

離岸風機及支撐結構於 極端氣候條件下之設計與驗證



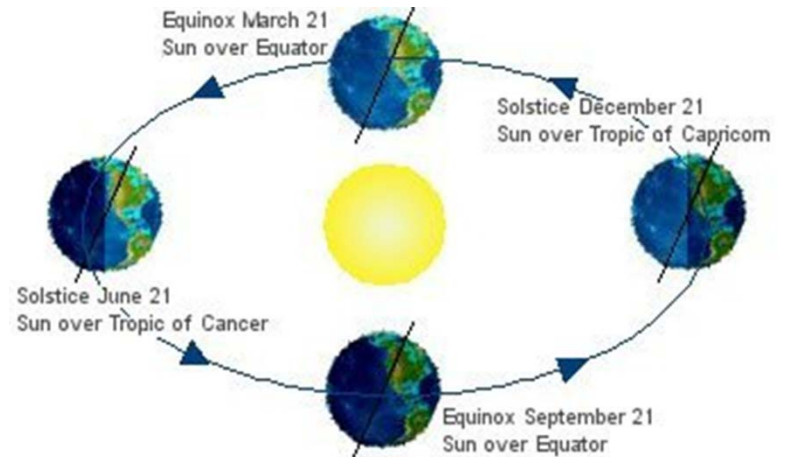
演講人：黃金城 博士
機械及系統工程專案 組長



for 106年天氣分析及預報研討會
行政院原子能委員會核能研究所

風的由來

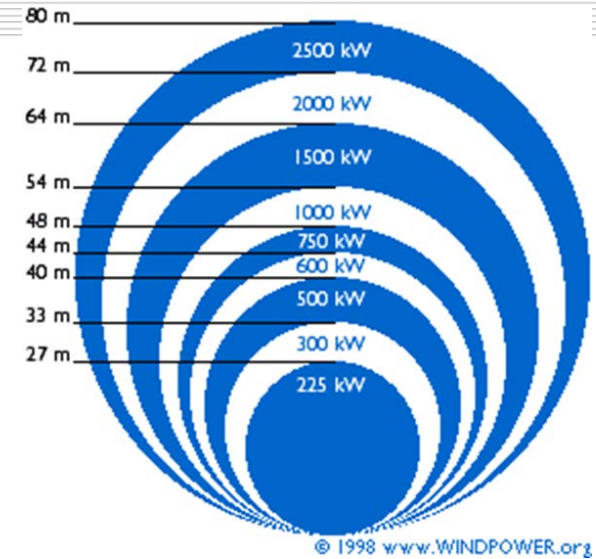
- 空氣的流動形成『風』，主要成因是因為地球的自轉及太陽照射造成熱分布不均勻，熱空氣上升，壓力不同形成風。



風能的擷取

□ 功率 Power 的定義：

$$\text{Power} = \frac{\text{K.E.}}{\text{time}} = \frac{\frac{1}{2}(\text{mass}) \times (\text{velocity})^2}{\text{time}}$$
$$\frac{\text{mass}}{\text{time}} = \text{density} \times \text{area} \times \text{velocity}$$



$$\text{Power} = \frac{1}{2}(\text{density}) \times \text{area} \times (\text{velocity})^3 = \frac{\rho AV^3}{2}$$

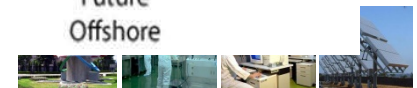
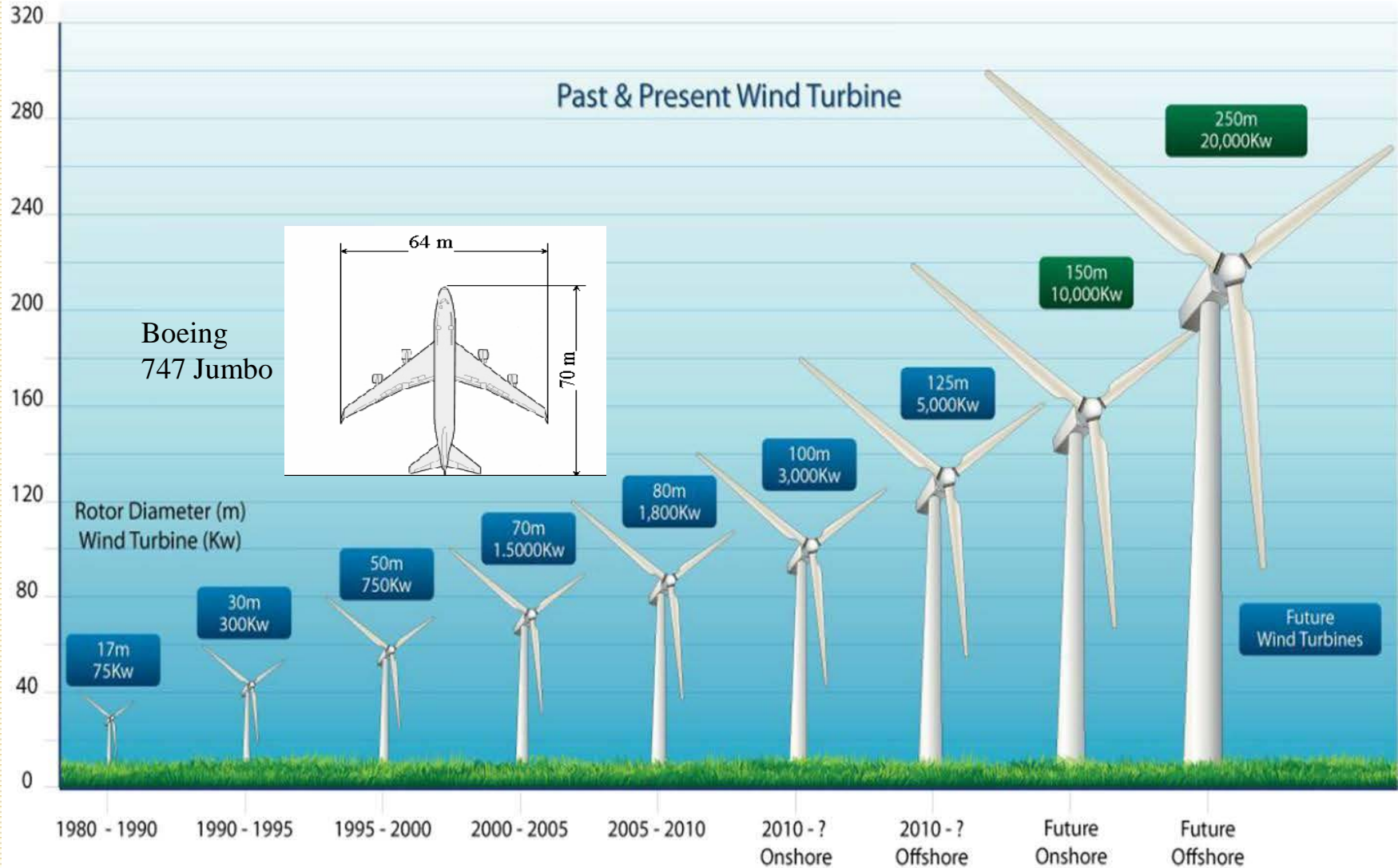
- 所以，對於風能的擷取，決定因素為葉片掃掠面積(swept area)及風速。
- 風速增加 10% ， 功率增加 33%



不同型式-大型水平軸風機



大型水平軸風機的演進



早期海上風能使用



Renewable Energy Research Laboratory

Early Offshore Wind Energy (for transportation)



Mural from Akrotiri, Santorini (Greece), c. 1,500 BC

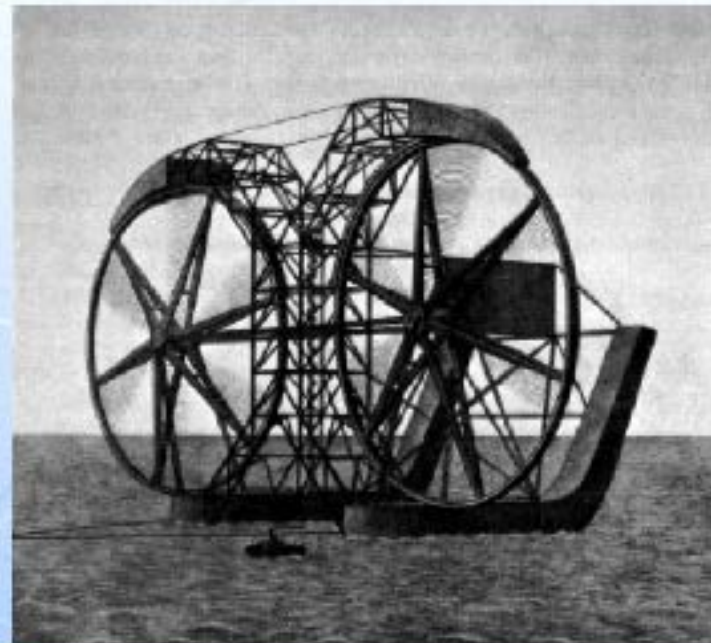
首次海上風力機



Renewable Energy Research Laboratory

First Idea for Offshore Wind Turbines

- Hermann Honnef
- Germany, 1930's
- Multiple rotors



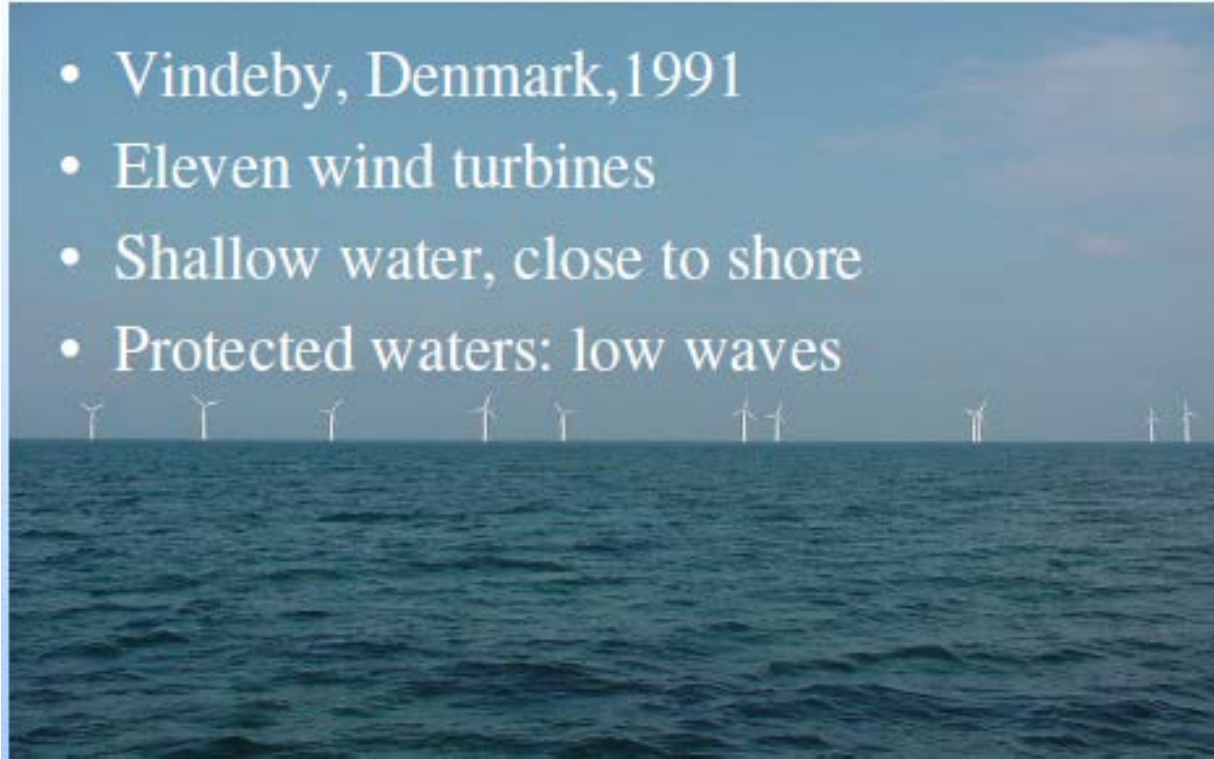
第一個離岸風電場 - 丹麥



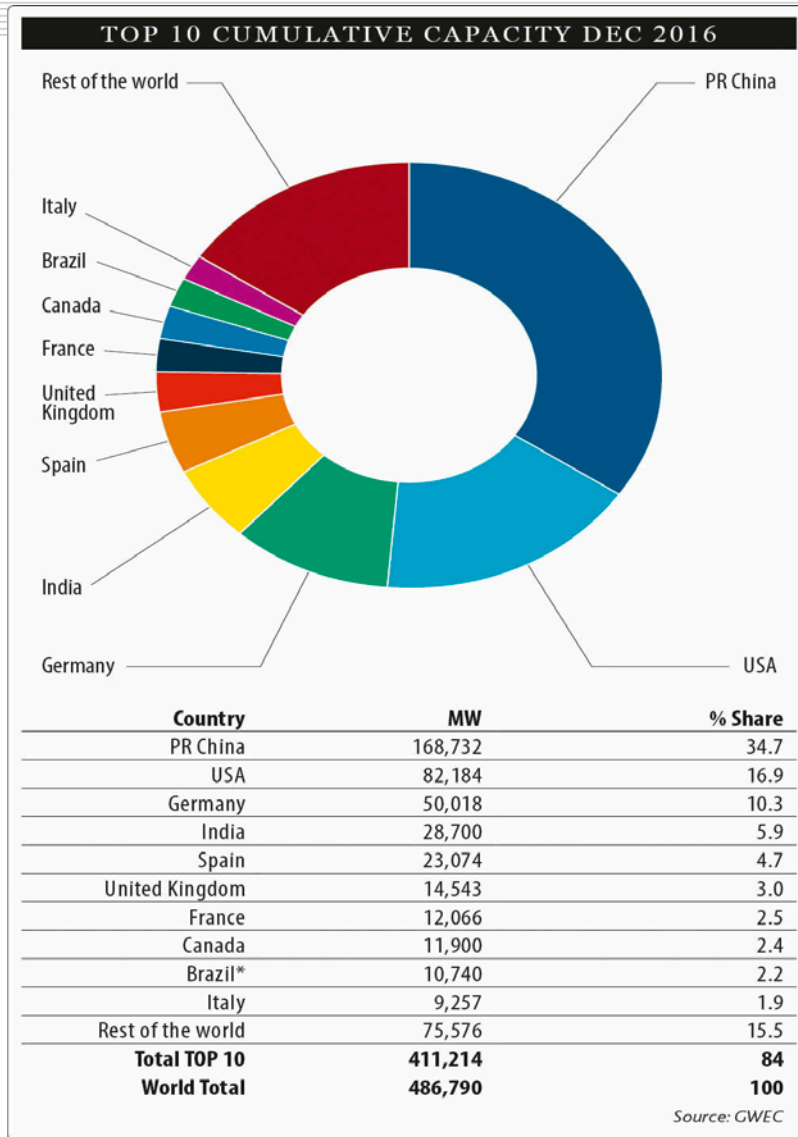
Renewable Energy Research Laboratory

First Offshore Wind Turbines Built

- Vindeby, Denmark, 1991
- Eleven wind turbines
- Shallow water, close to shore
- Protected waters: low waves



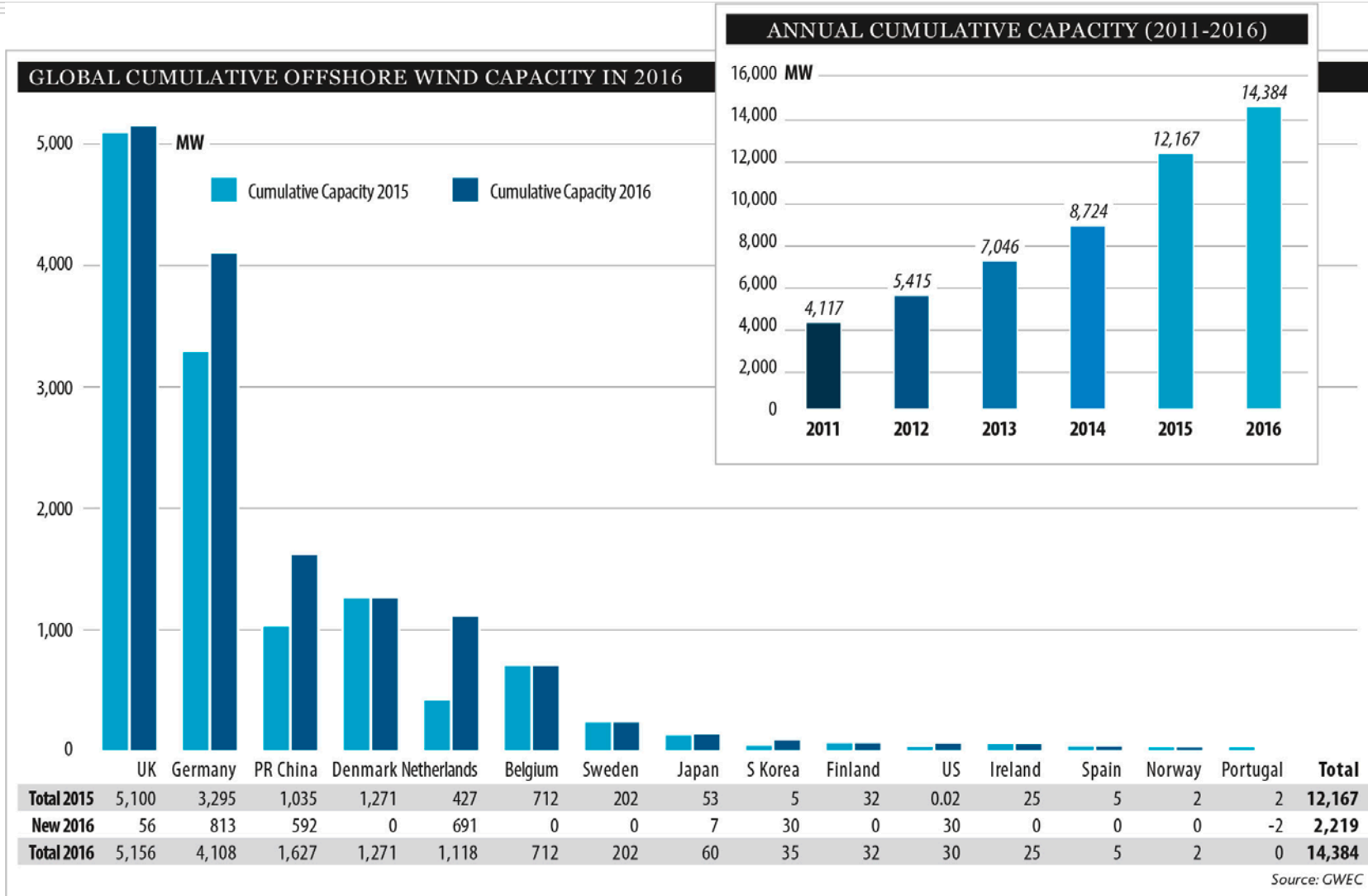
世界風電發展資訊



- 依據GWEC數據，2016年全球**新增**風電裝機容量55GW，全球累計風電裝機達到**486GW**。
- **中國**2016年新增風電裝機23GW，累計容量已達**168GW**，目前居世界領先地位。



世界離岸風電發展資訊



As of end of 2016, GWEC



世界離岸風電發展資訊

- 依據GWEC統計數據，從2011 ~ 2016，歐洲為離岸風電開發主要市場，以每年平均增加2GW, 持續成長，世界累計離岸風電已超過14GW(2016)。
- 2016年，英國新增離岸風電達 56 MW，為目前世界最大離岸風電國家其離岸風電已超過5GW。
- 中國於離岸風電近年來亦發展快速已達 1.6 GW，居世界第3。





世界最大離岸風電場 英國 London Array



倫敦東邊泰晤士河口離岸20kw
第一期於2013/7運轉(630MW/175-S3.6)



最新德國離岸風場



德國離岸風電總裝置容量約 4.1 GW，其中 3.82 GW(>90%)位於北海區域，其餘位於波羅的海。(2016)



台灣風力發電蓄勢待發 >> 陸域風電 >> 離岸風電

澎湖 中屯風電場



台中 高美濕地
風電場

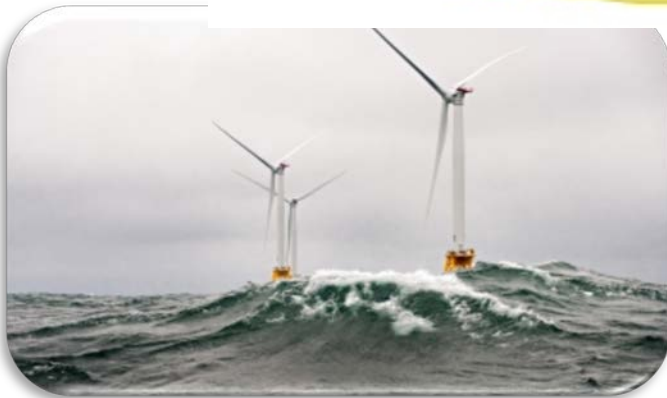
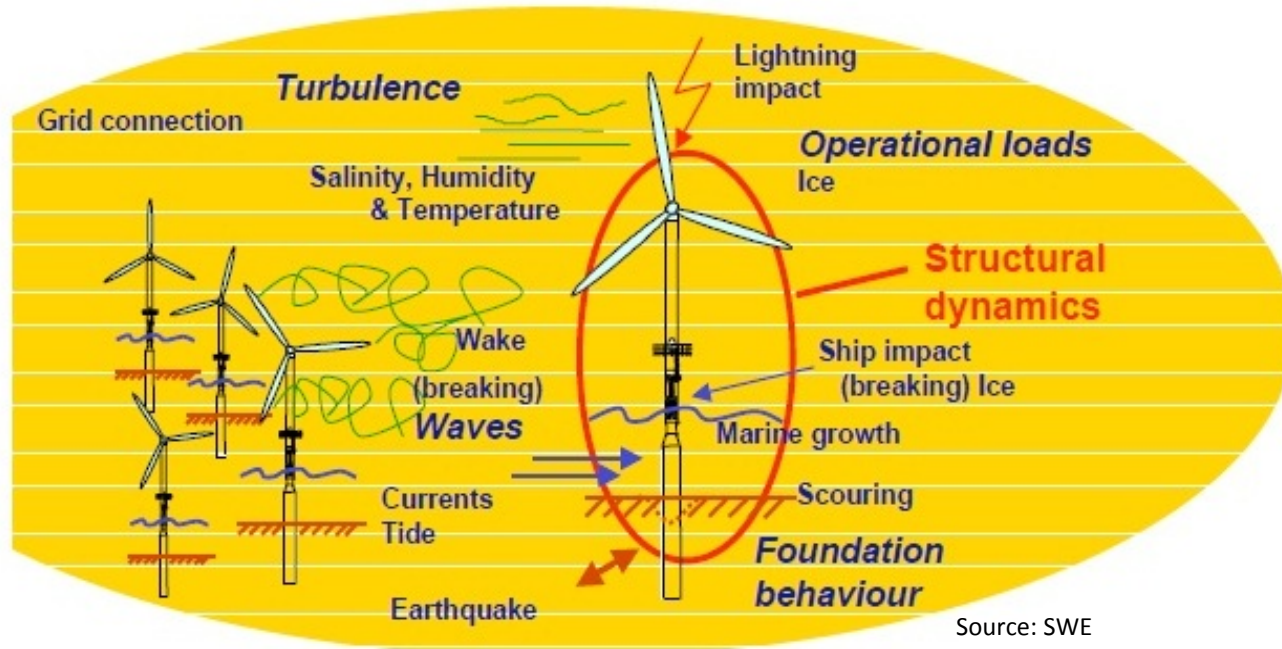


大園觀音風力發電場

苗栗後龍
海洋離岸風場



離岸風機及支撐結構承受複雜極端氣候條件

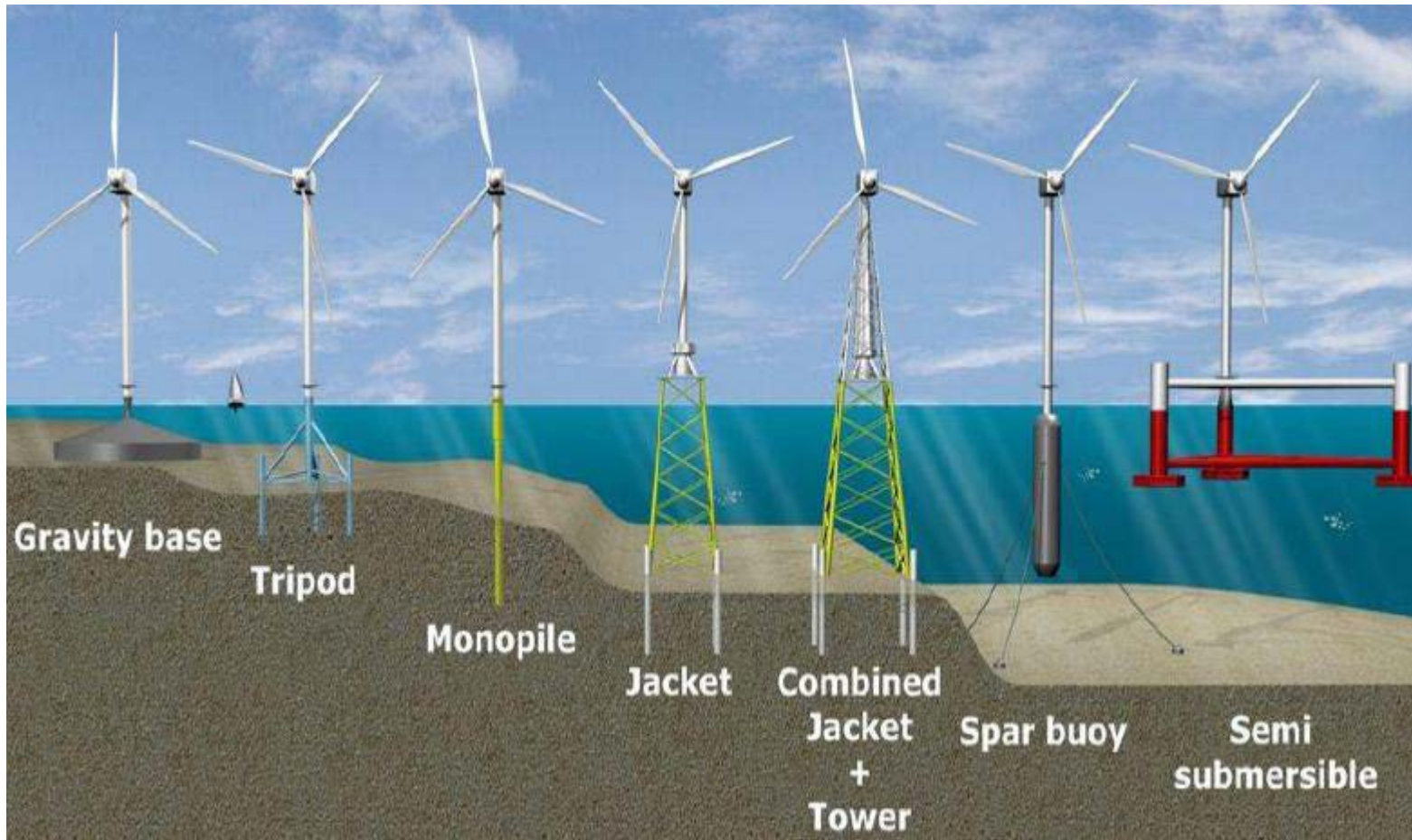


Source: US/DOE



Source: US/DOE

不同支撐結構及基礎



國內外風機承受異常氣候挑戰之損壞頻傳



2008年 薔密颱風 台中港區風機倒塌

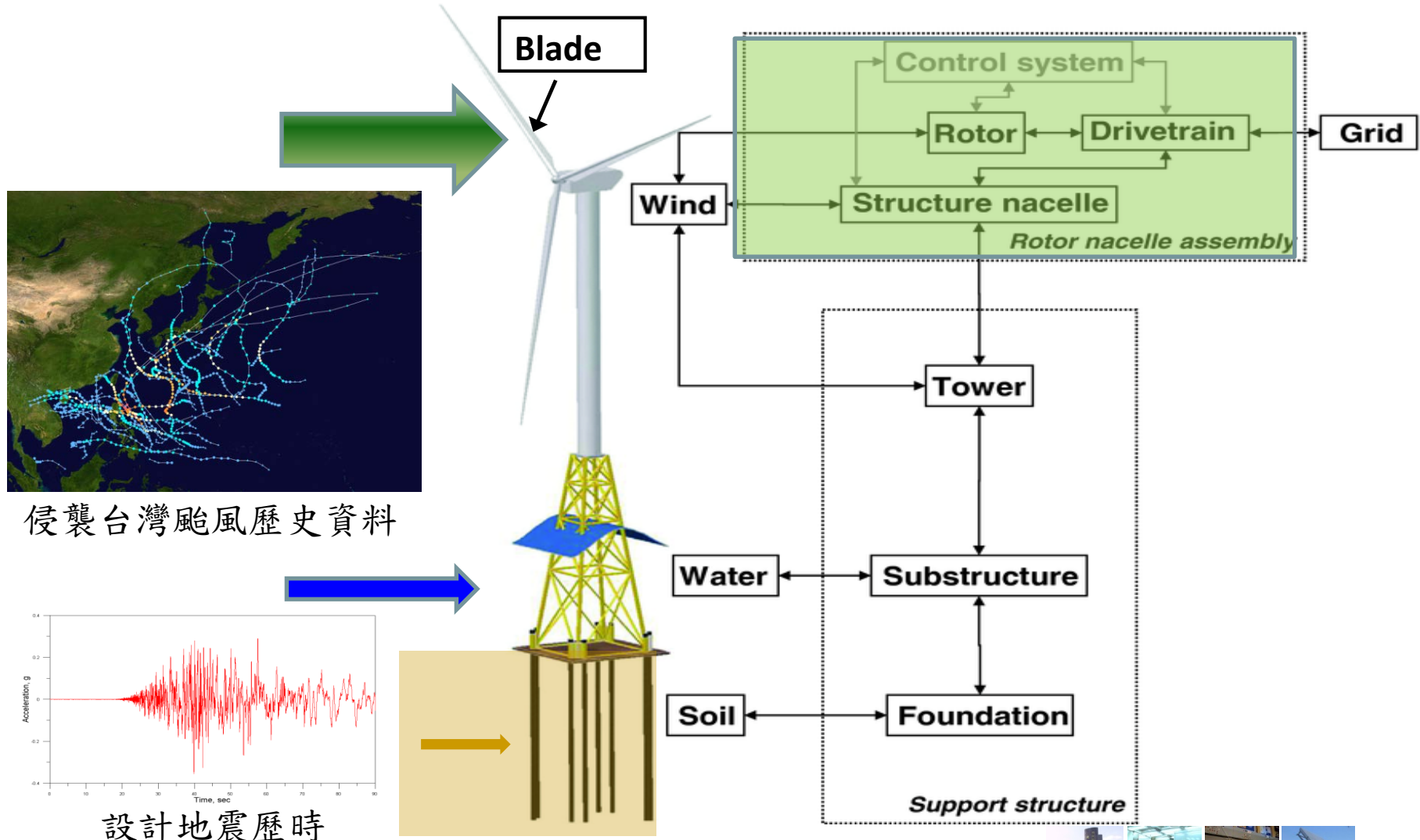


2015年 蘇迪勒颱風 台中港區風機倒塌



2003年梅米颱風
日本沖繩地區風機倒塌

離岸風機及支撐結構承受颱風及地震



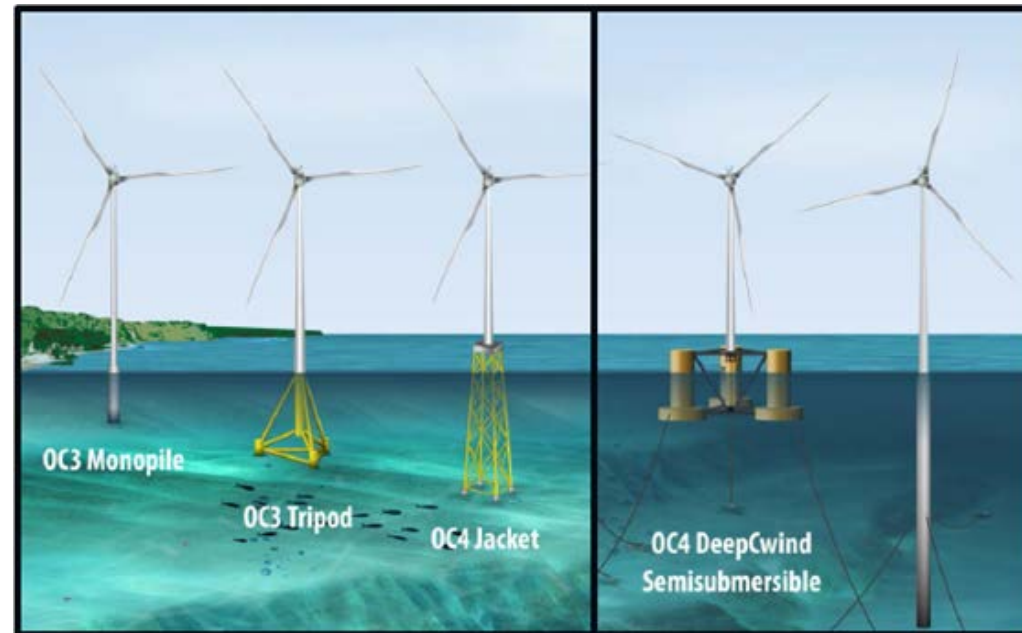
離岸風機及離岸風場之設計與驗證

- 風機驗證依據 IEC 61400-22
 - 型式驗證(Type Certification)
 - 專案驗證(Project Certification)
- 型式驗證主要針對特定風機系統，驗證其符合設計、製造及測試標準，確保風機系統的安全性、耐久性及相關性能參數。
- 專案驗證主要針對風機特定場址(Site Specific)，藉由場址調查及評估相關影響載重如風、波浪、海流及地震等及地質狀況，滿足設計標準，以確保離岸風機於風場整體的結構安全及完整性。
- 技術需求者：



離岸參考風機於極端氣候之設計與驗證技術

- 為建立本土化離岸參考風機於極端氣候條件如颱風及地震之設計與驗證技術
 - 核能研究所藉由能源國家型離岸風力主軸計畫，引進能源總署(IEA)國際合作計畫OC3/OC4/OC5計畫成果。
 - 蒐集國內颱風及地震數據，建立可利用之數值輸入，逐步建立本土化的離岸參考風機之設計與驗證技術。



OC3: Offshore Code Comparison Collaboration (2005-2009)

OC4: Offshore Code Comparison Collaboration Continued (2010-2013)

OC5: Offshore Code Comparison Collaboration Continued, with Correlation (2014-2018)

離岸風機於極端氣候之設計與驗證應用目標

- 原能會核能研究所(行政院組改後，經濟部能源部能源研究所)為政府國家實驗室，藉由技術研發協助國內離岸風電建設，提高風機可靠度及降低運維成本，以及協助建立國內離岸風機自主化產業。
- 建立國內防颱抗震離岸風機及支撐結構整合設計驗證技術，協助主管機關審核、產業界應用、後端運維管理等。
- 協助經濟部標檢局建立離岸風電測試驗證平台，建立國內產業鏈及相關設計導則與標準，以加速國內離岸風電開發。
- 建立技術研發聯盟團隊
 - 核研所與德國斯圖加特大學風能中心(SWE)及丹麥奧爾堡大學(AAU)已建立合作研究團隊。
 - 核研所參與科技部能源國家型科技計畫，組成跨領域團隊，攜手推動國內離岸風電技術研發。





Thank you for your attention !

