

〈離岸風電策略與相關產業發展〉

座談會會議紀錄

【時間】101年12月18日(週二)14:00~16:30

【地點】財團法人中技社會議室(台北市敦化南路二段97號8樓)

【主席】潘文炎董事長 財團法人中技社

【引言人】顏志偉組長 工研院綠能所
黃宗煌副院長 台灣綜合研究院

【與會貴賓】	經濟部能源局	王運銘副局長
	行政院環保署	蔡玲儀副處長
	工研院綠能所	胡耀祖副所長
	台灣大學工程科學暨海洋工程系	林輝政教授
	清華大學化工系	談駿嵩教授
	大亞電線電纜公司	沈尚弘董事長
	大亞電線電纜公司	呂德宗副總經理
	永傳能源公司	林鑫堉總經理
	東元電機公司	王裕光協理
	台電公司再生能源處	陳一成處長

【會議紀要】

一、會議目的介紹

潘董事長：

王副局長及各位貴賓，中技社主要業務在於能源跟環境方面作智庫，以及引進科技新技術等業務，中技社能源智庫今年針對綠能、太陽能方面，政府的政策與推動，我們有較深入的探討，舉辦過多場座談及研討會，並將會議紀要重點整理作為建言，提供政府作施政參考。今天會議目的是關於離岸風電，邀請各位出席聽取各位的意見？能源局王副局長也親自蒞臨座談，可趁此機會提出您對於離岸風電的經驗或看法一起討論。若大家有不清楚處，王副局長也可為大家作說明。首先請兩位引言人做引言。

二、 引言簡報

- 顏志偉組長 / 工研院綠能所 (如簡報資料)
- 黃宗煌副院長 / 台灣綜合研究院 (如簡報資料)

三、 發言內容

經濟部能源局 王運銘副局長：

顏組長的部分大概把政府的政策跟目標都提到了，政府去年檢討國家的新能源政策，特別提到確保核安、打造綠能低碳環境，逐步邁向廢核家園。在打造綠能低碳的環境下，其中一項就是要積極發展再生能源，目標在 2030 年要達到 12.5GW。這樣的目標下我們訂出風力發電的目標，包括陸域、海域的部分，希望 2030 年能達到 4.2GW，這樣的量大約占我們再生能源的 33% 以上，所以它是相當重要的部分。剛剛也提到這樣的發展量，主要是希望能提供部分乾淨且自產的能源，而在此情況下要不要發展我們自己的產業？這樣產值大概有 5,000 億左右，據研究結果這樣的產值已足夠支撐離岸風電的產業，應該藉這個機會發展自己的產業，我們陸域的機會已經失去，所以在海域的部分應該要發展。所以經濟部也要求工業局一起參與此產業的發展推動。發展此產業有很多的面向，不只是風機，在服務部分、維護的部分還是工程的部分，都有不同產業的型態，在某些強項的部分與國際合作來切入國際的產業鏈，目前部裡做法大概是如此。

在措施的部分剛剛顏組長提到，不論是從市場面、技術面、推廣面或是產業面，政府要投入資金去做推廣或技術的研發...等。剛剛黃副院長所提到的，先從示範的部分做起，從示範裡把很多法規面或技術面釐清，藉這樣的方式調整步伐，達到我們的目標。部裡分工的規劃，在推廣設置的部分以能源局為主，產業的部分以工業局為主，在標準方面則以標準檢驗局為主，當然還有很多跨部會的，也設置一個行政院綠能旭升方案的平台，另一個平台是新能源推動會，這些都是由政務委員在作跨部會的協調，剛剛提到如航道、環保的問題，都會提到這個平台去作相關跨部會的協調解決。

在民間的部分，過去也成立過台灣離岸風電聯盟，就是民間產業的整合，最近也成立離岸風電海事工程發展聯盟。從政策到目標到我們採取的措施，還有分工協調及產業的結合，大概已有一個雛形。在目標的部分，再生能源發展條例裡規定，每兩年要做滾動式的檢討，所以剛剛黃教授提到，在我們自產能源跟減碳、跟環境、跟產業及能源提供的價值，作綜合判斷之後，也可以作一些相關的調整，我簡單說明目前政府的政策及目標，也希望在座貴賓能集思廣益提供寶貴意見，以促進台灣產業的推動，有助於未來整體能源供應結構的改善。

大亞電線電纜公司 沈尚弘董事長

從國科會做的研究，從剛剛幾位先進的報告，我們知道政策的推動有很大的意義，一方面能源可以綠色化，二方面是能夠推動國內相關的產業。英國是目前世界上風力發電最大的國家，但英國的產業沒有上來，等於是在資助丹麥及德國。很高興能聽到我們離岸風力發電是有幾個部會在負責，能源局負責設置，產業的部分有工業局來帶動，這是我們非常樂見的。我也想舉幾個實際例子，如何帶動國內的產業。很多報告都提到國產化的政策，國內很多重電機產業包括我們做電纜的產業，事實上都是國產化政策的受惠者。

很多國際的競爭者也創造很多障礙，我們在先天的市場規模、產業的技術發展上就有點落後，加上我們採購規範都有供應實績的問題，沒有實績，如何去標台電的工程？所以到最後，陸上風力發電可能對產業提升幫助不大，我希望看到的是透過國產化的政策，來推動整個離岸風電的產業鏈，不只是風力機也包括整個相關產業，如電纜、海纜、海事跟維護工程。舉個例子，做海纜是非常大的工程，今天與國外的大廠談技術合作，國外大廠不可能直接技術移轉，除非有國產化的政策，換句話說，要讓他們沒有其他選擇，想進入台灣的市場，就一定要選擇與國內廠商合作。我們做中華電信從澎湖到台灣的海纜工程，國內找不到廠商來配合做海事工程，因過去都要有實績，所以都只能由國外的廠商來承攬，所以我們都用台灣的市場去養肥國外的廠商。

所以我覺得這次政府的政策方向是對的，利用這個機會，我們可以扮演三個角色，第一個是對於風場營運的 operator 的角色，因為我們十來年前也響應政府汽電共生的政策，所以我們也是台灣汽電共生公司的創始股東。政府的 IPP(Independent Power Producer)政策，做 turbine generation 的 IPP，我們也是投資者，這次做 wind farm 我們也有高度興趣。在產業鏈方面，我們很樂意利用這個機會把海底電纜國產化，海底電纜是個高度技術障礙的產業，除了需要很高的技術層次，也需要很多基礎設施如港口的配合，這些都需要政府提供協助，不然國內產業要做國產化有很大的困難，當然把海事工程國產化，技術移到國內，也是掌握關鍵技術為導向的思考之一。我覺得政府在政策方面都考慮的非常完善，只是要協助業者排除困難，這實務面上的問題是比較重要的。

東元電機公司 王裕光協理

首先針對剛才的簡報提供我個人的淺見，剛才黃教授資料內提到有關各國的策略，但根據我所理解，雖然英國是目前離岸風電最豐富的國家，但他

們沒有這個產業的形成是源自於英國政府本身的政策，他們所採取的是希望能在一定的時間內，離岸風電發電量的比例要達到全國發電量的某個比例，例如他們從最早的 3% 到未來會到 15% 左右，且藉由要求國內污染產業繳稅來輔助離岸風電產業的設置，這樣的鼓勵措施使得各國的大廠都到英國設點，這個策略是非常成功。另一個就丹麥來講，他也是藉由政策的協助，由政府籌組環評的政策，且藉由這個政策使業者的供給跟成本能降低，這樣的政策使丹麥成為離岸風電發展最好的國家，西門子雖然是德國產業，但實際上是在丹麥，所以光丹麥就有 Vestas 跟西門子，全世界百分之八九十的離岸風電都由這幾個地方產出。

所以從這個地方可以看到，策略會帶來行動的結果。很高興我們國家在今年 7 月 3 日能源局公布一個獎勵辦法，在這之前我們進行相當久的時間來規劃是否要進入離岸風電這塊，十天之後就要揭曉是哪兩家中選為離岸風電的私人企業。但目前為止產業界還是感到很不安，因從我們國家設定的數字到 2020 或 2030 年時，以現在 2012 年來看，很多數字都是估算的，實際上還沒有學術或研究單位或產業在這個地方做很好的評估。就環評的限制來看，實際上應該把環保署納入，來提出方案跟對策，若非如此我們的環評只是一個諮詢的性質而已，所以不論是工業園區或只是一個 park 來看，我相信對環評的處理都還沒有一個準則，事實上現在可能是叫我們業者自己做這些工作，所要面對的風險及困難是可想而知的。

對於鼓勵國產的風場來看，我們建議相關的公設應該由政府來解決，由中技社會前所提供參考的資料看到韓國的對應，韓國政府的決心跟設定的目標，很有可能在幾年後成為世界的前五強，吃定台灣的風場，那台灣想發展的東西就一個個被他打倒。

剛剛從報告中所列出的不論是葉片的產值、發電機的產值，似乎現況並非如此，所以國內的產業鏈要如何變強變大，或許我們應該要更務實地來看。如果是要以國家的力量來做，政府應該出面整合把層級拉高，從我參加這麼多的會議來看，國家運作時我看到的是經濟部能源局、工業局、標檢局的運作，但到國防部、交通部、環保署、內政部甚至各縣市政府時，我們看到的並不是如此。在跟能源局、工業局討論時，提出來的問題所得到的都是正在協調中，例如台中港或彰化是我們認為最佳的地方，我們得到的答覆是，因為台中港務局已劃下錨定區了，所以這個地方不能動，使得業者不知道如何運作。如果要走民間的力量，希望政府能規劃好相關的配套，不要訂出法來讓企業自己去跑，這樣就不是在幫忙業界了。

另外有些觀念我想釐清，個人認為離岸風電是個區域產業，如果想做長

距離的外銷或是國際競爭，是不太可能的，單弄一個塔架或機艙或運送葉片，要遠距離從台灣送到美國、歐洲、非洲是絕對不可能的事情，完全沒有競爭力。所以是否考慮這產業要設定在我們這塊海域裡，台灣海峽到東南亞或到東海，如果先設定好這樣的作業，或許在考慮產業運作時會比較正確一點。我常聽到如果這個產業不能外銷去跟世界競爭，那這不算是個產業，我個人抱持懷疑的態度，我們應該建立我們的力量，防止世界強國進入我們這個地區，像我們的陸域風電都被吃光，讓我們沒有任何產業建立，碳權被拿走，所以我想是否可以從這方面多多考慮。

台電公司再生能源處 陳一成長

1. 總觀未來離岸風力之產值，設備會超過 5,000 億，OEM 每年 200 億，應積極推動國內產業投入離岸風力系統國產化，才能落實。
2. 人才培養-國內大學應提供完整專業訓練課程，並做授證，以利各階段（規劃、設計、施工監造、運轉維修、溝通、協調...等）之人力所需。並提升建置試驗平台、模組（改良）及台灣特殊環境建置敏感性元件標準之能力。

台灣大學工程科學暨海洋工程系 林輝政教授

1. 建議應有“國產化政策”，未來發展離岸風電採國際合作或工程合作或國產方式，建立本土化離岸風電產業，落實技術生根，提升就業機會。
2. 針對工研院報告中 P16、17 頁提到之待解決問題，應提出產官學研共同討論，盤點可處理項目，逐項解決。
3. 台綜院有關風電與太陽光電之未來發展趨勢，結論有待再討論，太陽光電之發展似乎太樂觀，風電則太悲觀，建議再討論。
4. 部份零組件中，國內可生產者，儘量在國內採購，落實國產目標。

永傳能源公司 林鑫堉總經理

1. 建議經濟部能源局或促進產業發展辦公室應積極介入，協調農委會漁業署及漁政單位，處理風場與漁民間之溝通協調問題，方能積極建立透明的溝通機制。
2. 政府應於“示範獎勵”決選出優勝者後，全力介入積極輔導，務使相關介面之發展能得到落實。

清華大學化工系 談駿嵩教授

1. 由於全球能源結構的變化，例如頁岩氣及 sand oil，許多國家對再生能源已不若過往重視，此對未來離岸風電政策及價格可能會產生不小的影響；但也可能對缺乏能源的國家是一契機。因此不需完全參照國外的走向。
2. 國內需強調能源安全及自主性，此外基於碳足跡，離岸風電是一值得投入開發的能源選項。
3. 國內能源局能支持示範之離岸風機發電廠，方向絕對正確，可以此為基礎建立技術及國外合作，未來如何整合及擴散是需加以考量的，聯盟或是可能的方式之一。
4. 國內在離岸風電中要專注那些技術，專業葉片外是否還有值得國內產學研界加以整合以開發可輸出的技術，建議加以評估，此可藉由專利地圖中獲得方向，由國家型計畫加以支持。
5. 基於風力發電是屬間歇性式，儲能技術應是國內可以投入的研究；此外風力發電可和化石燃料電廠配合，將捕獲的 CO₂ 與風電電解水產生的氫氣加以反應製得高價值碳氫化合物。
6. 未來驗證及維修工程的產業需及早推動與建立。

行政院環保署 蔡玲儀副處長

1. 為達國家整體減碳目標，發展再生能源積極推動風力發電，已列為重要策略。經濟部並於本年 7 月公告「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」以加速離岸風電設置與產業發展。
2. 由工研院綠能所顏組長報告提到，國際離岸風場在籌設階段，環境影響及利益衝突為最主要問題。在我國，就此議題提出個人淺見如下：
 - 環境影響評估：現行法令已明訂離岸發電系統均應實施環境影響評估。在環評過程中，有關生態調查、評估等，環保署已訂有評估技術規範；至於中華白海豚議題農委會劃設「中華白海豚野生動物重要棲息環境」申請人應避開此範圍，也可再研擬各項監測與監督機制。
 - 對漁民權益影響應該審慎處理。離岸風電對漁業影響，在環評過程中會加以探討；但對漁民的補償，甚至回饋，建議應由漁業主管機關有通案思考，這也可以縮短個案環評審查時程。
 - 離岸風力系統涉及相關部會主管區位限制（如交通部、國防部...）建議經濟部於環評送審前，應先協助申請人協調處理。

潘董事長就發言重點請王副局長發表看法

1. 離岸風電雖產值高，但維修等高成本也是需考量，就經濟面來說是否仍具有優勢？
2. 環評的部份則須政府協助業界做，如國防部、環部署，漁民署等單位跨部會的整合。

經濟部能源局 王運銘副局長回應：

業界提出將來裝置成本只會往上提昇，但須考量有些裝置是提高效率的，所以設置成本的增加要和產出做一比較才較客觀。至於是否要全面的延緩投資，能源局也會二年做一次檢討。

黃宗煌副院長的簡報也給大家一個啟發，離岸風力雖是要全面發展的產業，但另一方面是否也應要從多面向的角度去深思探討，在進行示範計畫的同時也把業者關心及疑慮的部份釐清，對於長遠的目標就更能掌握。

再者就是環境影響評估準則的問題，因開始之初，有些準則並不清楚，所以往往讓業界於申請時耗時費事。示範機組或是風場就是因應此類的問題提出解決的方式。另外示範機組做到一定的程度時，一些準則就會出現，從這裡引申出來就是政府要更進一步的參與，而部會之間的協調也是關鍵所在，這兩個部份的問題政府是責無旁貸，尤其示範機組之後要做大型區塊的開發時，有標準可依循，在政府的示範做到一定程度時，由業界接手成功的機會就比較大，這些都是要深入考慮的。當然，就此產業的推動計畫也不一定要政府做，也可以採由委託的方式來進行，但無論採什麼方式進行，政府要更深一層的協助是必須的，如此成功的機會相對也較大。能源局也會往這方向來考量，也會將這些問題往上級呈報，如行政院。能源局也成立一個專案辦公室，是和學界、業界直接聯絡的窗口，歡迎各界有任何好的意見，都可以和這個單位聯繫。

大亞電線電纜公司呂德宗副總經理

我要報告的問題和大家提的相類似，最主要是國內的產業規模經濟太小，如果政府能 involve 更深入一些，如二十年前政府帶領電纜產業發展一樣，如此成功率相對就高。

另外要再重申，跨部會的問題是非常的重要，常常因本位觀念的原因，造成溝通協調的困難度提高。以海纜為例，全球可以做的也只有 5 家廠商，這是一個很封閉的寡佔市場；這次的海纜費用可能高達 500 億，政府是否要給業界一個機會？若是，那我們的投資可能大於 50 億，而這 500 億或許可以

負擔機器設備及技術的費用，這點我們也正在尋求經濟部的工程合作，期能獲得一些協助。

此外，尚有最難以解決的一環就是漁會的問題，我們也一直正在努力協調當中。

工研院綠能所 胡耀祖副所長

針對此議題，我帶領工研院也參與很多年，後因職務調動的關係，就較少的時間切入研究風力發電的計畫，但因仍是經濟部能源局四合一辦公室的副執行長，還是會接觸到相關的業務。

由二位引言人的簡報資料中可以了解，其實趨勢是一致的，經過多年的開會、討論，可以獲知幾個關鍵點及困難點，有一部份的比較分析的方法是可以再仔細檢討。個人對黃副院長的結論是支持的，但對美國 EIA、麥肯錫資料的分析是可以再檢討一下，因為他們離岸風力的成本分析和我們是完全不同；例如德州土地成本幾乎是最少的，所以陸域的成本很低，台灣陸域成本就比美國高很多，反而國外海事的成本比台灣的高；原因如海洋深度，台灣海峽十餘個風場，最深的深度在澎湖海溝約 80 餘米，唯一要注意就是如地震、颱風，而國外的海事工程是在北海、歐洲地帶，那些區域的海洋深度都比我國的深很多，海事工程進行的成本相對很高，而台灣的海事工程成本的高或低，得視我們自己是否有建立的條件。所以我們和麥肯錫對於這些成本分析就討論過很多次，他們對我國本土相關資訊也不了解。然而分析成本會是影響決策的因素，我認為大家要找機會更 open 的來討論，我們工作團隊也會找機會把成本重新算一次，看是否可以找出更好的說法。

台灣的風能以 capacity factor 而言，如陳處長說過，澎湖低碳島是工研院第一個主導規劃國家型的大計畫，由台電觀察到澎湖的風場的稼動率可以發 4,800~5,200hrs/年，是全球第一名，現有的九支風機也未曾超越過它。重點是，如果能夠很適時並正確地制定維修運轉的 SOP，在台灣做的風場是不遜於國外，而如台電、工研院及國外顧問公司研究發現，台灣有七、八個風場在全球排名是前十名以內，但也要看如何善用大自然給予的條件。在能源供應端，我支持談教授的看法，現有的東西如何運用也是很關鍵的問題。

至於產業的發展，由東元王協理的發言中，了解業界的難處與壓力，個人認為政府應把此項產業視為如以前的十大建設之一，在於公共建設的部份，政府應要有絕對的主導權去完成，再用使用者付費的觀念，業者要付的代價是認為 20 年之內公司的營運是有盈收的，就要評估投資風險大小，去和政府協調出一個評估的條件，FIT 是個很好的誘因，政府也有很多機制在協

助業界申請融資、信貸、信保，就看如何善用這些機制。

陳處長提及，須有幾個船隊來營運國家離岸風電的龐大計畫，工研院也曾私下初估過，不一定完全正確，我們認為在安裝、組裝、製造、運送等從碼頭至裝置這些工作約需 2~3 個船隊，因尚需考量成本效益及競爭條件。一個船隊大小船一共約需 6 艘船，而維運的部份，台電認為至少需 2 艘船至各個風場去巡視，這個行業是有很大的商機，但台灣並沒有多少家廠商，以風機製造業來說，台灣只有一家，而且也不是只有一家就可以投資營運，在這樣的情況下，我認為關鍵是產業界要共同合作，需要組成一個組織架構一個團隊，去和政府談，而政府也需要有業界一個相對的窗口。以韓國來說，為什麼可以說做就做，是因為有一個多家合作的大企業當對口，可以去和政府談條件，有這樣的組織架構，韓國政府一定會支持。

最後我還是認為，產業界與政府相對窗口一定要設立出來，如此對產業才會是一個利基。

永傳能源公司 林鑫堉總經理

在開發的過程當中，永傳和很多同業及台電一樣有碰到漁業溝通平台的問題，個人認為這是需要第三者來當溝通者才可以解決的事。在環評當中我們已經避開了漁業權區，但還是陷入瓶頸。我們也留意國際間的風場是如何和他們國家的漁民去探討這問題，但在台灣卻是把這樣的事放在環評當中來評估，而環保署也認為這是賠償機制，不應由環保署討論，而部份委員受限於此而做成結論，造成我們的申請延遲 1~2 次，我們碰到的問題，以彰濱為例，大家應建立一個溝通平台，也呼籲農委會的漁業署、經濟部能源局等單位應出面去了解國際間是如何解決這問題，否則案子成立要申請籌設許可時，在向縣政府申請過程中碰到漁業的問題就被告知須經漁會的同意，而把這樣的同意權交由漁會組織，案件就在二個單位之間延宕。所以我認為在示範獎勵決選之後，業者及公部門等相關單位要好好探討出一個通案，才是當務之急。

台灣綜合研究院 黃宗煌副院長

針對各位先進都提到成本的問題，我做個補充。風機價格只會往上漲是肯定的，重點是我們要討論每度電發電的成本，而這些成本的內涵有那些？

業界買風機及維運成本、整個社會負擔的成本、環境成本、政府補助成本都要考慮，所以內涵都不同。從我們研究當中發現，離岸風電的成本都是下降的，除了與成本內涵有關以外，改善後效率提昇、發電機規模擴大等也

都可能是造成成本下降的趨勢。另外就是以台灣現有的風場資源來看，台灣離岸風電的成本是否比國外昂貴，以我們的研究是沒有發現，但麥肯錫研析認為較國外的貴，

對於這點我也是有些疑慮，就台灣而言是否比國外低，亦或是比太陽光電還低，我們尚未掌握較多的資料做研析。最後我認為，要把離岸風電變成一個產業，發電機技術競爭力及完整的供應鏈是成就產業發展不可或缺的重要關鍵。

台電公司再生能源處 陳一成長

我認為產業的推動，人才培養也是不可忽略的一環，縱觀國內產業中每個環節的架構，都不容易找到經過系統訓練的人才。例如要招一個龐大國際顧問標，也想把技術留在國內，但業者是否願意投資在人力培訓？希望透過今天的會議，期望國內的大學教育能有一個較完整的人才培育訓練計畫，對國內的業界也是有所助益。

【主席總結】

- 一、基於能源安全、乾淨能源的理念，與會者都支持離岸風力的發展。
- 二、因離岸風電相關產業牽涉到 5000 億以上的投資金額，與會者都認同應推動國內相關產業的發展。
- 三、推動離岸風電產業發展，政府應加強實施國產化政策，如此才易引進國外技術。
- 四、政府應更進一步的主導產業發展，其中包括跨部會的整合、公共設施、環評問題以及人力培養等等，都須由政府協助解決。
- 五、推動離岸風力發電產業發展時，建議政府協助進行相關產業競爭力的技術分析，了解哪些關鍵性技術適合台灣發展。
- 六、如依目前規劃，2025 年時會有 600 台風機架設，很多相關配套計畫政府要儘速推動進行。
- 七、政府相關部門應進一步蒐集產業經濟性及競爭力的數據登相關資訊並做深入評估。