

離岸風電潛力島

—從他國經驗探討臺灣離岸風電發展空間

林哲緯、翁耘之、方炫燁

☒ 高中生組

☐ 大學生組

☐ 研究生組

臺北市立建國高級中學

主辦單位:財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心

中華民國 108 年 12 月

壹、前言

隨著溫室效應造成的各種氣候變遷，世界各國逐漸意識到環保的重要性，近來多數國家開始發展再生能源，計畫逐漸替代當前主流的發電方式，如碳排放量高且有空汙問題的火力發電與災害憂慮性高的核能發電，可以看出再生能源的發展已成為全球共識。

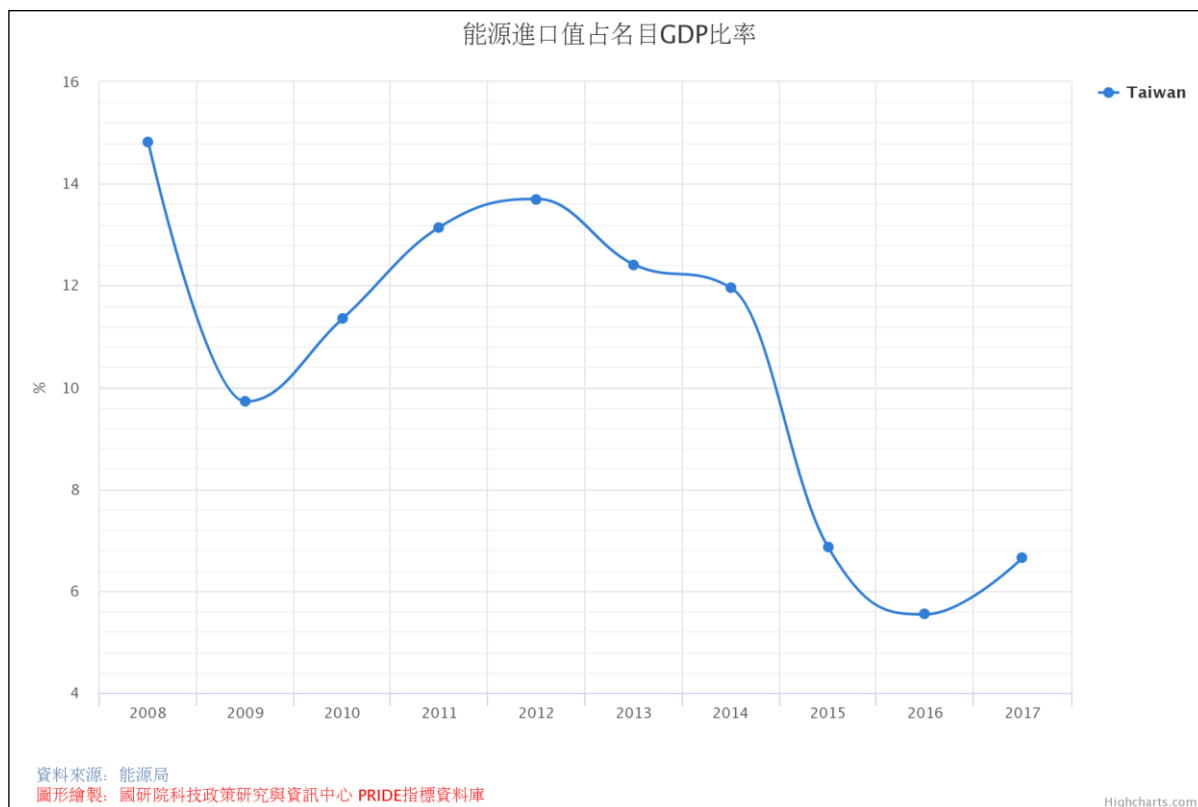
就臺灣而言，最主要發電方式是燃煤及燃氣，2018 年分別約占了發電總量的 46.3% 與 34.6% ⁽¹⁾，然而臺灣缺乏這些天然資源，使得發電原料仰賴於進口，參考圖一、圖二可得知，近年能源進口之比例高達 97-98%，高度的對外能源依賴性導致其易受國際能源價格波動的影響，於圖二中也可知進口能源所費不貲，範圍落在總 GDP 5.5%-14.8% 之間，如果能省下這筆龐大的支出，對政府與人民而言，將是一筆可觀的資金。



資料來源：PRIDE 政策研究指標資料庫。

系統編號：BE10311-0125

圖一、臺灣進口能源依存度（2008-2017）



資料來源：PRIDE 政策研究指標資料庫。

系統編號：BE10311-0134

圖二、臺灣能源進口值占名目 GDP 比率（2008-2017）

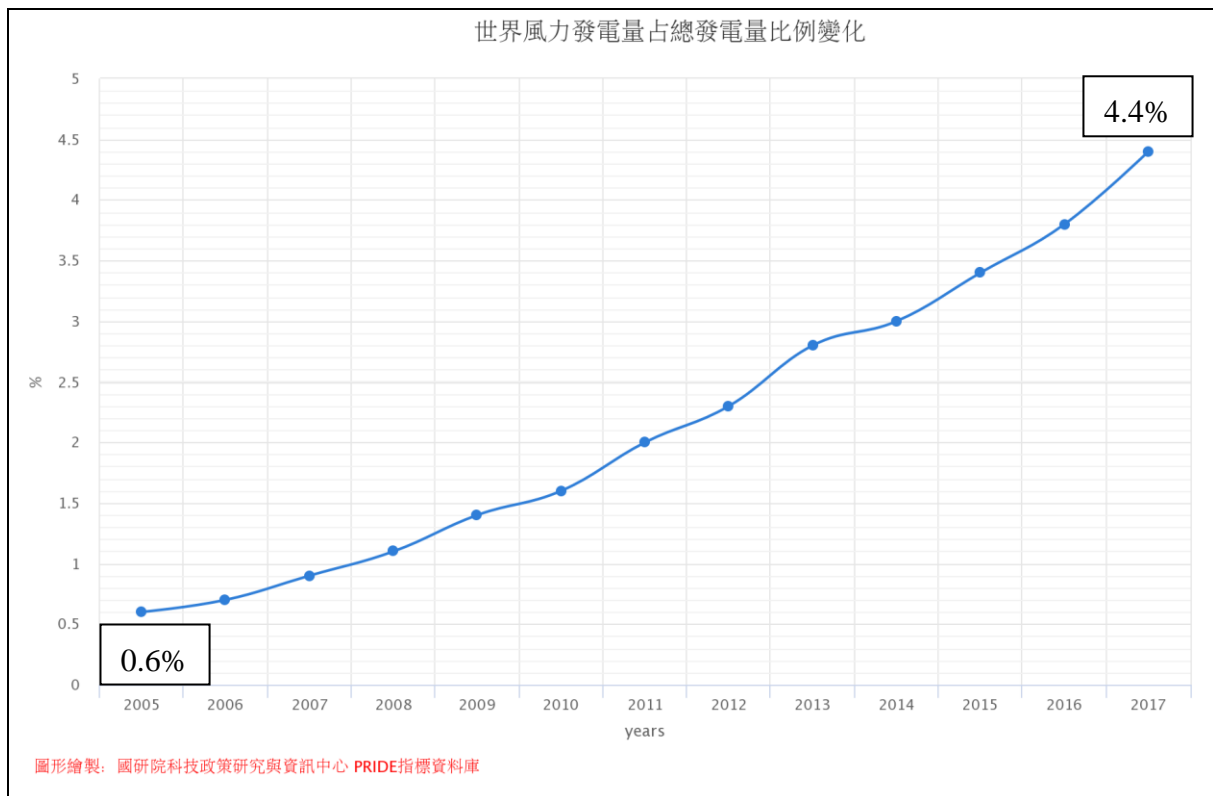
根據 2014 年國際工程顧問公司 4C Offshore 的全球「23 年平均風速觀測」研究，世界上風力最強的 20 處離岸風場中，有 16 處位於全球最優異的風場——臺灣海峽內，其中第二到第十名皆在臺灣領海⁽²⁾，以此道出臺灣傲視全球的離岸風力發電潛力。風力是相對乾淨的能源，取自源源不絕的自然資源，若未來臺灣能善盡此優勢，也許可使離岸風力發電成為全球暖化下臺灣能源供應的因應之道。

為使臺灣在發展這項得天獨厚的優勢——離岸風力發電的同時能有好的政策加以配合，本文將放眼世界，分析目前全球風電發展趨勢並透過數據尋找適合臺灣借鏡的對象或地區。接著，本文將說明臺灣的離岸風電發展現況及當前的政策與目標，再透過討論的方式，探討英國、德國及丹麥的發展策略，試著找出適合臺灣未來離岸風電發展方向。

貳、全球風力發電趨勢

一、全球風力發電情形

隨著人們提高對再生能源的重視，風力發電蓬勃發展，近年來世界風力發電量占總發電量之比例亦不斷提升。根據國際能源署（International Energy Agency, IEA）於 *Renewables Information 2019* 的統計資料，全球風力發電所占比例從 2005 年的 0.6% 逐漸提升到 2017 年的 4.4%（參見圖三），縱使其占世界總發電量之比例看似不高，但在短短 12 年間成長為原本的 7-8 倍，充分地展現全球風力發電之高度發展趨勢。



資料來源：IEA（International Energy Agency）（2019）。*Renewables Information 2019*。研究者自行繪圖。參考：<https://www.iea.org/statistics/?country=TWN&isISO=true>

圖三、2005-2017 世界風力發電量占總發電量比例變化

二、陸上風力發電與離岸風力發電

若以風力發電機組的建造位置來分類，可分為陸上風力發電與離岸風力發電兩種。如圖四所示，離岸風電機組（右）相對於陸上風電機組（左）擁有較長滿發時數，且因海上風能的耗損相對較少，使得風能較豐富的環境大多在海上⁽³⁾。除此之外，日前臺灣也曾引發過沿海居民抗議風電機組產生低頻噪音的反對聲浪⁽⁴⁾，相較之下，離岸風電機組由於距人民居住區域遠，可避免「鄰避效應」（Not In My Backyard, NIMBY）的產生。根據以上可知，在空間與環境的考量之下，離岸風機皆勝於陸上風機。

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

然而，目前離岸風力發電的開發尚需較高的技術門檻，也因開發上技術尚未完全成熟，使得離岸風機成本明顯高於陸上風機，但圖四提到離岸發電的成本正大幅下降中，代表離岸風電發展的可行性將隨技術發展逐漸提升。

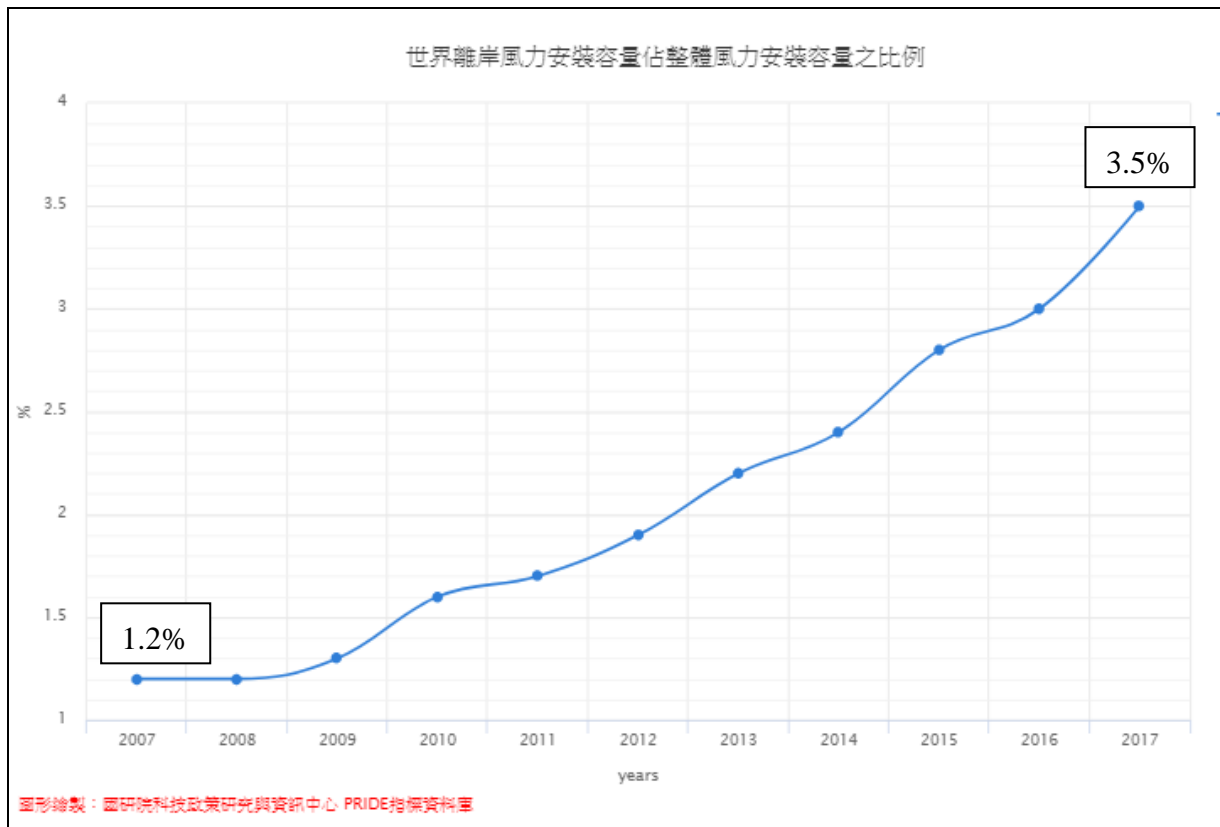


資料來源:Hami 書城。取自:<https://ppt.cc/fs9kax>

圖四、陸上風力發電（左）與離岸風力發電（右）之比較

三、全球離岸風力發電情形

根據全球風能協會（Global Wind Energy Council, GWEC）的研究可以得知，離岸風力占整體風力發電的比例從 2007 年的 1.2% 成長到 2017 年的 3.5%，呈現穩定上升，而在未來仍有持續增加的可能（參見圖五）。而根據國際可再生能源機構（International Renewable Energy Agency, IRENA）的資料，世界離岸風力發電累積安裝容量在 2000 年僅有 50 MW（百萬瓦），到了 2018 年已激增到超過 23,000 MW，呈現指數型成長（參見圖六）。離岸風力雖處於發展階段，但近幾年來學界亦有許多針對離岸風電的討論，相較於陸上風電，其潛力不可限量。

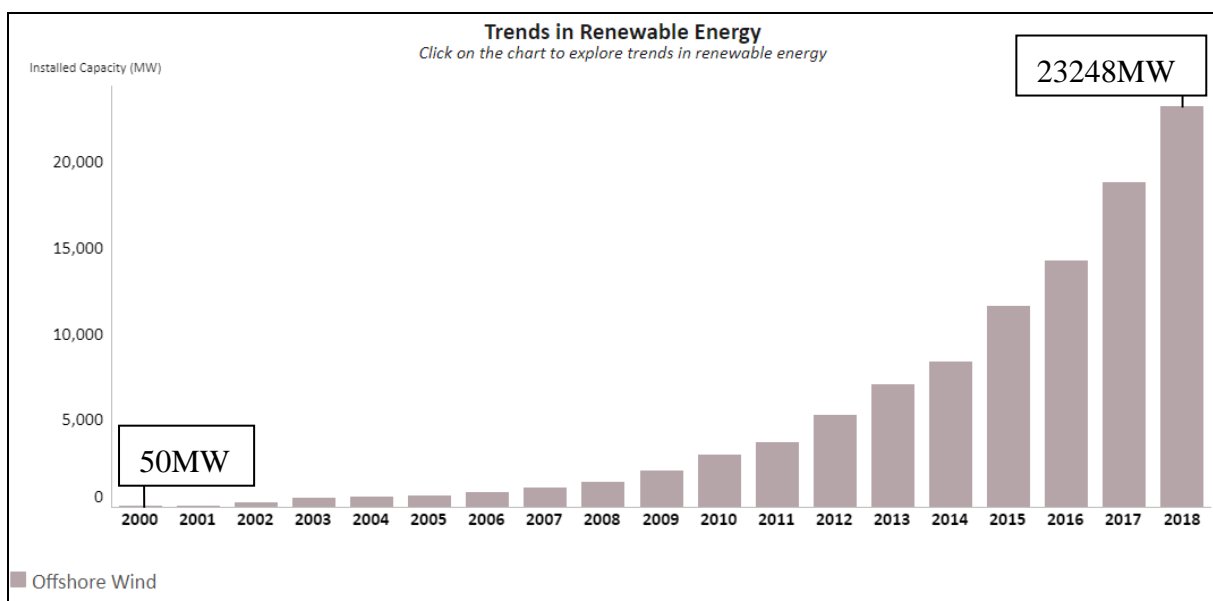


資料來源：GWEC（Global Wind Energy Council）（2018）*Global Wind Report 2017*。

A.T. Kearney 分析。研究者自行繪圖。參考：

<http://www.energy-transition-institute.com/Insights/Wind.html>

圖五、2007-2017 世界離岸風力安裝容量佔整體風力安裝容量之比例變化



資料來源：IRENA 資料庫。取自：<https://ppt.cc/fer9kx>

圖六、世界離岸風力發電累積安裝容量

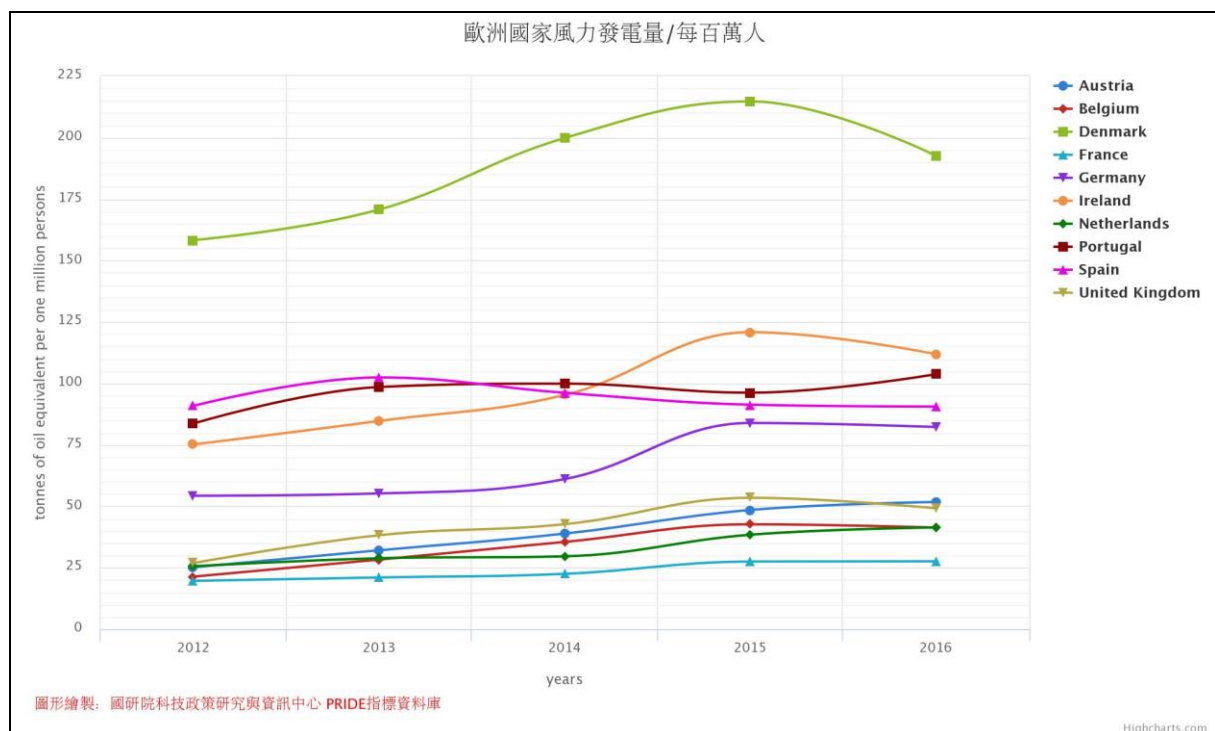
「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

根據以上資料，目前全球離岸風力發電不斷發展，未來亦十分有可能處於持續成長的狀態。為使臺灣能善用先天條件上的優勢，在這樣的趨勢下有良好的發展，本文將尋找目前世界上發展較為成功的地區或國家做為參考。根據全球風能協會 2017 年的統計，截至 2016 年底全球離岸風力發電機組安裝量中，有超過 97% 的機組位於歐洲地區⁽⁵⁾，顯示歐洲為目前發展較為快速且成功的地區。因此，在接下來的討論中，本文將以歐洲地區為範圍，進一步尋找值得借鏡的個別國家。

參、借鏡對象－歐洲

一、歐洲風力發電發展

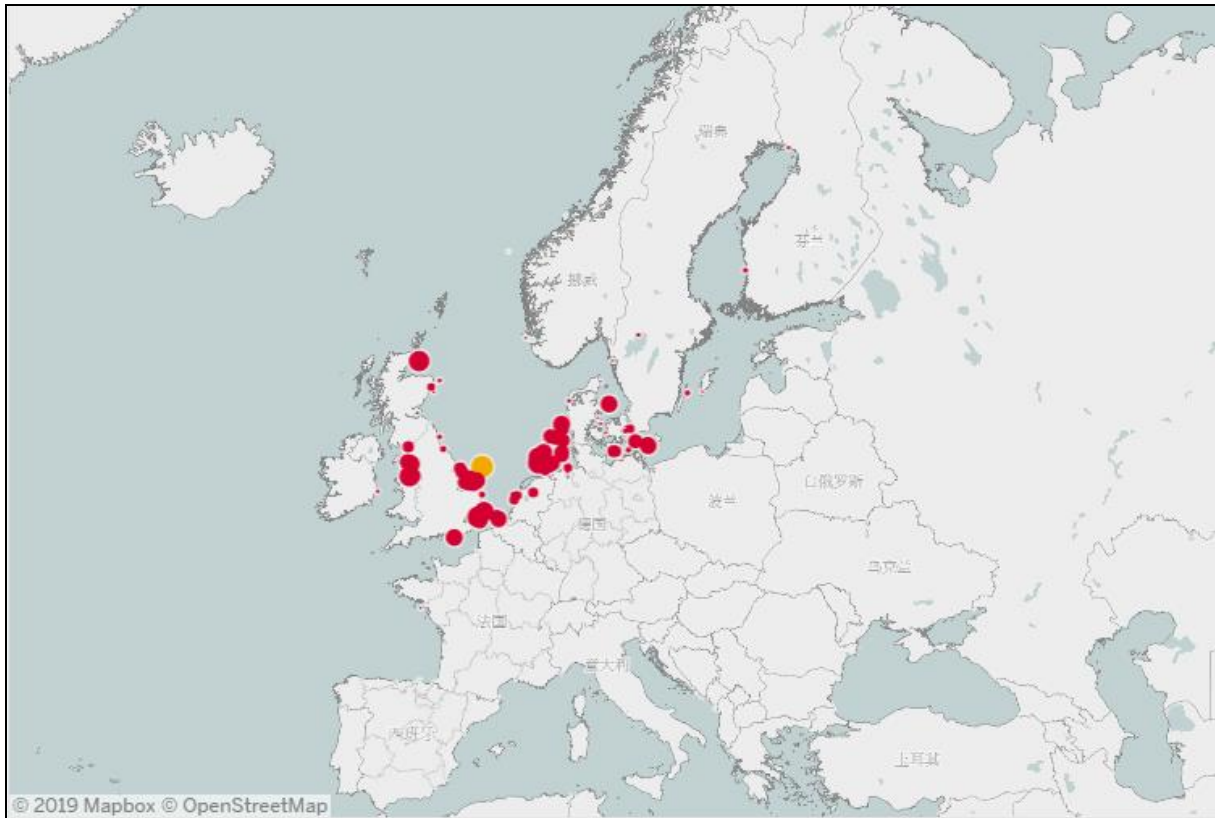
根據 Eurostat 所提供的歐洲國家風力發電量資訊，若加以考慮各國人口數，平衡得出結果，其明顯為丹麥居冠，其他較突出的國家還有愛爾蘭、葡萄牙、西班牙，以及德國（參見圖七）。然而，根據圖八的歐洲離岸風機分布圖，可看出離岸風電機組多位於北海區域，推測愛爾蘭、西班牙、葡萄牙這些國家的風力發電應是以陸上風力發電為主。



資料來源：PRIDE 政策研究指標資料庫。

系統編號：EU10409-0002、EU10505-0011（資料來源皆 Eurostat）

圖七、歐洲國家風力發電量/每百萬人

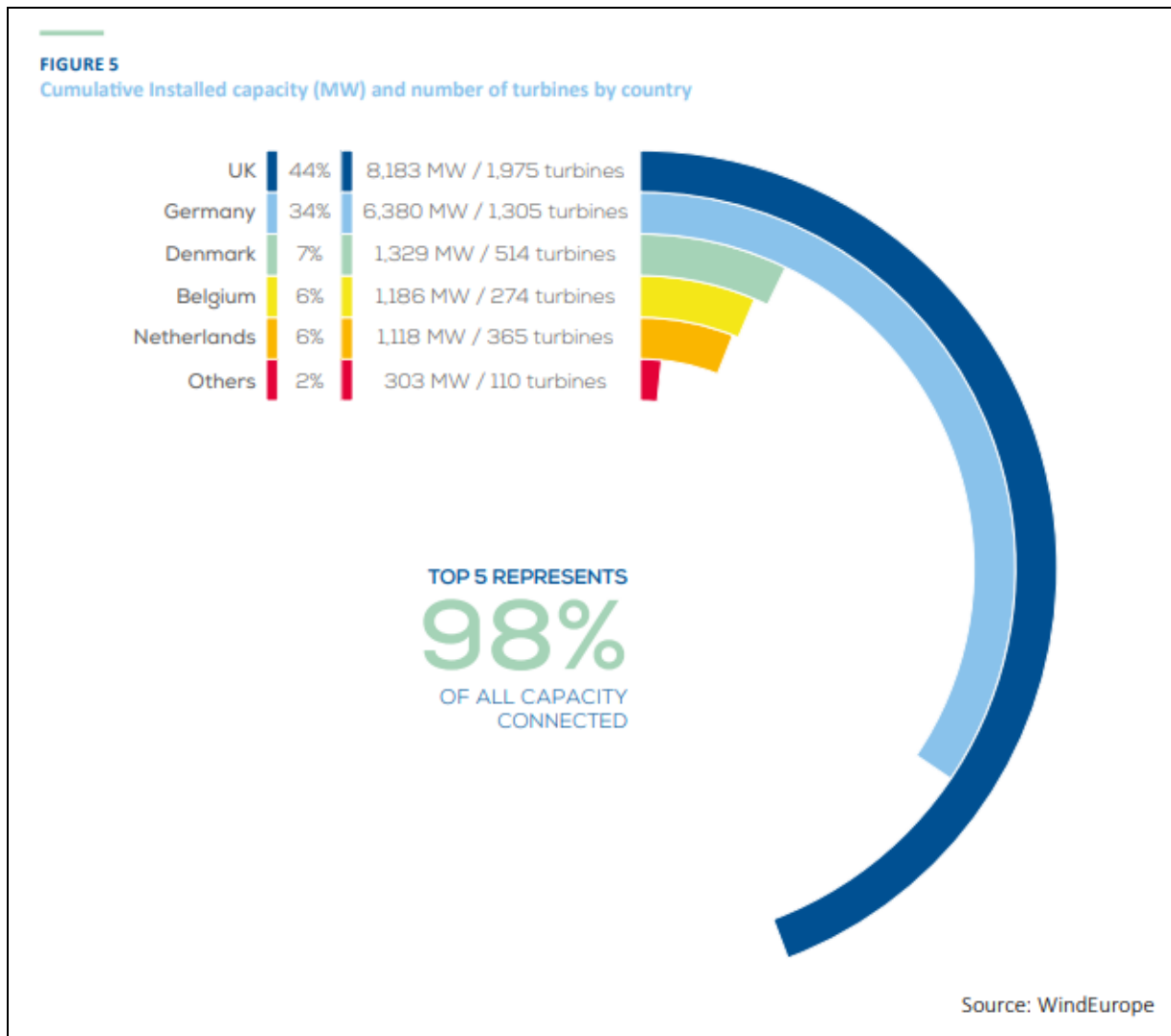


參考資料: Wind Europe。 *European Offshore Wind Farms Map* (2019/10/7 資料) 取自：
<https://windeurope.org/about-wind/interactive-offshore-maps/#international>
(附註:紅色點子為已上線機組，橙色點子為部分上線機組)

圖八、歐洲離岸風力機組分布點子圖

二、歐洲離岸風電指標國家

為尋找歐洲值得臺灣借鏡的個別國家，透過以下數據可尋找適合參考的對象。如圖九所示，根據 Wind Europe 在 *Offshore wind in Europe – key trends and statistics 2018* 中提及的資料，截至 2018 年，前 5 名國家的離岸風電機組容量共占了整個歐洲的 98%，顯示歐洲離岸風電機組分布上的高度集中性，其中，英國及德國分別以 44% 及 34% 分居一、二名，合計占 78%，顯示兩國在離岸風力發電機組容量上的領先地位，而丹麥、比利時和荷蘭則分居 3-5 名。

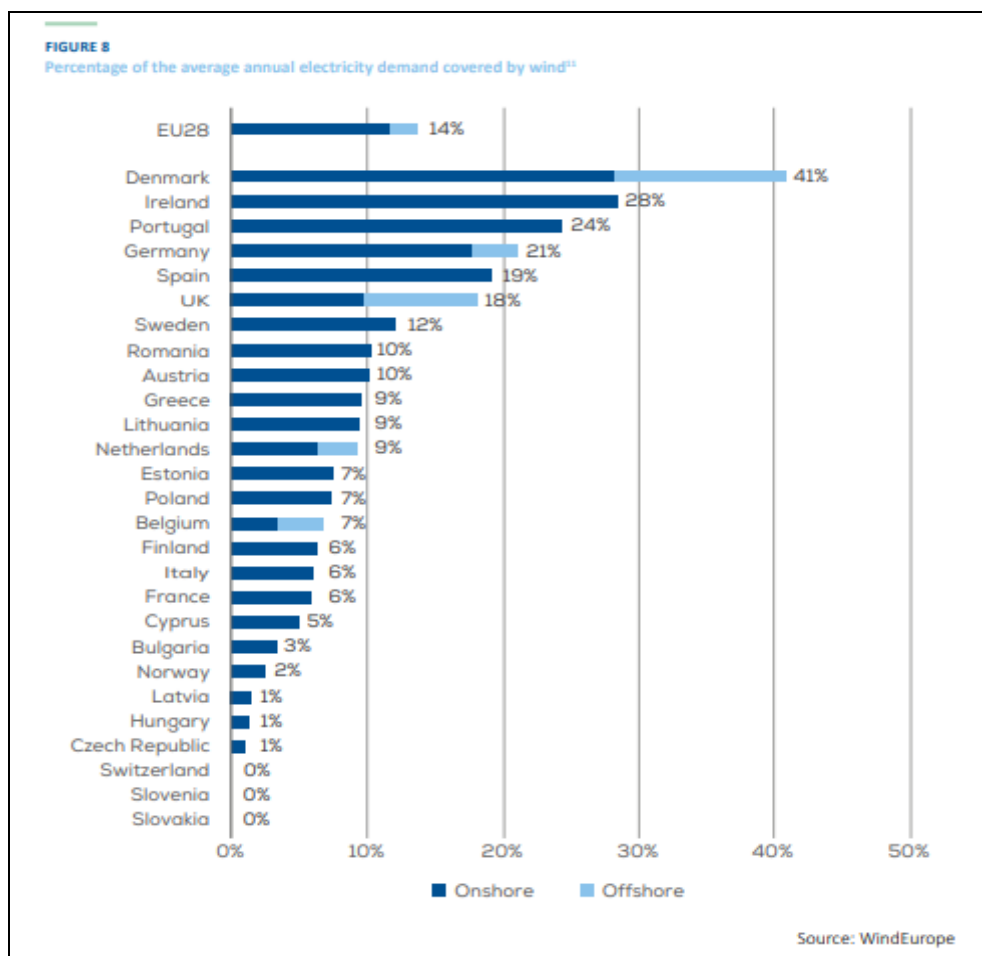


資料來源: Wind Europe。Offshore wind in Europe – key trends and statistics 2018。

取自: <https://ppt.cc/fqlRYx>

圖九、歐洲離岸風電累積安裝容量分布國家排名（2018）

至於在另一項指標—風力發電量占總發電需求量比例方面，如圖十所示，根據 Wind Europe 在 *Wind energy in Europe in 2018* 中提供的資料，在 2018 年，雖然整體風力發電量占總發電需求量比排名前三的依序是丹麥（41%）、愛爾蘭（28%）、葡萄牙（24%）。然而，若只考量離岸風電比例（圖中淺藍色部分），第一名依舊為超過 10% 的丹麥，第二名則是接近 10% 的英國，而德國與比利時因其數據接近，故本文將兩國並列為此項目中的第三名。



資料來源：Wind Europe。Wind energy in Europe in 2018。取自：<https://ppt.cc/fpCUOx>

（附註：資料公布時，盧森堡、克羅埃西亞、馬爾他三國尚無數據，但三國合計需求量占歐洲整體風力發電需求量不到 1%）

圖十、歐洲各國風力發電量占總發電需求量比例比較（2018）

根據以上資料，本文將其繪製成表格，如表一所示，用以分析值得臺灣借鏡的個別歐洲國家。其中，除英國、丹麥分別在離岸風電累積安裝容量及離岸風力發電量占總發電需求量比例兩項目中居冠外，英國、德國、丹麥三國在兩項目中的排名皆在前三名內，因此，本文在討論部分將以此三國之發展策略作為臺灣之參考對象。

表一、歐洲國家離岸風電發展各項排名

排名	歐洲離岸風電累積安裝容量分布 國家	歐洲各國離岸風力發電量占總發電需 求量比例
第 1 名	英國	丹麥
第 2 名	德國	英國
第 3 名	丹麥	德國/比利時

資料來源：Wind Europe。Offshore wind in Europe – key trends and statistics 2018 & Wind energy in Europe in 2018。研究者自行繪製。

取自：<https://ppt.cc/fqlRYx> & <https://ppt.cc/fpCUOx>

肆、臺灣

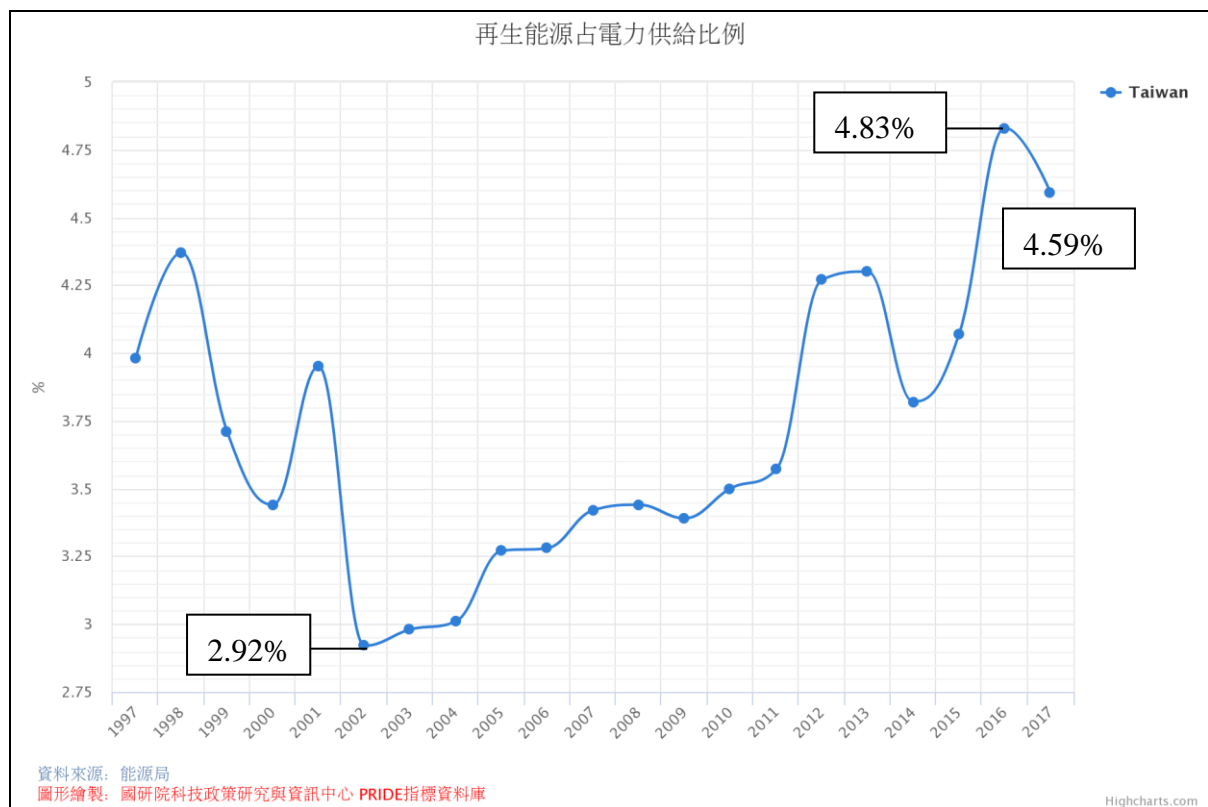
一、臺灣當前發電概況

（一）發電現況結構

根據台灣電力公司的資料，2018 年台電發購電量中，有高達 82.2% 的電力來自於包含煤、燃料油、柴油、天然氣的火力發電⁽⁶⁾，核能則占 11.4%，而再生能源卻僅占 4.9%⁽⁷⁾，顯示臺灣的電力供給結構多倚賴非再生能源發電。然而，火力發電不僅會造成空氣汙染，更會加劇二氧化碳的排放，對環境十分不利，而核能發電則易引起民眾對於核災的憂慮，且有核廢料存放之問題。

（二）臺灣再生能源發展情形

至於臺灣的再生能源發展，參考能源局資料，可得知臺灣再生能源占電量供給比例在 2002 年歷經最低的 2.92% 後，比例在 2016 年時來到最高點 4.83%，如圖十一。雖然整體而言再生能源比例在 2002 年到 2016 年共成長了超過 1.5 倍，但其實只成長不到 2 個百分點，而資料中最近一年的數據（2017 年）亦僅有 4.59%，顯示目前臺灣在再生能源發展方面尚不夠成熟。



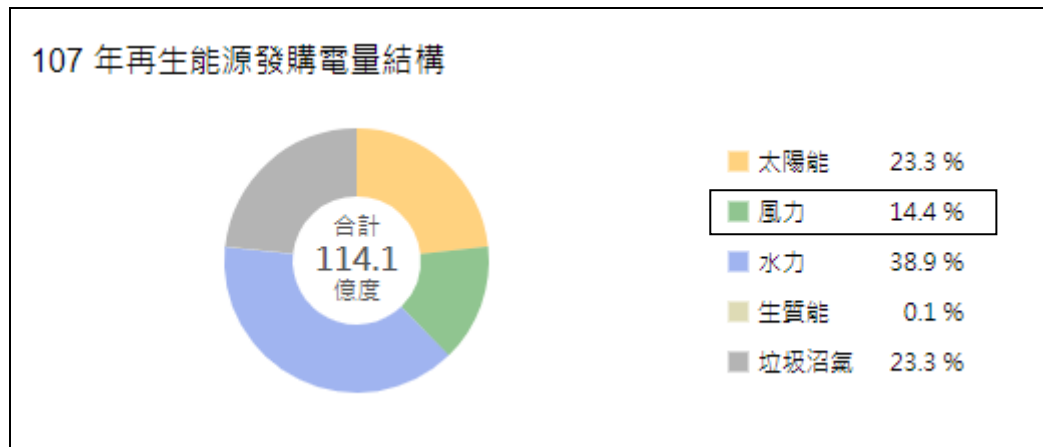
資料來源：PRIDE 政策研究指標資料庫。

系統編號：BE10311-0147

圖十一、臺灣歷年再生能源占電力供給比例折線圖

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

在再生能源總發購電量結構之資料中，可以看到在 2018 年風力發電占總再生能源電量的 14.4%，如圖十二，若綜合前述提及之數據，可計算得風力發電在臺灣總電力供給比例僅約 0.7%，可知當前臺灣在風力發電這方面尚未善盡其優勢，未來仍有很大的進步空間。

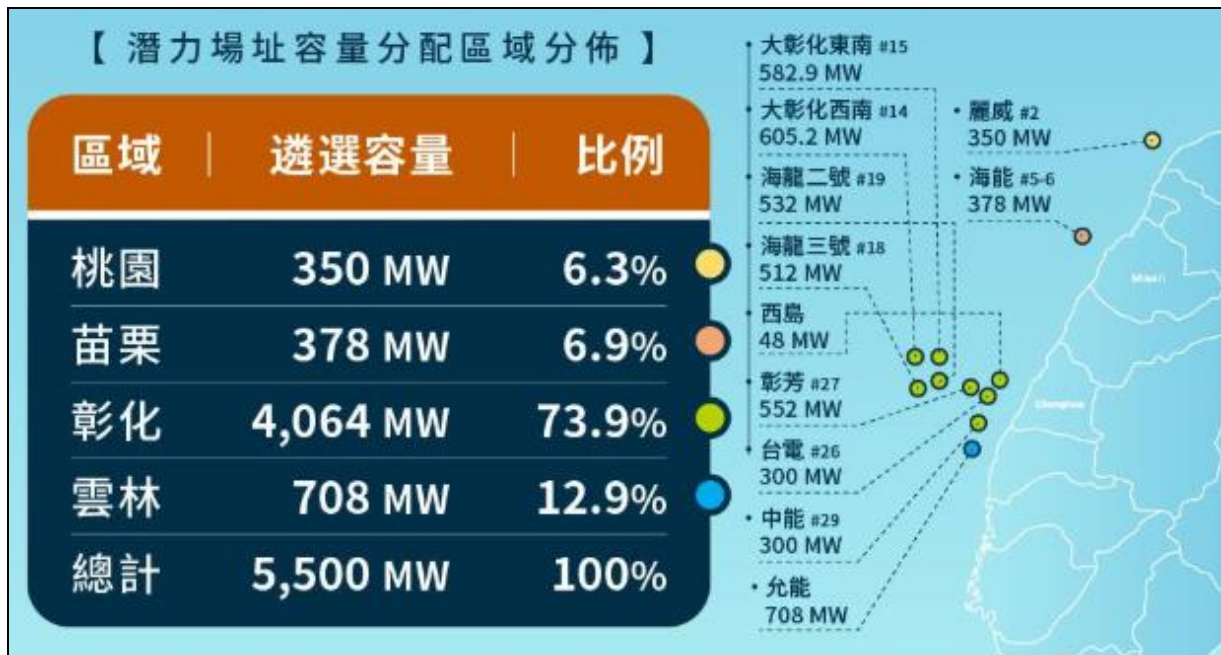


資料來源：台灣電力公司。近十年再生能源發購電量結構。取自：<https://ppt.cc/fGBRWx>
圖十二、2018 年（圖中標示為民國 107 年）臺灣再生能源發購電量結構

二、臺灣離岸風電當前發展概況

臺灣的風能天然資源相當豐富，尤其臺灣海峽位處中央山脈與武夷山之間，受狹道地形效應影響，具有優良風能資源⁽⁸⁾，根據前言所提及的 4C Offshore 觀測資料，全球風況最好的前 20 處觀測地，臺灣海峽內就占了 16 處，由此可見臺灣具備發展離岸風電的優良條件。根據工研院 2013 年的研究，臺灣離岸風電的可安裝面積達 5,640 平方公里，總裝置容量達 29 GW（十億瓦），等於可以涵蓋兩千萬戶的年用電量⁽⁹⁾。

根據經濟部能源局的資料，目前政府已核配廠商高達 5.5GW 的離岸風電安裝容量，為丹麥 2018 年已安裝容量的四倍多，顯示臺灣不論在「質」或「量」兩方面都有相當的潛力，而其中彰化就占了超過七成的容量比例（約 4GW），為臺灣離岸風電發展的重點區域，參見圖十三。另外，臺灣已於 2016 年 10 月在苗栗外海完成 2 架共 8 MW 的示範機組，並於 2017 年 4 月開始商轉，為臺灣風電發展由陸域轉向離岸之濫觴。預計在 2019 年 10 月，苗栗外海示範風場的 20 架 6 MW 風機將全數完工併網，加上既有 2 架共 8MW 的示範機組共計 128 MW，將成為我國首座離岸風場，每年可供應約 12.8 萬戶家庭用電⁽¹⁰⁾。



資料來源：經濟部能源局（2018）。圖文懶人包——一分鐘帶你認識離岸風電。取自：
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/infographics/Infographics.aspx?menu_id=2828&info_id=27

圖十三、臺灣潛力場址容量分配區域分布圖

伍、討論

以下本文將分別探討英國、德國與丹麥離岸風電政策，並對照台灣，提出值得台灣學習之做法。

一、英國、德國、丹麥離岸風電政策

（一）英國

英國透過再生能源義務憑證制度（再生能源義務憑證為政府核可其生產電力來自合格再生能源之認證，所有者可聲稱已購買再生能源），使購買者支持再生能源發電，並藉由供給端與需求端形成的經濟力量，推動再生能源永續發展⁽¹¹⁾；而藉由差價合約（Contracts for Difference, CfD）躉購電價制度（開發商藉由競價取得差價合約。得標業者需在電力批發市場出售電力，當售價低於其競標履約價時可獲差額補貼，反之則返還高於履約價的差額），使風電業者能以固定履約價售出電力，得以穩定市場價格⁽¹²⁾。

至於離岸風電層面，英國採優惠電價的補貼政策，有助離岸風電裝置的快速推展，預期目標在 2020 年總裝置量達 40GW。此外，為吸引國際大廠進駐英國，同時扶植當地產業加速發展，英國政府積極成立離岸風電測試中心，發展新世代離岸風力機組技術、提供技術示範和設備、建立離岸風電設備供應鏈等⁽¹³⁾。

（二）德國

德國政府於 2017 年實施新再生能源法（EEG 2017），取消原先固定收購電價的方式（Feed-in Tariff, FIT）而導入競標制度，改由市場招標決定政府補助金額，並開放大小公司競爭，以維持招標參與者的多樣性。透過此競爭機制，使再生能源的補貼方式更具經濟效益。德國期望再生能源發電占比可從 2015 年的 31.6%，到 2025 年增加至 45%，其中離岸風力的目標為在 2020 年達到 6.5GW 的裝置容量，並在 2030 年達到 15GW⁽¹⁴⁾。

德國的離岸風力法（WindSeeG）在 2017 年實施後，對於離岸風場開發商及其供應鏈業者而言，有更明確可供依循之政策法規，有利於透明且公平競爭的市場環境發展⁽¹⁵⁾。

（三）丹麥

身為全球首座離岸風場的建設國，從 2000 年到 2018 年，丹麥經濟成長 113%，二氧化碳排放卻減低了近 40%⁽¹⁶⁾，實為全球能源發展之典範。就離岸風電而言，丹麥政府自行規劃並公告開發區域，以特許權標案方式開放競標，評估投標廠商之營運能力與競標電價並予其開發特許權，並採固定收購電價（Feed-in Tariff, FIT）制度，給予廠商風場營運前 5 萬小時固定之收購電價，之後則採平台交易⁽¹³⁾。丹麥政府希望在 2020 年完成風力發電占整體電力消費 50% 之目標，2030 年時能將境內的燃煤電廠全數除役，並於 2035 年達到能源 100% 由再生能源供應⁽¹⁷⁾。

二、臺灣離岸風電政策

（一）發展階段

我國當前採「先示範、次潛力、後區塊」3 階段開發策略⁽¹⁸⁾。於「先示範」的階段，政府於 2017 年已完成首批 2 部示範機組共 8 MW 商轉，預計 2020 年完成所有示範風場共 238 MW，政府以獎勵的方式鼓勵資金投入。其次為「次潛力」階段，政府公告潛力離岸風電場址，先透過躉購費率吸引獲選開發商投入早期開發，再逐步轉移到競價方式，逐漸降低成本。最後進展至「後區塊」的階段，政府將考慮領海內未開發之離岸風場而進行整體區塊劃設，並帶動相關產業發展，進而拓展至海外市場。

（二）政府收購策略

政府目前採行「先躉購，後競價」的策略，與英國、德國採「初期優惠獎勵，後期開放競價」的方式發展離岸風電的方式相似⁽¹⁹⁾，以期在「躉購」的階段中能透過訂立保證收購價格的方式，鼓勵離岸風電的投資，帶動國內離岸風電產業，發展基礎建設，建立市場。而在「競價」階段中則是希望市場成熟後能藉由開放各廠商競價的方式，降低購電成本。

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

德國北部沿海有一人口僅約 1,500 人的沒落小鎮北堤（Nord-deich），藉由離岸風電開發商的進駐，帶來許多工作機會，使當地的失業率降低近五成，解決了偏遠小鎮的失業問題。透過在地產業供應鏈的建立，使離岸風機的檢修更為方便，除了提供離岸風場管理人員與離岸風電技師的職缺外，更讓附近包括建設、環境監測、電纜、直升機運輸服務與鋼鐵零件在內的產業獲得商機⁽²³⁾。同樣地，臺灣西部沿海有許多偏鄉小鎮，正面臨因當地缺乏好的工作機會而導致人口外移的現象，若能參考德國小鎮北堤的經驗，不僅能吸引年輕人返鄉工作，更能藉由這樣的在地產業鏈使當地的產業有更好的發展，平衡城鄉差距，在推動離岸風電的同時，亦結合當地產業，為偏鄉地區帶來希望。

丹麥公民可以集資購買風機，籌組合作社來經營小風場，並開放社區居民投資。合作社通常會請專業的能源公司來指導建造事宜，透過公民入股的方式，能使公司取得財務支援，而投資者所得到的利潤也能折抵家庭的電費⁽²⁴⁾。公民入股不僅讓公司與人民獲利，也讓風機產業得以擴張，還提升了民眾對再生能源的重視。然而，臺灣人民目前仍不夠了解離岸風電的發展，若政府能參考丹麥的公民入股制度來制定政策，創造出公民易於親近並投資能源的環境，將有助於提升人民對於臺灣再生能源的關注，同時擴大臺灣離岸風電產業。

陸、結論

綜觀以上，世界再生能源發展蓬勃，歐洲離岸風電發展成熟國家亦是我國可參考對象，而臺灣西部海岸在離岸風電發展條件上有著得天獨厚的優勢與強大的潛在競爭力。

英國是為全球最大的離岸風電市場，與臺灣同屬四面環海之島國，同樣擁有豐富海上風力資源；德國在再生能源發展上居全球領導地位，其結合風場優勢之做法，改善失業問題並帶動當地產業鏈，有助於該地發展；而丹麥與我國同屬小國，其離岸風電卻占全國能源供應相當高的比例，而該國提供公民入股的做法，讓民眾能為能源開發挹注一份心力，同時增進民眾對該議題的認識，並獲其支持與肯定。此外，歐洲電網提升歐洲各國能源供應的穩定性，使這些國家在發展再生能源時能無後顧之憂。我國政府可借鏡以上他國政策，試著平衡臺灣城鄉差距議題，改善當前民眾對於離岸風電認知不足的問題，並讓臺灣在發展離岸風電時無供電不穩之虞。

發展再生能源時，不僅會期望兼顧環保與安全，更會希望壓低成本，以符合經濟效益。離岸風電發展初期成本雖偏高，但根據 IRENA 在 *Renewable power generation costs in 2018* 中的資料顯示，全球離岸風力發電的均化發電成本（Levelized Cost of Electricity, LCOE），即電廠在其預期壽命內產生每度電的電力所需的成本，已從 2010 年的平均每度 0.159 美元下降到 2018 年的平均每度 0.127 美元。2018 年時，大部分離岸風力發電機組的均化發電成本更是都在化石燃料成本的區間內⁽²⁵⁾，顯示離岸風電發展成熟後不僅在經濟上的成本與化石燃料發電相差無幾，更在環保層面遠勝於後者。

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

然而，當前臺灣離岸風電發展仍在起步階段，期政府能援引他國成功案例作為借鏡，善用臺灣離岸風場優異條件，進而讓離岸風電在臺灣能源供應上占有一定比例，成為其重要一環，並逐步替代環保效益低的非再生能源。未來離岸風電的發展，仍須仰賴政府與企業的通力合作及人民的瞭解與支持，以達到兼顧經濟、環保、安全三者的成效。

參考文獻

1. 風險社會與政策研究中心 (2019)。2018 臺灣能源情勢回顧。上網日期: 2019.10.12，取自：
<http://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/en-trans/open-energy/1118-2018-open-energy-st-review.html>
2. Hami 書城 (2018)。全球前 20 處最優離岸風場，臺灣竟占了 16 座？。上網日期: 2019.10.13，取自：
<https://ppt.cc/fs9kax>
3. 離岸風電知識網。離岸風力與陸域風力的差別。上網日期: 2019.10.23，取自：
<http://www.nepii.tw/KM/OWE/index.html>
4. 羅浚濱 (2013)。桃竹苗反風電 抗議低頻噪音。好房網 News。上網日期: 2019.10.17，取自：
<https://news.housefun.com.tw/news/article/16362727080.html>
5. 王明德 (2017)。歐洲大國相繼投入離岸風電。CTIMES。上網日期: 2019.10.18，取自：
<https://ppt.cc/fGizlx>
6. 台灣電力公司 (2019 更新)。火力營運現況與績效-火力營運指標。上網日期: 2019.10.23，取自：
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=202&cid=131&cchk=c4aff75d-c49f-4848-85f1-05f2cf843481>
7. 台灣電力公司。再生能源發電概況。上網日期: 2019.10.23，取自：
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204>
8. 經濟部能源局 (2018)。圖文懶人包 能源知識小學堂-再生能源篇。上網日期: 2019.10.23，取自：
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/infographics/Infographics.aspx?menu_id=2828&info_id=28
9. 離岸風電知識網。離岸風力 Q&A-臺灣的風能潛力。上網日期: 2019.10.24，取自：
<http://www.nepii.tw/KM/OWE/index.html>

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

10. 經濟部能源局 (2019)。經濟部關心示範風場設置 達成 2020 年離岸風電設置目標。上網日期: 2019.10.23，取自：
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=41&news_id=16478
11. 曾耀民 (2017)。臺灣如何發展再生能源憑證制度研析。立法院。上網日期:2019.10.30，取自：
<https://www.ly.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=6590&pid=85484>
12. 楊豐碩 (2018)。離岸風電競標成果 需要時間養成。工商時報。上網日期:2019.10.30，取自：
<https://m.ctee.com.tw/expert/289f93d0/10113>
13. 葉芳瑜 (2017)。全球離岸風力發電產業趨勢與商機。科技政策觀點。上網日期:2019.10.29，取自：
<https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10337>
14. 闕棟鴻 (2017)。能源知識庫。德國修訂再生能源法 (EEG 2017)，導入競標制度，讓市場招標決定資助費用，同時限制再生能源擴建場域，使再生能源與電網發展更緊密連結。上網日期:2019.10.30，取自：
<https://km.twenergy.org.tw/Data/share?3Jx44rtZnVmGf0qV3ARC8A==>
15. 張瓊之 (2017)。能源知識庫。德國聯邦網路局 (BNetzA) 於 2017 年 1 月底發布離岸風力競標公告及相關規範，再生能源補貼措施由躉購制度逐步轉向競爭性招標制度。上網日期:2019.10.30，取自：
<https://km.twenergy.org.tw/Data/share?exsa5CAy8eh3etXryaU5aw==>
16. 王之杰 (2019)。直擊 快樂能源國丹麥。今周刊。上網日期:2019.10.30，取自：
<https://ppt.cc/fWMTWx>
17. 闕棟鴻 (2016)。丹麥能源轉型之現況與願景，目標在 2030 年完全廢除境內燃煤電廠，2035 年再生能源發電 100%，2050 年前完全排除使用化石能源。能源知識庫。上網日期:2019.10.30，取自：
https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=1186
18. 行政院 (2019)。全力推動離岸風電—打造臺灣成為亞洲離岸風電技術產業聚落。上網日期: 2019.10.31，取自：<https://ppt.cc/fdgXXx>
19. 經濟部能源局 (2019)。圖文懶人包【離岸風電】問答集。上網日期: 2019.10.30，取自：
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/infographics/Infographics.aspx?menu_id=2828&info_id=26
20. 行政院 (2019)。推動風力發電 4 年計畫—潔淨能源 乘風而起。上網日期: 2019.10.31，取自：
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/ef93b5c1-85ea-4b5f-ac55-f460d9204258>

「2019 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

21. 黃明宏、簡思娟（2019）。超級電網（*Super Grid*）：連結永續發展。KMPG。上網日期：2019.11.3，取自：
<https://home.kpmg/tw/zh/home/insights/2019/04/tw-kpmg-solar-energy-super-grid.html>
22. Tom Pritchard（2019）。*National Grid is Building a Giant Undersea Power Cable to Norway: Here's What That Means*。Gizmodo UK。上網日期：2019.11.4。取自：
<https://www.gizmodo.co.uk/2019/06/national-grid-north-sea-link-interconnector-norway/>
23. 劉光瑩（2018）。德國沒落小鎮北堤 1500 人靠離岸風電翻身。未來城市@天下。上網日期：2019.11.3，取自：
https://futurecity.cw.com.tw/article/89?fbclid=IwAR18B4wrTQfdQjN_s_4kYftLD9pBcnKkMVuMDGQFquG9LhQ8gRK8OoNgELE
24. 洪郁婷（2016）。公民入股發電廠 丹麥風電合作社。環境資訊中心。上網日期：2019.11.3，取自：
https://e-info.org.tw/node/113206?fbclid=IwAR1iA7ppX2XYWNi0K_xZs6ZVI8NV-mwmeL5wCsjsplAagYkiAiWJINrwwRg
25. IRENA（2019）。*Renewable power generation costs in 2018*。上網日期：2019.10.31，取自：
https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Renewable-Power-Generations-Costs-in-2018.pdf?la=en&hash=99683CDDBC40A729A5F51C20DA7B6C297F794C5D