【2021國科學探究競賽-台灣離岸風力發電之可能性】

題目名稱: 台灣離岸風力發電之可能性

指導老師:蘇峰慧 老師

組員:陳宇翔 同學、蔡靖晟 同學、張懷喆 同學、紀冠寧 同學

一、摘要:

隨著環保意識的抬頭, 綠能成為台灣民眾的新電力來源。然而, 綠能並非毫無缺點, 本篇將探討台灣離岸發電之可能性。我們藉由風力發電之發展優劣分析、離岸與岸上的風力發電比較, 以及風力發電與其他再生與非再生能源之比較, 來探究離岸發電的發展困境與展望。

二、探究題目與動機

2019年, 位於台灣西北部苗栗外海約3公里處的海洋風電(Formosa1), 也就是台灣首座離岸風場開始商轉。而我們看到相關新聞的同時, 也看見了以綠能運作的未來世界, 進而聯想到現今因為利用許多非再生能源而遭到永久性破壞的資源與環境, 因此發想的這個主題, 並好奇它的發電效率, 以及是否可以取代其他非再生能源, 達到永續循環的目標。所以我們計劃探究離岸發電在台灣發展的優劣、評估可行性, 並希冀我們探究的結果會帶來有效的幫助。

三、探究目的與假設

此篇主要為探討離岸發電對於台灣現況的可行性, 我們假設離岸發電在台灣有較高的發展可能, 並以數據分析來推算離岸發電之可行性。

四、探究方法與驗證步驟

前導:

我們藉由風力發電的發展優劣分析、離岸與岸上的風力發電比較, 以及風力發電與其他再生與非再生能源之比較, 來探究離岸發電的發展困境與展望。

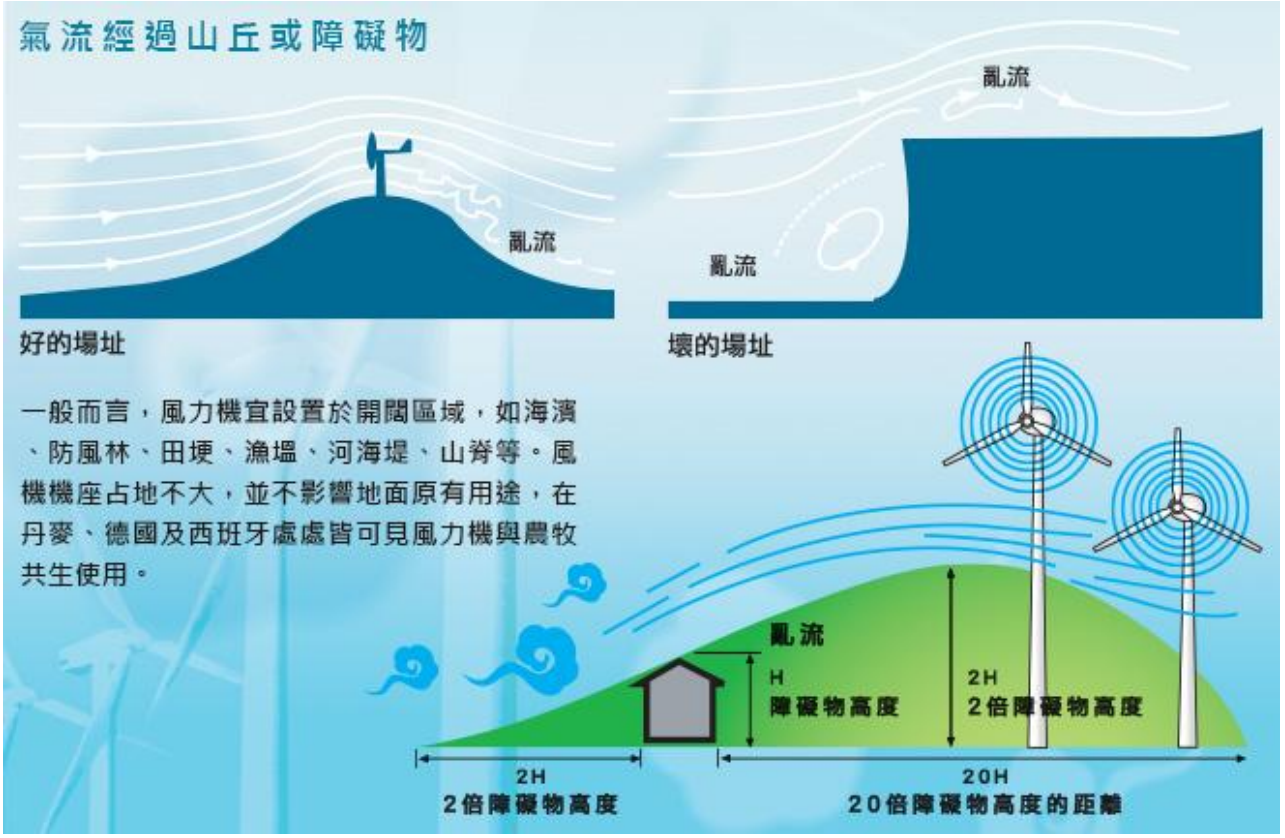
1. 風力發電的優劣分析:

分析優劣:	
優:	劣:

● 風能設施多為立體化設施，建立在適當地點時，對陸地和生態的破壞較低。 ● 風力發電是可再生能源，對空氣污染及碳排放較少，環境成本也低，故在環境面向而言較為支持推廣。 ● 風力發電可以是分散式發電，沒有大型發電設施過於集中的風險。	● 需要大量土地興建風力發電場，才可以生產比較多的能源。 ● 成排的風力發電機組可能會干擾遷徙的鳥類，致使可利用的棲地減少甚至碰撞傷亡。 ● 台灣在夏季及白日是電力需求較高的時段，卻是風力較少的時段。風力可滿足一定需求，當大量的用電需求，勢必要有其他替代方案。

2. 離岸風場與岸上風力發電的比較：

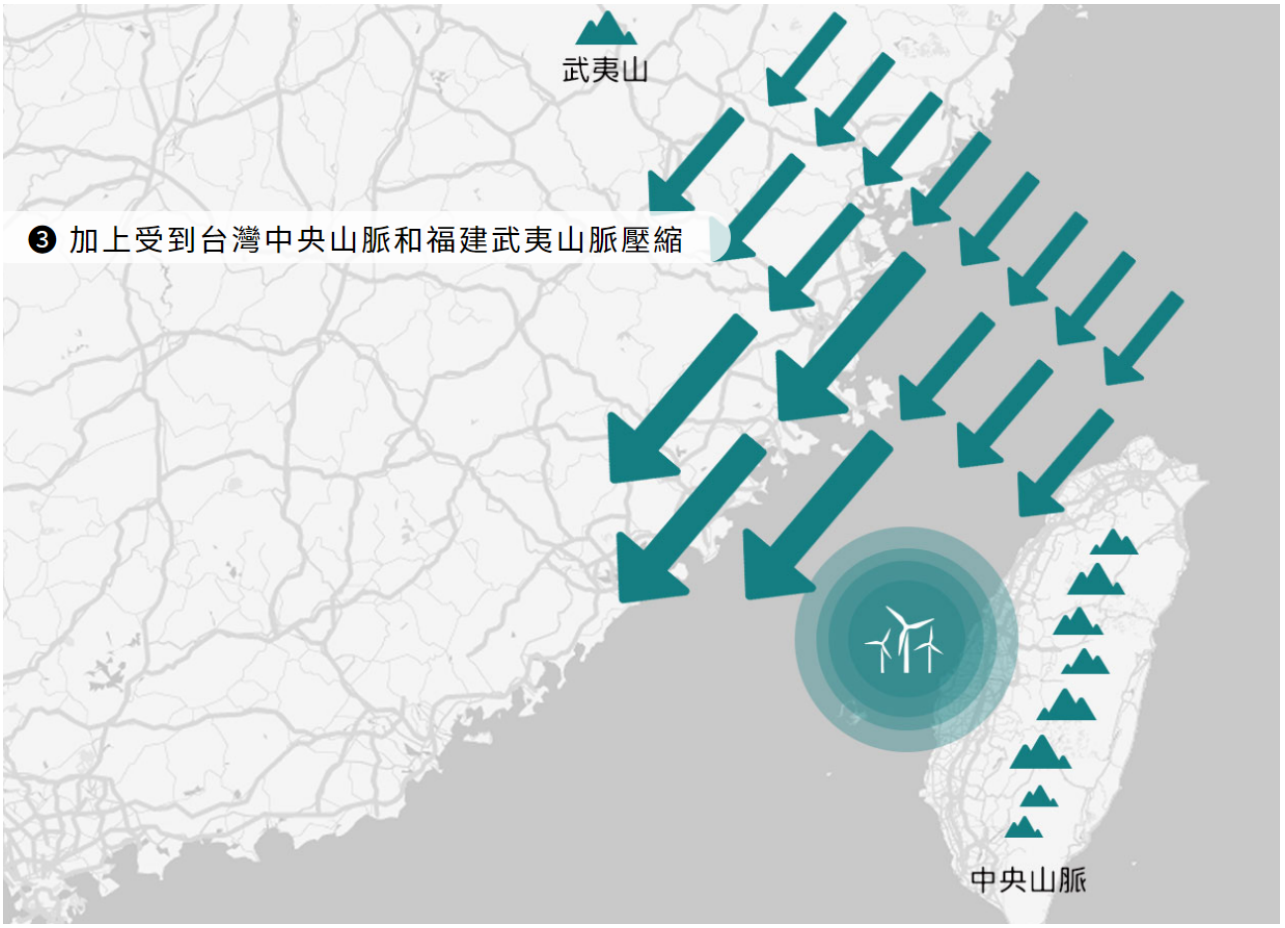
要形成一個良好風場的地區，需要滿足有三大條件——風速大、風期長、風力平穩且風向變化少。有穩定且充足的風，而風速較高的地區，風力發電的經濟效益較高。另外，風向穩定少亂流的環境，可以減少機組的耗損，使其運轉壽命更長。因此，風力發電機的建設地點應該避免有障礙物產生擾流，導致機組毀損或著影響發電效率。



▲ (圖一) 氣流經過障礙物(轉貼至風力發電單一窗口)

由優劣分析表可以了解風力發電對環境的友善，但人為裝置無法免除對環境造成破壞。且台灣的土地面積相對較小，因此我國無法擁有足夠機組數量架設在陸地上，使我國無法以岸上風力發電作為主要發電來源，故離岸發電較有可能作為我國發電主要發展趨勢。

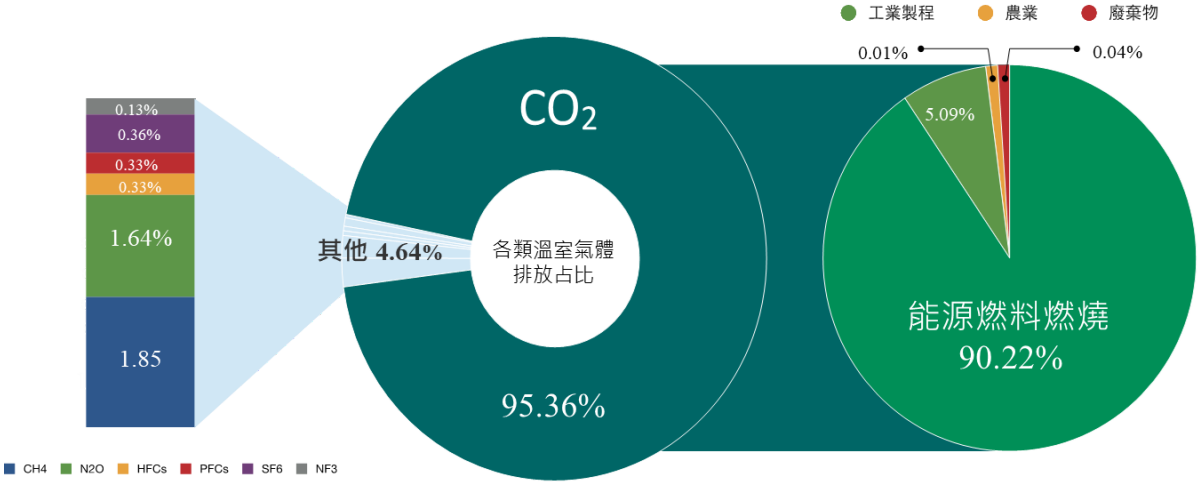
首先，我國無法利用陸域風場作為我國主要發電來源之原因，是因我國良好風場的土地面積不大，使發電量與效率並不可觀。相較之下，離岸發電有極大的海域可以發展。再者，離岸風力發電因海面較廣闊、平坦，且氣流穩定，風速和風向維持不變的狀況下，風力發電效能較佳。反觀陸岸風場的氣流因受到周遭地形起伏影響，易產生亂流，使得風力和風向不穩定，讓風力發電效能較差。且武夷山和中央山脈造成的氣流輻合，在台灣海峽形成風力強的氣流通道，讓季風增強，有利於離岸風力發電。縱使岸上風力發電的成本較低，考量外部成本後，離岸風力發電利大於弊。



▲ (圖二) 武夷山和中央山脈造成氣流輻合(轉貼至遠見雜誌)

3. 風力發電與火力發電之比較:

由能源署提供的發電量總表可知，火力發電為台灣最大的電力來源，而燃燒能源燃料產生的CO_2高達90%，因此火力發電為地球暖化的主因之一。然而要以離岸風場代替火力發電窒礙難行，雖然風力發電可以減少溫室氣體的排放，但風場需要大量的土地面積才能追上火力發電量，不免造成生態衝擊。不過若能妥善處理環境問題，風力發電將會是優良的電力來源。



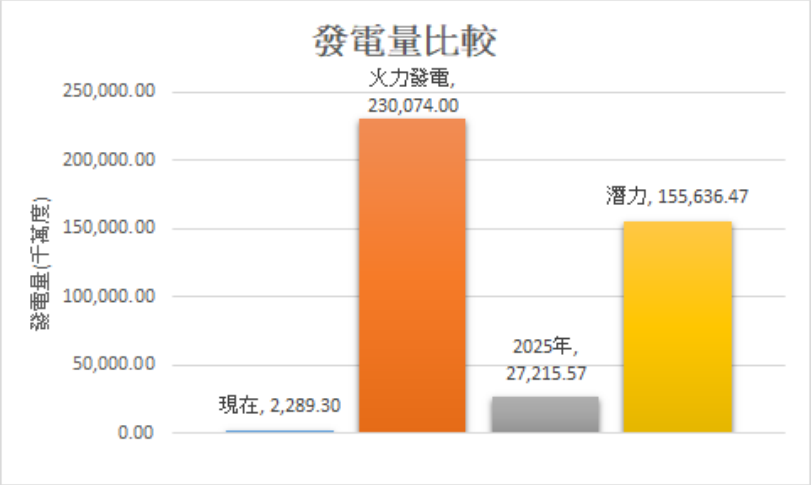
2017各類溫室氣體排放占比

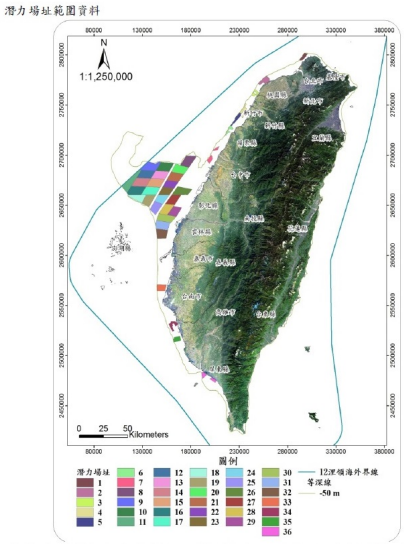
▲ (圖三) 2017年各類溫室氣體排放占比(轉貼至行政院環保署)

風力及太陽能等再生能源有一個共同弊端——被動式發電。因此在用電高峰期或遇到其發電限制時，將會有電力短缺，造成電力供應不足。因此相較於火力、核能等其他主動式發電，風力發電可能會面臨中午或夏日電力供應不足的問題，其電力供應也存在不穩定性。

藉由能源署提供的數據，我們得知火力發電在109年生產230,074.0 千萬度，而風力發電則是生產2,289.3千萬度。我們依照風力發電單一服務窗口推得總離岸風場的潛力場址約為3084km^2。以Formosa 1面積對上總裝置容量比，換算所有潛力場址的總裝置容量，約為39481.6mW，再以功率乘小時等於發電量(度)，再乘以實績值為實際發電量，實績值以45%代入(Formosa 1報表上的實績值約為45%)。最後，推算所有的潛力場址一年可以產155,636.47 千萬度。比Formosa 1~4的計畫2025年可以達到的27,215.57 千萬度約高出5.7倍。

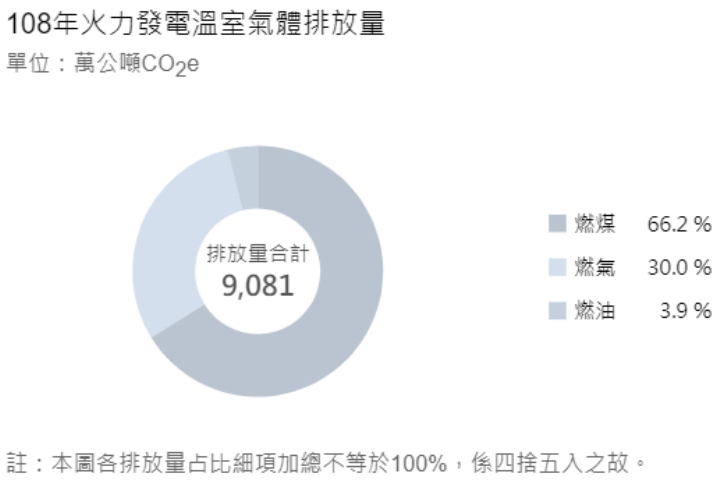
功率*小時*實績值=發電量





▲ (圖四) 右:發電量的比較 / 左:潛力場址(轉貼至風力發電單一服務窗口)

依台電108年火力發電溫室氣體排放量推算，在2025年，若以風力發電替代部分火力發電，可以減少1074.20萬公噸CO_2的排放。如果所有潛力場址皆運用，則可減少6142.96萬公噸CO_2的排放，數字相當可觀。



▲ (圖五) 台電108年火力發電溫室氣體排放量(轉貼至台電公司)

4. 風力與太陽能發電:

風力與太陽能同為再生能源，兩者皆可降低溫室氣體排放，也面臨缺乏大量土地面積的問題。然而，大面積的人為建設必然會造成生態破壞，譬如太陽能板製程所產生的污染、建造離岸風場的低頻噪音影響白鯨豚的健康或風場機組造成海鳥死亡等。在建設任意發電站前，應詳細調查當地環境與生態，否則綠能發電將衍伸更多問題。

五、結論與生活應用
電力已經成為生活必需品，因此如何產生乾淨的電，將會是人們著墨的課題。而經過一系列的探討，可以發現綠能雖然在溫室氣體的排放量上有所減少，但是若未經謹慎評估，可能會造成生態衝擊。隨著深入研究，我們相信離岸發電可作為我國未來主要的發電來源，並以太陽發電為輔，火力發電作為應急供電來源，可確保我國電力的乾淨與穩定性。只要在建設發電機前可以詳盡規劃與研究當地生態，我們認為風力發電有發展的潛能與價值。
參考資料
維基百科https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E8%83%BD 風力發電單一服務窗口-潛力場址-離岸 https://www.twtpo.org.tw/offshore_show.aspx?id=963 Formosa 1~4看台灣離岸風電布局 https://www.infolink-group.com/zh-tw/wind/wind-analysis/Development-of-offshore-wind-in-Taiwan-Formosa-offshore-wind-farms 經濟部能源局-資料查詢系統 https://www.moeaboe.gov.tw/wesnq/Views/C01/wFrmC0101.aspx formosa offshore wind farm https://formosa1windpower.com/ 台電公司 https://www.taipower.com.tw/tc/index.aspx 遠見雜誌 https://event.gvm.com.tw/windpower/ 行政院環保署 https://www.epa.gov.tw/ 環境資訊中心 https://e-info.org.tw/wind_turbine_ocean_ecology/?gclid=Cj0KCQjwsLWDBhCmARIsAPSL3_1muki2-_Fi9qsXF8jYNDJMW8HhPSaMZVG-iNq_Gyj__z2LhEvSzJUaAu8kEALw_wcB