



離岸風電策略與相關產業發展 討論會議引言

引言人

工研院綠能所

顏志偉組長

101年12月18日



引言大綱

- 一、我國離岸風電可開發潛能
- 二、國際發展現況
- 三、國內發展現況
- 四、我國離岸風電推動策略藍圖
- 五、風力發電離岸系統示範獎勵辦法
- 六、離岸風場開發之潛在風險
- 七、國際離岸風電開發經驗
- 八、我國離岸風場主要問題
- 九、結論與建議

一、我國離岸風電可開發潛能

■ 水深5-20 m (淺海)

- 面積約177,920公頃
- 潛能約9 GW
- (初期可開發1.2GW) (13%開發率)

■ 水深20-50 m (深海)

- 面積約654,700公頃
- 潛能約48 GW
- 可開發6.2GW(以13%開發率初估)

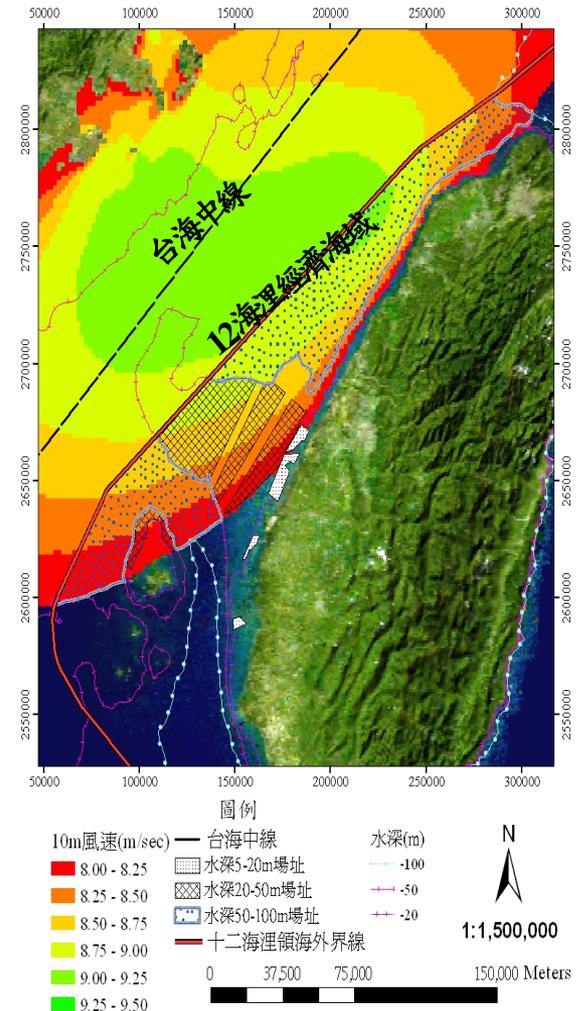
■ 水深50-100 m (深海)

- 面積約1,195,400公頃
- 潛能約90 GW
- 可開發12GW(以13%開發率初估)

7.4
GW



國內已具市場誘因與大規模開發機會



資料來源：工研院綠能所(2011/04)

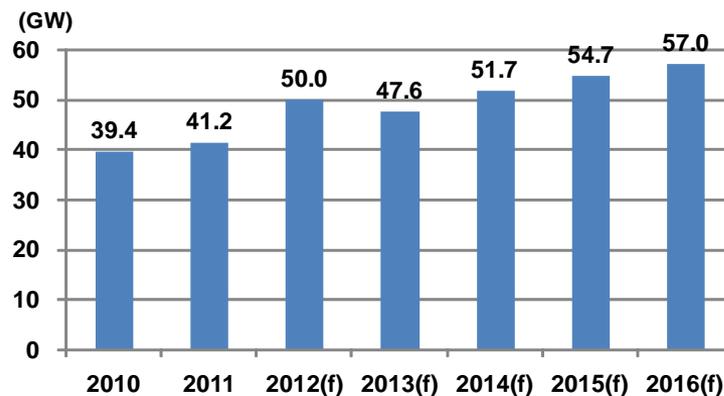
※ 12海浬領海外界線內以 3 MW風力機以 4D × 10D佈置風場 (D扇葉直徑:100 m) 估算

二、國際發展現況 (1/2)

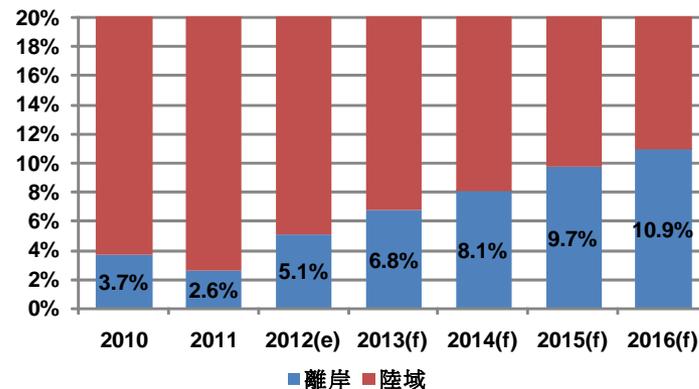
■ 全球風力發電市場持續穩定成長

- **2011**年全球**離岸**風力發電**新增**裝置容量**920 MW** (2010年為1,212 MW)，累計裝置容量達到**4.2 GW**。
- 預估2011~ 2016年**離岸**風電市場**成長率**為**43%**，**高於陸域**風電**17%**。
- 目前離岸風力機主力為3~5 MW，至2020年則上看10~20 MW。

2010~2016年全球風力發電新增安裝量



全球離岸風電佔風電市場比例



二、國際發展現況 (2/2)

■ 全球風力機主要廠商

- 丹麥Vestas持續穩居龍頭寶座
- 中國大陸維持四家廠商在前十大



基礎打樁

■ 全球離岸風電海事工程業者主要於歐洲市場

- 施工船隻與技術人員主要來自 Oil & Gas Industry
- 早期採EPC模式，目前以multi-contract 為主流
- 以自昇式平台(Jack-up)為主，進行打樁、運輸及吊裝



風力機運輸及安裝



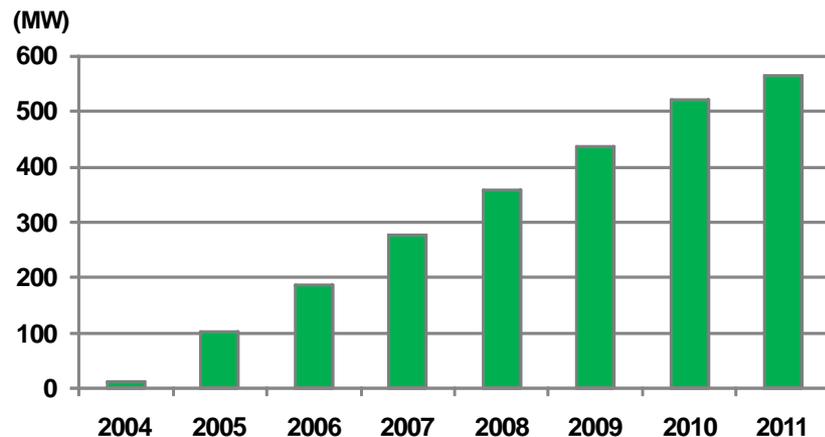
海底電纜佈放

三、國內發展現況 (1/3)

■ 陸域風電設置已有實績，離岸風電尚未開始設置

- 我國陸域風力發電設置量持續增加，截至2011年累計裝置量達563.75MW。
- 離岸風電尚未開始設置，但已有多家業者積極規劃投入中。
- 2011年7月政府公布新版能源政策，將積極推動「千架海陸風力機」計畫。
- 2012年7月3日政府已公告「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。

我國風力發電累積安裝量



資料來源：工研院整理(2012/03)

三、國內發展現況 (2/3)

■ 我國產業發展動態

- 已設置機組之關鍵零組件除塔架外皆為國外進口。(中鋼機械已承包超過**200**座的塔架)。
- 我國風力發電產業穩定成長，**2011**年產值達到新臺幣**66**億元，較**2010**年新臺幣**57**億元成長**16%**。
- 製造廠商以零組件業者為主，大型風電系統業者僅有**1**家(東元)。
- 中小型風力機業者約**20**家，以外銷為導向，**2011**年之產值約**2.5**億元，小型風力機持續穩定成長。

我國風力發電產業產值

	產品	主要廠商	產值			
			2009	2010	2011	2012(f)
上游	樹脂	上緯	8	10	8	10
中游	鑄件、鍛件	永冠、正昇、源潤豐、南隆	18	19	18	21
	葉片	紅葉、先進複材	6	13	15	16
	其他零組件(塔架、齒輪箱、變壓器...)	東元、中鋼機械、台朔重工、研華、華城	12	12	20.5	25
下游	大型風力機	東元	0	0	2	10
	中小型風力機	新高、富田、恒耀、台達電	2	3	2.5	3
總計			46	57	66	85

三、國內發展現況 (3/3)

■ 我國目前海事工程能力

- 國內海事工程之技術能力，集中於港灣工程及水深較淺之海域工程。
- 作業船隻係配合港灣建設所需而購置，如港區挖泥、沉箱拖放、拋石及整平等工作船，尤其是挖泥船佔了相當大比例。
- 深水作業條件及能量相對受限，較大型之設施，則多仰賴國外支援。

國內目前自有施工船隻與機具



項次	功能項目	能力
1.	船長×船寬×型深(M)	50×18×3(M)
2.	樁腿長	32M
3.	作業空間	25×18(M)
4.	可作業水深(潮差)	16M
5.	可作業風速	6級(14M/sec)以下
6.	可作業海流流速	2.5節以下
7.	可承載能力	1200T/艘-700T/艘(自重) = 500T/艘
8.	2艘平台船合併後承載能力	1000T



工作水深僅16公尺，吊重能力亦不足

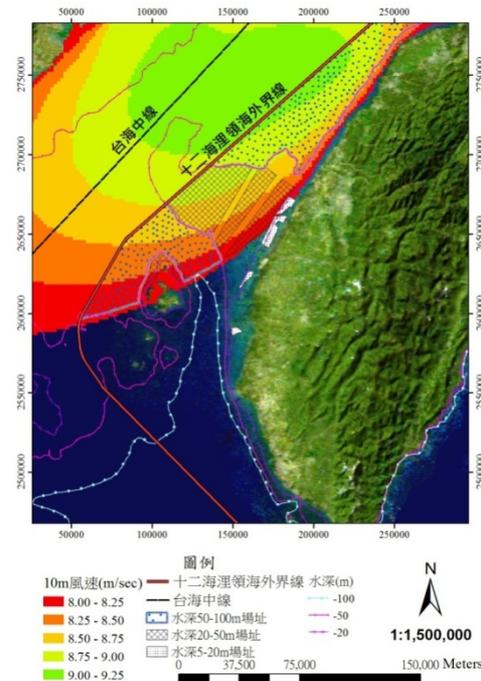
僅可打設樁徑
2 M 鋼管樁

四、我國離岸風電推動策略藍圖

■ 推動目標與時程

- 千架海陸風力機
 - 陸域2020年完成約450架；海域2015-2030年完成600架
- 2010-2030年分期目標規劃

年度	2010	2015	2020	2025	2030
陸域風力 (MW)	519 (268架)	866 (350架)	1,200 (450架)	1,200 (450架)	1,200 (450架)
海域風力 (MW)	0	>12 (4架)	600 (120架)	1,800 (360架)	3,000 (600架)
小計	519 (268架)	881 (354架)	1,800 (570架)	3,000 (810架)	4,200 (1,050架)



■ 開發原則

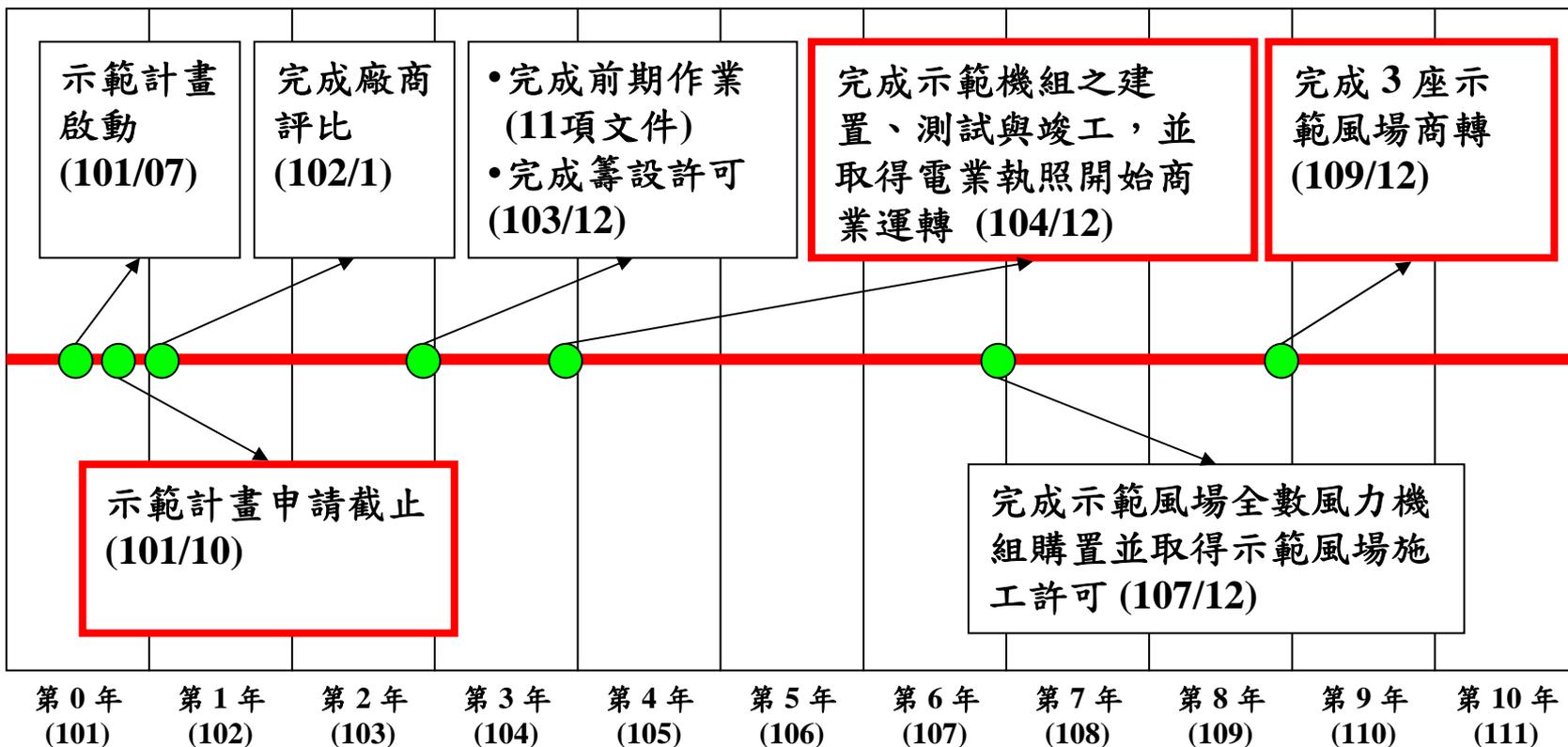
(一)陸域：先開發優良風場，再開發次級風場。

(二)離岸：

1. 先從淺海區域 (20公尺水深以內) 推動業者設置示範風場
2. 待國內建立相關技術及經驗後，採區塊開發方式，帶動大規模開發，並逐步擴展至深海區域。

■ 獎勵內容與推動時程：

- 獎勵 2 件民間業者示範風場申請案，共計 4 部示範機組。
- 獎勵 1 件國營事業示範風場申請案，共計 2 部示範機組。
- 共 6 部示範機組應於 104 年前完成。惟國營事業配合提高國產化比例，可專案提出申請延長工作期程，但不得逾 109 年。



五、風力發電離岸系統示範獎勵辦法(2/2) ¹⁰

- 示範風場：位於 5 公尺水深等深線以上海域，設置區位（場址）由申請人選定，總裝置容量需達 10 萬瓩以上，不超過 20 萬瓩。
- 示範機組：每案完成 **2 部單機容量 3,000 瓩** 以上離岸風力發電系統。
- 每案完成 1 座海氣象觀測塔與生態環境調查等前置申設作業；2 部示範機組之基礎、結構、併聯等設施與系統之測試、商轉及運轉維護。

示範風場：水深 $\geq 5\text{ m}$ ；總規模 $\geq 100\text{ MW}$ 且 $\leq 200\text{ MW}$



生態環境調查及環評作業



示範機組：
兩部 $\geq 3\text{ MW}$

海氣象觀測塔：水深 $\geq 10\text{ m}$ ；高度 $\geq 75\text{ m}$

六、離岸風場開發之潛在風險

■ 規劃開發階段:

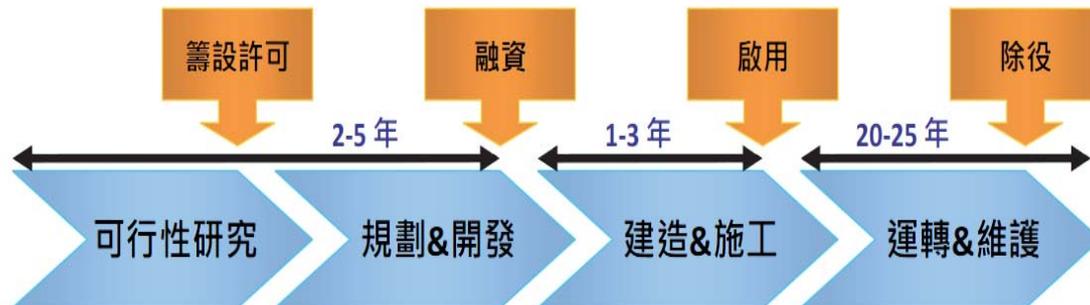
- 環評與抗爭
- 許可取得(涉及相關法規及主管單位甚多)
 - 如航運、漁業活動、飛航及國防安全(雷達干擾)等
- 融資取得

● 建造施工階段:

- 風機基礎設計(場址條件、船機設備及施工難易度)
- 施工機具調度及海域施工環境掌控(工期)
- 港口設施能量(碼頭承載力、組裝作業及暫儲堆置空間、吊掛能量等)

● 運轉維護階段:

- 機組效能
- 倉儲物流
- 人員及維修船機調度
- 海域維修環境掌控



七、國際離岸風電開發經驗 (1/2)

■ 國際離岸風場開發面臨主要問題

依據各國離岸風場推動及開發經驗，主要問題可分為3階段：

1.開發籌設-民眾抗爭頻傳

- 離岸風場對環境影響及利益衝突(如漁業、休憩活動)為最主要問題。
- 各國大多面臨民眾抗爭，嚴重耽誤風場開發時程。如美國首座Cape Cod離岸風場歷經10年才取得開發許可；
- 德國排除近岸海域生態保護及敏感區，直接於距離遠且水深之區域進行開發，大幅增加投資成本及技術困難度，導致推動時程不斷延遲。

2.建造施工-施工進度不確定性高

- 由於國際離岸風電市場快速發展，施工船隊及機具供不應求；
- 施工過程中天候及調度等不確定因素高且工程整合不易，影響施工安裝進度，大幅增加施工成本。

七、國際離岸風電開發經驗 (1/2)

3. 營運維護-高估運轉可用率

- 統計英國Round 1 多處離岸風場5年之運轉紀錄，其平均容量因素僅達29.3%，遠低於開發前預估之35~40%，導致投資效益遠低於預估值。
- 分析其高估可用率主要原因為：高估風力潛能；海域環境嚴苛，風力機技術須再提升(現已改善)；低估維修困難度(海象惡劣，維修技術及船隊須再提升)。



七、國際離岸風電開發經驗 (2/2)

■ 國際離岸風電推動經驗與成功關鍵因素

➤ 離岸風力發電風險高，各國皆由示範性計畫開始推動

1. 德國--建置了Fino 1~ Fino 3研究平台，由政府出資進行海流/波浪/測風/生態/併網/控制等議題研究並建立了首座離岸示範風場—Alpha Ventus。
2. 英國--採取三階段(Round1~3)投入離岸風場，規劃於2020年總建置量將超過47GW，並占英國用電25%以上。推動重要示範計畫- Beatrice，設置2座離岸5 MW遠離陸地的深水風力發電場。

七、國際離岸風電開發經驗 (2/2)

■ 國際離岸風電推動經驗與成功關鍵因素

➤ 全球離岸風力開發關鍵成功因素

1. 政策法規：政策長期穩定的支持，如規定躉購電價或是給予設備裝置補助、產品認證機制、電網連接相關規定
2. 工程/技術：(1)充足之海事工程設備；(2)低故障率的風力機產品；(3)對於風場/海象/氣候/地形作良好的事前評估；(4)有經驗的施工團隊對於成本/施工時程/施工品質良好的管控
3. 金融：政府主辦之低利融資貸款
4. 溝通協調：風場開發商對於政府/電力經營業者/環保團體、漁民等相關利益團體之良好的溝通協調能力。

八、我國離岸風場主要問題

■ 法規障礙與利益衝突

- **國防禁限建問題**：在地軍事單位對管理辦法條文解讀尚存疑義，業者無所適從。
- **環境影響評估**：國內缺乏離岸風場環評之明確範圍及標準。
- **白海豚生態保育**：離岸風場開發行為對鯨豚聽覺影響尚無明確審查標準。
- **海域土地申請之審查與管理機制**：待研擬整體管理審核機制，以利國土之公平有效利用。
- **航運管理與離岸風場開發並行之安全機制**：西海岸近岸航道之劃設管理與離岸風場開發需考量船舶碰撞風險。
- **漁業權補償協調與溝通**：待規劃與在地漁業和平共榮之補償措施以達互惠雙贏。

八、我國離岸風場主要問題

■ 技術能量不足與發展環境缺乏

➤ 港口及專用碼頭

- 離岸風場設置需一定技術規模之基礎建設配合
- 現有港埠發展與碼頭規劃與離岸風場開發需求之間尚有落差

➤ 海事工程船隊及陸上組裝場

- 國內缺乏深海海事工程之設備與技術能量
- 經濟規模離岸風場開發需專用碼頭並配合足夠腹地面積支援

➤ 運維規劃及人員訓練

- 離岸風場營運需搭配在地運維團隊之高度機動性以提升可用率
- 專業施工運維團隊需建立專業技能訓練及認證體制

➤ 融資與保險

- 國內金融體系尚未能接受綠能新興產業之先天高風險性質
- 專案融資概念在國內尚未成熟，風場開發融資困難

推動面：透過政策引導創造國內市場

1. 啟動示範計畫，開發國內首座離岸風場，驗證技術可行性
2. 進行跨部會協調，排除法規及行政障礙，建立標準作業程序
3. 推動國營事業示範獎勵，提高國產化比例與自主系統技術
4. 以區塊開發方式推動大規模風場開發

技術面：開發先進技術有效降低成本

1. 透過工業合作機制引進先進技術，建立自主化離岸風電技術
2. 發展國內自主風力機關鍵技術 (抗颱風震、智慧維護等)
3. 發展適合台灣海域風電基礎結構及施工技術
4. 發展低成本離岸風力機安裝工法及安裝船隻與施工機具

九、結論與建議

環境面：完善基礎建設建構應用環境

1. 建立台灣海域離岸風電設計規範 (IEC61400-3亞洲版)
2. 發展離岸風電測試場，提供設備完整測試平台
3. 推動離岸風電專用碼頭及產業園區
4. 建構國內離岸風場融資與保險制度

九、結論與建議

產業面:推動國際合作建立產業自主

- 1.透過國際合作，引進最新技術及經驗，培訓專業人才
- 2.促成國內自主系統廠切入國際供應鏈
- 3.推動離岸風電海事工程技術聯盟，建立自主施工船隊及技術
- 4.促成本土化維修團隊，完備離岸風場自主維修技術能力



敬請指導

九、我國離岸風電發展推動措施

產業面:推動國際合作建立產業自主

- 1.透過國際合作，引進最新技術及經驗，培訓專業人才
- 2.促成國內自主系統廠切入國際供應鏈
- 3.推動離岸風電海事工程技術聯盟，建立自主施工船隊及技術
- 4.促成本土化維修團隊，完備離岸風場自主維修技術能力