

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

Mission: Renewable 不可「能」的任務？探討台灣 淨零轉型下之困境

梁曦、王怡淨

高中生組

大學生組

研究生組

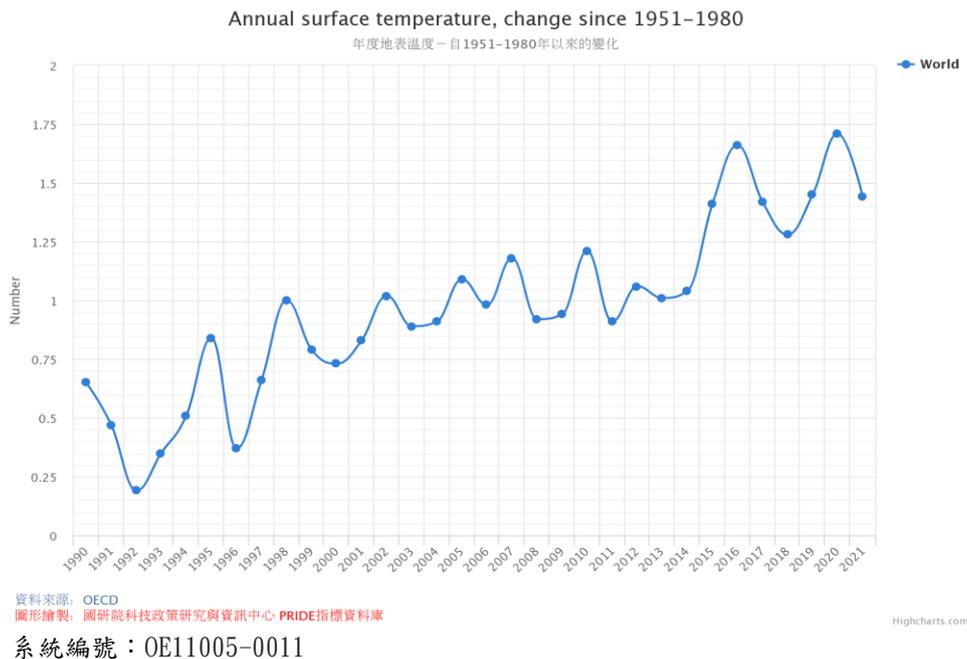
國立政治大學統計學系

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 111 年 12 月

壹、前言

近年來，全球暖化議題隨著氣候變遷加劇而日益重要，根據經濟合作暨發展組織（OECD）資料顯示，世界地表平均溫度在近幾十年逐漸飆升（如圖一）。氣候變遷加劇不只會影響地表溫度，天然災害發生風險提高，季節長度發生變化，甚至有危害農作物生長，影響世界經濟發展的可能。全球暖化是空氣中溫室氣體過多而產生的異常性變化，其中「二氧化碳」為溫室氣體中生命週期最長、增加速度最快、占比含量最高（55%）之氣體，而因其產生的溫室效應遠高於其他溫室氣體，現今，降低碳排放量已被視為全球共通性課題。



圖一、世界地表年平均溫度變化（1990年至2021年）

自2015年巴黎氣候協定，推動淨零排放已成國際趨勢，2050年「淨零轉型」更是世界各國與大型廠商的目標，也是台灣的目標。想要達到2050年淨零轉型，台灣勢必需「落實能源轉型」，找尋更乾淨的能源供給方式，替代原有發電類型。然而，對台灣而言，落實再生能源轉型並不是件容易之事。我國為四面環海的島嶼國家，國土面積約三萬六千兩百平方公里，與其他綠能發展良好國家相比，台灣土地窄小，地形起伏大，在綠能開發上將面臨環境上的衝突。根據世界銀行《2022年碳定價現況與趨勢》報告顯示，許多國家將氣候風險之「碳風險」列入企業營運策略評估，紛紛設置「碳交易」或「碳稅」等碳定價機制，我國為了強化2030減碳目標，也正在辦理「溫室氣體減量及管理法」修法工作⁽¹⁾，未來將採碳費先行，搭配自願減量額度交易，務實推動減碳，顯示國家對於減碳的意識型態已有逐漸上升的趨勢。

本文將以能源轉型下影響轉型效率之可能因子，探討實施再生能源轉型時台灣可能會面臨的問題，透過我國「政策研究指標資料庫（Policy Research Indicators Database, PRIDE）」進行數據佐證，瞭解台灣能源轉型困境，找尋加速我國能源轉型腳步的可能性。

貳、台灣能源轉型下可能面臨之困境

一、綠能用地設置

目前台灣再生能源供電比例持續上升，從 2010 年綠能供電比例僅佔全體供電量能的 3.5%，經過 10 年建設，2020 年時已達到全體供電的 5.5%（如圖二）。經濟部能源局統計資料顯示，2020 年再生能源發電量中，佔比最高為太陽光電，其次為廢棄物、水力發電和風力發電。從最新數據之折線圖可發現太陽能持續暫居發電量第一，而風力發電則具有季節性，通常於冬季有上升之趨勢，成為第二高佔比之發電再生能源（如圖三）。



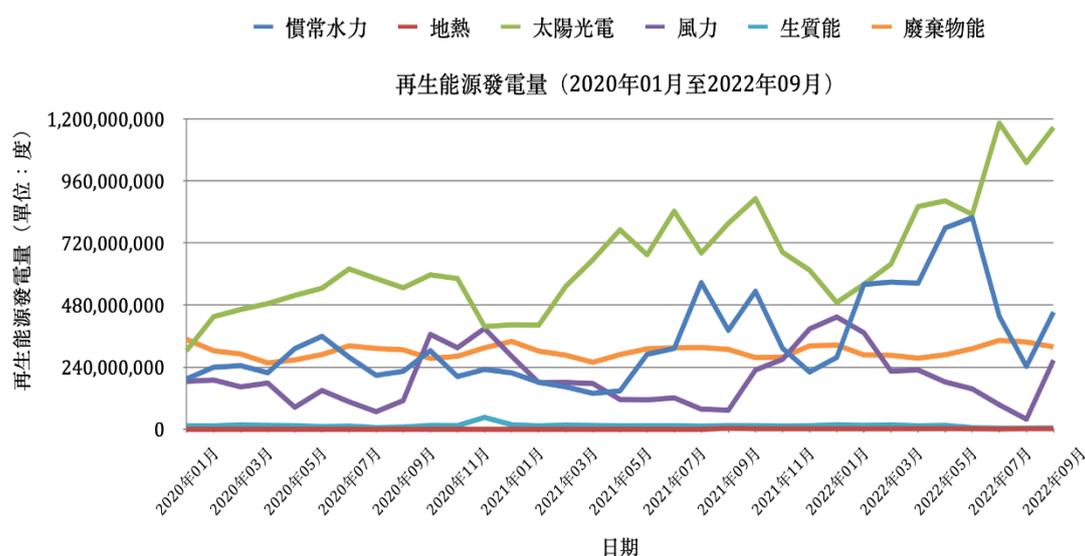
資料來源：能源局

圖形繪製：國研院科技政策研究與資訊中心 PRIDE 指標資料庫

Highcharts.com

系統編號：BE10311-0147

圖二、再生能源佔電力供給比例（2010 年至 2020 年）



資料來源：經濟部能源局⁽²⁾（自行繪製）

圖三、再生能源發電量（2020 年 01 月至 2022 年 09 月）

位於副熱帶區域的台灣，一整年日照時間長且充足，同時深受季風影響，風力資源相當豐富，根據 4C offshore 資料顯示，台灣從桃園至雲林沿岸都具有風力發電的潛

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

力⁽³⁾。然而，探討再生能源議題時，由於太陽能、風力發電等再生能源單位之發電面積效率較傳統燃煤與核能發電低，「綠能占地廣」對於地狹人稠且國土面積近 2/3 為山區地形的台灣，一直是能源轉型上之一大困境。

除此之外，民眾對於太陽能光電板與陸上風力發電機之設置有許多迷思，造成土地取得不易的問題。受到部分報導與輿論影響，民眾對太陽能光電板的常見誤會包括：易造成環境汙染、損壞屋頂疑慮、降低建物價值、建置系統複雜且維護成本高等⁽⁴⁻¹⁰⁾。目前常見之陸域風力發電機組雖然架設困難度與成本較低，然而，陸域可供開發的場址有限、風力也隨季節更替而不穩定，同時有噪音之問題使居民對之排斥，開發商需尋找較為偏僻之廠址以弭平民眾的避鄰效應。這些迷思都使得能源發電廠的設置面臨反彈與衝突，其中大面積的地面型光電開發爭議最多，地面型光電開發將面臨與原住民傳統領域衝突、環境生態保育上的疑慮、陸域風機過於靠近民生住宅、離岸風場對生態與漁業的多重衝突等爭議。顯示台灣於綠能設址需有更完整的規劃，以克服自然土地缺乏與取得不易之問題。

表一、歷年再生能源相關衝突事件

能源類型	時間	地點	衝突事件
太陽能	2022	雲林縣口湖鄉	為了於台糖宜梧農場林地設置太陽能發電場，將砍除 130 公頃林地，居民深怕影響生態與生活 ⁽⁴⁾ 。
太陽能	2021	嘉義縣東石鄉	於東石鄉東石村觀海三路設置太陽能光電設施案，居民怕將影響道路通行 ⁽⁵⁾ 。
太陽能	2021	台東縣海端鄉	海端鄉廣原村一處私有地申設太陽光電，居民擔心光電污染將危害淨土，破壞農地景觀，並認為此舉與政府推動之青年返鄉從農政策互相衝突 ⁽⁶⁾ 。
風能	2020	雲林縣台西鄉	能源公司規劃在雲林沿海申請 200 多座風力發電機設施，其中一處將在距台西鄉五港村僅有 200 公尺處設立。居民深怕其所產生的低頻噪音和電磁波，會影響睡眠與養殖物生長 ⁽⁷⁾ 。
太陽能	2019	台東縣知本鄉	知本濕地光電標案面積達 161 公頃，是全台最大光電廠，卻有破壞鳥類重要棲

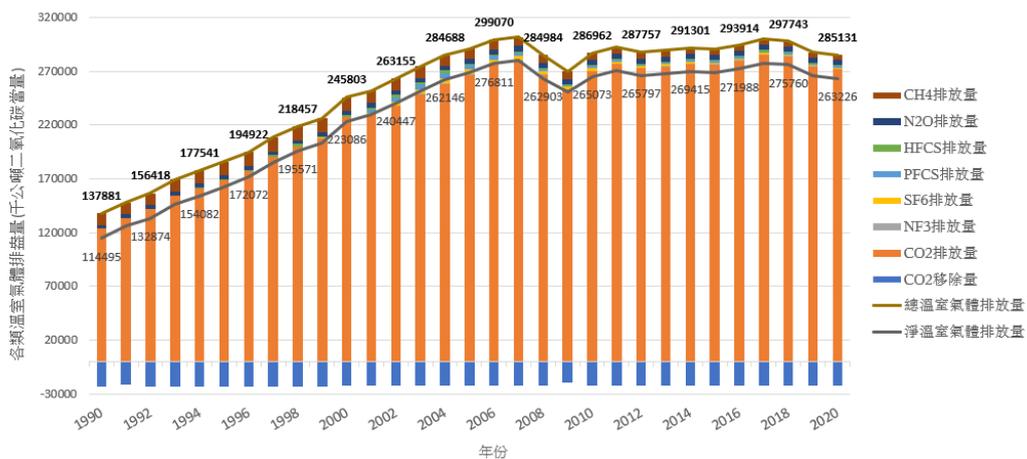
			息地的隱憂 ⁽⁸⁾ 。
風能	2019	新竹縣新豐鄉	建置風力發電設備，未事先告知也無開設公聽會，引起民眾反彈，憂心風機將破壞生態環境，並影響漁民生計 ⁽⁹⁾ 。
風能	2013	苗栗縣苑裡鎮	風力發電機組最近一組將在距村民住家僅有 50 多公尺處設立。居民深怕其所產生的低頻噪音和電磁波，會影響睡眠與生活品質 ⁽¹⁰⁾ 。

資料來源：自行整理

二、發電結構

根據我國《2022 年國家溫室氣體排放》清冊報告顯示，相較於 2019 年，2020 年之溫室氣體排放量雖呈現減少趨勢，淨排放量卻僅有百分之 0.88^{註1} 的微幅下降，其減碳速度恐怕無法追上 2050 淨零轉型目標。所有溫室氣體中二氧化碳為排放量佔據最多之氣體（如圖四），詳細追蹤與探討二氧化碳排放來源後可以發現，能源部門占最大宗（如圖五），其排放源包括能源產業、製造業與營造業、運輸與服務業、住宅及農林漁牧業之燃料燃燒排放。而能源產業又為能源部門中排放量占比最高之產業（如圖五與圖六），其涵蓋石油煉製業、固體染料製造業與公用與自用電能及熱能製造業，顯示發電產業在我國二氧化碳排放中佔有重要角色。

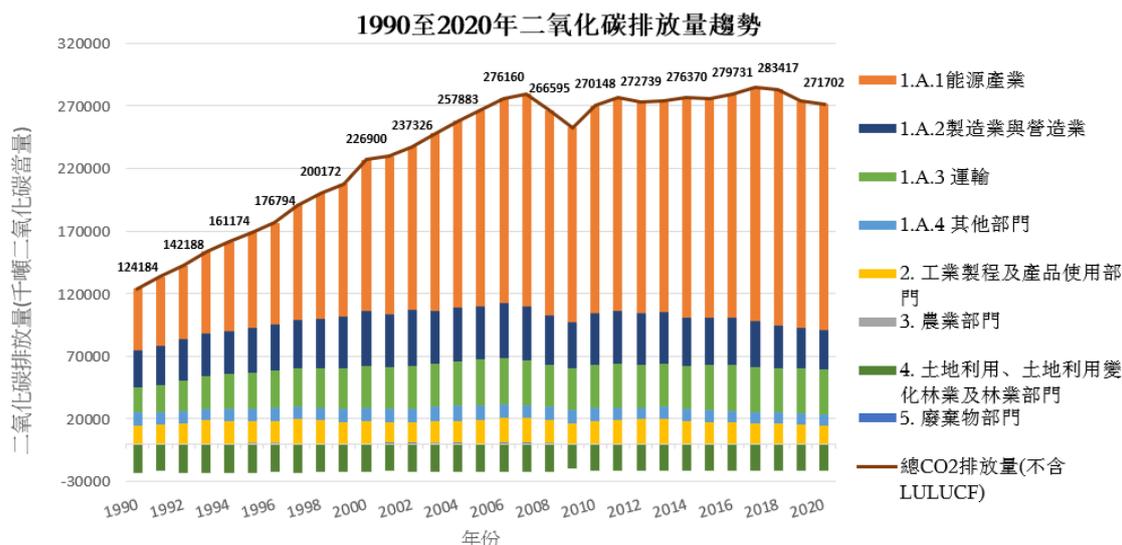
1990年至2020年總溫室氣體排放量和移除量趨勢



資料來源：行政院環境保護署《2022 年國家溫室氣體排放》清冊報告⁽¹¹⁾（自行繪製）

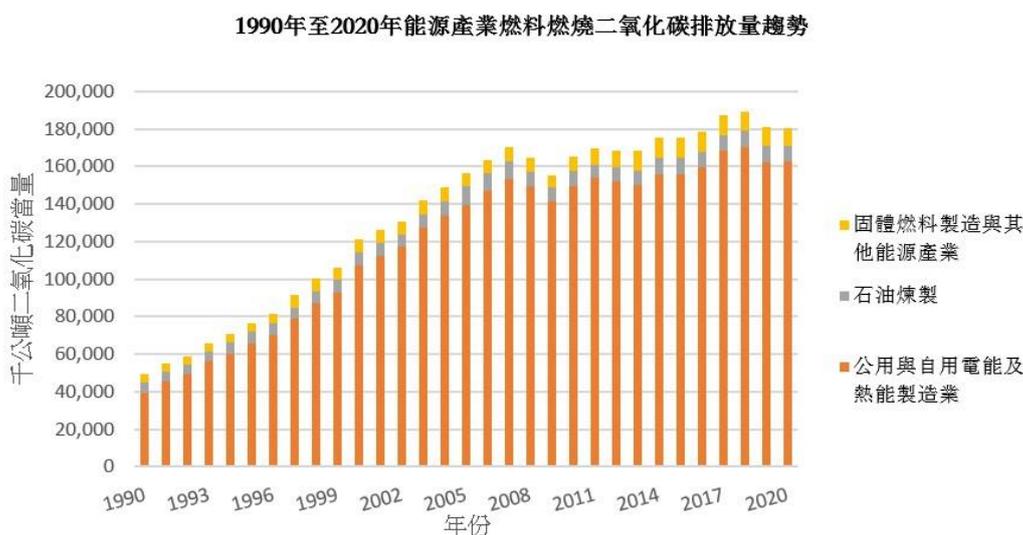
圖四、1990 至 2020 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

註1 由行政院環境保護署《2022 年國家溫室氣體排放》清冊報告數據顯示，2019 年溫室氣體淨排放量为 265,573 千公噸二氧化碳當量，而 2020 年為 263,226 千公噸二氧化碳當量。0.88%係由 $(263,226 - 265,573) / 265,573 * 100\%$ 所得。



資料來源：行政院環境保護署《2022年國家溫室氣體排放》清冊報告⁽¹¹⁾（自行繪製）

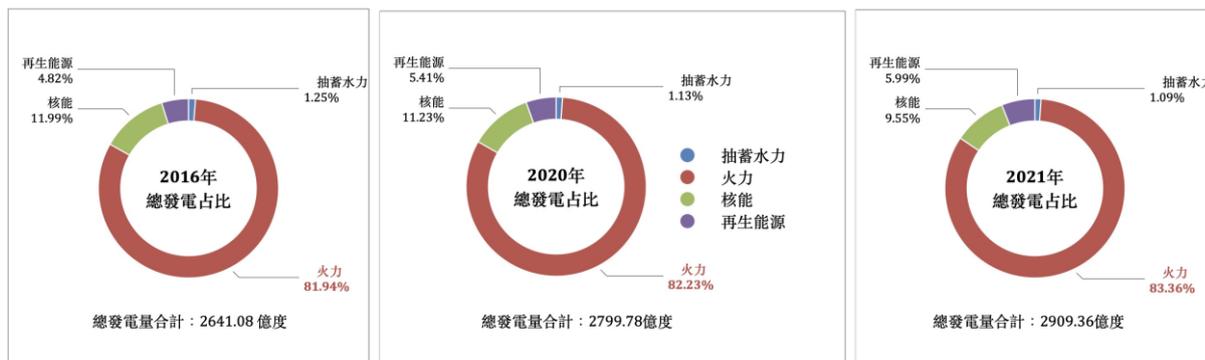
圖五、1990至2020年二氧化碳排放量趨勢



資料來源：行政院環境保護署《2022年國家溫室氣體排放》清冊報告⁽¹¹⁾（自行繪製）

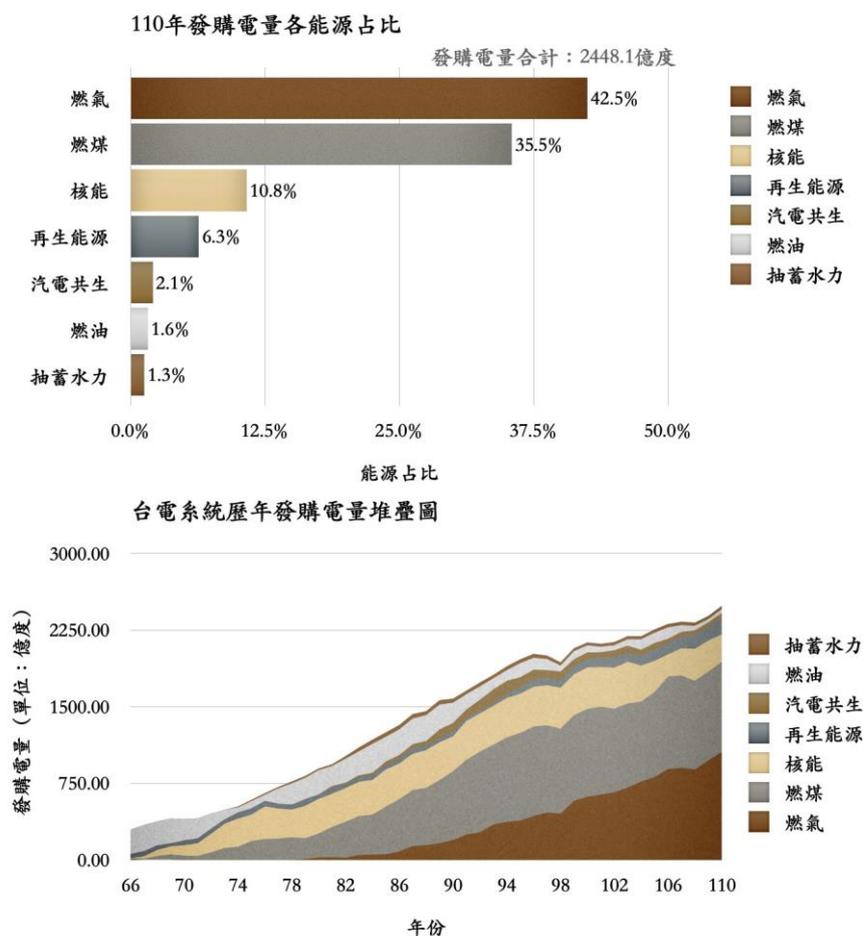
圖六、1990至2020年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

由經濟部能源局及台灣電力公司之統計圖表（如圖七）可以看出，我國依舊以火力發電為主要發電來源。火力發電於2016、2020及2021年分別佔了總發電之81.94%、82.23%與83.36%，顯示我們對於燃煤、燃氣的依賴依舊相當高。火力發電雖有燃料取得容易、建廠容易及相較核能危險性較低等優點，卻因燃燒化石燃料而更易產生二氧化硫、懸浮微粒以及二氧化碳，造成空氣汙染及加重溫室效應，這與我們的期望及政策背道而馳。



資料來源：經濟部能源局⁽²⁾ (自行繪製)

圖七、發電概況



資料來源：台灣電力公司⁽¹²⁾ (自行繪製)

圖八、民國 110 年發購電量各能源別占比

從圖八中我們也能檢視到再生能源於整體發購電量的占比雖有逐年提高，卻依舊低微，至 2021 年也僅達到 6.3%，遠低於 2019 年經濟部能源局所規劃之 2025 年再生能源配電達 20% 的目標⁽¹³⁾。因此，我國經濟部能源局於 2022 年所發布之《110 年度全國電力資源供需報告》中，已將再生能源配比下修至 15.1%⁽¹⁴⁾，顯示再生能源的建置不如預期，難以追上政策之目標。突如其來的疫情影響綠能電廠建設規劃，同時為因應疫情發展，企業型態逐漸改變，居家辦公比例上升，全國用電量大幅升高，進而稀釋了

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

再生能源的發電占比。台灣雖有脫離褐色經濟轉型至綠色經濟之規劃與理想，然而，目前成效及數據皆顯示其轉型速度有所延緩。低比例的再生能源與改革遲緩的火力發電皆增加我國能源轉型之困難度，政府應當重新審慎評估，調整燃煤與燃氣之配比，擬定策略及措施以提升我國再生能源設置效率，建立能幫助我國發展為低碳社會之最佳發電結構。

三、意識形態

隨著經濟成長、人民生活富足與環保團體倡議興起，民眾的環境與減碳意識逐漸抬頭。2017年中研院《邁向低碳社會的行為與制度轉型研究》之民調數據顯示，台灣人民對於環境問題、自然災害的嚴重性更加敏感，約7至9成的受訪者了解能源結構與節能減碳，並有近7成受訪者贊成非核家園，顯示民眾對於低碳議題已有相當程度之認識⁽¹⁵⁾。然而，如同前一小節所提，台灣二氧化碳排放量依舊居高不下，且發電產業占其比例最高，與民調顯示之民眾環保意識升起有所不同。

首先，觀察台灣電力每度平均售價趨勢圖（如圖九），從圖中可以看到，我國近10年的平均電價皆維持在每度新台幣2.5到3.0元，其中最新數據顯示2021年之平均售價約為每度2.6元新台幣。接著，我們從OCED資料集中選取與我國鄰近的兩個國家：日本與韓國，繪製住宅用電價格趨勢圖，並比較台灣與兩國的平均電價差異，如圖十所示，日本與韓國2017年每度電價分別約為7.0元台幣與3.96元台幣（以2017年之平均匯率換算之）。與其他兩國之電價相比，可以明顯看到台灣電價偏低之情形。低電價雖然看似民眾的福利，卻可能使我們付出更高之代價，除了導致人民無意識地過度使用能源，造成不必要之浪費外，更可能因電費收入過低，無法負荷設施維護、汰舊換新的成本，而需花費更多納稅錢進行補貼。由人均用電量趨勢圖（如圖十一）可以看到，台灣電力消費連年攀升，並與日本及韓國比較後（如圖十二），可以發現日本調漲電價的同時，用電量卻有逐漸下降的趨勢；且韓國的電價雖比台灣高出一些，但因其近年電價政策也為調降電價，韓國用電量與台灣一樣呈現上漲趨勢。從這幾張圖可以看出，用電量與電價呈現負相關性，或許台灣改變現有電價政策，調升電費，能有效率地幫助降低用電量，進而提升台灣人民於省電、減碳的意識形態。



資料來源：經濟部
圖形繪製：國研院科技政策研究與資訊中心 PRIDE 指標資料庫

系統編號：ME11005-0075

圖九、台電每度平均價格(2011年至2021年)

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿



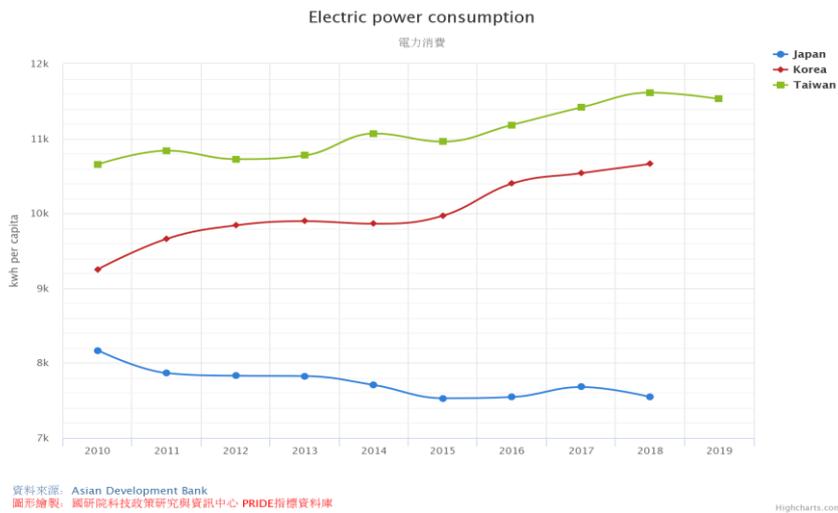
系統編號：OE10903-0040

圖十、韓國與日本平均電價--住宅用(2010年至2018年)



系統編號：BE10311-0121

圖十一、台灣平均每人用電量(2011年至2020年)



系統編號：AD10303-0190

圖十二、台灣、日本、韓國平均每人電力消費(2010年至2019年)

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

儘管數據已如此顯示，並且在 2021 年來全球油價大幅攀升的情況下，台灣電價費率審議會卻為何已連續四年否決調漲呢？「政治因素」與「人民意識型態」即為電價凍漲之主要原因。由前所提之民調結果可知，台灣人民多數贊成低碳社會之發展，然而在同份民調也顯示，當面對自身需付出較高成本的政策時，如調漲電價、加稅等，民眾的意願便大幅縮減；但若增稅對象為企業，則不認同之比例下降至兩成，且多數認為企業加稅比例應達到 6~10%⁽¹⁵⁾，顯示了民眾認知與行為間的巨大落差。然而，減碳並非單為政府或是企業的責任，應由建構這個社會的我們一同努力。為達到長期轉型的目標，除了產業結構需要根本性之改變，用電者也應改變自己的消費方式與意識形態，了解並正視能源消費的真實價值，幫助台灣用電價格的調整與合理化。

四、電網系統與組織管理

面對多元且較不穩定之再生能源，擁有強韌的電網與系統組織管理為必要之基礎。台灣近幾年頻傳停電事件，其中影響範圍最廣的是 2021 年的「513 全台大停電」、「517 全台大停電」以及 2022 年 3 月 3 日的「303 全台大停電」。相較於過去穩定之供電，如此高頻且嚴重的停電事件引起民眾與媒體質疑「台灣缺電」的聲浪，然而探究停電原因與背景後發現（如表二所示），其肇因多為人為操作疏失、電網韌性不足與機組排程管理不佳，以致無法及時應對突發狀況與用電需求所導致。由電力供應品質之數據也可以看到台灣供電的信賴度有下滑之趨勢，以上問題皆顯示我國於電力風險管理方面不夠完備，且有系統與組織管理更新升級之必要性。

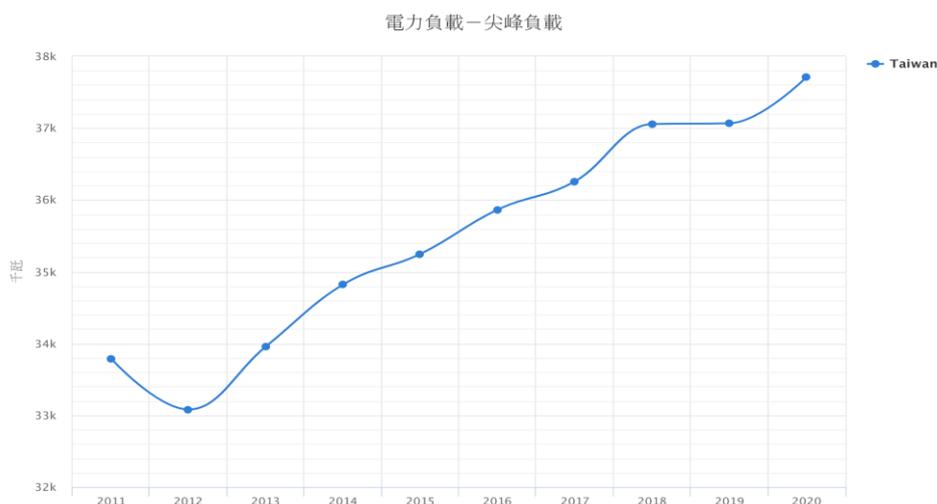
表二、2021 至 2022 年代表性電力事故（由近至遠）

年分	事故	肇因風險緣故	事故說明
2022	303 全台停電	人為操作失誤、硬體事故	興達電廠發生人為操作失誤，導致南部地區電力供需失衡。且由於電網韌性不足，即使備轉容量率足夠仍產生大規模停電，可發現電廠的供電系統面對物理風險韌性仍有所不足。
2022	301 竹科跳電	硬體事故	晶圓代工廠力積電發生主變壓器跳脫故障事故，導致力積電與鄰近的台積電等大廠受到跳電影響，影響之產業為竹科半導體與光電兩大領域。

2021	517 全台大停電	歲修排程	興達電廠的管理系統模組故障導致機組停機。與 513 停電相同，未來負載預測嚴重失準，須安排大量機組進行歲修，顯示台灣電力管理因應氣候風險管理不佳。
2021	513 全台大停電	人為操作失誤、氣候風險、歲修排程	因工作人員開關錯誤操作，導致高雄興達電廠匯流排故障。另外，五月的預測負載嚴重失準，導致無法立即支援電力，顯示出台灣在系統風險管理上的不足。且氣候風險使得 2021 上半年水庫缺水，無法即時提供水力發電救援補跳電缺口。

資料來源：國立台灣大學社會科學院 風險社會與政策研究中心⁽¹⁶⁾

台灣目前為區域性供電，然而電網屬於集中式電網，採全島串聯、南電北送模式，因此若有單一區發生機組跳脫或故障之情形，便很有可能大範圍地影響到電網串聯之處，甚或至全國，使全體供電造成影響。除此之外，人為事故與歲修排程、機組停機都顯示了台電於系統管理層面的問題。從圖十三可看到，台灣電力負載皆連年攀升。自從 2021 年 5 月起發生的兩次大停電事件，為避免相同事故發生，台電已被要求提升設備韌性與檢修效率，所有機組都須於火線上待命⁽¹⁷⁾。然而，當檢修人力、排程及機組緊繃，可能將使得機組維修更不完善。若台灣未來無法準確預測尖峰負載力，並事先規劃應變措施，將導致電力供需失衡，無備用機組可替補的嚴峻情形發生。



資料來源：能源局
圖形繪製：國研院科技政策研究與資訊中心 PRIDE 指標資料庫

Highcharts.com

系統編號：BE10311-0144

圖十三、電力負載—尖峰負載趨勢圖

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

如小節一：綠能用地設置議題所提，除了慣常水力發電外，台灣主要發展之再生能源為光電能與風能，而這兩類再生能源皆具有週期性、季節性之趨勢，意味著在白天與夜晚、冬季與夏季的供電落差將會越來越懸殊。再生能源有快速建置之必要，然而與此同時，我們也需考慮其不穩定的特性，需要備有快速起停對應的機組，並以導入智慧管理、儲能等方式，建立更加強韌之電網系統，以因應各種突發狀況調度，避免於用電增加、供電下降之時產生供不應求情形。從電力供應品質表可看出（如圖十四所示），近十年台灣供電品質有下降的趨勢，再生能源發電不穩定之特性顯然對電力品質有所影響，若台灣只是一昧地發展綠能發電，卻忽略更新配電的能力，將會造成停電事件持續發生，進而導致民眾對於再生能源的不信任與反對聲浪，阻礙綠能轉型發展。為了達到 2050 淨零轉型，台灣正走在能源轉型之路上，面對供電結構的轉變，改變電網型態、強化電網的基礎設施韌性，升級與改善台電的系統管理是我們所需重視的一大課題。



系統編號：WE10702-0475

資料來源：WEF

圖十四、電力供應品質

參、結論

本文以綠能用地設置、發電結構、意識形態、電網系統及組織管理為切入點，探討再生能源轉型下台灣可能面臨之困境。

綠能用地設置上，台灣雖在地理位置上有太陽能與風能之發展潛力，卻因地狹人稠與高山地形受阻。再生能源需寬廣的土地以達傳統發電之效能。自然土地取得不易是台灣能源轉型上的一大困境，而民眾對於太陽能光電板與陸上風力發電機設置的迷思，更加延緩綠能電廠的建設速度。顯示台灣於綠能設址時應有更完整的規劃，理解當地居民需求，確認綠能電廠之外部成本，選擇最適當的設址處，以克服再生能源轉型上自然土地缺乏與取得不易之問題。

發電結構上，顯示出台灣目前仍高度依賴碳排較高之火電，且再生能源占比不如預期。若欲達到原先規劃目標與轉型為綠色經濟社會的理想，政府應當正視低比例再生能源與改革緩慢的火電現況並審慎評估，擬定策略以提升綠能建置效率，

「2022 Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

調整能源配比，建立有助於低碳社會發展之發電結構。

意識形態上，民眾雖看似對環境保護與減碳有所意識，台灣二氧化碳排放量卻依舊居高不下，顯示民眾認知與行為的巨大落差。低電價導致人民無意識地過度使用資源，與日韓兩國比較後，也可發現用電量和電價呈現負相關。若台灣改變現有電價政策，不再因「政治因素」、「人民意識形態」而凍漲電價，將能有效降低用電量，改變台灣人民的消費方式，提升民眾自己於省電及減碳上之意識形態。

電網系統與組織管理方面則藉由深入了解全台停電事件，發現目前台灣有供電品質下降、電網韌性不足與機組排程管理不佳問題。面對用電量增加與再生能源供電比例的增長，改變電網型態、建立強韌電網系統與改善電力的風險管理已然成為我們必須重視的課題。

隨著氣候變遷加劇，淨零碳排已成各國發展重點。台灣也以 2050 年「淨零轉型」為目標訂定了多項政策目標與減碳路徑計畫，然而，轉型過程卻遇到多方痛點。此份報告深入探討四個痛點面向，對此我們可以參考他國轉型成功之案例，如日本於各領域皆對碳排放有實質規範，明確立法進行制度化改革，並鼓勵從地方推動減碳活動成為零碳城市，成立大學聯盟以期透過地方和教育研究邁向淨零發展。期許台灣在政府的監督與管理下，能使民眾、企業與政府三方一同重視氣候變遷問題，並以實際且有效率之行動協助綠能轉型的推動，打造穩定且和諧的低碳家園，加速達成未來 2050 年淨零轉型之目標。

參考文獻

1. 行政院環境保護署(2022)。行政院會通過「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」強化氣候法制基礎。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://enews.epa.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/99781cf8-4e99-42b9-a296-47ac347c50c5>
2. 經濟部能源局(2022)。發電量統計。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://www.esist.org.tw/Da tabase/List?PageId=3>
3. 陳其暉(2021)。追求環境永續 台灣該如何擁抱綠能。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=339d651d-852e-4fcb-a68b-3ae7d97bc288>
4. 張朝欣(2022)。雲林綠能業者擬砍樹種電 口湖民眾抗議。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://reurl.cc/RXa5z9>
5. 蔡坤龍(2021)。東石村民抗議太陽能光電設施 嘉縣府：符合相關規定。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://newtalk.tw/news/view/2021-01-29/530574>
6. 陳賢義(2022)。私有地申設光電 台東縣海端鄉廣原村民抗議。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3883714>
7. 許素惠(2020)。雲縣風力發電機設太近 村民抗議。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://www.chinatimes.com/newspapers/20200620000507-260107?chdtv>
8. 孫文臨(2019)。知本光電標案涉傳統領域 族人赴政院「我不同意」訴求撤回。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://e-info.org.tw/node/217094>
9. 廖雪茹(2019)。新豐鳳坑將設小型風機 村民憂噪音連署陳情。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://news.ltn.com.tw/news/HsinchuCounty/breakingnews/2882357>
10. 公共電視(2013)。風力發電機近住家 苑裡居民抗議。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://e-info.org.tw/node/83310>
11. 行政院環境保護署(2022)。2022年國家溫室氣體排放清冊報告。檢索日期：2022年10月21日。取自：https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nir_2022.php
12. 台灣電力公司(2022)。歷年發購電量個能源別占比統計。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://www.taipower.com.tw/tc/Chart.aspx?mid=194>
13. 經濟部能源局(2019)。針對民間能源會議馬前總統及江前院長能源觀點的回應與澄清。檢索日期：2022年10月21日。取自：https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/News.aspx?kind=9&menu_id=4360&news_id=16307
14. 經濟部能源局(2022)。110年度全國電力資源供需報告。頁13。
15. 蕭新煌、林宗弘、許耿銘(2017)。邁向低碳社會的行為與制度轉型研究。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://research.sinica.edu.tw/hsin-huang-hsiao-poll-low-carbon/>
16. 周桂田、王瑞庚、王涵、王奕陽、黃偉任、趙怡萌(2022)。臺灣缺電風險分析。台北市：國立台灣大學社會科學院 風險社會與政策研究中心。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/en-trans/1680-elec-0311.html>
17. 劉光滢(2022)。不缺電為何也會停電？33大停電凸顯的三大脆弱。檢索日期：2022年10月21日。取自：<https://csr.cw.com.tw/article/42434>