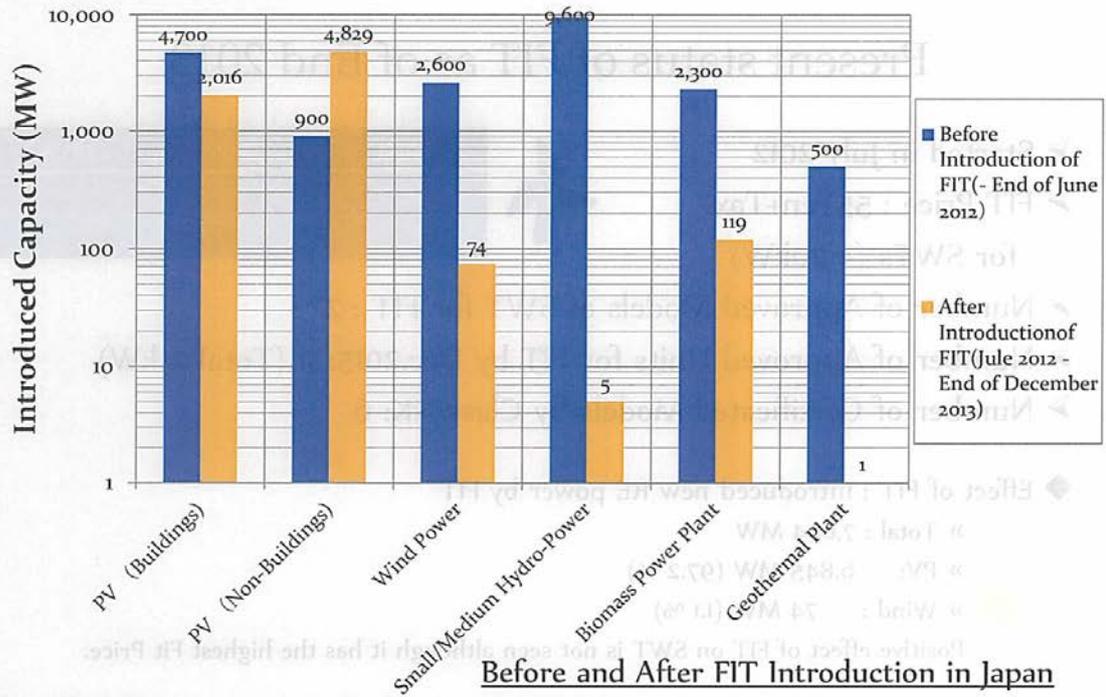
Published Data: Introduction of FIT for Renewables

(Data source: METI)

Renewable Energy Plants	(A) Before Introduction of FIT	(B) After Introduction of FIT	Share in B	Rate of increase B/A
	~ End of June 2012	July 2012 ~ End of December 2013		
PV (Buildings)	4,700	2,016	28.6%	42.9%
PV (Non-Buildings)	900	4,829	68.6%	536.6%
Wind Power	2,600	74	1.1%	2.8%
Small/Medium Hydro-Power	9,600	5	0.1%	0.1%
Biomass Power Plant	2,300	119	1.7%	5.2%
Geothermal Plant	500	1	0.0%	0.2%
Total	20,600	7,044	100.0%	34.2%

6

Visualization: Effect of FIT in Japan



7

Certificated SWT Models

Certification Number	Date	Wind Turbine Model	Manufacturer	Reference Annual Generation (kWh)	Reference Power (kW)	Reference Acoustic Noise Level dB(A)
TC-0001	26JUN 2012	Airdolphin GTO / Z-1000-250	Zephyr Corporation	786	585	54.55
TC-0002	20Feb 2013	Z-9000	Evance Wind Turbines Ltd	9,167	4,711	53
TC-0003	03Jun 2013	DS3000	Hi-VAWT Technology Corp.	2,669	1,849	59
TC-0004	18Jul2 013	WINDSPOT3.5KW	SONKYO ENERGY	4,818	3,214	43
TC-0005	22Nov 2013	NWG-1K	NIKKO CORP	1,435	905	43
TC-0006	12Dec2 013	EXCEL 10	Bergey WindPower Co.	13,842	8,863	51

8

Note on FIT and SWT Market as of July 2014

- ✦ 4 models out of 6 certificated are made in foreign countries.
- ✦ There is no domestic test site for certification in Japan.
- ✦ Foreign power controllers need to be changed for grid connection.
- ✦ There is very few national standard power controller which is suitable for national.
- ✦ Due to delay of development of JET's type certification system that relates to protection function of grid connection, the process of grid connection negotiation has not been simplified yet.
- ✦ Compared to turbine price, certification cost is too expensive.
- ✦ The inspection of tower, of which height is over 15m, is abolished because of deregulation for Wind Turbine. However, safety issue should be resolved separately

9

3. Development of simplified design methods for VAWT

➤ R&D

Simple design equations for a vertical-axis wind turbine (VAWT) were developed mainly by the experts in Mie Univ. and JSWTA under the NEDO R&D Program (FY 2008~2012).

➤ JSWTA0001, Annex C

Development of the simple design equations for a vertical-axis wind turbine (VAWT) was added into the JSWTA0001 standard in 2013.

➤ Status of translation

Draft translation was done (personally) and reviewed by the experts in Mie Univ. However, it will be of great value to have international discussions among those countries who have also their own standards or attractive markets.

➤ Structure of contents

The structure of Annex C patterned after IEC 61400-2 Annex F. The technical base is traditional mechanical engineering.

10

Annex C: Scope

JSWTA0001

Annex C
(formative)

Development of the simple design equations for a vertical-axis wind turbine (VAWT)

C.1 Scope

- This annex applies to a vertical-axis rotor symmetry with respect to its equatorial plane.
- This annex applies to a rotor with a number of blade(s) within 5.
- A design with this simplified equations is valid when the deflection of the rotor shaft is not larger than 0.3 % at its center under the load case H and thereby such a cantilever structure system that the rotor shaft is supported at its first bearing may be taken as dynamically stable.
- No wind shear is considered.

- ◆ Number Blades ≤ 5 (Limited by wind tunnel experiments)
- ◆ Rotor shaft deflection $\leq 0.3\%$ (at its center under load case H)
(Simulated with MATLAB Simulink)
- ◆ Wind shear effect on fatigue need not to be considered because the cyclic variation of blade angle of attack due to its rotation is much larger than that due to wind shear.

11

Annex C: Load case A: Normal operation

(1) Loads on blade

For design rotor speed, the difference between the maximum force and the minimum force on a blade during one cycle (= maximum amplitude) is given by Equation (C.4) based on experimental result of flap-wise force under various tip speed ratio:

$$\Delta F_{xB} = \frac{1}{2} \rho A_{proj,B} (1.5V_{design})^2 \cdot (8.5\lambda_{design} - 3.2) \dots \dots \dots (C.4)$$

where

ΔF_{xB} is the amplitude of the force acting on a blade in x_B direction (flap-wise direction and in the radial direction of the rotor)

$A_{proj,B}$ Maximum projection area of a blade (area in plain view)

The numerical values in Eq. (C.4) were determined from the highest value calculated for 7 airfoil sections NACA0008, 0012, 0016, 0020, 0024, 0028, 0032

12

Annex C: The thrust on the rotor shaft in operation

The thrust on the rotor shaft in operation is given as:

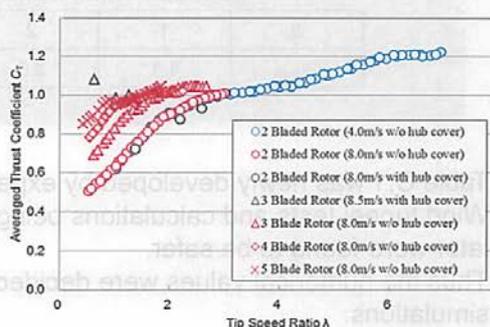
$$F_T = C_T \frac{1}{2} \rho (1.5V_{\text{design}})^2 A \dots \dots \dots (C.8)$$

where,

- F_T is the mean thrust on the rotor in operation
- C_T is the mean thrust coefficient on the rotor in operation
- ρ is air density
- A is rotor swept area ($=DH$)

If no data on mean thrust coefficient C_T is available, C_T shall be 1.2.

Thrust coefficient $C_T = 1.2$ was determined by wind tunnel tests for 2, 3, 4 and 5 bladed HAWT. (See Fig.)



Annex C: Load case H: Survival wind

(1) Loads on blade

For a parked VAWT, the force acting on one blade is determined by the resultant force as follows:

$$F_{xB} = C_{r,max} \frac{1}{2} \rho A_{proj,B} V_{e50}^2 \dots \dots \dots (C.19)$$

where,

- $C_{r,max}$ is maximum resultant force coefficient
- $A_{proj,B}$ is maximum project area of a blade
- V_{e50} is extreme wind speed with a recurrence time interval of 50 years

In case no data of the resultant force coefficient $C_{r,max}$ is available, a value 2.0 shall be taken.

After investigation of max. resultant force on a airfoil section, it was found that the its coefficient is not larger than 1.9 at angle of attack is around 90 deg. Then for safety, $C_{r,max}$ was determined 2.0.

Annex C: Load case H: Survival wind

(1) Loads on rotor shaft

The drag acting on the blades of a parked rotor generates wind force on the rotor shaft:

$$F_{\text{shaft}} = C_{F\text{shaft}} \frac{1}{2} \rho A_{\text{proj},B} V_{e50}^2 \dots \dots \dots (C.23)$$

where,

$C_{F\text{shaft}}$ is the thrust coefficient acting on the parked rotor

$A_{\text{proj},B}$ is maximum project area of a blade

The values of thrust coefficient $C_{F\text{shaft}}$ are given in Table C.1 depending on the number of blades B .

Table C.1 – Thrust coefficient $C_{F\text{shaft}}$ acting on a parked rotor

B	1	2	3	4	5
$C_{F\text{shaft}}$	1.1	2.0	2.0	2.9	3.2

Table C.1 was newly developed by experts of Mie Univ.. Wind tunnel tests and calculations being compared, the later were found to be safer. Thus the numerical values were decided according to simulations.



4. BWT Field Measurement & CFD Campaign at Nasudenki-Tekko Site

<Technical data sources>

Nasu Denki-Tekko Hideki TOKUYAMA
Kanazawa Univ. Takaaki KONO

Purpose of Campaign

- (1) Measurements of wind characteristics around a building
- (2) Flow simulation by CFD Code
- (3) Discussion of possibility to create: (Main target of IEA TASK27)
 - Turbulence model for BWT
 - Rules of CFD-Application for measurement of flow field and power performance of BWT



Nasudenki-Tekko Building

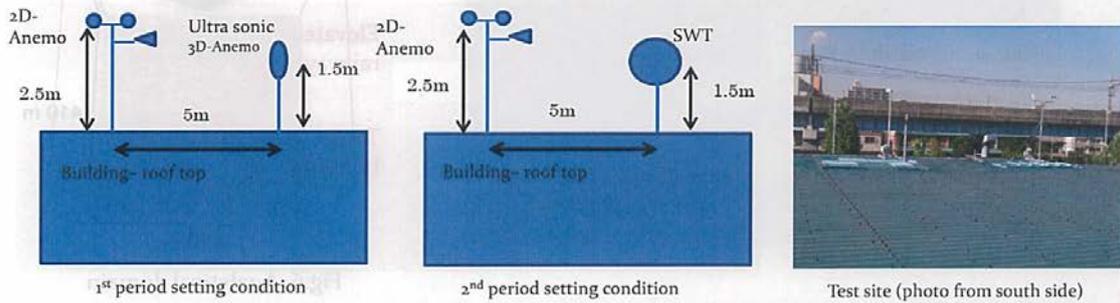
Measurements of wind characteristics on Nasudenki-Tekko Building

By Hideki TOKUYAMA

- ◆ 2 anemometers (3D- Ultra sonic and 2D- cup/vane type) were set on the building roof-top as shown in Fig. 1.
- ◆ Campaign plan:
 - [1st Period (Sept. 2013 ~Sept. 2014)] Measure flow field using the two anemometers without SWT
 - ⊙ to measure wind distribution and to analyze wind speed ratio (2D vs 3D)
 - ⊙ to analyze of turbulence around the building
 - ⊙ to compare between field test data and CFD simulation
 - [2nd Period (Sept. 2014 ~Sept. 2015)] Replace 3D-anemometer with a SWT to measure power performance of the SWT under a built environment

Note: 3D- Anemometer : Ultra sonic (measurement items= u, v, w and temp. 20Hz)
 2D- Anemometer : 3cup and vane type (measurement items= u, v. 1Hz)
 SWT: Aura 1000 (diameter of 1m, rated power output of 135W(at 10m/5))

Fig. 1 Field Test Set-up



Field test data

- ◆ Wind turbulence and standard deviation of wind direction (Fig.2 and 3)
 (10min average data_ analysis term=Nov. 8th ~Dec. 10th)

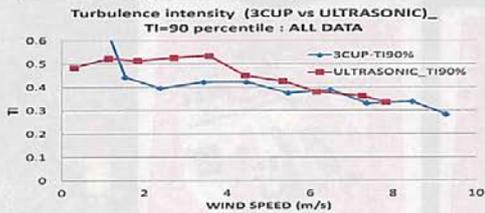


Fig.2 Turbulence

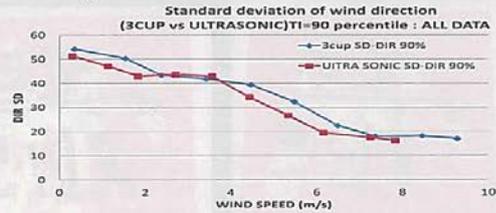


Fig. 3 standard deviation of wind direction

- ◆ Wind speed ratio 2-D/3-D for 3 wind directions (NbE, N and NbW)
 (10min average data_ analysis term=Nov. 8th ~Dec. 10th)

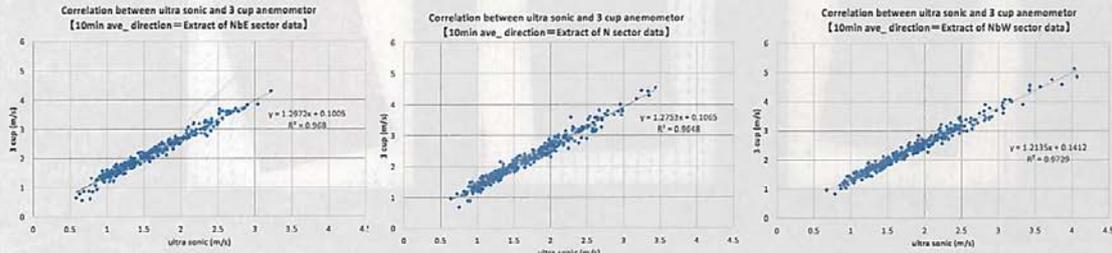


Fig.4 Wind speed ratio for NbE, N and NbW

CFD simulation setup

by Prof. Kono

- CFD software: FrontFlow/red
- Turbulence model: Standard $k-\epsilon$ model
- Number of grid points: 2.7 million
- Simulation Cases: Table 1
- Velocity profile at inlet boundary: Fig. 5
- Analytical domain: Fig.6

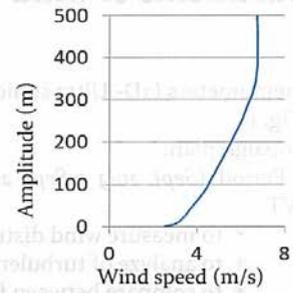


Fig.5 Velocity profile at inlet boundary

Table 1 Simulation Cases

Case	Prevailing wind direction	Height of wall along elevated railway
N_o	North	Assumed as the same as the railway's thickness
NbE_o	North by East	
NbW_o	North by West	
N_1	North	Assumed as the same as the railway's thickness
NbE_1	North by East	
NbW_1	North by West	

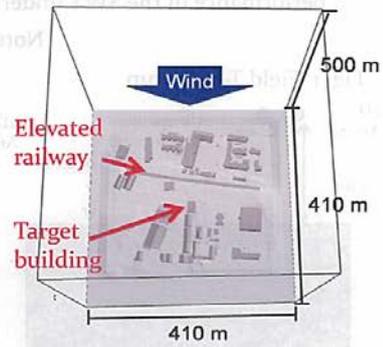


Fig.6 Analytical domain

CFD wind field simulation shown with wind vectors at 1.5 m above the target building roof-top

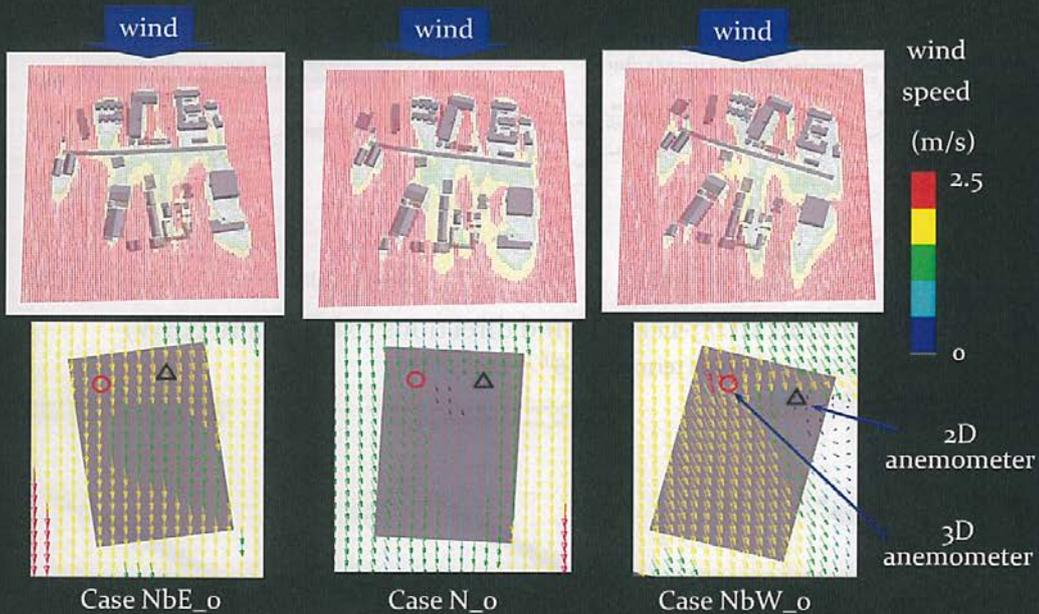


Fig.7 Flow simulation results for 3 directions

Comparison of wind ratio(2-D/3-D) between field test and CFD

Wind direction	Field test result	CFD result_1 (Wall height =0 m)	CFD result_2 (Wall height =railway's thickness)	Relative error = (Field-CFD)/Field	
				CFD-1/ Field	CFD-2/ Field
NbE	1.297	1.139	1.180	+0.122	+0.090
N	1.275	1.312	1.723	-0.030	-0.351
NbW	1.214	0.952	1.201	+0.216	+0.011

Note:

Definition of N,NbE,NbW are the Wind Directions as follows:

N = North ($\theta = 0$ deg)

NbE = North + Δ ($\theta = 11.5$ deg), $\Delta = 11.5$ deg

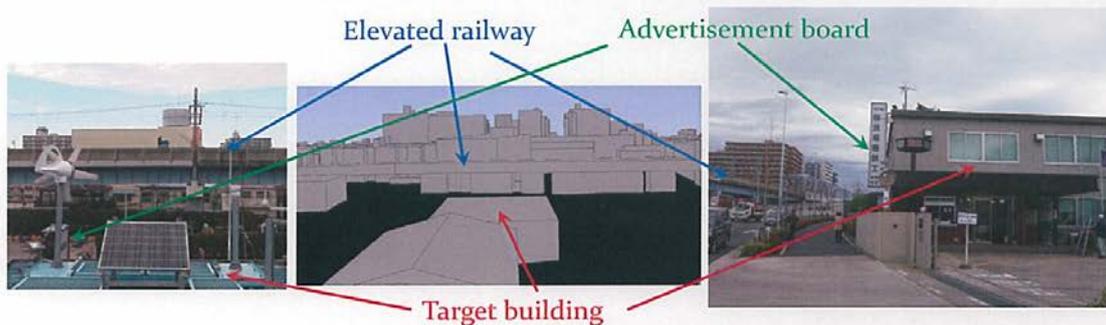
NbW=North - Δ ($\theta = 348.5$ deg)

Range of each Sector [N], [NbE],[NbW] is ± 5 deg from the center (total 10 deg)

Considerations

In the present CFD 3D polygon data, the following obstacles are not included:

- [a] Side fences of the elevated railway in northern direction
- [b] Advertisement board placed upwind side of the target building



1. After some trial computations, it turned out that effects of **various obstacles** around the target building are larger than expected.
2. More sophisticated 3D polygon data possibly could improve the degree of accuracy by one higher order, resulting in the practical application to BWT testing.

5. Notes for future

✦ Small wind turbines (SWTs) are valuable like *stadium of stars*.

✦ Technology Development

Although there are plenty types of SWTs, not many have been technically completed and become economically friendly.
It seems still much more R&D efforts are needed.

✦ Continuous Social Supports

Considering that SWTs industries are still very small, continuous social support structures are absolutely necessary.

✦ International Cooperation

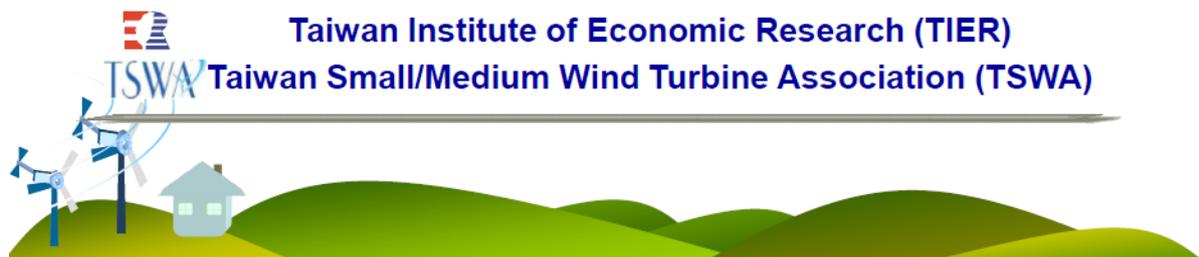
SWT activities became stagnated in some countries due to the policy change.
Japan has not made a recovery yet.
Any international cooperation will activate and encourage the SWT society.
It is very important to earn recognition as publicly essential activities.

Thank you very much for your attention!!



Planning for Regional Cooperation Towards Prospective Development of SWT

In Dialogue with JSWTA and ClassNK, JAPAN



CONTENTS

1. Current Status of SWT Industry in Taiwan
2. Developing Standards and the Testing/Certification Scheme
3. Involving in Multilateral Technology Cooperation
4. Recommendations



Current Status of SWT Industry in Taiwan



Global Vital Markets

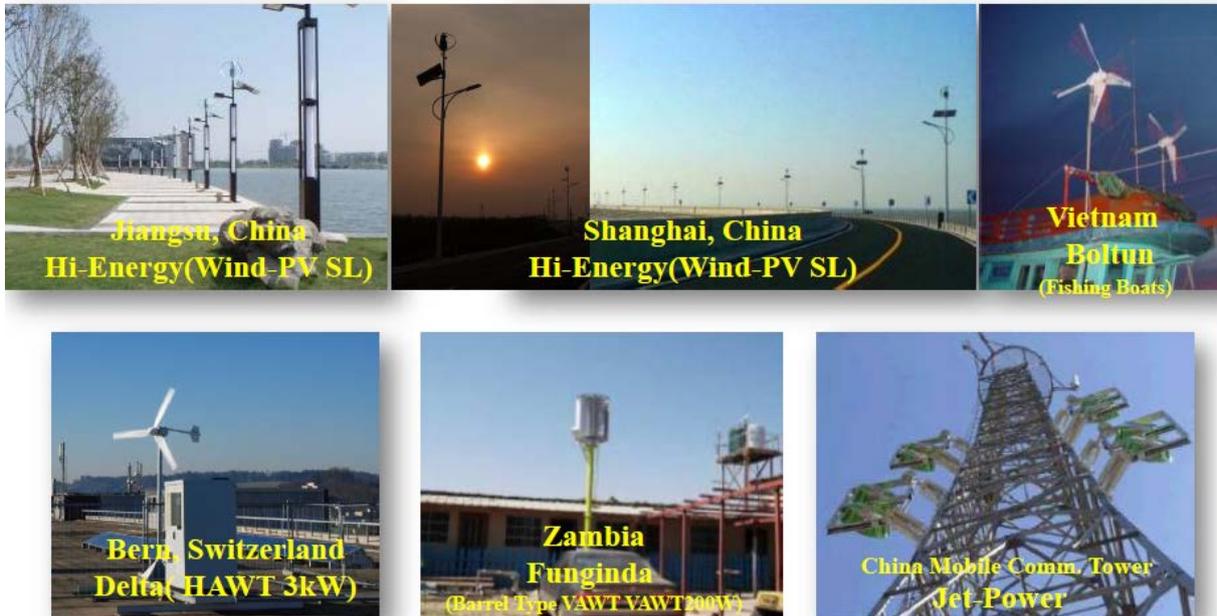
- Dominant Products - < 1kW , stand alone
- More and more incentive programs drive growth of grid-tie products of 1~5kW

Status \ Countries		CHINA ≤50kW 2013	US ≤100kW 2012	UK ≤50kW 2012	TAIWAN ≤10kW 2013
Sale Units		71,900	14,700	6,958	5,553
Export	Units (Capacity) (Ave. Size)	19,700 (27.5 MW) (1.4 kW)	11,000 (54.0 MW) (4.9 kW)	3,215 -	5,227 (2.8 MW) (0.5 kW)
	Values (US\$)	41 M	363 M	8.3 M	8.3 M
Home Sales	Units (Capacity) (Ave. Size)	52,200 (33.5 MW) (0.6 kW)	3,700 (18.4 MW) (4.9 kW)	3,743 -	326 (0.16 MW) (0.5 kW)
	Values (US\$)	105.5M	101 M	169 M	0.7 M
Total Values		146.5 M	464 M	177.3 M	9.0 M

Source : CWEEA(2014) 、 Renewable UK(2013) 、 U.S. Department of Energy(2013) ; TIER(2014)
 Note : Currency Rate RMB : NTD = 1:5, US\$: NTD = 1:30

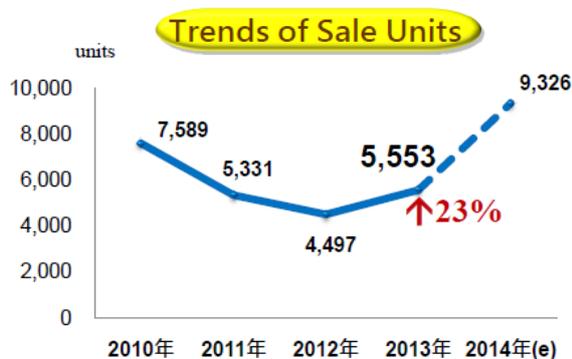
Oversea Installations

- Mass installations experience in China



Export Competence

- Well system design capabilities and strong domestic supply chains for SWTs (<5kW)
- Products export ratio : 94% (US 40%, China 34%,.....)
- Dominance in VAWT markets



Source : TIER(2014.06)
 Note : Based on a investigation to 6 major SWT companies in Taiwan

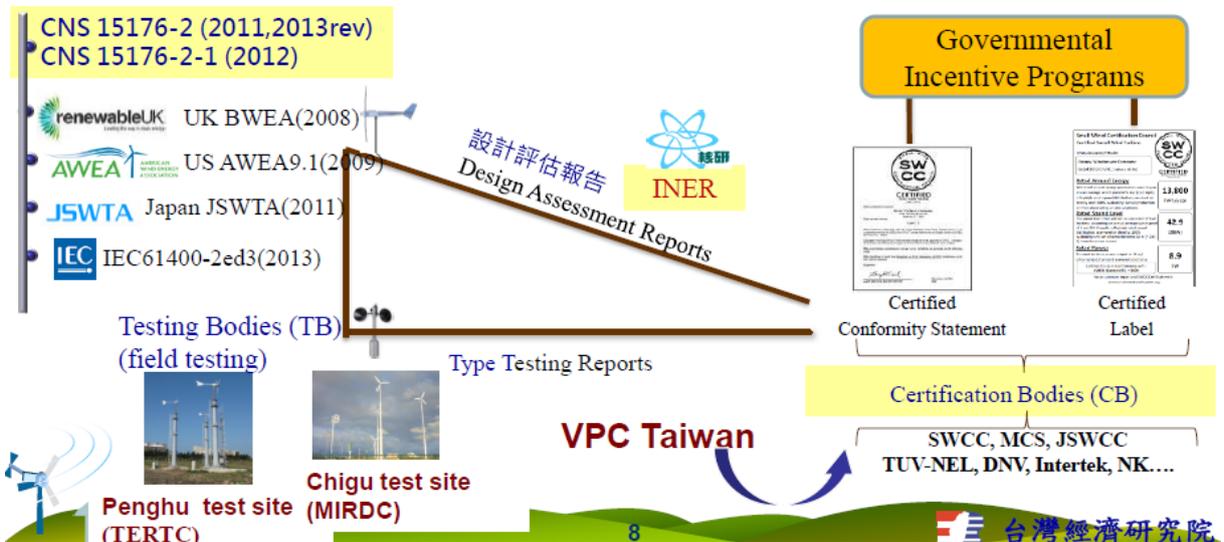


Developing Standards and the Testing/Certification Scheme

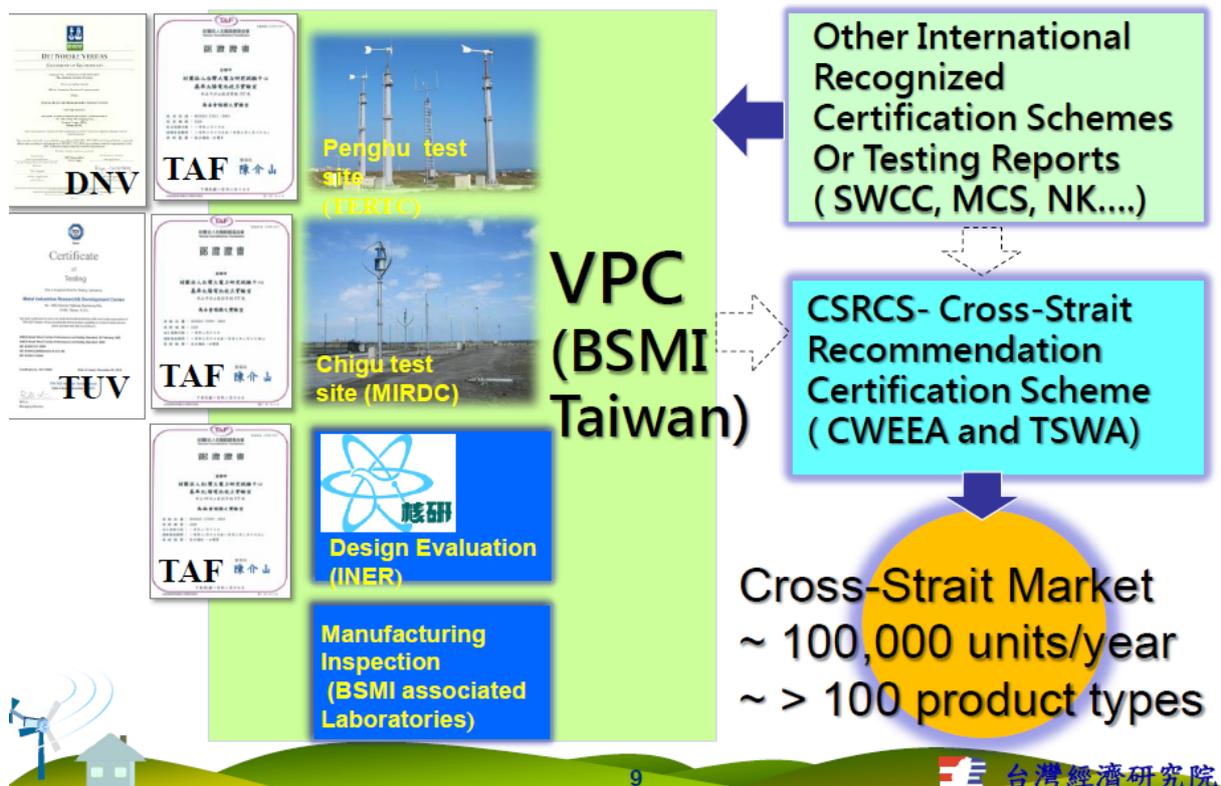


Domestic Testing and Design Evaluation

- Internationally compatible domestic standards – CNS 15176-2 (2013 rev.), CNS 15176-2-1 (2012, unique for VAWT)
- Two international accredited testing sites – Chigu and Penghu
- One credible design evaluation organization – INER
- A VPC (voluntary product certification) program is conducting



Developing VPC (Voluntary Product Certification) Scheme



Domestic Products Acquiring VPC

- 6 manufactures with 20 product types are currently in the sale market
- 4 types among them acquired full type testing reports

Manufactures	Type	Reports Acquired
*Hi-VAWT	3kW VAWT	✓ Power Performance ✓ Durability ✓ Safety and Function ✓ Accoustic
Power General	3kW HAWT	
Delta	3kW HAWT	
Tesco	3kW HAWT	
Boltun	600W HAWT 1.2kW HAWT	✓ Power Performance ✓ Durability

* with a credible design evaluation report and applying VPC now

- Expecting 2 products acquiring VPC this year



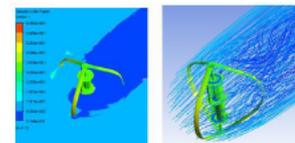
IEA Task 27 Involvement – BWT Measurement

- 2 high turbulence field measurements are conducting this year
- A parallel CFD modeling is undertaken by Shandong University, China



IEA Task 27 Involvement – SLM Development

- Task 27 proposes to open a new working package (WP5) – Simplified Load Model (SLM) development
- A preliminary proposal was presented by TSWA at VM#10 meeting (13th June)
- TSWA will concentrate on acquiring more verification data for Darrieus & Savonius VAWT SLM
 - current available funding : INER, Taiwan
 - scopes : verification through load measurements &. BEM/CFD calculations w.r.t. fatigue and ultimate loads
- Need to invite at least two more international teams dealing with H-type and Helix-type



Proposed Milestone for V-SLM

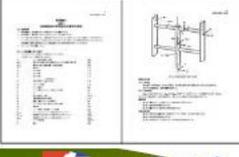
Tracks	2014		2015				2016			
	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
V-SLM1 Load Measurements	Set Up Measurements protocol		Load Measurements w.r.t H-energy DS-3000				International Comparisons and Interrogations			
V-SLM2 Fatigue loads through BEM/CFD	Survey & Set Up BEM Fatigue Methodology		BEM Fatigue Analyses w.r.t DS-3000 and more types				International Comparisons and Interrogations			
V-SLM3 ultimate loads through BEM/CFD	CFD Ultimate Cases (D-J) w.r.t DS-3000		BEM Ultimate Analyses w.r.t DS-3000 and more types				International Comparisons and Interrogations			

Notes: (1) TSWA will concentrate on Darrieus & Savonius VAWT development & Verification
 (2) The same milestones for H-type and Helix type may need to be developed by other teams.
 (3) Here BEM refers to single or multiple stream-tube model

■ Cross-strait (CWEA and TSWA) joint VAWT standard - GB/T29494(2013) CNS-15176-2-1(2013)



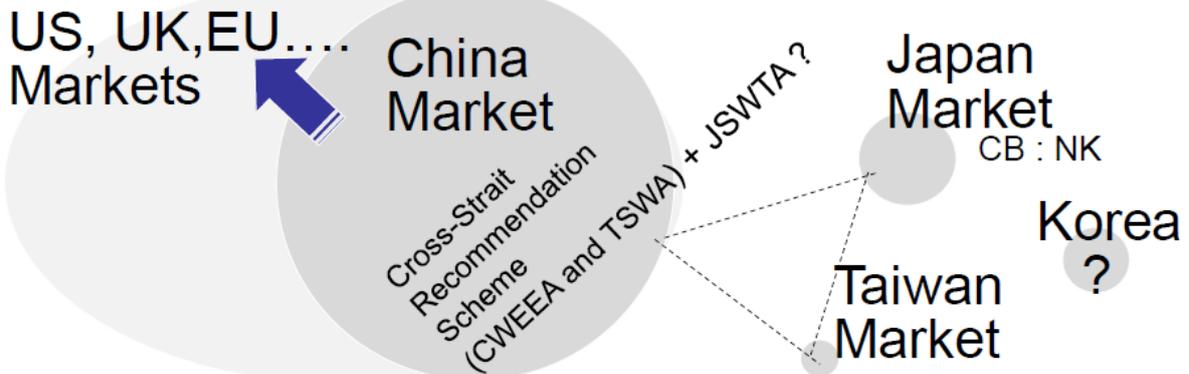
■ Japanese standard - JSWTA 0001 Edition 2 (2013)



15 台灣經濟研究院

TJSWF Proposal – the Initiative

(Taiwan and Japan Small Wind Forum)



- Regional cooperation towards strong TB, CB, and joint recognition scheme
- International involvement on technical cooperation (IEA, IEC... meetings)
- Regional standards and urban wind turbine solutions
- Enlarge domestic public procurements + Asian markets
- Large wind issues

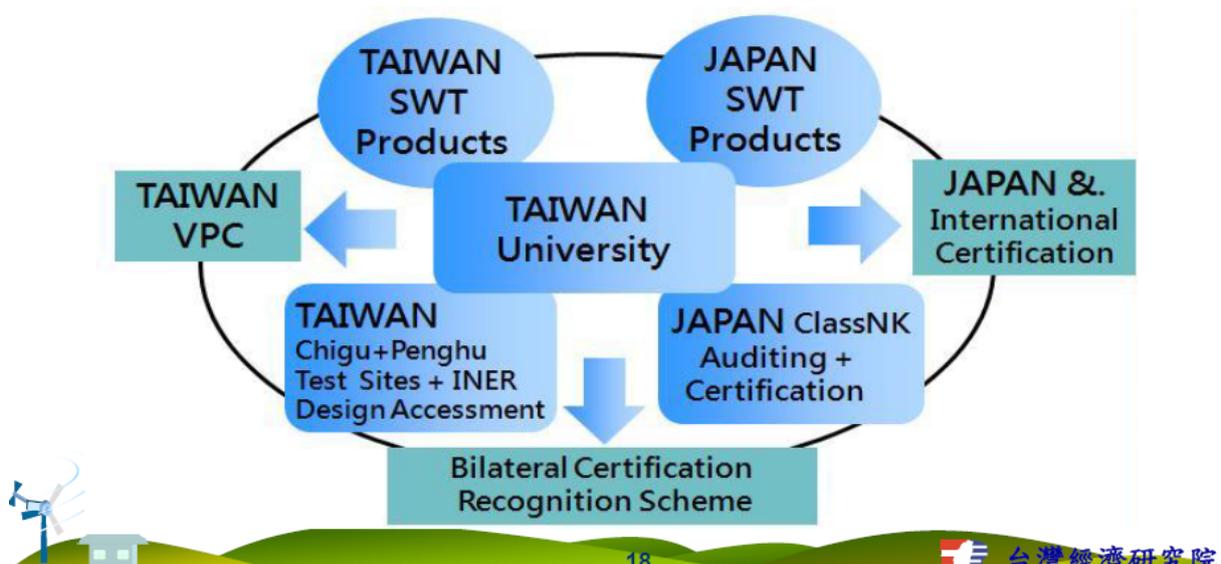
Proposed Agenda for the First TJSWF

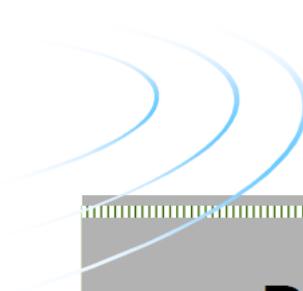
– Time : 5th Nov. 2014 (Wed.) – Place : NTU, Taipei, Taiwan

「TJSWF」 Agenda(draft)		
Opening Ceremony and VIP Speech		
10:00~10:20	Guest Address	Official from MOST, Taiwan; Official from IAJ, Japan; Official from BOE, Taiwan; Official from BSMT, Taiwan
10:20~10:50	Status of SWT Industry in Taiwan	Taiwan Small and Medium Wind Turbine Association Chun-To Tso, Secretary General
10:50~11:20	SWT Market Policy and Chance of Business in Japan	Japan Small Wind Turbines Association (to be confirmed by JSWTA)
10:50~11:50	The SWT Certification Scheme in Japan	ClassNK Shigemitsu Aoki, Principal Certification Auditor
Urban Wind Technology		
13:30~14:00	Status of SWT Applications and SWT Urban Performances in Taiwan	Taiwan Small and Medium Wind Turbine Association Chin-Jen Chang, Advisor
14:00~14:30	The Technology Development of SWT Turbulence Measurement in Japan	HIKARUWIND Lab. Ltd. Ph.D. Hikaru Matsumiya
14:30~15:00	(1) The Cross-strait VAWT Field Tests and Comparisons (2) SWT High Turbulence Measurement in Taiwan	Department of Engineering Science and Ocean Engineering, National Taiwan University Kung-Yen Lee, Assistant Professor
TJ Forum and Cooperative Issues		
15:15~15:35	Initiative of Taiwan and Japan Small Wind Forum	Taiwan Small and Medium Wind Turbine Association Chin-Jen Chang, Advisor
15:35~16:30	Discussions on Regional Cooperative Issues	Taiwan and Japan representatives to discuss

Bilateral Incentive Program for SWT Testing and Certification

- The project concept and proposal are under developing for submitting to MOST, Taiwan
- Every stakeholder in this project earns profits and the bilateral certification recognition scheme can be realized





Recommendations



Recommendations

- Japan and Taiwan SWT industries strengthen solid cooperation issues and move towards a strong regional TB,CB, and joint certification recognition scheme

Possible Cooperation Items	Way of Approaching
1. Urban SWT Technology Development	TJSWF, IEA Task 27, International Coop. Project (MOST,Taiwan or IAJ,Japan)
2. V-SLM Development	
3. Bilateral Incentive Program for SWT Testing and Certification	International Coop. Project (MOE or MOST, Taiwan)
4. JSWTA and TSWA Recommendation Certification Scheme	Drafting JTRCS Constitution (JSWTA +TSWA)
5. SWT+PV Bilateral Humanity Project for Vast Emergency Events	TECO + IAS

Thank You
ありがとう



100W-50kW Wind Turbine

- Unite the Small Wind Industry from Upstream to Downstream
- Community Scale / Landscape Integrated Small Wind System
- Roof Mounted / Marine Small Wind System
- Solar / Wind Hybrid Street Light



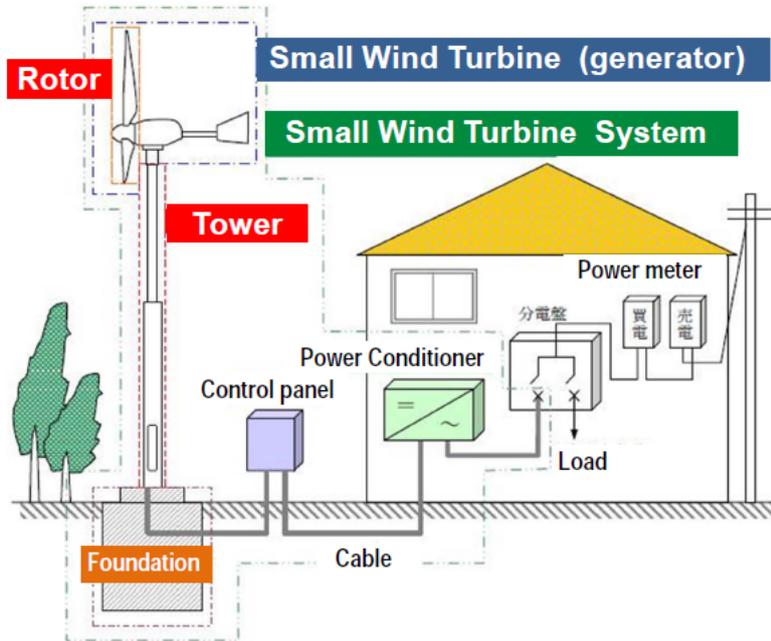


一般財団法人日本海事協会
風車認証事業室
NIPPON KAIJI KYOKAI (ClassNK)
Wind Turbine Division

01 Aug 2014 Tokyo
© Copyright by NIPPON KAIJI KYOKAI

Today's item

- Outline of SWT (Small Wind Turbine)
- ClassNK Type certification for SWT
- Proposal of new certification scheme for SWT



1 August 2014 3

FIT (Feed in Tariff) in Japan

FIT for renewable energy in Japan (2014.04 – 2015.03)



Solar PV	≥ 10kW	< 10 kW	< 10kW *
Purchase price	32 JP\+tax	37 JP\	30 JP\
Purchase period	20 years	10 years	10 years

*) Double power generation (combination of solar PV and other power generation such as fuel cell



Wind power	≥ 20kW	< 20 kW	Offshore
Purchase price	22 JP\+tax	55 JP\+tax	36 JP\+tax
Purchase period	20 years	20 years	20 years

SWT (Small Wind Turbine)

1 August 2014 4

- In order to realize FIT for SWT in Japan, the certification or confirmation of following items should be cleared.



Items	Regulations/ Rules	Remarks
SWT	JSWTA0001	Type certificate will be issued by ClassNK.
PCS (Power Conditioning System)	Grid-connection code	Type certificate will be issued by JET*1. However, rules for the certification are not established yet, so tentative rules are now applied to PCS and individual negotiation with power company shall be done.
Tower and Foundation	Electricity Business Law (2014.04 -)*2 (電気事業法)	In the case of SWT which is 15m or over in height, this law is applied. ClassNK have a plan to carry out plan approval and survey of the tower and foundation of SWT based on the law.

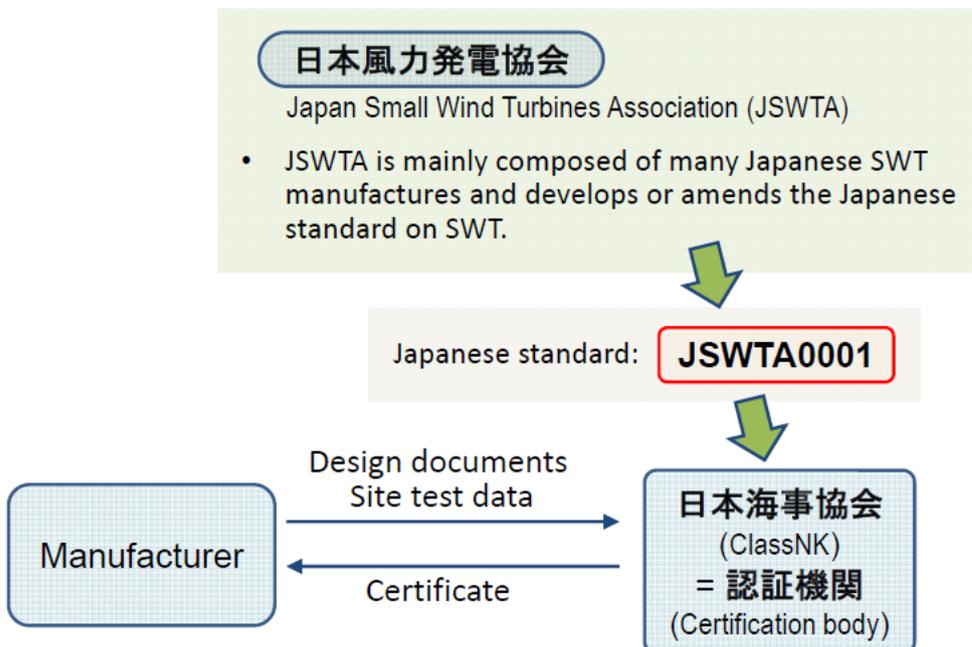
*1) JET: Japan Electrical Safety & Technology Laboratories (電気安全環境研究所)

*2) Old Low: Building standard low (建築基準法)

1 August 2014

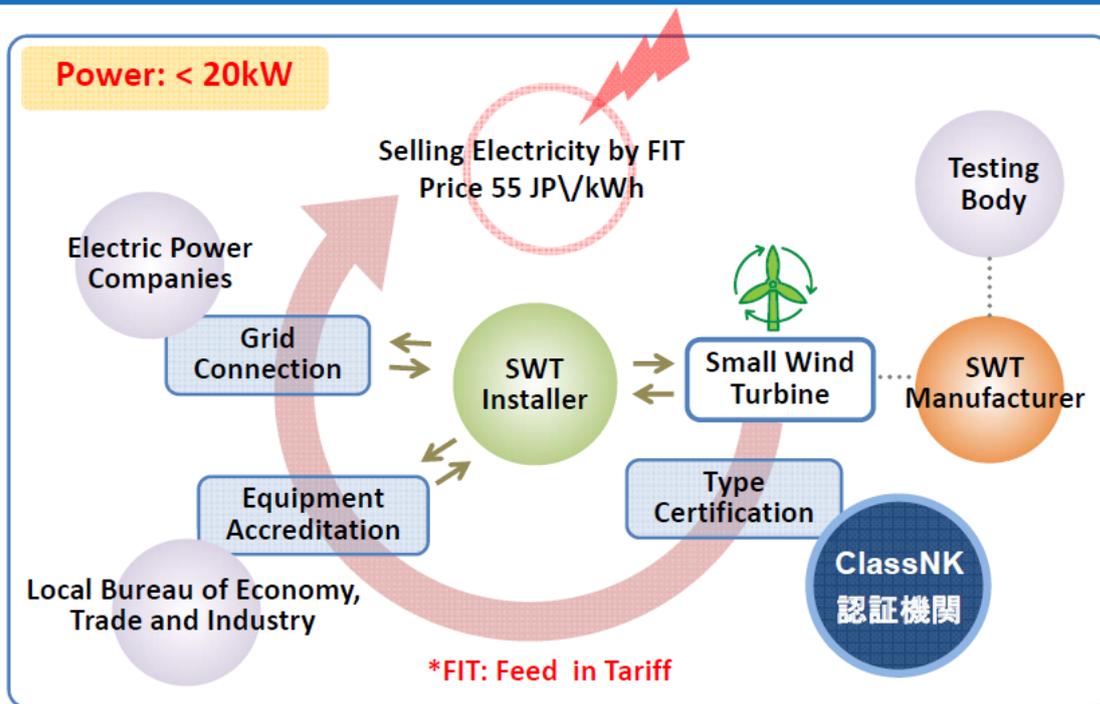
5

Rule making and certification on SWT in Japan



1 August 2014

6



1 August 2014

7

Today's item

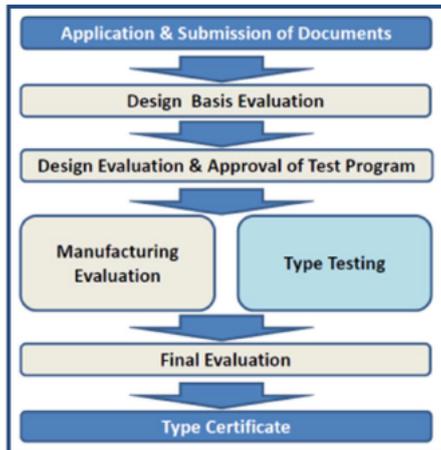
- Outline of SWT (Small Wind Turbine)
- ClassNK Type certification for SWT
- Proposal of new certification scheme for SWT

1 August 2014

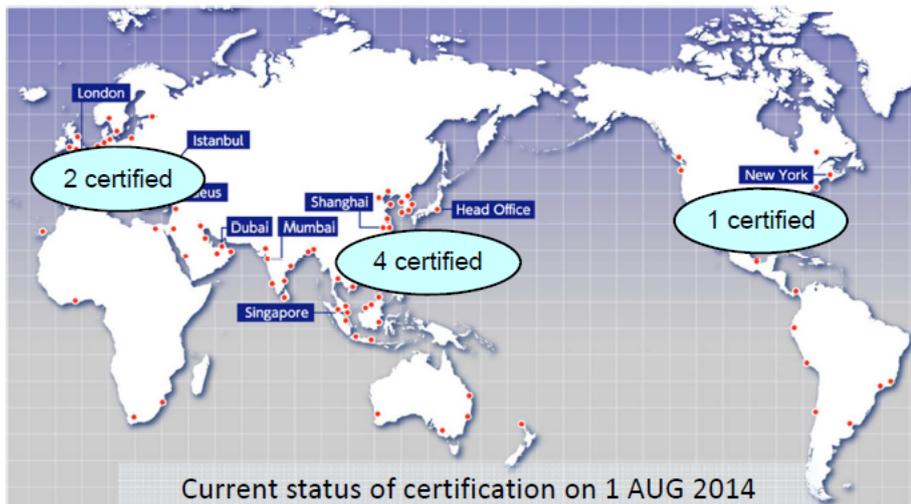
8

Standards of NK Certification

- IEC 61400-22: 2010 “Conformity testing and certification”
- JSWTA0001: 2011 “Small Wind Turbine Performance and Safety Standard”



ClassNK Wind Turbine Division was accredited as Certification Body for Small Wind Turbines by Japan Accreditation Board (JAB) on May 9th 2013.



		
<p>Certificate No. TC-0001 "Airdolphin GTO / Z-1000-250" (Zephyr Corporation) Photo by Zephyr</p>		<p>Certificate No. TC-0003 "DS3000" (FUJITA BUSINESS PARTNERS CO., Ltd.) Photo by FBP</p>
<p>Certificate No. TC-0002 "Z-9000" (Zephyr Corporation) Photo by Ardnell</p>		

1 August 2014

11

		
<p>Certificate No. TC-0004 "WINDSPOT3.5KW" (Japanlife Co., Ltd.)</p>	<p>Certificate No. TC-0005 "NWG-1K" (NIKKO COMPANY)</p>	<p>Certificate No. TC-0006 "EXCEL 10" (Bergey WindPower Co.)</p>

1 August 2014

12



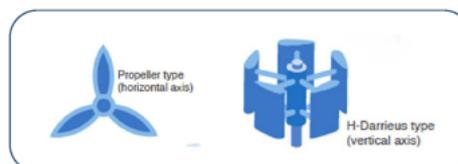
Certificate No. TC-0007
 "RW3K-JA-01"
 (Riamwind Corporation)

1 August 2014

13

Review & Evaluation

- Review of users manual, installation manual and maintenance manual
- Review of design document including strength calculation of SWT
- Manufacturing evaluation
- Review of field test reports:
 - ✓ Duration test (min. 6 months)
 - ✓ Performance test
 - ✓ Acoustic test
 - ✓ Safety and function test

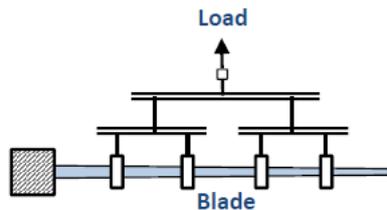


1 August 2014

14

Review & Evaluation

- Review of other test reports:
 - ✓ Static load test for blades
 - ✓ Electrical tests for generators
 - Winding resistance test
 - Withstand test
 - Insulation resistance test
- } Only JSWTA0001



Remark:
 Static load test for blades and electrical tests for generators are not required in AWEA (US standard) and BWEA (UK standard).

Field Test

- ✓ Field tests should be carried out at test site accredited.

< In TAIWAN >

- MIRDC (Metal Industries Research & Development Centre)

Chigu Small Wind Turbine Test Site

金屬工業研究發展中心
 七股中小型風力機系統測試實驗室

- TERTEC (Taiwan Electric Research & Testing Center)

Penghu Wind Turbine Test Site
 大灣大電力研究試驗中心
 澎湖風力機標準測試風場



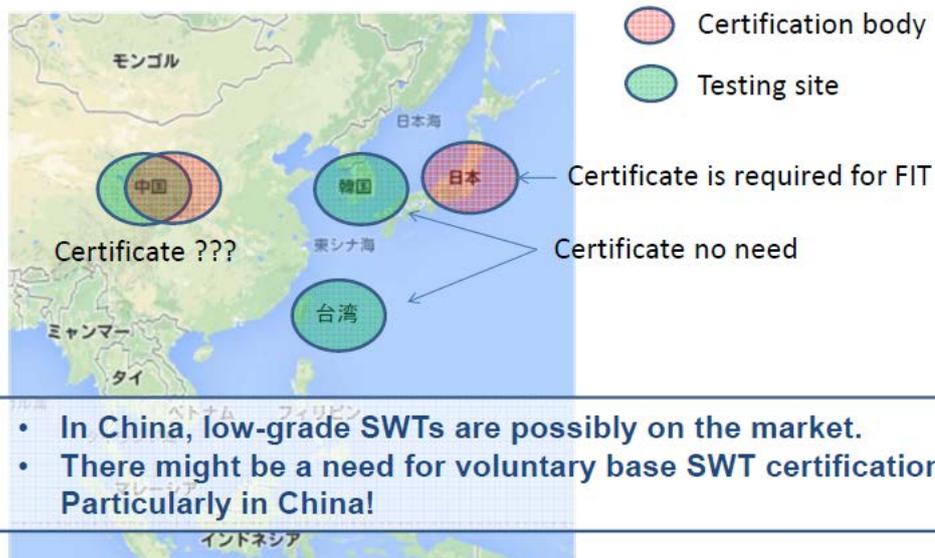
- Outline of SWT (Small Wind Turbine)
- ClassNK Type certification for SWT
- Proposal of new certification scheme for SWT

1 August 2014

17

New certification scheme in Asia

Current situation



1 August 2014

18

Proposal



<Incentive>

- Not a FIT
- Not a mandatory requirement by government
- Differentiation and grading by obtaining a international certificate

• It may be possible to establish a new certification scheme which cover the whole of Asia

Technical requirements

Comparison of SWT standards (O: required)

Requirements		IEC (JIS)	JSWTA	AWEA	BWEA
Design	Load & load case	O	O	O	O
	Safety & function	O	O	O	O
	Tower	O	O	(O)	O*
Testing	Duration test	O	O	O	O
	Performance test	O	O	O	O
	Acoustic test	O	O	O	O
	Safety & function test	O	O	O	O
	Static load test for blade	O	O	-	-
	Electrical test	O	O	-	-
Audit		O	O	-	O

*) Certification of constructor

Technical requirements

< Asian standard >

- Even minimum requirements can ensure the safety of SWT:

Design	Testing	Audit
Load & load case	Duration test	Annual or once per 5 years
Safety & function	Performance test	
Tower	Acoustic test	
	Safety & function test	
	Static load test for blades	
	Electrical test	

(Same as BWEA)

Technical requirements

< Asian standard >

- Alternatively, the combination of reduction of design evaluation and strengthened site tests may be realistic.

min. 1 year (for example)

Design	Testing	Audit
Load & load case	Duration test	Annual or once per 5 years
Safety & function	Performance test	
Tower	Acoustic test (optional?)	
	Safety & function test	
	Static load test for blades	
	Electrical test	

- Regarding technical requirements, further discussion will be needed.



THANK YOU
for your kind attention

To contact us: Wind Turbine Division,
wind@classnk.or.jp , (+81)3-5226-2032