

臺灣離岸風電區域極限風速推估

黃冠鈞 鄧仁星 陳建蒲 朱嫵儒

中央氣象局科技研究中心



Outliner

- 資料介紹
- 推估方法使用
- 推估分析
- 結論



丹麥離岸風電開發商沃旭能源(Ørsted)

新加坡玉山能源(Yushan)

加拿大北陸電力(NPI)

德國達德能源(WPD)

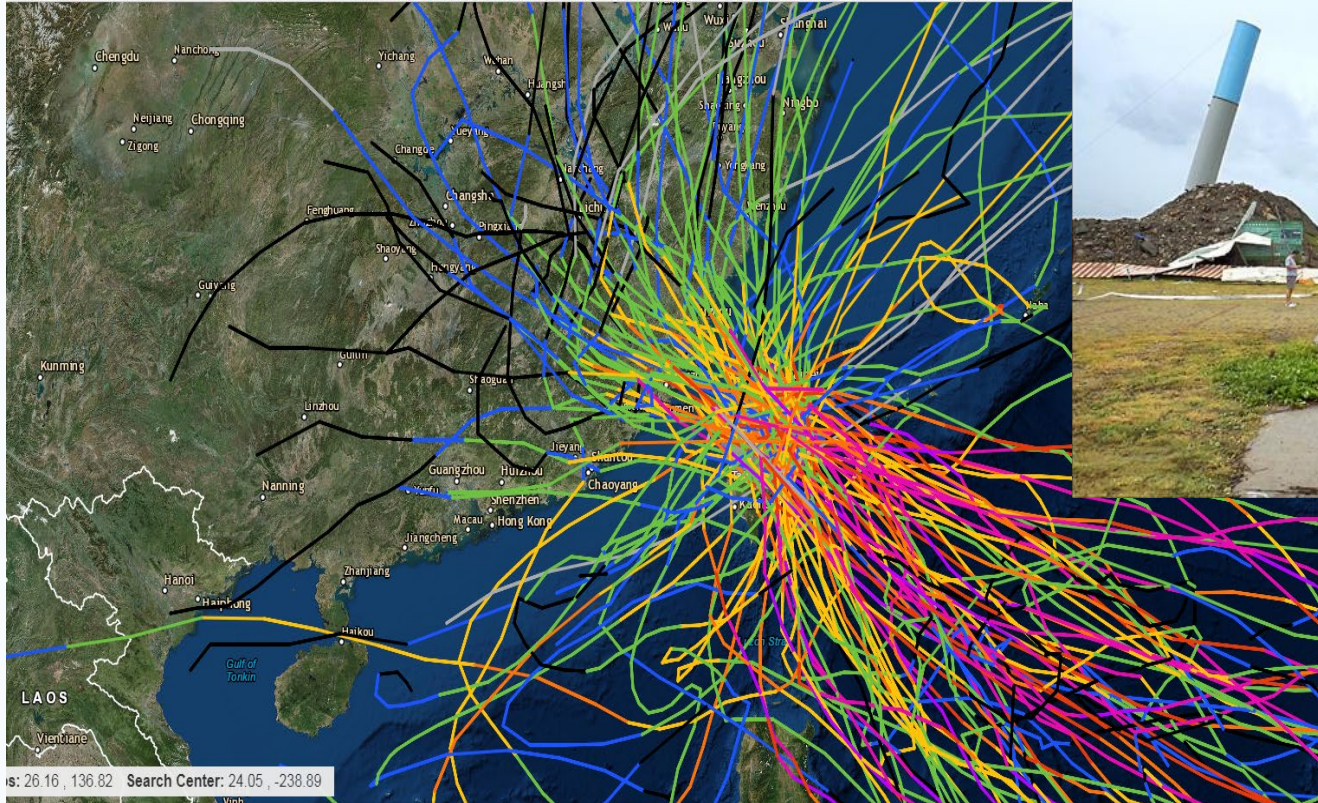
澳洲麥格理資本(Macquarie Capital)

<https://www.4coffshore.com/windfarms/windspeeds.aspx> (2014)

The screenshot shows the website interface with a navigation bar at the top containing links for ABOUT US, MEMBERSHIP & SUBSCRIPTIONS, RESEARCH & INTELLIGENCE, CONSULTANCY, MAPS, EQUIPMENT, NEWS, and CONTACT US. Below the navigation bar is a featured article titled "Ørsted inks U.S. CTV agreement" with a sub-headline "Danish headquartered offshore wind giant Ørsted has entered into an agreement with a U.S. offshore wind support services provider to construct two purpose-built offshore Crew Transfer Vessels." and a date of "Thursday, 09 May 2019". To the right of the article is a table listing wind farm projects in the Taiwan Strait.

Zone of Potential	Location	Status/Icon	Date
13	Zone of Potential - 9	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.04
13	Zone of Potential - 10	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.04
13	Zone of Potential - 22	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.04
13	Greater Changhua 3 - North East	Taiwan Strait [Flag] [Lightbulb]	12.04
13	Greater Changhua 1 - South East	Taiwan Strait [Flag] [Lightbulb]	12.04
18	W3 - EOLFI	Taiwan Strait [Flag] [Lightbulb]	12.02
18	W25 - EOLFI	Taiwan Strait [Flag] [Lightbulb]	12.02
18*	Xidao - TGC	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.02*
18*	Zhangfang - TGC	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.02*
18	Zone of Potential - 20	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.02
18	Zone of Potential - 21	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.02
18	Zone of Potential - 8	Taiwan Strait [Flag] [Trash]	12.02

颱風路徑(1949~2017年)



<https://coast.noaa.gov/hurricanes/>



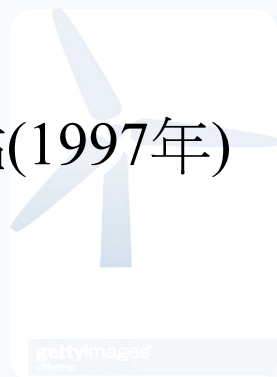
模式資料

- 資料時間長度：1990~2009年有發布陸上警報的颱風
- 模擬時間：氣象局陸上颱風警報開始到結束(逐小時)
- 模擬颱風個數：54個，共4604個侵臺時間
- 模擬情境：1組控制組模擬及11組系集模擬
- 解析度：5公里
- 變數：U10,V10(m/s)
- 資料來源:颱風降雨整合預報技術之發展研究計畫(李清勝,2009~2011)
- 模式使用: WRF(Weather Research and Forecasting Model)

MM5(The Fifth-Generation NCSR/Penn State Mesoscale Model)

觀測資料

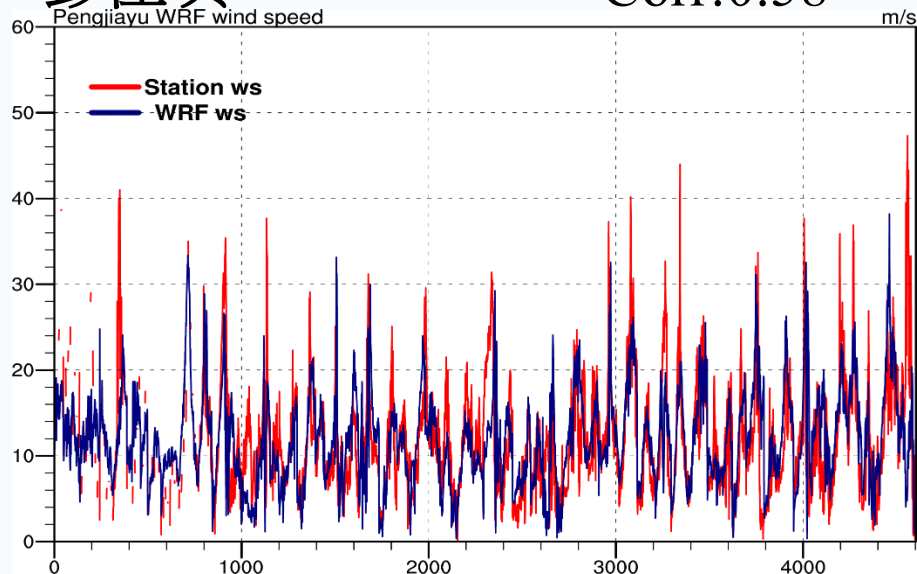
- 彭佳嶼測站(1910年)、東吉島測站(1962年)、新竹浮標測站(1997年)
- 變數：逐小時的平均風速(m/s)
- 時間：與模式模擬時間相同



模式與觀測 風速的時間序列

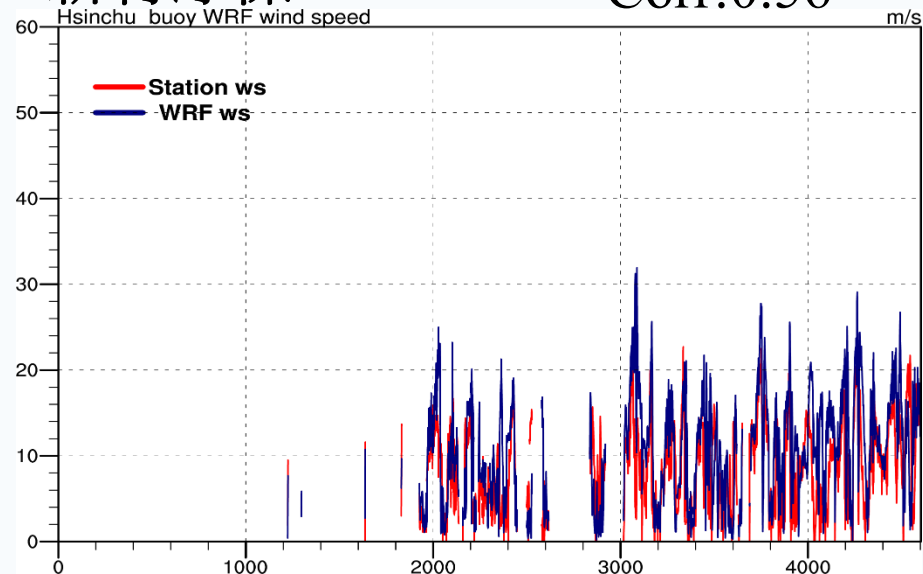
彭佳嶼

Corr:0.58



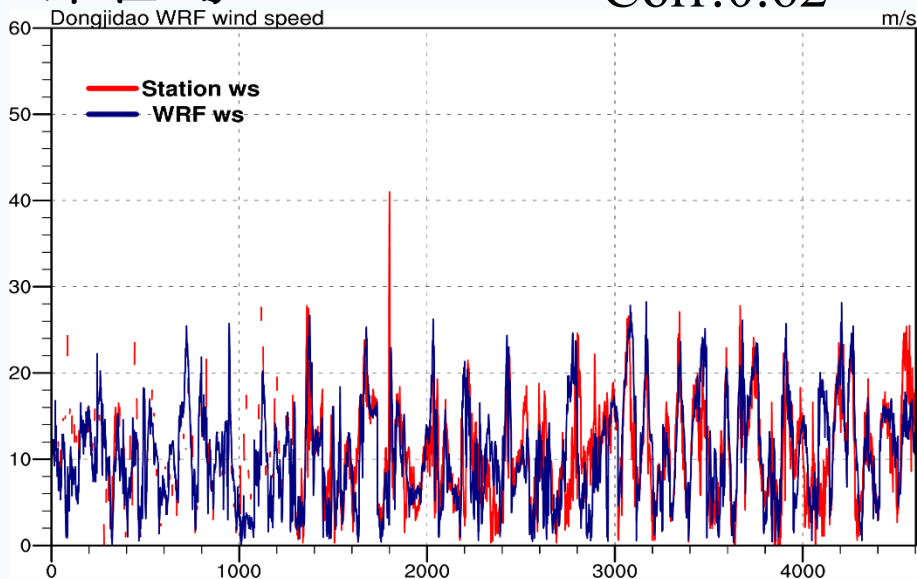
新竹浮標

Corr:0.56

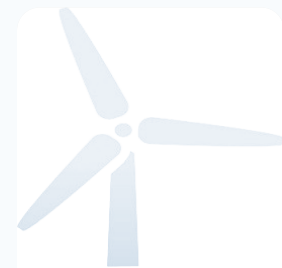


東吉島

Corr:0.62

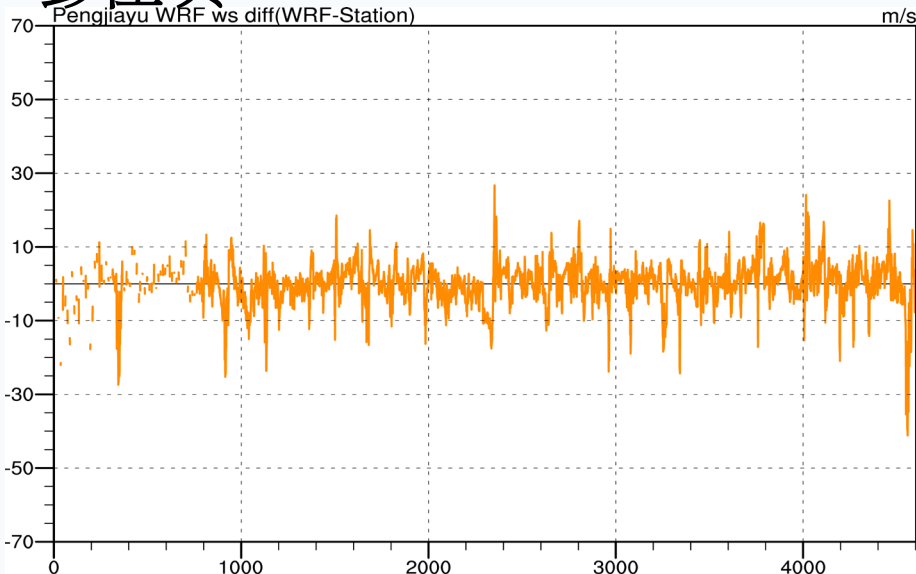


紅線: 觀測的風速
藍線: 模式的風速
縱軸: 風速(m/s)

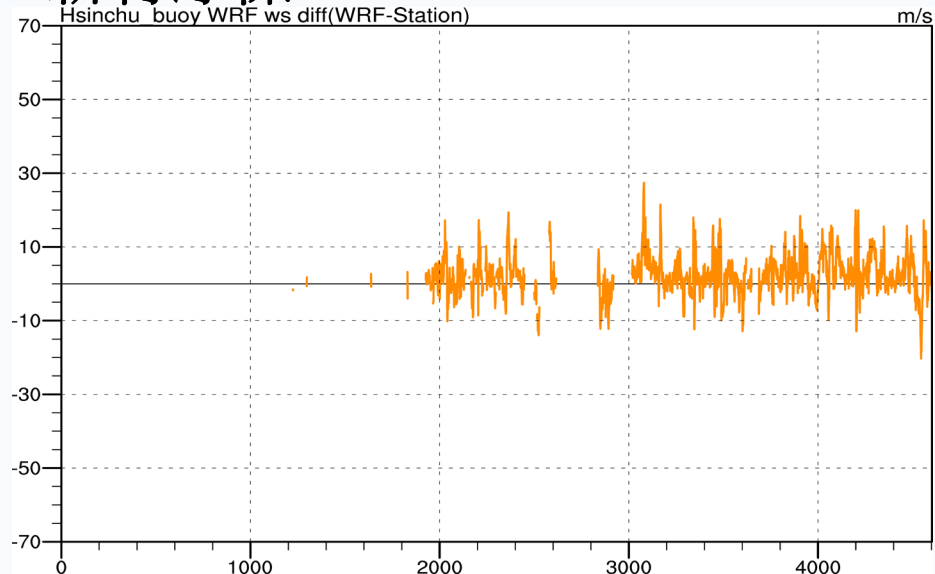


模式與觀測的風速差(模式-觀測)

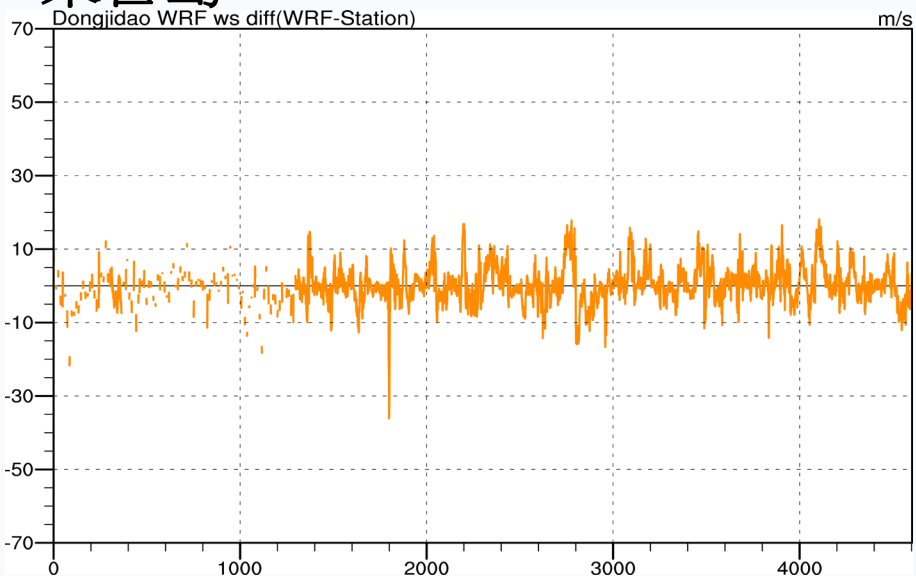
彭佳嶼



新竹浮標



東吉島



縱軸:風速差(m/s)

風速計海拔高度:

彭佳嶼測站: 108.9公尺

東吉島測站: 52.1公尺

新竹浮標測站: 2公尺



推估方法

參考由丹麥科技大學(DTU)開發的一套極限風速評估軟體(WAsP)的推估方程，此推估方程是由甘貝爾(Gumbel)極值分佈推導出的方程，並利用每年的最大風速值計算得到推估方程中的參數。以下為推估方程：

推估方程：

$$U_T = \alpha \ln T + \beta \quad \alpha: \text{尺度參數} \quad \beta: \text{位置參數} \quad U_T: \text{風速} \quad T: \text{重現期(年)}$$

U_{50} : 重現期達50年的風速值

參數：

$$\alpha = \frac{2b_1 - \overline{U^{max}}}{\ln 2}, \quad \beta = \overline{U^{max}} - \alpha \gamma_E \quad \gamma_E \approx 0.577215665: \text{Euler's constant}$$

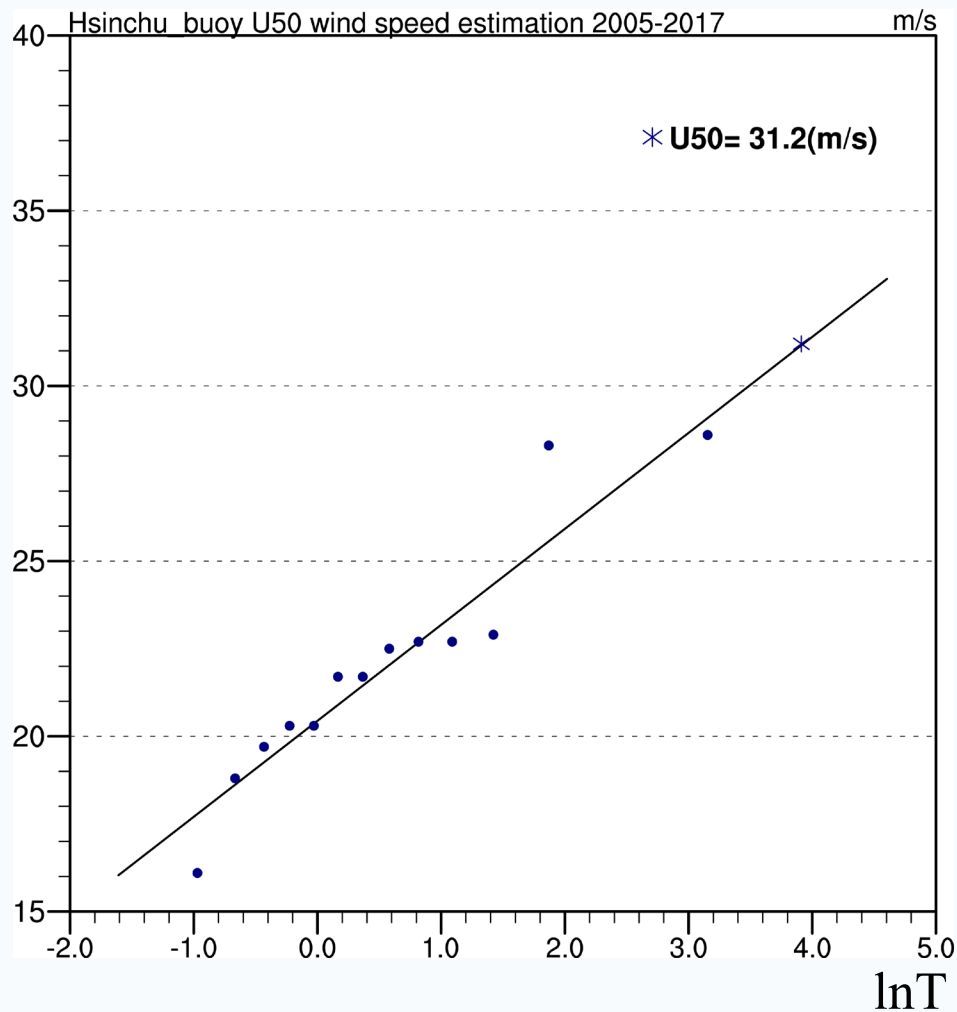
$$b_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{i-1}{n-1} U_i^{max} \quad U_i^{max} = \text{Annual Max Wind Speed} \quad i=1,2,\dots,n \text{(由小到大)}$$

$$\overline{U^{max}} = U_n^{max} \text{ mean } n=1,2,3,\dots,n$$

參考文獻：Brian O. Hansen, X. G. L., Mark C. Kelly, Ole, et al. (2016). Extreme Wind Calculation Applying Spectral Correction Method – Test and Validation. (Wind Atlas Analysis and Application Program, WAsP)

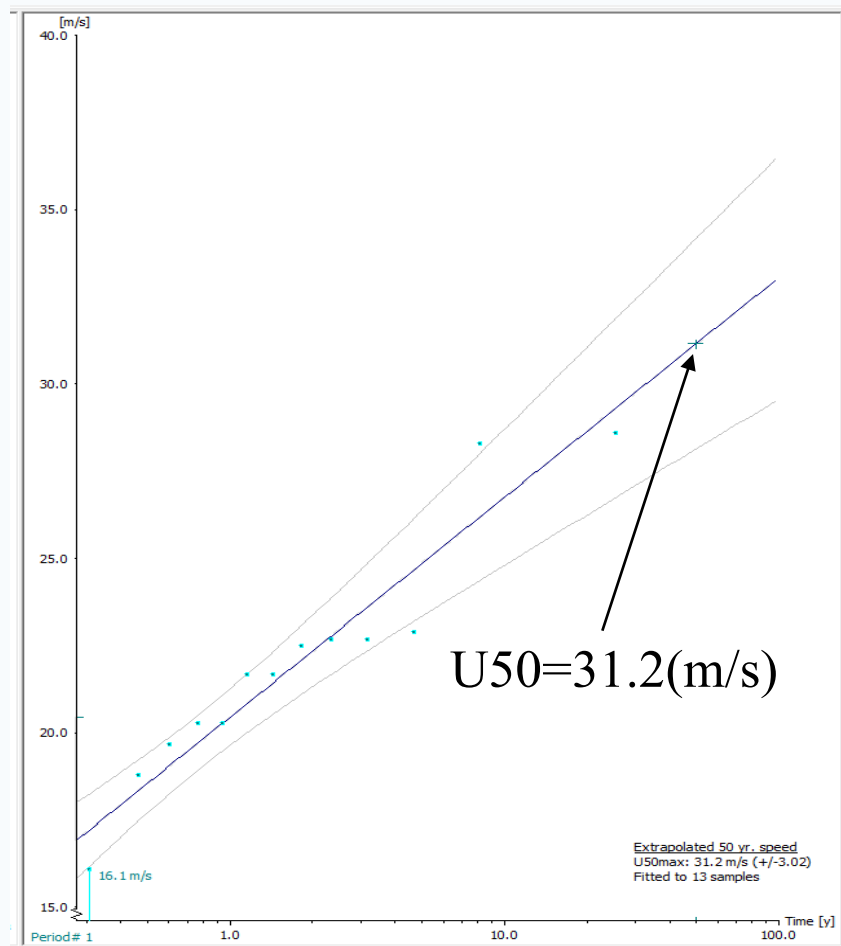
檢驗方法

WS(m/s)



WS(m/s)

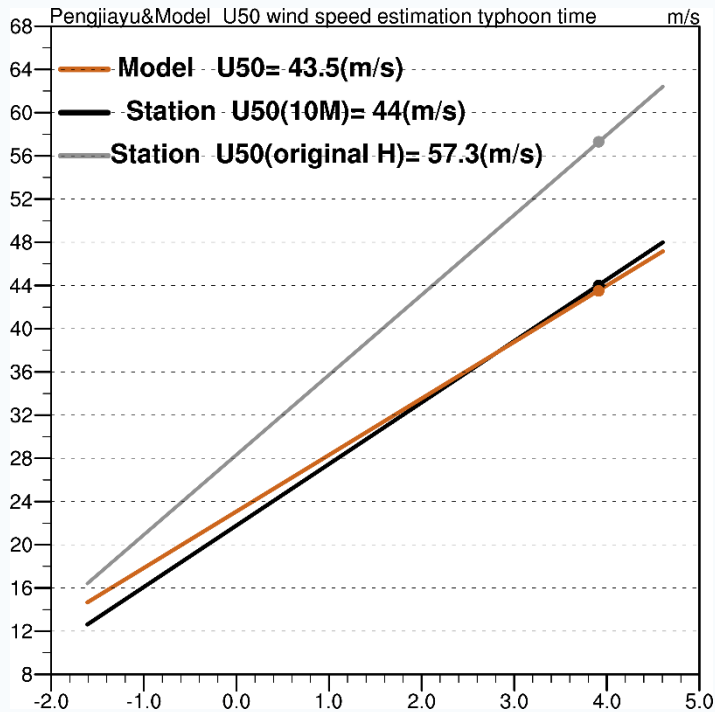
WAsP



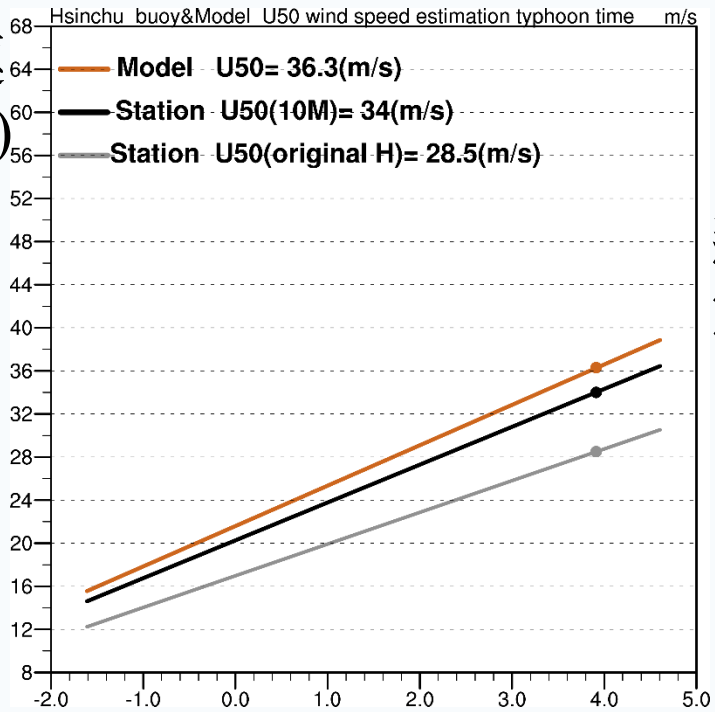
星號：重現期達50年的風速值

T(year)

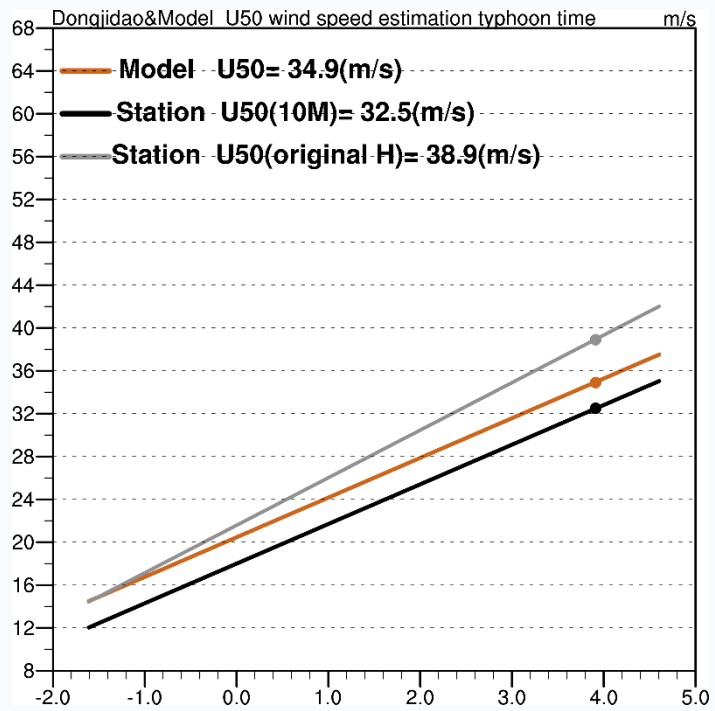
風速
(m/s)



風速
(m/s)



風速
(m/s)



lnT

lnT

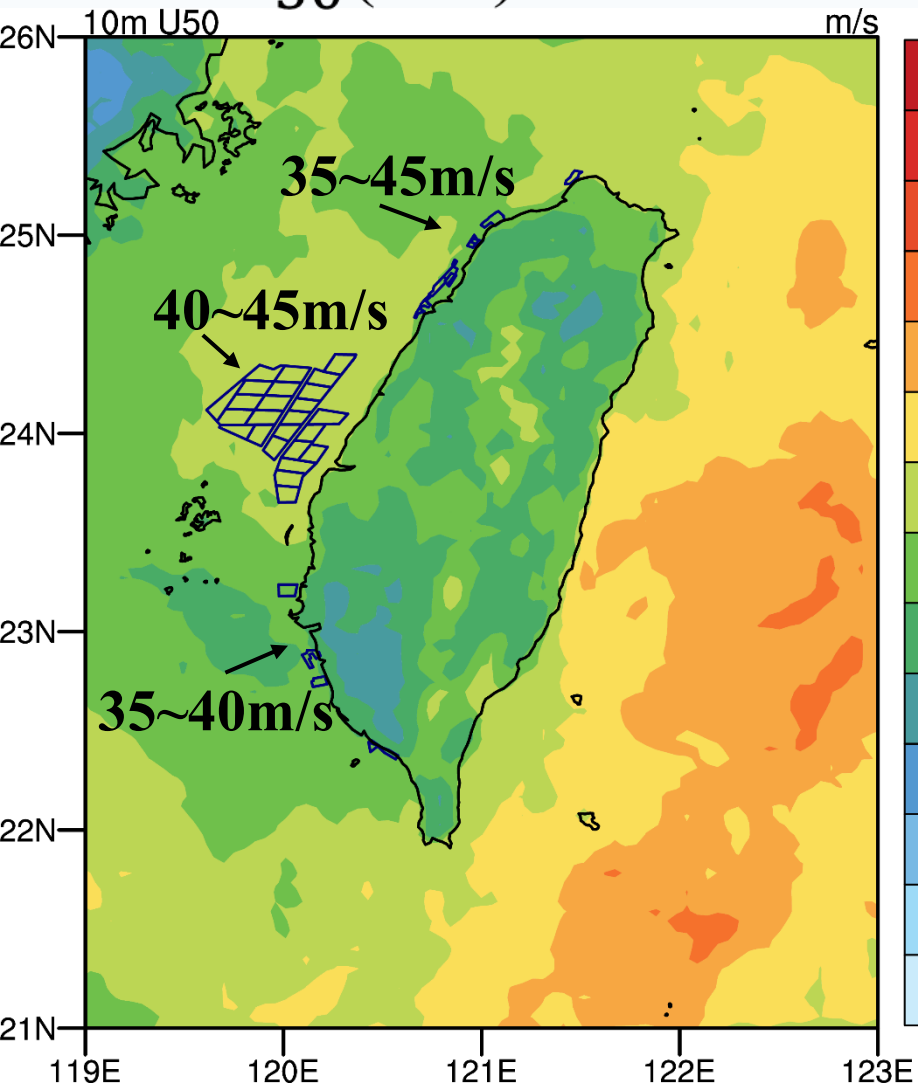
- 灰線: 測站推估線(原高度)
- 黑線: 測站推估線(10公尺高)
- 橘線: 模式推估線
- 圓點: U50(m/s)

Power Law: $\frac{V_z}{V_{10}} = \left(\frac{z}{10}\right)^\alpha \quad \alpha:0.11$

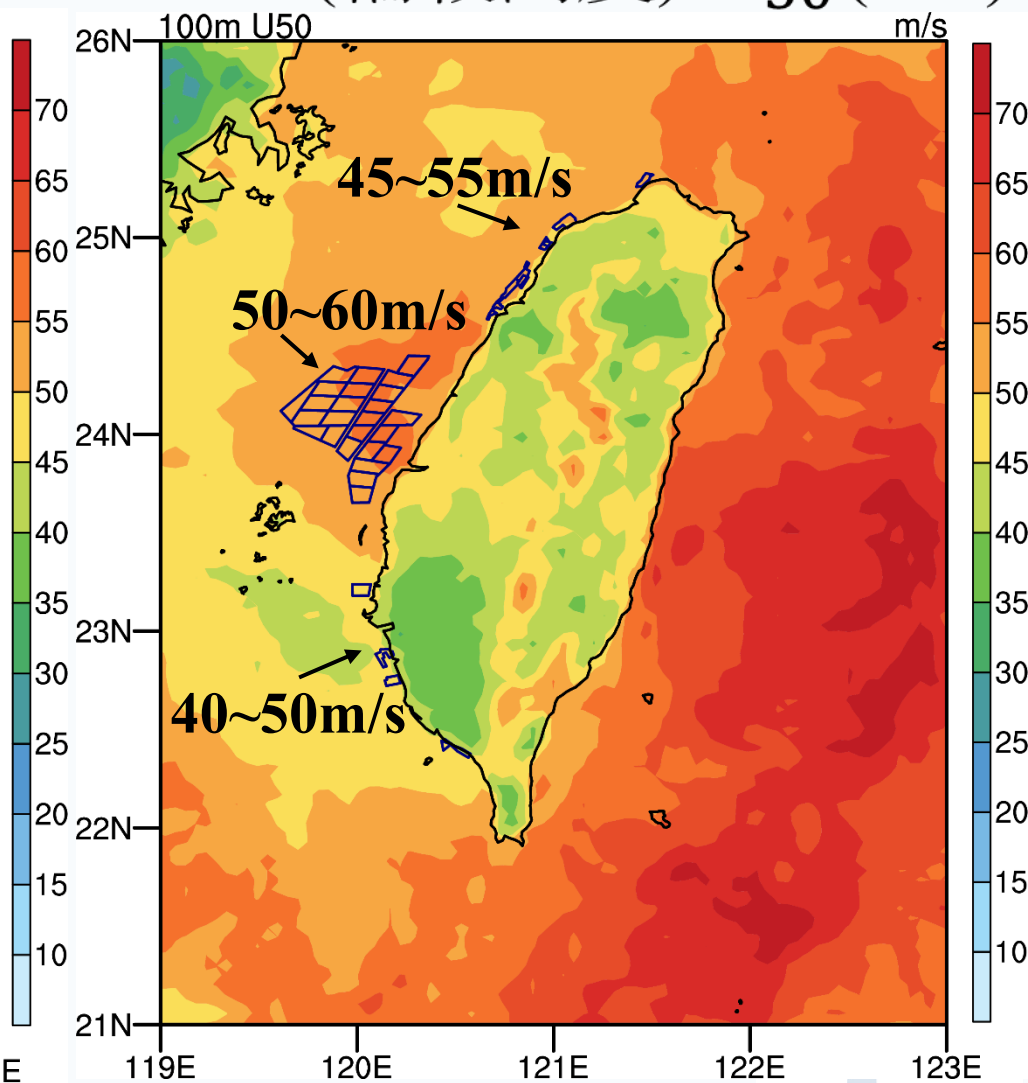


模式資料推估

10M U_{50} (m/s)



100M(輪轂高度) U_{50} (m/s)



Power Law: $\frac{V_z}{V_{10}} = \left(\frac{z}{10}\right)^\alpha$ V_z : 高度z處之風速, V_{10} : 10公尺高之風速, α : 0.11

結論

- 由模式與測站的推估分析顯示，模式資料能呈現出與觀測相近的推估結果(U50)及推估趨勢。
- 目前推估結果顯示，在西部離岸的風電場址中，彰濱外海的風力發電機的耐風能力需能達到60m/s，其餘地區的風電場址則需達到55m/s。



參考文獻

- Larsén, X. G., et al. (2013). "Uncertainties of the 50-year wind from short time series using generalized extreme value distribution and generalized Pareto distribution." Wind Energy.
- Brian O. Hansen, X. G. L., Mark C. Kelly, Ole, et al. (2016). "Extreme Wind Calculation Applying Spectral Correction Method – Test and Validation."
- 李清勝，颱風降雨整合預報技術之發展(2009-2011)。交通部中央氣象局委託研究計畫報告

Thank you for listening!

