

# 離岸風機施工船舶派遣與追蹤 決策系統建置

顏厥正 張恆文 柯昱明

工業技術研究院綠能與環境研究所  
台灣地球觀測學會

107年天氣分析與預報研討會  
2018年9月11日

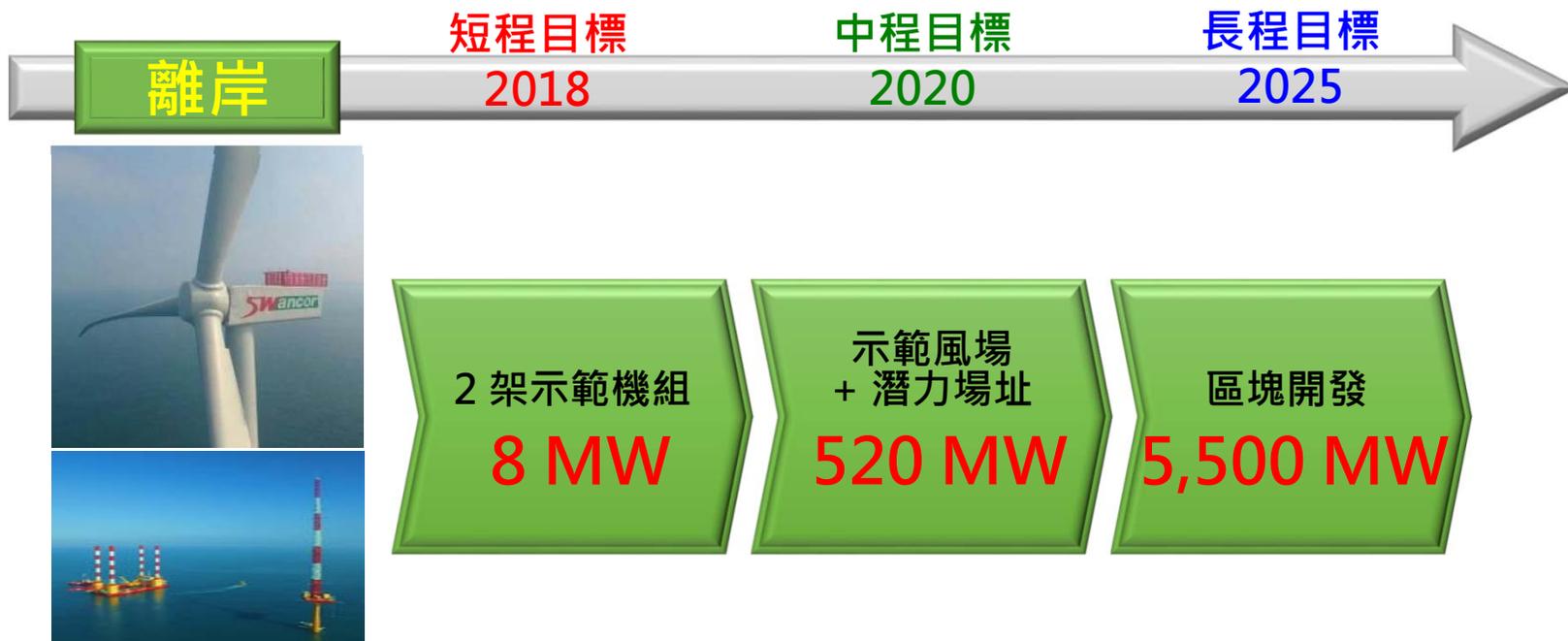
# 簡報大綱

- 一. 離岸風電開發目標
- 二. 場址評估
- 三. 海上作業風險
- 四. 系統簡介
- 五. 功能介紹
- 六. 系統展示
- 七. 結論



# 一、離岸風電開發目標

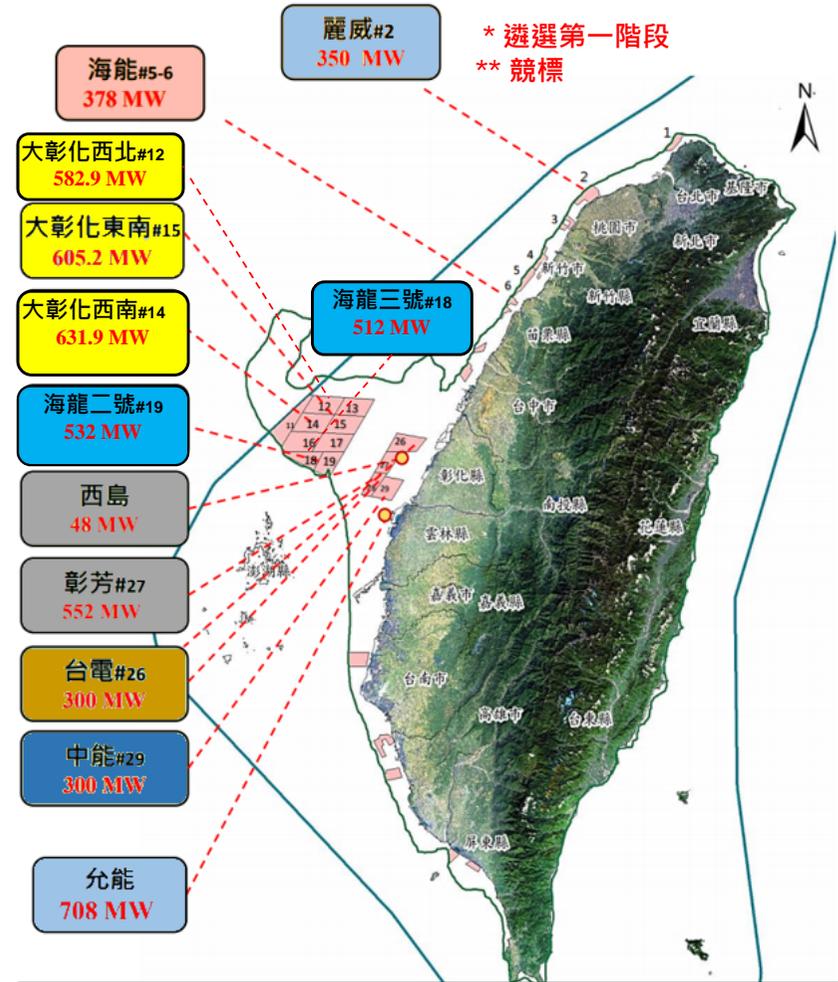
- **短程**目標:2018 年完成 **2 架**離岸示範機組
- **中程**目標:2020 年完成離岸風場 **520 MW**
- **長程**目標:2025 年完成離岸區塊 **5,500 MW**



# 遴選與競標結果

- 18個計畫 (> 10 GW) 獲得了環境影響評估的批准並有資格獲得電網分配。
- 經濟部於2018年4月核給7家開發商10個海上風電場共獲得3,836 MW併網容量。
- 2018年6月通過招標程序核給另外1,664 MW 的併網容量。

Developers	Prep. Office (ZoP No.)	Capacity (MW)	Final Awarded
DE wpd	麗威 (2)	251	350
	允能	632-707.8	348 + 360*
DK Ørsted	大彰化西北 (12)	598	582.9 **
	大彰化東北 (13)	570	0
	大彰化西南 (14)	642.5	294.8 + 337.1**
	大彰化東南 (15)	613	605.2
TW Swancor AU Macquarie DE EnBW	海能 (5 & 6)	555.45-736	378 *
	海鼎一 (11)	648-736	0
	海鼎二 (16)	666-760	0
	海鼎三 (17)	648-760	0
CA NPI Northland Power Inc.	海龍三號 (18)	468-512	512**
	海龍二號 (19)	612-696	300 + 232**
DK CIP Copenhagen Infra-structure Partners	彰芳 (27)	475	552
	西島	305	48
TW Lealea	海峽 (28)	500	0
TW CSC	中能 (29)	450	300
TW TPC	台電 (26)	812	300
TW ACC	竹風 (4)	410	0



## 二、離岸風電場址評估

- 快速評估離岸風場發電量
- 提供設置者及金融業者等設置場址評估參考資訊。
- 國外現況:
  - 單機版:WAsP、Windfarmer 軟體
  - 網路版:大部分以查詢風速資料或是風機經濟分析為主，尚無結合GIS進行風場布置及發電量計算功能

HOME  
DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION  
www.dwind.org

Wind Energy Economics Calculator  
Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely. Note: Prices and costs are examples only. They may not reflect current market conditions or local site or installation conditions.

**CALCULATOR**

Investment with 20 years expected lifetime (USD) ?  
600 kW example wind turbine price 450000 ?  
Turbine installation costs 135000 ?  
30 % installation costs ?  
Total investment = 585000

Current income and expenditure per year  
Income 1500000 kWh @ 0.05 per kWh = 75000 ?  
Use 1.5 % of turbine price for operation & maintenance ?  
Specify total cost (in present day prices) to the right  
Total Net Income per Year = 68250

Net Present Value @ 5 % p.a. real interest rate = 265545.8558763 ?  
Real Rate of Return \*\*\* per cent per annum = 9.901 ?  
Electricity Cost per kWh\*\* Present value per kWh = 0.035794609004 ?

Calculate Default Data Clear Data

Parameters used for Net Present Value and Real Rate of Return \*\*

<http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/en/tour/wres/pow/index.htm>



<https://globalwindatlas.info/>



# 三、海上作業風險

- 海上作業經費占總建置費用的25%~45%，占維運費用的15%~20%，而海氣象預報為離岸施工之關鍵因子。
- 提供海氣象預測服務國外公司很多，但非具備機率性預報與風險評估之決策支援系統。

## WHEN ?

- 動員時間
- 物料運送時間
- 施工離港時間
- 打樁開始時間
- 潛水作業時間
- 海拋時間
- 纜線布放時間
- 開始布放時間
- 運送時間

## COST ?

- 動員成本
- 物料運送成本
- 施工船租成本
- 作業成本
- 船隻成本
- 淘置成本
- 浮筒成本

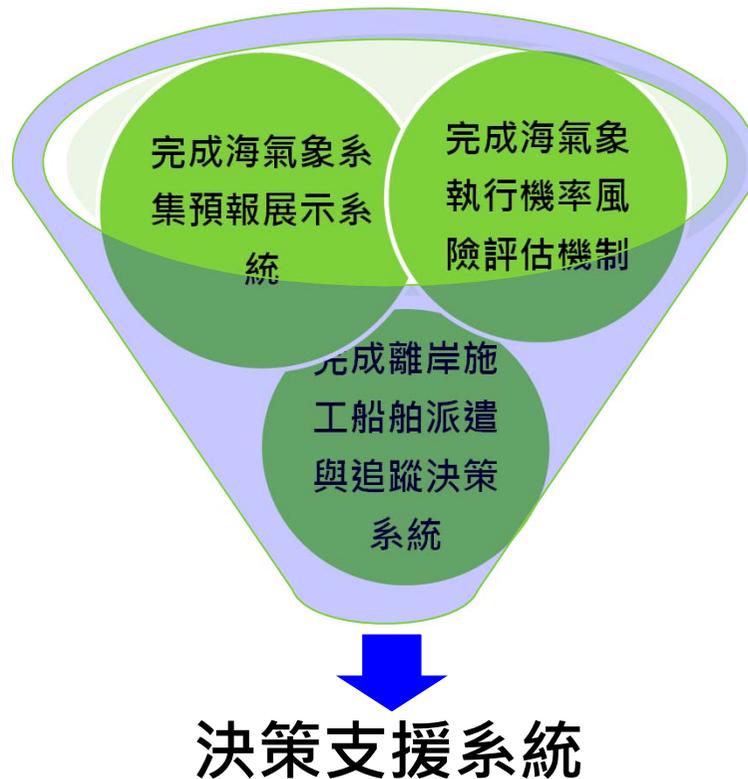


**DOING IT RIGHT!**  
Mitigating risk and increasing certainty.

船型	長度 (公尺)	甲板面積 (公尺 <sup>2</sup> )	可裝載Jacket數(# jackets)	最大作業示性波高 (公尺)	作業每日費用 (百萬)
Large floating DP	250	6500	6	2.5	10
Large jack-up	160	4300	3	1.4	7
華電1001	89.9	2697	N/A	4	3.2
Torben	100	N/A	N/A	2.5	8

## 四、系統簡介

- 離岸風力發電海上作業費用龐大，透過此決策系統可以讓開發商與施工團隊掌握期程，降低開發及運維成本。



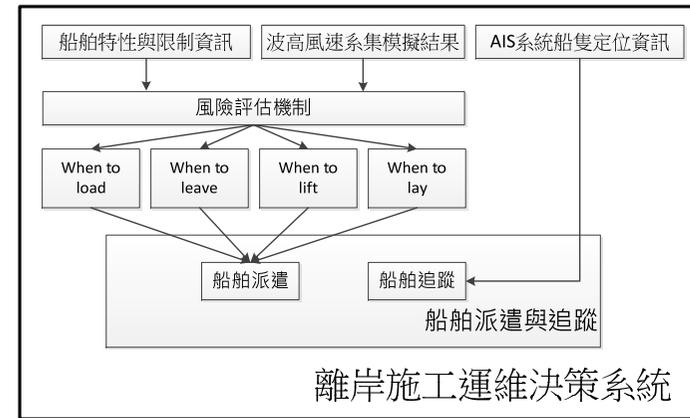
- 完成海氣象系集預報展示系統
  - ✓ 完整呈現海氣象系集預報結果
- 海氣象執行機率風險評估機制
  - ✓ 轉換系集預報資料成為機率性預報結果
  - ✓ 利用蒙地卡羅模擬對多因子進行可執行機率風險評估
- 離岸施工船舶派遣追蹤決策系統
  - ✓ 提供離岸風能開發廠商使用，掌握開發期程減少所需成本
  - ✓ 確保海上施工安全

# 五、功能介紹

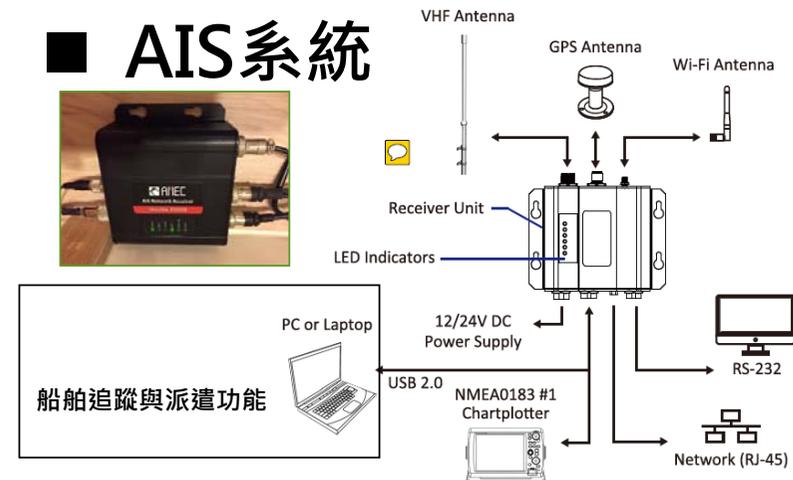
## ■ 系統執行步驟



## ■ 系統架構



## ■ AIS系統



## ■ 蒙地卡羅模擬

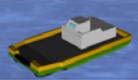
施工連續工期	施工船舶	3日逐時預報	歷史資料
05 小時連續 12 小時連續 24 小時連續 48 小時連續 ⋮	Barge Jack-up barge Wind farm installation vessel Heavy lift vessel Dynamic positioning diving support vessel Air range diving support vessel Offshore support vessel Cable lay vessel Rock dump vessel Flotel	$H_s < 1.1$ m % $U_{10} < 15$ m/s % 日出日落 ⋮ (任何組合)	⋮ 4月 $H_s < 1.1$ 32 % 5月 $H_s < 1.1$ 34 % 6月 $H_s < 1.1$ 45 % 7月 $H_s < 1.1$ 65 % ⋮ 4月 $U_{10} < 15$ 15 % 5月 $U_{10} < 15$ 22 % ⋮

	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
$H_s < 1.1$	35%	37%	36%	38%	39%	30%	32%	31%	30%	30%	22%	23%	24%	23%
$U_{10} < 15$	22%	22%	23%	22%	19%	18%	17%	17%	17%	16%	15%	14%	13%	13%
Sun	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
1 <sup>st</sup> run	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 <sup>nd</sup> run	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 <sup>rd</sup> run	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4 <sup>th</sup> run ⋮	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
可執行機率	25 %	50 %	50 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %	25 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

## ■ 系統需求

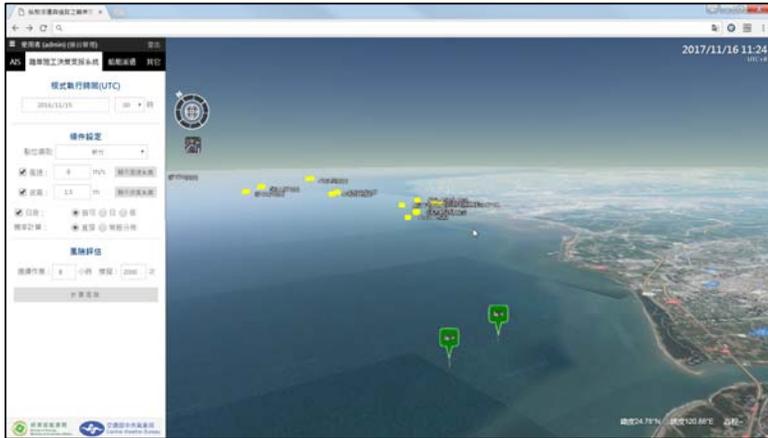


## ■ 三維船舶展示

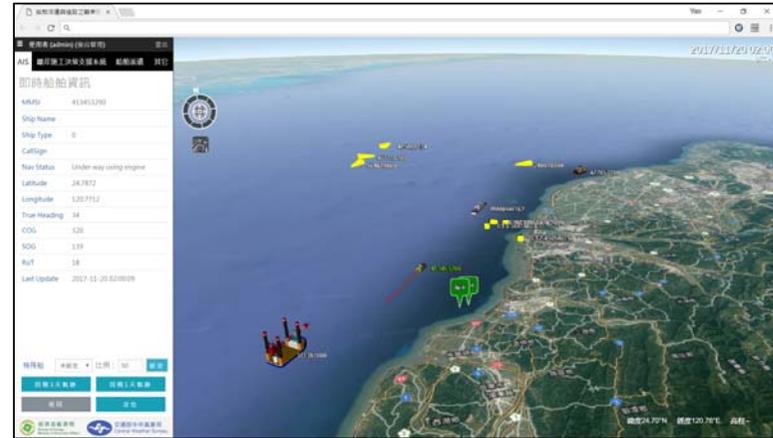
種類	圖片	尺寸	特徵	三維船體
人員運輸船 Crew Transfer Vessels		約 19-25 公尺長	平頭小船可能為雙船身	
安裝與建造船 Installation & Construction Vessels		約 60-140 公尺長	平台船有 4-6 根腳及特大吊車	
佈纜船 Cable Layers		約 80-140 公尺長	船中有大圓盤	
住宿船 Accommodation Vessels		約 80-140 公尺長	略像郵輪可能有直升機坪	
多功能工作船 Multicat Work Boats		約 25-30 公尺長	小平台船有小起重機	



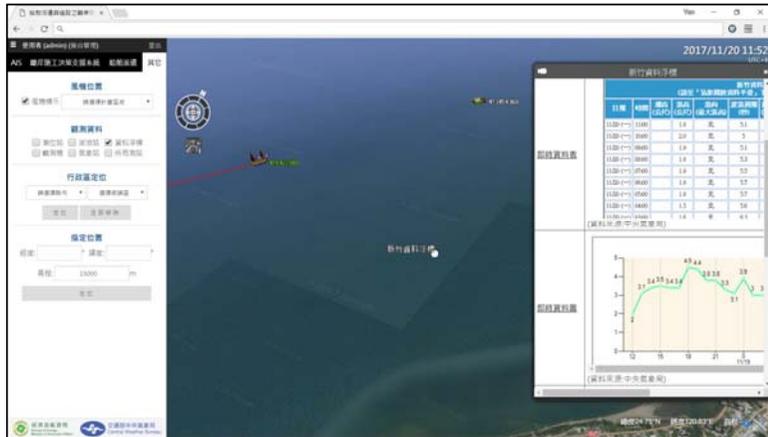
# 六、系統展示



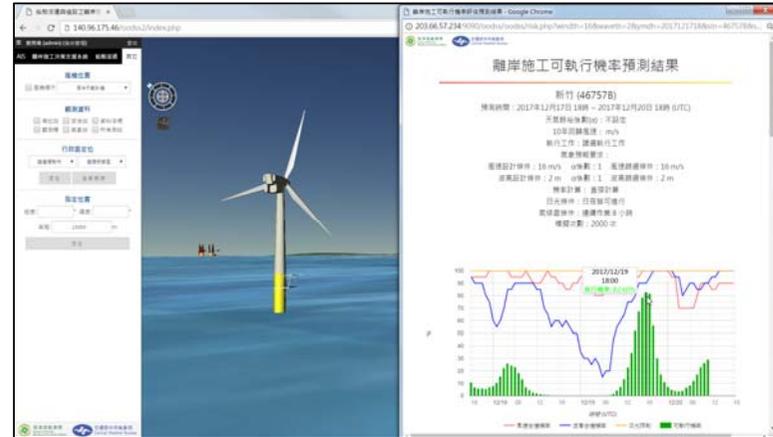
Web-based三維地理資訊



施工船舶AIS資訊展示



即時海象觀測資訊展示



可執行機率風險分析介面

系統操作影片



## 七、結論

- 工研院綠能所結合中央氣象局系集預報，發展離岸施工風險評估、船舶追蹤、船舶派遣、及網際網路三維地理資訊等技術，建置離岸風機施工船舶派遣與追蹤系統。
- 利用短期海氣象機率性預報及長期氣候窗統計，結合各項海域施工特性及限制，來計算離岸作業執行機率，得到海上施工整體的風險機率，以做為決策判斷之依據，並進行船舶追蹤與派遣，可以有效地進行離岸風機施工管理。
- 現階段已完成系統雛形建置包括系集資料讀取、三維地理資訊展示、浪高風速、日光篩選條件及連續作業時數設定、條件因子開關、蒙地卡羅模擬運算、分析結果展示與繪圖、即時海氣象觀測資料展示、船舶即時追蹤、及船舶派遣等功能。
- 後續工作除持續改善與測試離岸風場施工船舶追蹤與派遣決策系統外，將進行天氣餘裕係數探討、預報期程外的歷史統計資料的風險評估機制的建立、以及衛星遠距船舶即時追蹤機制建立。
- 期待透過上述技術的整合，建置離岸風機施工船舶派遣與追蹤決策系統，可以全方位協助離岸風場施工以及日後運維業者所需的海氣象客觀分析資訊，降低海氣象不確定性及主觀的判斷所造成之工期延誤，進而有效掌握海上施工成本，提升海上作業安全。



簡報結束  
敬請賜教

