

## 從他國經驗探討台灣再生能源發展策略

張朝斌、李宗祐、許肇枕

☒ 高中生組

☐ 大學生組

☐ 研究生組

台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

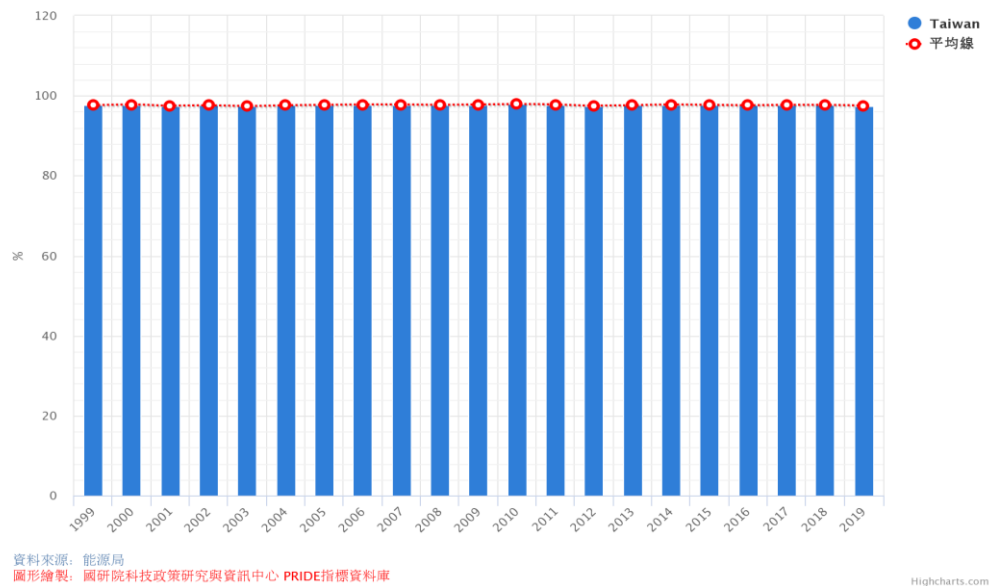
中華民國 109 年 12 月

## 壹、前言

臺灣為海島型國家，極度缺乏石油、煤炭等石化能源，但臺灣最主要的發電方式卻是燃煤及燃氣。兩者在 2019 年分別約占了發電總量的 37.3% 與 38.2%<sup>1</sup>，導致臺灣在發電方面的能源依存度一直高居不下。如此高的進口能源依存度如圖一，不僅使得臺灣的經濟發展易受到國際能源價格波動的影響，對進口能源的高度依賴更成為國安方面的一大隱憂。

另一方面，大量使用火力發電使得臺灣在碳排放量方面難以有有效的減低，無法符合目前的國際趨勢。其中 2018 年台灣的人均碳排放量高居世界排名第 25 名<sup>2</sup>。在公民投票結果顯示大多數民眾反對使用核能的前提下，政府提出了非核、綠能家園的構想，希望可以透過這個計畫調整發電量結構如圖二，達到提升再生能源使用率的目標，進而改善目前發電方式產生的兩大弊病（能源依存度高及高碳排放量）。

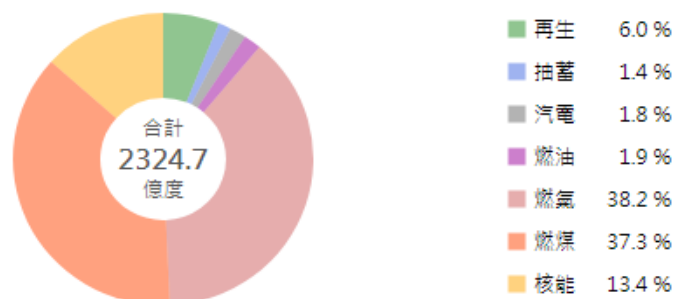
進口能源依存度



系統編號：BE10311-0125

圖一、進口能源依存度

108 年發購電量結構



資料來源：台灣電力公司<sup>3</sup>

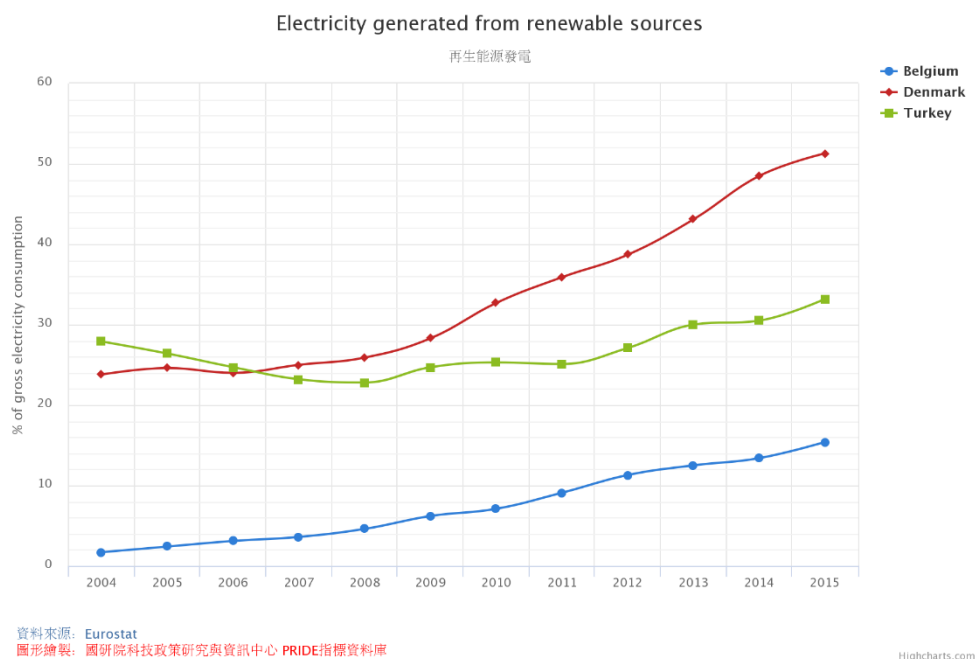
圖二、108 年發電結構

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

根據圖三，2019 年時臺灣的再生能源僅佔總發電量約 6%<sup>4</sup>，且近二十年來的增加比例不顯著。目前再生能源的發電比例距離政府為達成 2025 年非核家園而訂下的 20% 目標依然有一段不小的差距。根據圖四，再生能源較被重視且發展較為成功的歐洲國家均能在十年內有 10%~20% 的成長。由此可知，這樣的提升雖有一定難度，但並非毫無可能。故本文之以下內容，將以歐洲國家的經驗做為參考，尋找我國發展未來再生能源時的可行策略。



圖三、再生能源占電力供給比例



圖四、再生能源發電

## 貳、國內外再生能源概況

### 一、太陽能光電

#### （一）簡介

太陽能光電板主要可以分成 N 型半導體及 P 型半導體兩層結構，利用光電效應所產生自由電子密度差異，進而形成可供使用的電流<sup>5</sup>。

當前太陽能發電的能源轉換率偏低，依然存在許多提升的空間。進一步開發的關鍵在於如何突破光電板的轉換效率（目前為 15-30%，其中理論值可達 75%）<sup>6</sup>。目前主流的發展方向為透過量子點、多介質或三五族半導體技術增加轉換效率<sup>7,8</sup>，使其對照度的要求下降以應用在更廣的區域，並研擬海上發電廠以減少陸地面積的使用。

#### （二）國內

##### 1.現況

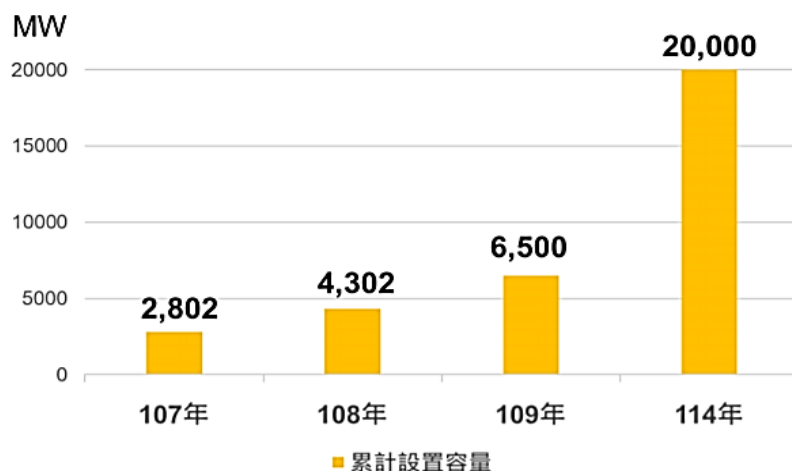
臺灣本島的氣候長年多雨，尤其在東北部地區的年下雨日數大約為 200 天，不利於發展太陽能發電。截至民國 108 年為止，全國累積設置容量 4302MW<sup>9</sup>如圖五。

##### 2.潛力

國內目前可利用的用地包括交通用地（台鐵及高鐵）、閒置工業區、水產養殖用地、耕作用地及屋頂面積。其中屋頂的使用以房屋年齡 20 年內主要裝設對象，因為混凝土的使用年限大約為 50 年，而太陽能光電板的保固期限約為 30 年<sup>11</sup>。因此選擇房屋年齡 20 年內的房屋做為潛力的估計範圍，其潛力範圍如圖六。

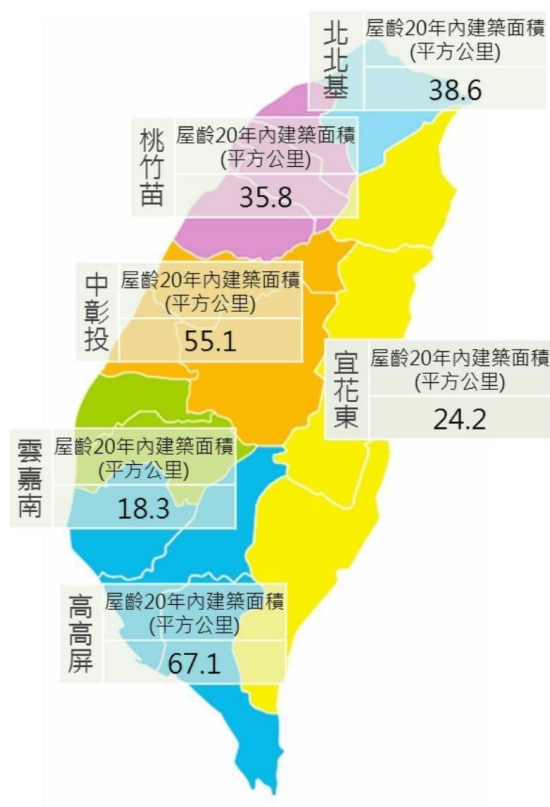
##### 3.政策

民國 108 年立法院通過「再生能源發展條例」修正案，明訂民國 114 年再生能源發電設備推廣目標總量達 27GW 以上。為了達成修正案所訂定的目標，經濟部規劃太陽能發電於民國 109 年須達成之設置目標如下圖五，而實際設置之裝置容量如圖七。為了達成相對應的目標，規畫利用工廠和廠房的屋頂加裝太陽光電板或運用畜禽養殖、農業種植及漁業養殖之場域結合太陽光電板的設置以達成所訂定的太陽能發展目標。



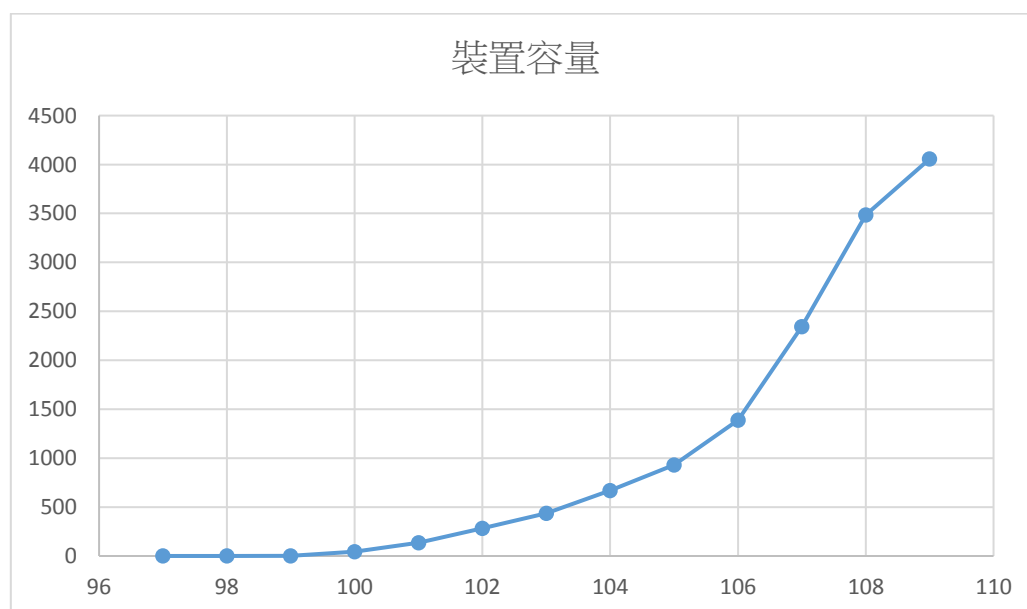
資料來源：經濟部能源局（2020），109 年太陽光電 6.5GW 達標計畫（核定本）<sup>10</sup>

圖五、各年度太陽能累積設置容量（目標）



資料來源:能源資訊平台<sup>11</sup>

圖六、屋齡 20 年以下屋頂總面積



資料來源:台灣電力公司<sup>12</sup>；研究者自行繪圖

圖七、太陽能發電裝置容量（目標）

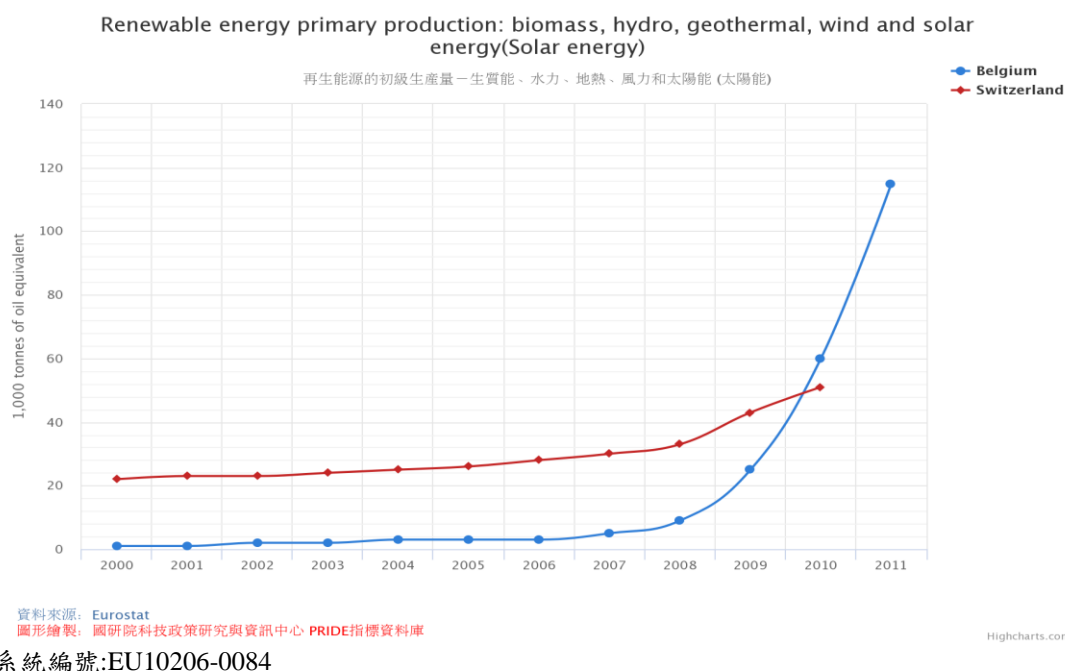
### （三）國外

#### 1. 選擇原因

比利時的面積與自然環境和台灣相似、人口密度也和臺灣相近且年總日照時數不

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

高。從圖八的資料可以得知 2008 年至 2011 年間，比利時的太陽能初級生產量成長了逾 13 倍。故綜合以上因素，我們選擇比利時作為討論的對象。



圖八、再生能源的初級生產量—生質能、水力、地熱、風力和太陽能（太陽能）

### 2.執行現況

「依據歐盟再生能源指令（DIRECTIVE 2009/28/EC），比利時再生能源占總能源供應的比例，必須在 2020 年前由 2005 年的 2.2% 提升到 13%（Union, 2009）<sup>13</sup>。」

自 2006 年起，比利時為全力推動太陽光電裝置遂建置綠電憑證（Green Certificate）機制，此機制針對小型的太陽光電設施提供前 3 年發電量 1000kWh/450 歐元的綠電憑證<sup>13</sup>。和面積略大的瑞士相比，比利時日照條件不如他國，在過去太陽能生產量遠不如瑞士如圖九。但在政府鼓勵下，成功使大量小戶投入建造太陽光電的行列，大幅提升太陽能的產量並超越瑞士。

在太陽能生產量大幅提升後，比利時針對憑證張數引入束縛因子（Banding Factor<sup>13</sup>）的計算，每年依據太陽光電裝置維護成本及發電收益等因素，調整束縛因子，給予太陽光電裝置適當財務支援，成功在不影響國家財政健全的前提下，有效的發展太陽能發電。2017 年，比利時的太陽能人均生產量達到歐盟國家中的第二位。

## 二、地熱發電

### （一）簡介

地熱發電系統，利用儲藏於地下的熱能，加熱水或水蒸氣，並進一步利用產生的水蒸氣帶動渦輪機，產生電力<sup>14</sup>。

目前此種發電方式的瓶頸在於初期探勘的不易及後續的長期營運維護。在探勘技

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

術發展的部分，一方面精進石油及礦產探勘使用已久的技術；另一方面結合地熱流體模擬等新興技術以降低探勘成本並增加鑽探成功率。為解決熱水管路侵蝕淤積導致難以長期營運的問題，導入多重迴路等技術以降低地下水礦物質對機組的影響，增加地熱發電的可靠度。

### （二）國內

#### 1.現況

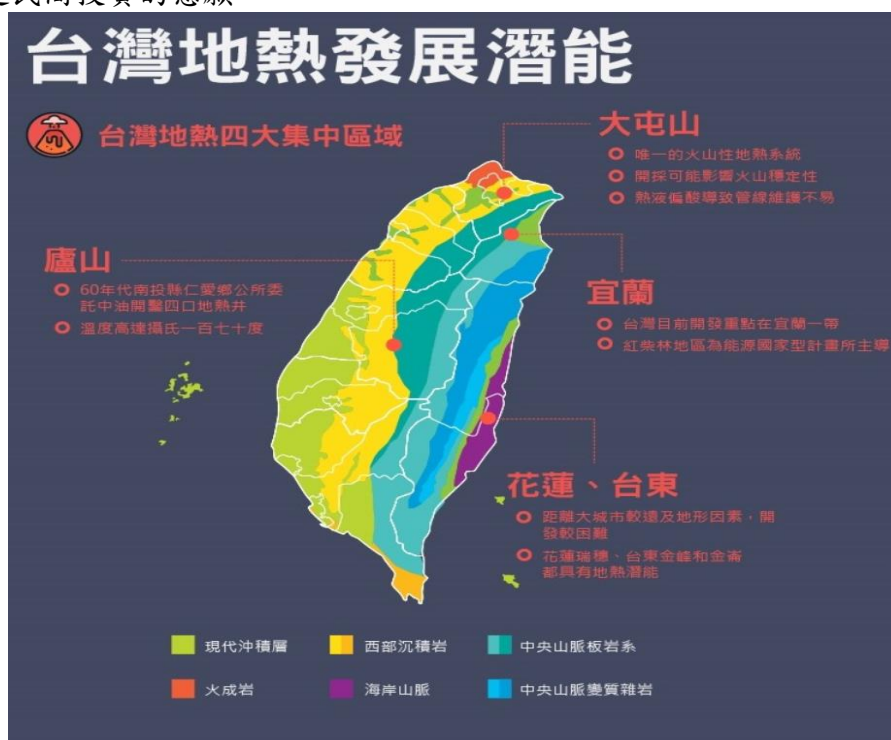
目前國內關於地熱資源的相關法規如探勘所屬權、地熱利用權等法規尚未明朗，加上大規模的商業化發電機組依舊不夠成熟，導致有意願開發地熱資源的廠商為之卻步。因此當今國內的地熱利用情形，停留在小規模政府主導的實驗計畫上。

#### 2.潛力

台灣位處菲律賓海板塊及歐亞大陸板塊交界帶，擁有豐富的地熱資源。根據民國109年經濟部能源局的調查，目前可開發的地熱能源蘊藏量達150MW<sup>15</sup>。具有發電潛力的地熱區域主要包括宜蘭清水地熱、大屯火山群、龜山島、綠島、廬山、瑞穗、知本、金崙、上島與清泉地區等如圖九。

#### 3.政策

短期先以淺層的地熱開發為主，利用其低成本的優勢，累積開發及後續營運的經驗，為大規模的商業利用做準備；中長期則以專注於深層地熱發電技術，加大機組規模，實現穩定的商業化利用。同時探討環評法規鬆綁的可能性，並引入相關的獎勵措施以便增進民間投資的意願<sup>15</sup>。



資料來源：科技大觀園<sup>16</sup>

圖九、台灣地熱發展潛能

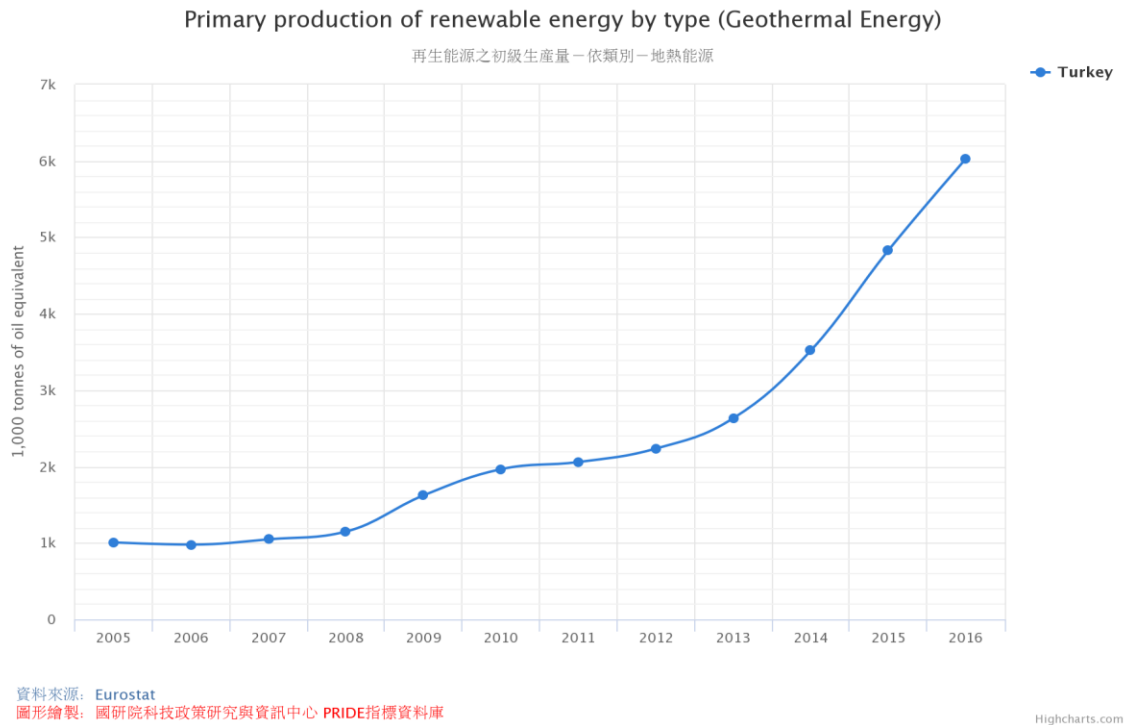
### （三）國外

#### 1.選擇原因



## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

被稱為歐亞陸橋的土耳其位於歐亞地震帶，使得它擁有豐富的地熱資源，與台灣的地熱資源潛力概況相近。土耳其於 1984 年開始發展地熱發電，此後即經歷了長期的停滯期，截至 2005 年為止全國僅有 15MW 的裝置容量<sup>17</sup>。但從 2005 年至 2016 年間，土國地熱發電成長了 500% 如圖十。如此快速的成長幅度使得土耳其在地熱發電的運用為世界之最。



系統編號：EU10505-0021

圖十、再生能源之初級生產量－依類別－地熱能源

### 2. 執行現況

土耳其 2012 年後地熱發電上的大幅成長主要歸功於兩大因素：政策誘因與健全發展環境；導入國際合作引入資源。下文將著重在第一項因素的介紹。

#### (1) 政府主導初期探勘

由於地熱初期探勘的不確定性高，風險較大，一般企業較無意願。為提升地熱資源的使用率，土耳其地熱資源的初期地質探勘多由「礦物研究與勘探總局」（MTA）主導。先找出有潛力的開發區域，再授權給私人企業進行中後段的開發。受惠於此政策，土耳其成功營建出良好的地熱開發環境，提升私人企業的開發意願，使其地熱裝置容量在短期之內大幅提升<sup>17</sup>。

#### (2) 躉購價格制度與稅務減免

政府提供的補貼措施如躉購價格制度等，亦持續促進土耳其的地熱發展。2005 年，土耳其政府通過「再生資源支持機制」法案（Renewable Resources Support Mechanism, YEKDEM），保證未來 10 年的地熱發電的躉購價格將會固定在 10.5 美分/kWh<sup>17</sup>。藉由此政策的推行，土耳其政府利用極優惠的收購價格間接幫助私人企業度過開發前期資本缺乏的時期。



(3) 地熱專法

土耳其政府於 2007 年頒布「地熱資源與天然礦泉水管理法」，規範地熱探勘開發相關的特許權問題。藉由明確訂定開發相關的事項，使開發廠商有法律可循，降低開發過程的不確定性，成功增加民間公司的發展意願<sup>17</sup>。

### 三、海洋能發電

#### (一) 簡介

海洋能的利用方式主要有三種（洋流、潮汐、溫差）。第一種是利用洋流的流動，推動發電機來產生電力；第二種則是利用太陽、月球與地球的相對關係所形成的潮汐，藉由海水水位的變化來發電；最後一種是利用淺層與深層海水的溫度差異，擷取其中的熱能，進行溫差發電<sup>18</sup>。

海洋佔據地球三分之二的面積，其所蘊含的能量充沛。惟目前相關的建設技術，如海上營造、海底輸電、海上維護等的技術依舊不夠成熟，使得海洋發電的成本高居不下且難以穩定地提供電力。目前的主要發展方向集中在如何降低海洋工程的成本並精進洋流流體的模擬，以便提升發電效率。

#### (二) 國內

##### 1.現況

目前國際上的海洋能開發僅有潮汐發電進入商業運轉階段。但由於台灣周遭海域的潮差不足，在目前的技術條件下，潮汐發電不具任何經濟效益。因此我國應將發展方向放在其他海洋能形式的利用。波浪發電的部分，我國目前採用國內自行研究的方法，由能源局委託工研院投入波浪發電機組的研發，目前已發展至 20 瓩級波浪發電機組<sup>19</sup>，邁向機組海上長期測試階段。另一方面，溫差發電的部分，臺灣東方海域之深層海水溫度與表層海水溫差大，已具備海洋溫差發電之條件，目前已成功地開發我國首座瓩級海洋溫差發電示範機組。

##### 2.潛力

目前我國波浪發電的潛力場址多集中於東北部外海及澎湖附近海域如圖十一。而可利用黑潮及表面海水溫差發電的溫差發電潛力場址則多集中於花蓮以及臺東外海。以上的潛力場址都可以做為未來發展相關發電設施的良好場所。

##### 3.政策

目前我國的海洋能運用規劃於 2020 年建置首座 MW 級海洋能發電廠；2025 年建置累計裝置容量達 50MW 海洋能發電廠；2030 年建置累計裝置容量可達 250MW 之海洋能發電廠。透過目標的建立，期許能在訂定的期限內達成對應的目標，加速我國對於海洋能的利用<sup>20</sup>。



資料來源：科技報導（2020）；臺灣海域能源。

圖十一、海洋能潛力區分布

### （三）國外

當今國際海洋能發展，除了潮汐有大規模的商業發電利用之外，其他的可利用能源種類如波浪能、溫差能及洋流能均停留示範測試階段，預計 2025 年邁向小型商業化電廠開發，2030 年後邁向大型化電廠開發。下文將分述國際上除了潮汐發電之外的各項海洋能源發展情形<sup>21</sup>。

#### 1.波浪發電

波浪發電目前停留在 MW 級示範電廠的階段，距離商業開發運轉的目標較為接近。現今全球最大之 MW 電廠位於瑞典，而 European Marine Energy Centre 亦有多座百 kW 級機組進行測試中。

#### 2.溫差發電

溫差發電在國際僅有小規模的示範電廠，於夏威夷、南韓、日本等地均已完成示範機組建置並正在測試階段。

#### 3.洋流發電

洋流發電目前國際亦有 MW 級電廠建置，其中 Atlantis、SEAGEN、OpenHydro 均為 MW 級機組，正進行多機組併網測試，朝商業化電廠邁進。

由於目前這三種能源的利用方式仍為成熟，各國對此領域的政策較不明確，且大多集中在機組及建設實驗方面的補助，以加速相關發展的進程。

## 四、風力發電

### （一）簡介

風力推動風車葉片運轉，葉片轉動後帶動減速齒輪箱，降低至適當的轉速後，透過發電機產生電力<sup>22</sup>。

當今風力發電的兩大演進方向，主要在離岸設置及機械結構上。由於陸地上的風向較為紊亂且陸地風機容易影響當地的發展，因此目前的趨勢是將風機群設立在近海以增加發電效益。機械結構的部分，則推廣風速域較廣的直驅式風機<sup>23</sup>並搭配高氣動效率的葉片。

### （二）國內

#### 1.現況

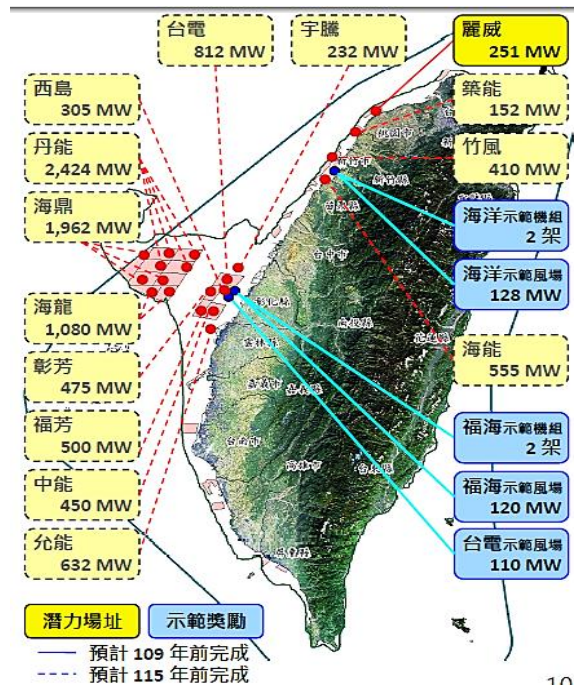
我國自民國 2000 年起積極推動相關風電開發應用，主要由臺電及民間業者投入陸域風場開發。截至民國 109 年 7 月，國內累計設置 384 部陸域大型風力機，總裝置容量為 85.70 萬瓩<sup>24</sup>。

#### 2.潛力

「根據國際工程顧問公司 4C Offshore 在 2014 年發布的全球『23 年平均風速觀測』研究，世界上風況最好的 20 處離岸風場，屬於台灣領海的就占了 16 處。」<sup>25</sup>目前我國適合發展風力發電的潛力場址如圖十二，大多集中於西海岸的海上，可做為未來設置離岸風力發電機組的場所。而陸上的風力發電的潛力則集中於桃竹苗地區的海岸，原因是因為此海岸的冬季季風強勁，讓此段海岸在風力發電的優勢較臺灣其他海岸大。

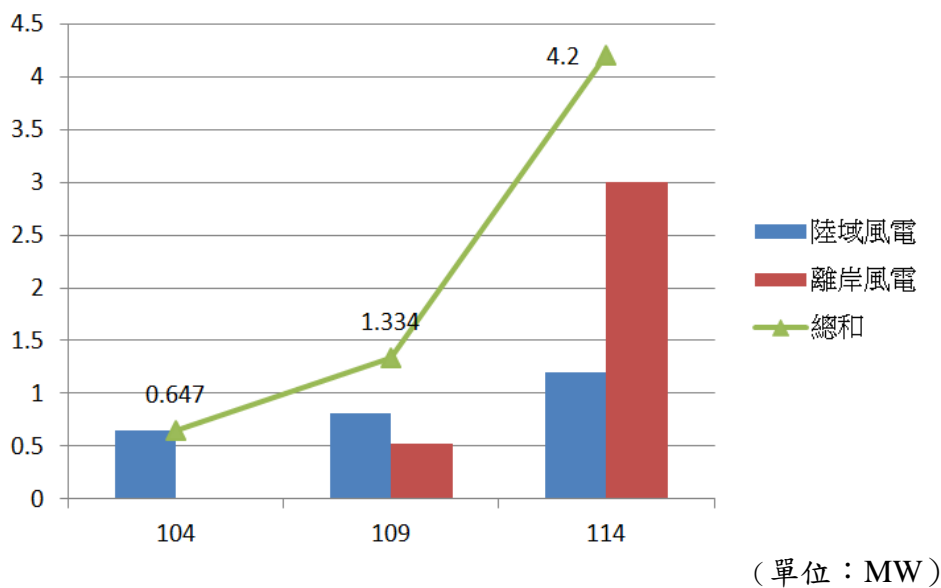
#### 3.政策

我國的離岸風力發電推動主要分成示範計畫、潛力場址、區塊開發三階段推動。經濟部 105 年擬定「風力發電 4 年推動計畫」<sup>26</sup>，規劃在 4 年內達成風力發電累計 1334 MW 設置量，並建立中長期治本措施，優化設置環境，進而達成 114 年的設置目標如圖十三。希望藉此促進能源多元化及自主供應。目前由民間廠商投入競標，並規劃港埠及產業專區，提供企業方便建置發電機組的環境<sup>27</sup>。



資料來源：經濟部能源局

圖十二、風力發電潛力場址



資料來源：經濟部能源局；研究者自行繪圖

圖十三、風力發電裝置容量（目標）。

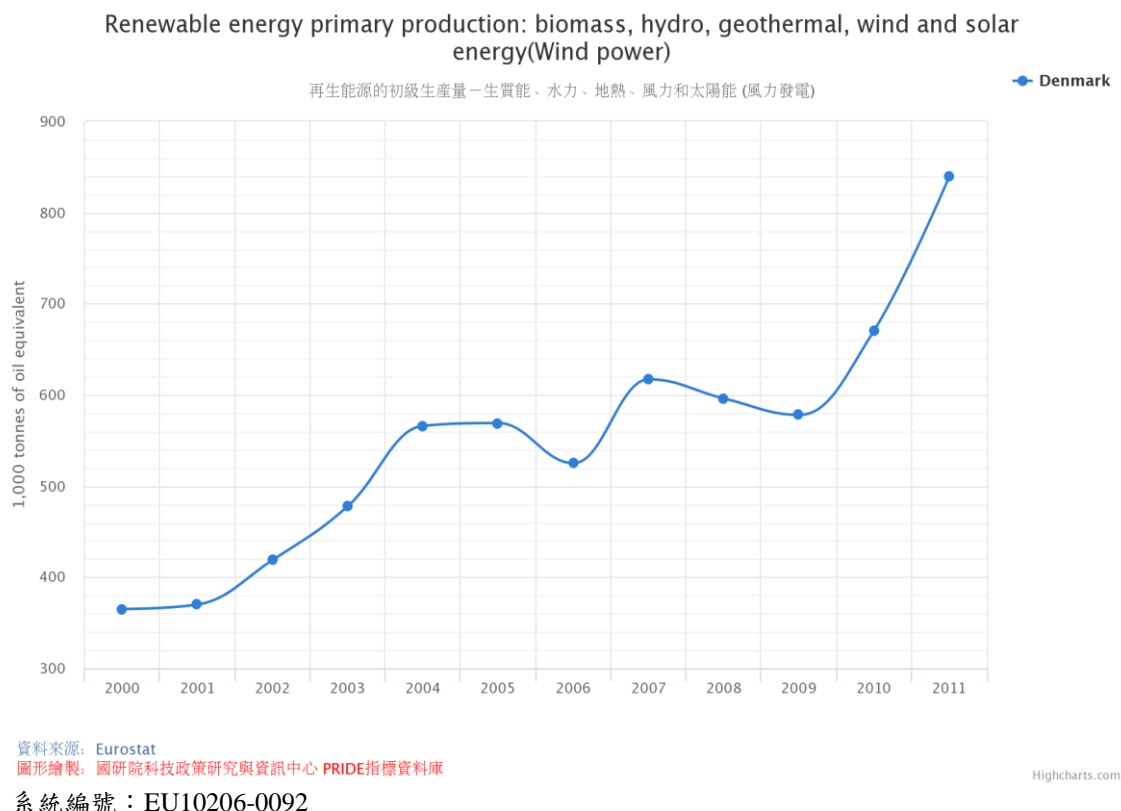
### (三) 國外

#### 1. 選擇原因

丹麥位處西風帶，與台灣東北季風的穩定風向相似。且其國土三面環海，近年來建置離岸風力發電廠發展成功。西元 2002 年，丹麥建置了當時世界上最大的離岸風力發電廠，至此之後，丹麥國內的風力發電生產量自 2000 年至 2011 年間增加了超過

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

100%如圖十四。丹麥運用國內的風力資源成功提升了整體的風電發電量，值得我國借鏡。



圖十四、再生能源的初級生產量—生質能、水力、地熱、風力和太陽能（風力發電）

### 2.執行現況

丹麥首創的風電收購制度成功將風險、價格這兩個變數控制在民營公司可接受的範圍，由政府定價、定量的向風電開發商收購風電，增進投資者的投資意願。同時丹麥的收購制度建立在政府與民間之間良好的契約關係上，避免因政黨輪替而讓影響補貼的情況發生，進一步促進風電產業的發展<sup>28</sup>。

不只是私人企業，丹麥公民也可以參與風電產業。丹麥的公民入股制度鼓勵人民透過籌辦合作社、集資的方式來經營小型風場，並開放附近社區居民入股投資，提升居民對於風電產業的關注程度。

除此之外，丹麥國內專業的能源企業會從旁指導，協助人民參與投資計畫，避免人民因專業知識的缺乏而出紕漏。風力發電系統建成後，入股的居民獲得的利潤能折抵電費，而能源企業藉此所得的資金也能給予財務支援。如此，不但達到人民與企業的雙贏，而且還增進了人民對再生能源方面的關注。

## 參、結論

表一、各種再生能源之比較。研究者自行製圖。

	太陽能	地熱	海洋能	風力
優點	-太陽提供的總能量大 -可用範圍廣泛	-附加價值高 -發電量穩定	-可提供能量大 -無汙染問題	-技術相對成熟 -建設成本較低
缺點	-需要耗費大量土地面積發電量不穩定 -光電板會造成重金屬汙染	-技術相對不成熟 -能源供給量難以精密估計	-可能會影響海洋生態 -建設管理技術不成熟 -國際案例稀少	-容易受到天災的破壞 -發電量不穩定
發展概況	目前多利用交通用地、閒置工業區、養殖耕作用地及屋頂	-以小規模政府實驗計畫為主 -法規尚未明朗 -商轉技術不成熟	-潮汐發電不具經濟效益 -波浪洋流發電停留在實驗示範階段	-陸域風力發電已飽和 -朝向桃竹苗地區的海岸的離岸電廠發展
國內政策	訂定補助及獎勵辦法，由地方政府設立專責機構處理相關案件。	制定優惠的收購電價並獎勵地熱發電系統，鬆綁相關環評法規。	立法訂定發展目標並補助工研院自行研發相關機組以利用海洋能源。	尋找潛力場址並建立示範區，鼓勵民間廠商投入發電機組的建設。
國外政策	針對小型太陽光電裝置給予補助。並且每年調整束縛因子，保證補助不影響財政。	政府單位負責初期礦坑探勘。透過立專法、保證收購價格不變與提供補助吸引企業投入。	訂定發展目標，成立相關組織以進行海洋能的研發與試驗探勘。	採用風力收購制度，鼓勵民眾建造風機，並訂定專法保證補助不因政治而被取消。

首先太陽能發電方面，2017 年比利時的太陽能人均發電量，達到歐盟國家中的第二位，在先天條件不佳（人口密度高）的前提下可以達成這樣的成就實屬不易。這樣的成果主要可以歸功於當局設計良好的電力收購機制，可靠的綠電憑證搭配靈活的束縛因子，在維持不拖垮國家財政的前提下，大幅提升太陽能發電的比例。台灣未來在制定政策時，或許可以考慮這套收購機制取代現行的補助制度，應用收購制度的特點，在降低政府負擔的同時，保證太陽能電力的產出進而達成永續發展的目標。

在地熱發電的部分，土耳其雖然在 2005 年的時候國內僅有 15MW 的裝置容量，但 2012 年後政府透過主導相關可開發潛力區的探勘，由政府承擔初期探勘的不確定性及風險，待確定潛力區域後再授權民間的企業進行後續開發，營造出低風險、適合民間參與的投資環境。此開發模式，既能避免初期因為過高的經營風險導致廠址廢棄，政



## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

府又能從中獲取利益及達成再生能源的發電目標。此外土耳其擁有健全的地熱開發專法，明訂相關資源的所有權及權利義務，為長久的發展提供良好的規矩可以遵循。以上兩點值得我國借鏡。

接著在海洋能的部分，如前文所述，縱觀各國的海洋能利用情形，僅有潮汐能有大規模的商業利用。惟我國的先天自然條件無法提供足夠的潮差，滿足商業利用的基本門檻，故關於海洋能的利用及討論應著重在波浪洋流溫差上。這三種能源的利用模式尚未成熟，各國亦無相關的開發法規，絕大部分的心力都投注在小規模的實驗上。我國目前的開發方向與國際大致相同，由政府成立相關研究機構主導實驗進行。希望未來我國可以加強這方面的國際合作，一方面提升在海洋能利用方面的國際影響力，另一方面透過技術交流加速開發進程，期待在不久的將來可以妥善利用周遭廣大海洋資源。

最後在風力發電的部分，丹麥的風電收購政策值得我國參考。其主要政策為由政府與民營公司簽訂合作契約，避免收購的價格與公式受到政黨輪替的影響而使經營者的權益受損。除此之外，丹麥公民也可入股加入風電系統的建置，藉由籌辦合作社的模式，輔以專業的能源公司指導。不只增加人民對於風力發電的關注，更有效提升國家整體建置發電機組的效率。目前我國的風電政策主要專注於政府與民間企業的補助合作而忽略了人民對於建置發電機組可能的潛在貢獻。若我國政府的政策方向能加入人民的元素，相信一定能提升機組建置的效率。

綜合以上所述，歐洲再生能源發展蓬勃，相關再生能源發展成熟的國家亦是我國可參考之對象。臺灣不論在西部海岸的風力發電還是在地熱以及附近海域的海洋能的開發上都有著得天獨厚的優勢與潛力。為協助台灣妥善利用相關的再生資源，達成綠能家園的預定目標，我們經過評估後提出了以下建議，希望可以做為政府未來在參考他國經驗、發展再生能源時的參考。首先，可以成立法規研擬委員會，並召開公聽會蒐集民間的意見，集思廣益一同找出適合台灣的綠電憑證及收購機制。其次，可以針對現有的資源分布資料進一步深入調查，找出各地區合適的利用方式，由政府統籌佈局規劃降低風險。最後，實施相關的環境教育，提升人民對與綠色能源的認識，增加民眾對於相關政策的支持。透過以上三項方法，期許我國可以在能源的利用上擺脫石化燃料的過度依賴，達成環境與經濟的雙贏局面。

## 參考資料

- 1.台灣電力公司（2020）。歷年發購電量占比。上網日期:2020.07.03，取自：  
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=212&cid=120&cchk=f3a1b1e0-03e5-45fa-b72e-b28c5cb94f37>
- 2.賴于榛（2019）。我碳排高居全球前25 總統參選人被點名「最速件」處理。聯合報。上網日期:2020.07.05，取自：<https://udn.com/news/story/7314/4101455>
- 3.台灣電力公司（2020）。108 年發電結構。上網日期:2020.09.05，取自：  
<https://www.taipower.com.tw/tc/Chart.aspx?mid=194>
- 4.行政院全球資訊網（2016）。為邁向2025 非核家園目標 推動新能源政策。上網日期:2020.09.06，取自：<https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/c094fb4e-6c07-4a87-9435-fb97f11dde10>
- 5.ELECTRICAL TECHNOLOGY（2018）。How to Make a Simple Solar Cell? Working of Photovoltaic Cells。上網日期:2020.09.10，取自：  
<https://www.electricaltechnology.org/2015/06/how-to-make-a-solar-cell-photovoltaic-cell.html>
- 6.峰哥的科學世界（2012）。量子點太陽能電池——理論轉換效率可達75%的未來技術。上網日期:2020.09.13，取自：<https://reurl.cc/WL8zbO>
- 7.Daisy Chuang（2019）。NREL 推全新三五族太陽能製程，砷化鎵製造速度加快20倍。科技新報。上網日期:2020.09.14，取自：<https://technews.tw/2019/08/05/dhvpe-pk-movpe/>
- 8.Daisy Chuang（2019）。量子點太陽能電池新里程碑，轉換效率達16.5%。科技新報。上網日期:2020.09.14，取自：<https://technews.tw/2020/02/19/quantum-dots-solar-cell/>
- 9.行政院全球資訊網（2019）。全力衝刺太陽光電。上網日期:2020.09.15，取自：  
<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/4413b416-5f1e-419b-9a39-5a02c8a3ba8c>
- 10.經濟部能源局（2020）。109 年太陽光電6.5GW 達標計畫。上網日期:2020.09.15，取自：  
[https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentDesc.aspx?menu\\_id=8890](https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=8890)
- 11.能源資訊平台（2017）。台灣太陽能蘊藏量之計算與評估。上網日期:2020.09.16，取自：  
<http://eip.iner.gov.tw/msn.aspx?datatype=YW5hbHlzaXM=&id=NTg=>
- 12.台灣電力公司（2020）。太陽能發電裝置容量。上網日期:2020.09.20，取自：  
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204&cid=1582&cchk=5b8ce619-7ff5-40e9-9032-bdfd93d197d9>

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

- 13.劉芳爵（2018）。*比利時能源政策之研究-太陽能發電對臺灣之啟示*。上網日期：2020.09.20，取自：  
<https://report.nat.gov.tw/ReportFront/ReportDetail/detail?sysId=C10701319>
- 14.The Stampler（2018）。*The case of geothermal power*。上網日期: 2020.09.25，取自：  
<https://stampler.wordpress.com/2010/09/16/the-case-of-geothermal-power/>
- 15.經濟部能源局（2018）。*地熱及其他再生能源推動方案*。上網日期: 2020.09.27，取自：  
<https://energywhitepaper.tw/upload/201801/151505188989024.pdf>
- 16.科技大觀園（2018）。*台灣地熱發展現況（一）引言：台灣地熱的分佈與潛能*。上網日期: 2020.09.27，取自：  
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sgdv.htm>
- 17.趙文衡（2020）。*土耳其運用國際合作發展地熱發電之成功經驗與對我國的啟示*。上網日期：2020.10.01，取自：  
[https://km.twenergy.org.tw/KnowledgeFree/knowledge\\_more?id=7124](https://km.twenergy.org.tw/KnowledgeFree/knowledge_more?id=7124)
- 18.EU SCIENCE HUB（2018）。*New technologies in the ocean energy sector*。上網日期: 2020.10.03，取自：  
<https://ec.europa.eu/jrc/en/news/new-technologies-ocean-energy-sector>
- 19.能源報導（2014）。*開發20呎波浪發電機組，擷取海洋新能源*。上網日期：2020.10.03，取自：  
<https://energymagazine.iti.org.tw/Cont.aspx?CatID=20&ContID=2390>
- 20.科技報導（2015）。*臺灣海域能源*。上網日期：2020.10.08，取自：  
[http://scitechreports.blogspot.com/2015/05/blog-post\\_26.html](http://scitechreports.blogspot.com/2015/05/blog-post_26.html)
- 21.財團法人工業技術研究院（2019）。*海洋能發展策略*。上網日期：2020.10.11，取自：  
<https://km.twenergy.org.tw/>
- 22.anthropoceneinstitute（2017）。*RENEWABLE ENERGY*。上網日期: 2020.10.12，取自：  
<https://www.anthropoceneinstitute.com/science/generation/renewable-energy/>
- 23.EnergyTrend（2011）。*直驅式風力發電機*。上網日期：2020.10.13，取自：  
<https://www.energytrend.com.tw/knowledge/20110616-1866.html>
- 24.台灣電力公司（2020）。*風力發電*。上網日期：2020.10.14，取自：  
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204&cid=1581&cchk=82fb957e-2fe8-49b6-90a9-b750387de936>
- 25.Hami 書城（2018）。*全球前20處最優離岸風場，台灣竟佔了16座*。上網日期：2020.10.15，取自：  
<https://reurl.cc/pyK8pl>
- 26.經濟部能源局（2017）。*經濟部能源局（2017）*。上網日期：2020.10.05，取自：  
[https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentDesc.aspx?menu\\_id=5493](https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=5493)

## 2020「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

<https://energywhitepaper.tw/upload/201712/151376189216283.pdf>

27. 經濟部能源局（2017）。風力發電推動方案，新及再生能源小組，能源轉型白皮書重點推動方案。上網日期：2020.10.15，取自：

28. 王之杰（2019）直擊快樂能源國丹麥 上網日期：2020.10.20 取自：  
<https://reurl.cc/2gl774>