

國立政治大學韓國語文學系

碩士論文

台灣與韓國綠能政策之比較研究

Comparison of Green Energy Policies
between Taiwan and Korea

研究生：張以儒

指導教授：謝目堂

中華民國 一〇八年九月

致謝辭

時光荏苒，回首在台北兩年、韓國一年來的碩士生活，心中感慨良多。

首先，要誠摯地感謝我的指導教授謝目堂教授，口試委員郭秋雯教授、董達教授。這篇論文在謝目堂教授的耐心指導之下完成，同時郭秋雯教授、董達教授也在審查之時給予許多指教。在此謹向謝目堂教授、郭秋雯教授、董達教授致上深深的敬意及感謝。

由於筆者在碩士階段才正式接觸韓國學相關教育，剛入學時青澀的模樣還歷歷在目。每每參與系上舉辦之多場學會、活動，都期盼自己可以如台上學者般，早日展現專業、自信的面貌。於是在碩士期間，除了在課業上進行深度學習，還把握了機會，參與政大產學合作的實習計畫，到韓商實習，並在碩三順利申請至韓國首爾交換。碩三這一年的交換對我來說有著重要的意義。第一次隻身前往國外求學，遇見各式各樣的人，經歷之前不曾想像過的事情。交換期間，時而愉快歡笑、時而脆弱崩潰，透過不同事件、透過笑聲和淚水，試著尋找自我、更了解自己。這些經驗都成為了我人生重要的養分。以往一直覺得自己是個幸運的人，憑藉自己的好運申請上研究所、想交換的學校，但曾經有人對我這麼說：「在我看來，並不是運氣，那些機會都是用妳的努力換來的。」希望這份努力繼續帶領我遇到良善的人們和好的機會。

最後，更要感謝我的家人和我的狗阿肥，願意做我最溫柔、最強大的後盾。謝謝自強十舍室友激揚，無法想像沒有妳的上山路。認識妳，是我政大碩士生涯中最大的榮幸。也謝謝好友如微、韓文系上的同學、學姊與交換期間認識的朋友，適時傾聽我的故事、聯絡彼此感情，給予支持及鼓勵，陪伴我度過充實的碩士生活。未來將不負這三年來的努力，活用所學。千言萬語化為由衷的感謝，感謝在這條路上曾協助過我、祝福過我的人們，伴我畫下碩士生涯的句點。

撰於 2019 年 9 月

中文摘要

20 世紀末，全球面貌經歷快速的蛻變。1995 年「WTO」(世界貿易組織) 接續 1944 年「GATT」(關貿總協)，打破國界，形成全球經濟網。「自由貿易」成為經濟史上重大的里程碑。資訊科技持續發燒，連帶生活型態產生變遷。消費模式和各種科技產業所產生的污染不斷擴散，其傷害足以震撼全球維生體系。繼三次石油危機後，日本 311 大地震以及後續的福島核災，使環境問題又再次獲得世人的重視，比如引發台灣對核能使用之議題討論度逐漸提高，積極研發綠色能源；韓國則為避免重蹈日本福島核災的覆轍，計畫逐年削減核能發電，預估 2030 年前將 10 座最老舊的核子反應爐將除役。反映出「環境」這個現代社會中不得忽視的議題，不僅是簡單的環境問題而已，它還包含了政治、經濟、社會、文化，甚至國際關係的側面，進而引起各國對綠色能源的關注。

人類經濟活動需要靠自然資源的支撐，而過去認為無限的自然資源是可能會被耗盡的。經濟與生態的衝突，導因於過往的經濟理論欠缺對自然資源價值應有之考量。免費的自然資源，往往會成為「公共財悲劇」下的犧牲。而後發展的「生態經濟學」、「環境經濟學」或是「綠色經濟學」等新興理論，在可持續發展理論和實踐基礎上，試著將無償的自然資源價格化，並納入相關經濟決策體系考量，可見人類生活與自然有著相互密切的關聯。1992 年由聯合國在巴西召開地球高峰會議所簽訂的「里約宣言」、「氣候變化綱要公約」、1997 年簽訂之京都議定書，以及 2015 年通過的「巴黎氣候協議」，皆可看出全球積極防制地球資源被過度使用以及發展綠色新政的傾向。

本文將以 1997 年簽訂之京都議定書為分界，自 1997 年以來，台韓兩國致力於轉變經濟發展模式，以迎接全球綠色經濟新思潮，期盼能兼顧環境保護、能源安全與經濟成長。在積極應對氣候變遷的同時，建立具雄心壯志的低碳、綠色成長的國家願景，設定綠色發展目標、研發再生能源與各項相關政策與措施，推廣綠能產業，並透過政策及宣傳喚醒人民的環保意識。同位於亞洲，台灣與韓國皆因缺乏天然資源，長期仰賴進口能源，發展經濟均依賴出口以維持雙邊貿易成長。本文將依內容分析法以及比較研究法，首先介紹政策科學的演變歷程，再者，了解台韓兩國政府於相似的地理、經濟條件下，綠能發展之現況與針對綠能所制定的政策以及著重方向，進而探討政策執行的表現與結果。最後希望以雙方經驗相互借鏡，做為未來面對能源課題及擬定綠能政策之基石。

關鍵字：綠能政策、綠色經濟、產業政策、再生能源、綠色思潮

ABSTRACT

Start from late 20th century, green growth has become one of the silver bullets for solving the most controversial trade-off of developing countries between economic development and the environment. Both the Kyoto Protocol in 1997 and the United Nations Copenhagen Climate Change Conference in 2009 were the evidences that most of the countries in the world are all concerned about climate change and economical environments. Furthermore, the Kyoto Protocol and the United Nations Climate Change Conferences affected the global economic policies, and also generated new ideas of green economy.

Practical data and previous researches indicate that there is a need to study on the efficiency level of energy consumption for economic development for supporting the importance of green growth policy. Besides, suggesting indicators for assessing green growth implementations in Korea and Taiwan are crucial to provide a clear orientation for green growth, verify economy's effectiveness of green growth implementation, and propose a panel data for monitoring the implementation in the future.

This research is aimed to assess the importance of energy strategy and green growth with a detailed case of Korea and Taiwan. Particularly, it will focus on attaining specific objectives like: to identify how does the government between Korea and Taiwan decide their energy strategy and what kind of resources and new skills they can use for greater economic growth; to propose appropriate indicators for green growth assessment in Taiwan, and the last, to recommend policy implications for future development in Taiwan based on South Korea's experience of green growth policy implementation.

Key words: green growth, sustainable growth, green energy.

요약

이 논문은 교토 의정서 이후 한국 정부와 대만 정부의 에너지 정책에 대한 과학기술 사회학적 분석이다. 최근 세계 각처에서 발생하는 폭우, 폭설, 가뭄 등의 이상 기후 상은 지구 온난화에 기인한다는 주장은 이미 일반화 되어있다. 지구온난화의 주범인 온실 가스는 21 세기에 들어서면서 산업명과 함께 격한 공업화와 세계 인구의 폭발 증가로 배출량이 속히 증가되어 재와 같은 이상 기후변화상이 야기되게 되었다.

특히 지구온난화의 주범은 80%정도가 이산화탄소에 의하여 심화되고 있다고 환경 문가들은 보고하고 있다. 그 이유는 이산화탄소는 쉽게 분해되지 않고 대기에 오랫동안 머무르며 높은 농도를 유지하기 때문이다. 우리가 쾌한 환경에서 풍요로운 삶을 하고,아름다운 지구를 혐에서 되살리기 하여 1997년 12월 11일 교토회의에서 교토의정서가 채택되었으며, 2005년에 발효되었다. 그러나 재생에너지 정책은 여러 이해관계자들에 의해서 다양한 의미로 해석되어진다.

이제 변화하는 국제 경쟁사회에서 살아남고 지속인 경제개발을 이루기해서는 온실가스 감축은 꼭 해결되어야 할 과제이다. 미국의 융기 이후 새로운 경제회복의 모멘텀이 필요했고 최근 들어 더욱 속해진 지구의 기후 변화에 대한 기감이 확되었다.이에 따른 경제의 성장과 환경을 보호할 수 있는 새로운 산업의 등장과 신 변화는 불가피한 선택인 상황이다.

한국과 대만에서도 최근 녹색성장이 새로운 경제운용의 정책목표로 등장하면서 그 의미와 유효성에 한 다양한 해석이 등장하고 있으며 녹색성장을 위해 우리 생활 전반의 혁명과 새로운 발전 체제 구축을 핵심 이행과제로 하고 있다. 선제적으로 기후변화에 응대하고 에지자립기반을 다지며, 양국 정책의 비교를 통해 효과적인한 재생에너지 방안을 모색하고 추진하는데 참고가 되고자 한다.

주제어: 에너지 정책, 녹색성장, 재생에너지, 정책 비교, 에너지 포캐스팅

目錄

I. 緒論.....	1
1. 研究動機與目的.....	1
2. 研究方法與範圍.....	5
3. 研究架構與限制.....	7
4. 文獻探討.....	8
II. 綠能政策理論探討.....	14
1. 能源、綠色能源與綠能產業定義.....	14
2. 政策科學運動興起背景及發展.....	18
3. 產業政策概念.....	22
4. 能源政策內容.....	24
III. 台灣與韓國的綠能發展現況.....	26
1. 台灣綠能發展現況—太陽能、風力能.....	26
2. 韓國綠能發展現況—太陽能、風力能、生質能.....	36
IV. 台灣與韓國綠能政策比較.....	49
1. 台灣的綠能政策.....	49
2. 韓國的綠能政策.....	59

3. 台韓綠能政策比較.....	73
V. 結論.....	81
參考文獻.....	86



表目錄

表：

表 1 - 1 石油危機對全球經濟造成之衝擊	2
表 1 - 2 全球能源剩餘使用年限(以 2018 年底為基準)	3
表 1 - 3 各國能源進口比例	4
表 1 - 4 韓國新成長動力綜合行動計畫.....	12
表 1 - 5 三大部門政策應辦事項項數及所須預算.....	13
表 2 - 1 能源之基本分類.....	15
表 2 - 2 政策科學理論與實踐.....	19
表 2 - 3 政策科學傳統理論	20
表 2 - 4 政策科學傳統理論	21
表 2 - 5 產業政策工具與產業創新需求資源之關聯性.....	24
表 3 - 1 2018 年第四季台灣新興能源產業產值	27
表 3 - 2 韓國矽晶太陽電池廠商發展規劃	41
表 3 - 3 韓國全國風能分布	42
表 3 - 4 不同世代液態生質燃料技術劃分	45
表 3 - 5 韓國再生能源配額制度規定之電廠各年度再生能源發電比重	46

表 4 - 1	歷次能源會議時間及政策綱領作成時間.....	54
表 4 - 2	「再生能源條例」重點摘要.....	55
表 4 - 3	韓國綠能產業之國際競爭力.....	60
表 4 - 4	綠色新政主要計畫內容.....	62
表 4 - 5	減少一座核電廠計畫核心.....	70
表 4 - 6	台灣綠能主要政策方向及內容.....	74
表 4 - 7	韓國能源政策及重要決策.....	75
表 4 - 8	台韓太陽光電發展趨勢比較.....	78

圖目錄

圖：

圖 1 - 1	本文研究架構.....	7
圖 2 - 1	3E 之平衡發展.....	16
圖 3 - 1	台灣國內生產總值與初級能源總供給量關係圖.....	27
圖 3 - 2	台灣太陽光電產業鏈.....	28
圖 3 - 3	台灣太陽光電系統設置目標規劃.....	30
圖 3 - 4	台灣國產 2MW 風力雛型機及 2MW 風力機機艙組合圖.....	33
圖 3 - 5	台灣國內風場投資額.....	34

圖 3 - 6 2017 年韓國進口能源分析表	37
圖 3 - 7 韓國國內生產總值	38
圖 3 - 8 韓國 2015 年發電結構.....	39
圖 3 - 9 韓國東西電力東海發電廠與唐津發電廠.....	47
圖 4 - 1 台灣能源政策走向	59
圖 4 - 2 韓國能源政策架構	61
圖 4 - 3 再生能源 3020 實施計畫中預計再生能源比例分配變化圖 ...	68



I. 緒論

20 世紀以來，全球接連面臨能源危機、溫室效應及聖嬰現象等問題，使得國際能源價格受到波動，間接影響人類經濟活動。繼 2009 年哥本哈根峰會（Copenhagen Summit）後，2015 年在法國登場的聯合國氣候變化大會（Conference of the Parties 21），無疑的是一場引起世界各國重視氣候與環境問題的國際會議。數年間，全球綠能思潮由引發大眾關注到人民走上街頭遊行示威，要求各國領袖正視氣候變化的問題¹和催生新能源政策²，可以看出全球氣候政策對日常生活與金融市場影響的層面越來越廣闊。即使氣候會議未能取得多邊成果，在「綠色新政」的浪潮推動下，多國政府已著手規劃綠能產業之發展，希冀透過政策導引和推動，發展綠能科技以建構全新的產業價值鏈。

推行綠色政策對政府而言雖為新興之舉，卻可說是因應環境變化的必要行動。在資本利潤導向的情勢下，推動綠色經濟不僅可以拉動就業、提振經濟，更能調整全球經濟結構。綠能政策的興起，若能順應資源環境與經濟發展的關係，則有利於全球經濟的可持續增長，於是如何規劃、執行綠能政策以帶動綠能產業成為各政府需要討論的議題。

本研究將以台韓政府為應對綠色能源思潮所推動的政策為研究主軸，探討兩國政府如何透過整合研發資源，跨領域合作以及綠能科技產業推動方案等重點，帶動產業效益、企業投資、資本市場與創新研發等面向。以韓國在政府的政策引導下所產生的綠能成就與成效來對照台灣，加以比較之下，探討台灣在發展綠能的過程中擁有什麼樣的優勢，以及哪些地方是政府可以學習效法，讓台灣的綠能可以打破世界框架，站上國際舞台。

1. 研究動機與目的

1960 年代起，石油的開發及應用超過了煤炭，成為世界頭號能源，全球經濟遂轉而以石油為基礎，原油也躍為 20 世紀後半工業社會最有戰略意義的能源與基礎原料。1973 年阿拉伯國家為抗議歐美支持以色列，發起石油禁運，導致第一次石油危機；1979 年伊朗爆發革命，導致第二次石油危機，接著 1990 年波灣戰爭爆發，引發第三次石油危機。歷次石油危機，致使各國工商業及民生需求嚴重受損，加上長期燃燒化石燃料導致空氣污染問題趨於嚴重。過去近 50 年間，總共爆發的三次石油危機，均對經濟造成嚴重的衝擊（整理如表 1-1），並迫使已開發國家開始注重經濟與能源間緊密的關係。第一與第二次的能源危機使西方世界甚至出現所謂「失落的十年」階段³，對人類發展產生重大的

¹ 中央通訊社，2015，〈巴黎氣候峰會前夕全球近 70 萬人遊行〉，中央通訊社

² 經濟日報社論，2015，〈巴黎氣候峰會催生新能源政策〉，經濟日報

³ Gary H. Koerselman, P. Lang(1987), *The Lost Decade: A Story of America in the 1960's*, pp 13-20

衝擊與變化，始有研議以替代能源代替化石燃料。而「替代能源」(Alternative Energy)顧名思義，乃他種用於替代化石燃料之新興能源種類。而後又有「再生能源」(Renewable Energy)一詞之使用最為普遍，取其能量來源有「取之不盡用之不竭」之意，如：太陽能、風能、生質能及海洋能等。近年來則多被稱之為「綠色能源」(Green Energy)，統稱於能源生產過程中，所產生之環境污染較以往使用化石燃料為低的產能方式，而進一步對綠色能源之定義將於本研究第三章第一節說明。

表 1-1 石油危機對全球經濟造成之衝擊

	第一次石油危機	第二次石油危機	第三次石油危機
時間與原因	1973 年 10 月第四次中東戰爭爆發，石油輸出國組織 (OPEC) 為了抗議歐美支持對手以色列，宣佈石油禁運，收回原油標價權。	1979 年先是伊朗爆發伊斯蘭革命，而後伊朗和伊拉克爆發兩伊戰爭，使原油日產量銳減，國際油市價格飆升。	1990 年 8 月初發起波斯灣戰爭，伊拉克攻占科威特之後，伊拉克遭受國際經濟制裁，使得伊拉克的原油供應中斷，國際油價因而急升至 42 美元的高點。
結果	造成油價上漲。當時原油價格從 1973 年的每桶不到 3 美元漲到超過 13 美元。持續 3 年的能源危機中，美國的工業生產下降了 14%，亞洲的工業生產下降了 20% 以上，所有工業化國家的經濟增長都明顯放慢。	原油價格從 1979 年的每桶 15 美元左右最高漲到 1981 年 2 月的 39 美元。第二次石油危機也引起了西方工業國的經濟衰退，據估計，美國 GDP 約下降了 3%。	當時 3 個月內原油從每桶 14 美元，漲到突破 40 美元。美國經濟 1990 年第三季度加速陷入衰退，拖累全球 GDP 增長率在 1991 年跌破 2%。但國際能源機構啟動了緊急計劃，高油價持續時間並不長，與前兩次石油危機相比，對世界經濟的影響較小。

資料來源：筆者翻譯自 Oxford Institute for Energy Studies(2016), *Oil Price Shocks*, pp.5-12、pp.32-33

石油能源與我們的生活息息相關，與全球經濟發展更是脫離不了，而在石油能源集中於特定地區所造成的國際政經動盪以及石油並非取之不竭、用之不盡的能源問題陸續出現，依據英國石油公司 (British Petroleum, BP) 2019 世界能源統計年鑑資料 (表 1-2) 顯示，截至 2018 年來，全球石油探明儲量約為 1729.7 十億桶，僅足以滿足 50 年

全球生產需求，全球天然氣探明儲量也僅足以保證 50.9 年生產需求，世界煤炭探明儲量足以滿足 132 年全球生產需求⁴，是目前為止化石能源儲產比最高的能源種類，再加上全球暖化危機問題之下，各國開始尋求新能源來替代及輔助既有能源的使用年限。

表 1-2 全球能源剩餘使用年限(以 2018 年底為基準)

能源別	單位	蘊藏量	儲產比 ⁵
煤炭	百萬噸	1054782	132
原油	十億桶	1729.7	50
天然氣	萬億立方米	196.9	50.9

資料來源：BP2019 世界能源統計

為因應全球氣候變遷及綠色經濟革命的挑戰，世界各主要國家均積極發展綠色科技與服務創新以實現綠色成長，將綠色科技做為下一波全球競爭力的關鍵，更是推動經濟復甦的新動能。1997 年簽訂的京都協議書、2009 年 12 月在丹麥首都哥本哈根舉行的聯合國全球變遷高峰會以及 2015 年在法國舉行的聯合國氣候變化大會，接連的國際重大會議及協定，促使各國積極展開投資替代能源及開發綠色產品等技術，展現綠色產業龐大商機。

台灣和韓國地區自產能源匱乏，化石能源依存度高，電力系統孤立且欠缺備援，在國際能源價量波動劇烈，全球溫室氣體減量壓力漸增，以及國內能源需求持續成長等情勢下，能源供給高度依賴進口。台灣因缺乏礦產資源，進口能源占總能源供給比例高達 99.4%⁶（如依 IEA 能源統計，將核能列為自產，則為 90.6%），且為獨立能源供應體系，致使能源安全體系脆弱；韓國則為 98.1%⁷（如依 IEA 能源統計，將核能列為自產，則為 84.2%）（表 1-3）。以上資訊均能看出台灣與韓國在能源發展所面臨之挑戰，相較歐美國家更為嚴峻。為減緩對進口能源之依賴，政府積極推廣再生能源利用，並倡導節能生活、推廣節能示範等。在以上這些前提下，本研究除了要了解同樣列為亞洲四小龍之台韓兩

⁴ 參見 BP 石油公司，BP 世界能源統計年鑑(2019)：https://www.bp.com/content/dam/bp-country/zh_cn/Publications/2019SRbook.pdf（最後造訪日：2019 年 9 月 20 日）

⁵ 儲產比（儲量/產量）：用任何一年年底的剩餘儲量除以該年度的產量之結果，表明剩餘儲量以該年度的生產水平可供開採的年限。

⁶ 中華民國經濟部能源局（2010），能源發展綱領政策評估說明書草案，頁 B-2，<http://www.tri.org.tw/energy/Web%20information/2/2-1.pdf>（最後造訪日：2018 年 3 月 10 日）

⁷ KISTEP(정책기획실)，<OECD, 한국 녹색장락 분석>，2010

國的綠能發展現況外，兩國在綠能政策的制訂上遇到了哪些條件與限制？而兩國政府在全球綠能思潮的影響下，政府有了甚麼樣的因應政策以及實際作為？

表 1-3 各國能源進口比例

國家別	能源進口比例 (%)	
	將核能納入自產	將核能列為進口
台灣	90.6	99.4
韓國	84.2	98.1
日本	83.3	96.1
法國	56.4	93.1
西班牙	82.1	91.3

資料來源：IEA(2011), Energy Balance of OECD Countries 2011 Edition.

台灣方面，工研院綠能與環境研究所（Green Energy and Environment Research Laboratories, GEL）為執行經濟部能源局「綠能產業服務平台建構」計畫，成立了綠能產業資訊網，而後又成立再生能源資訊網，藉由網路平台整合完整的資料庫。⁸台灣關於能源最重要法案是「能源管理法」。「能源管理法」自民國 69 年 8 月 8 日首次公布以來，已歷經 81 年、89 年、91 年及 9 年四次修正。目前內容共有五章，具三十條文，分成第一章總則、第二章能源供應、第三章能源使用與查核、第四章罰則及第五章附則。⁹此外，為推廣再生能源利用，增進能源多元化，改善環境品質，帶動相關產業及增進國家永續發展，行政院另 2009 年 7 月 8 日公告「再生能源發展條例」¹⁰（2009 年 6 月 12 日於立法院三讀通過）。「再生能源發展條例」的制定，除為台灣再生能源葉立了長遠發展的根基，在能源面上，亦期望達成提高自產能源、促進能源多元化目的，在環境面上，對節能減碳及溫室氣體減量也極為重要，另外亦可帶動新興再生能源產業發展。

而面對同樣地理困境的韓國，為了加速推動新及再生能源的布建，時任總統李明博於宣布韓國中期國家溫室氣體減量目標，為至 2020 年韓國將較基準情景¹¹(Business-as-usual, BAU)減少 30%的溫室氣體排放量，即 2020 年排放量約將減至 5.69 億噸¹²，較 2005

⁸ 綠能產業資訊網: <http://www.taiwangreenenergy.org.tw/>

再生能源資訊網:<https://www.re.org.tw/default.aspx>

⁹ 能源管理法實行細則: <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=J0130003>

¹⁰ 再生能源發展條例: <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=J0130032>

¹¹ BAU(Business-as-usual): 指完全不採取任何溫室氣體減量要求的情境下，二氧化碳排放基線。等同於目標年二氧化碳排放減量率的參考基準。

¹² 김주태(2013), 『녹색금융』, 서울 경제 경영 pp 37 - 40

年京都議定書生效時之排放基準量減少 4% (台灣訂定之減碳目標則為 2020 年回到 2005 年之排放量¹³)。上述之中期減排目標並於 2010 年納入其「低碳綠色成長法」(저탄소 녹색성장 기본법; Act on Low Carbon, Green Growth) 中¹⁴，顯示韓國積極朝向綠色強國之決心與行動。

綜合以上所述，本研究具體之研究目可歸納如下：一、經由相關檔案文件分析尋找台灣與韓國綠能方面的優勢、限制及解決、改進方法。二、探究韓國綠能經濟成長的原因，並分析韓國綠能發展現況，了解韓國政府在制定相關的法案上所考量的因素。三、由分析台灣與韓國政府在制定綠能政策、對企業的補助及人民的綠能教育上的不同以致的不同成效，希望能夠為台灣在綠能發展上達到截長補短的功效。

2. 研究方法與範圍

本論文所採用的研究方法，屬於社會科學中的質性研究 (Descriptive study)。本研究採用內容分析法與比較分析法，來進行資料之蒐集、分析及比較。望透過內容分析法了解台灣與韓國政府對綠能的政策，再以比較分析法深入探討兩國政策的差異，補足本文缺失，並於末章嚴謹推論未來可開展的部份。

一、內容分析法 (Content analysis)

內容分析法是一種將定性的資料轉化為定量資料後而作的分析方法。「內容」的資料內容不限來源，舉凡自傳、期刊、演講稿、政府文件及具有研究價值的文稿等，均可作為分析之資料，此種方式具有其直接性，與重視調查訪問、問卷的研究法，在資料收集上，有著明顯的不同。¹⁵本研究在「內容分析法」中，透過政府的公開資料 (經濟部能源局統計數據、行政院公佈之能源政策白皮書、再生能源條例、韓國官方能源發展處公佈的韓國節能環保調研報告及經建會綜計處發表的韓國能源政策等)，可以從這些官方資料得知韓國政府及台灣政府對「新興產業—綠能產業」政策實行的方針，由官方公佈的統計數據，對台韓政府在綠能政策實行後的成果做整理，了解兩國政府在不同政策的實施下，所造成之影響。

二、比較研究法 (Comparative method)

¹³ 台灣經濟研究院，《發掘綠色黃金—能源經濟新契機》，頁 49 - 55

¹⁴ 대한민국 법제처(2010), 『녹색성장 기본법령집』, 서울 대한민국 pp 5-8

¹⁵ 王玉民，1994，《社會科學研究方法原理》，台北，洪葉文化，頁 250

比較研究法的基本原理為「比相同、比差異」。比相同的目的是為當前的研究現象做同因必同果的解釋或預測；比差異的目的則為證明不同因不同果，當前研究現象不能以其他對照現象混為一談。¹⁶比較分析法可以讓我們跳脫單一文化的束縛，又可以就體系層次的特點做比較，所以是十分重要的研究方法。比較分析法必須符合所有研究方法的基本要求，但是比較分析法必須對以下的問題特別加以注意：第一，在概念化我們的分析課題時，必須確定這些課題是可以作比較分析的；第二，跨國研究所使用的變數必須是各國都一樣的；第三，不要選擇一些具有非常奇特背景的國家作分析；第四，對各國之間的觀察必須彼此獨立。¹⁷

本研究透過「比較分析法」，從同為亞洲四小龍的台灣與韓國著手，這兩個國家在 1970 年代到 1990 年代經濟發展高速成長，有著相當類似的文化背景，而勤勞、節儉、重視教育這些傳統民族觀念都有助於經濟發展。透過此背景之下，韓國與台灣皆成為「已開發國家」，在近幾年能源危機以及環保意識抬頭情況下，韓國與台灣皆積極發展綠能產業，而本研究範圍將以韓國及台灣之綠能相關政策為主，在了解兩國綠能發展現況後，比較兩國已制定之綠能相關政策。

另外，有關於本文所提到之綠能發展，將以 1997 年國際訂定《京都議定書》作為起點，廣泛蒐整官方文件、專書、期刊、論文及電子媒體資料，惟仍可能會有闕漏之處。而由於台灣綠能發電最主要占比為太陽能與風力能，韓國則多為太陽能、風力能及生質能，本研究將著重上述產業與國家整體綠能政策進行分析、比較，希望透過此舉達到截長補短之效。

¹⁶ 王玉民，《社會科學研究方法原理》，頁 247。

¹⁷ Jarol B. Manheim & Richard C. Rich 著，冷則剛、任文姍譯，《政治學方法論》(Empirical political analysis) (台北：五南，1998 年)，頁 304。

3. 研究架構與限制

(1) 研究架構

本文研究架構首先從能源危機以及全球暖化的問題做為開端，使國際間開始共同制定公約彼此約束，也倡導節能減碳觀念，以期達到永續經營，而後新興綠能產業因此受到重視；接著了解兩國綠能發展的現況、形成的時空條件、國際綠能走向，再由探討台韓兩國政府對於綠能上所訂定之政策，進而比較實施成果。(如圖 1-1)

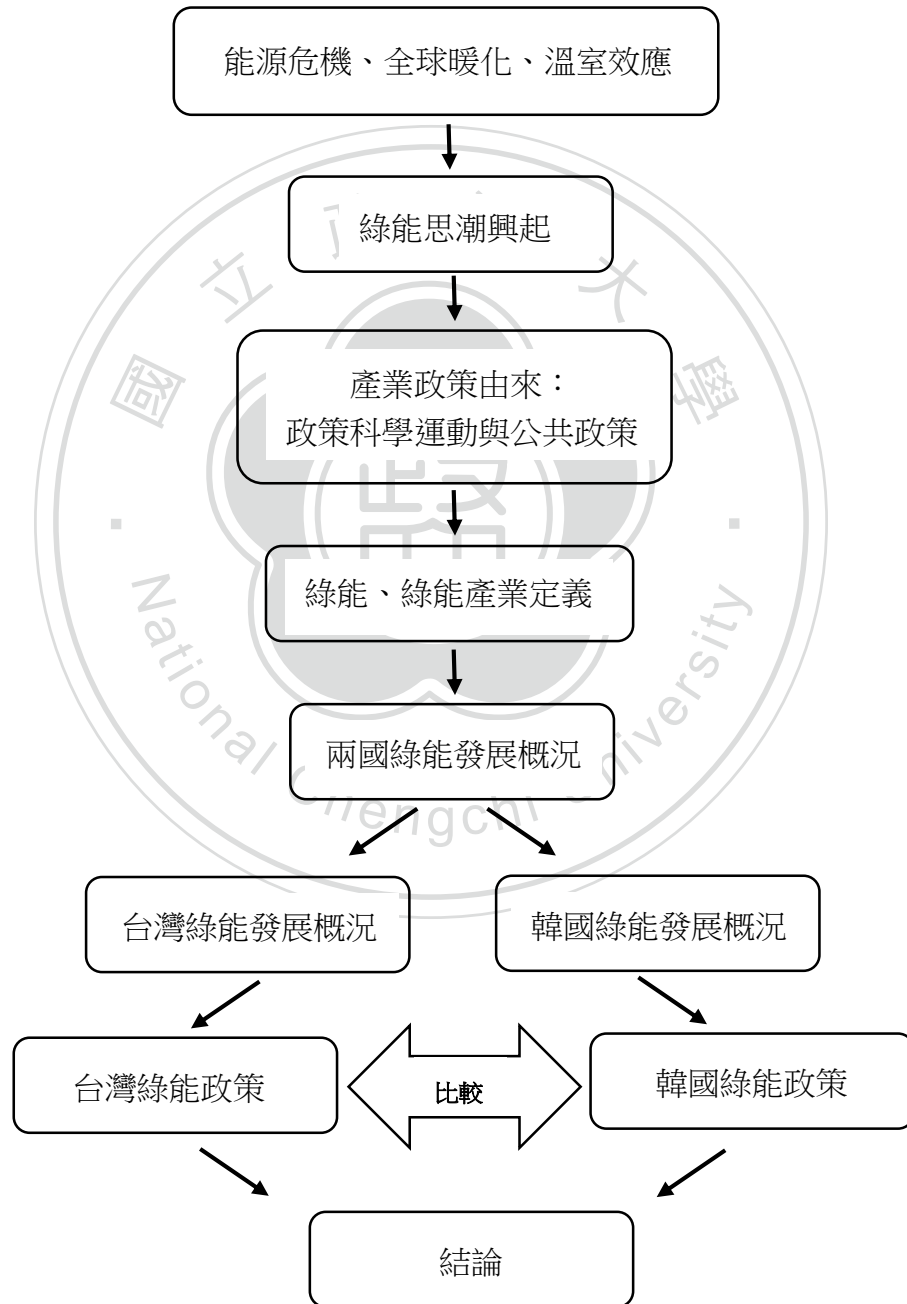


圖 1-1 本文研究架構（資料來源：筆者自行整理）

(2) 研究限制

本文主要研究因環境變化所受重視的綠能產業，台灣與韓國政府如何制定政策因應為主，在研究上面會有一些受限之處，以致於本論文有以下研究限制：一、在資料蒐集上，除了政府所公布的政策白皮書之外，其他多為民間資料來源，無法直接確認真正的數據來源。二、研究者非理工相關科系畢業，故本研究僅探討台灣與韓國政府制定的綠能政策以及成果比較，在綠能產業的各項技術上並無詳細介紹。三、本文僅探討至目前為止台灣與韓國的綠能政策及成果，隨著綠能科技持續進步之下，往後極有可能推出新政策及技術革新不在本研究範圍內。

4. 文獻探討

本文的文獻回顧主要分為四個部分，第一部分簡單說明世界氣候會議、全球暖化及溫室效應的問題做為綠能產業興起的重要原因，以及論述綠能產業發展至今的概況；第二部分以研究相關領域的學者的說法做論述及回應；第三部分概述台灣與韓國政府制定政策的內容；第四部分筆者將引用並比較相關的理論。

一、全球暖化以及溫室效應帶來了全球的經濟結構變化，在世界氣候會議中，尋找替代能源以及開發新的經濟環境是會議強調的一大重點。

(1) Toby Shelly 論述，在經濟利益的趨使下，外交和軍事政策會發生變化，因為這兩方面是相互依存的，特別是在關係國民生計的產品問題上，而石油就是這樣的一個產品。Toby Shelly 並預計在未來，來自開發中國家的能源需求將會顯著的增加，而全球的二氧化碳排放量也將持續增加，透過找到可以替代石油、天然氣、煤炭的綠色能源，我們可以降低能源消耗對全球暖化的影響。¹⁸ 期盼藉由世界氣候會議或綠色科技展覽等方式與各國交流，以漸緩人類對環境之汲取與破壞。

(2) Thomas L. Friedman 提到幾點讓全球人類驚覺及將面臨的險境：

- a. 全球氣候暖化、人口快速成長，可能會讓地球動盪不安，加上能源供應吃緊，動植物滅絕加劇、能源貧富差距加深、產油國獨裁加強、氣候變遷加速。¹⁹
- b. 綠化已經是國家安全及經濟利益的核心，這不只是關係到如何點亮家中的燈火，也關係到如何點亮未來。若不找出更環保的方式供應電力，更好的方式保護自然

¹⁸ Toby Shelly 著，宋岩譯，《石油紛爭地圖》(Oil: Politics, Poverty and The Plant)，台北晨星，2006年)，頁 253

¹⁹ Thomas L. Friedman 著，2009，丘羽先譯，《世界又熱又平又擠：全球暖化、能源耗竭、人口爆炸危機下的新經濟革命》(Hot, Flat, and Crowded)，台北天下，頁 8

界，那不論是我們的生活、生態系、經濟和政治抉擇，都會大受限制。²⁰

- c. 綠色經濟如今是所有市場之母，是畢生難逢的經濟投資機會，因為它已經變得非常根本。綠能科技的轉型，將是歷史上類似工業革命的轉捩時刻²¹。

二、台灣經濟今日有良好發展可堪稱奇蹟，筆者認為以這樣的條件之下，台灣政府更應該努力調整台灣的經濟環境，以適應綠色經濟革命。政府除了在制定產業政策之外，更應該取他國之長，開發新的市場創造下一個台灣經濟奇蹟。

- (1) Thomas L. Friedman 提到對台灣發展綠能產業的看法，並建議各國政府施政應有三大方向：加速發展乾淨燃料、不再成為石油輸出國以及採取具體措施改善氣候變化。Thomas L. Friedman 更提到台灣只有兩千萬人口，在沒有天然資源的困境下仍能創造全球首屈一指的外匯存底，這不是靠挖鑽地下油井，而是靠頭皮底下的腦力，因此他認為台灣具有成為啟動綠色世界引擎之潛力，結合台灣科技與全球市場，發展綠色先機。²²
- (2) 三橋規宏則提出「環境經濟學」當處方籤，認為要解決暖化問題，必須集結各門學科加以體系化，橫向連結提出既有的自然科學、社會科學及人文科學綜合性解決策略的「環境科學」誕生。為延續永續發展的概念，學者認為只要滿足三個條件就能實現：「地球的有限」、「保護整個生態系」及「關心下一代的利益」。三橋規宏提到全球起了「要企業負起社會責任」的新潮流，呼籲全球企業參與「全球盟約」(The Global Compact)，善盡身為地球企業公民的責任。²³
- (3) 台灣經濟研究院整理出在「世界能源展望 2007」(World Energy Outlook 2007) 的數據，假設台灣政府政策從 2007 年年中起保持不變的參考情景世界一次能源需求在 2005 至 2030 年預計將增長 55%，年均增長率為 1.8%。能源需求將從 2005 年的 114 噸油當量，逐步達到 2030 年的 177 噸油當量。因此台灣為因應地球暖化也提出了永續能源政策，以「立足台灣，放遠國際」²⁴的新思維，兼顧國際發展需求及國內社經條件，最為永續能源發展策略之基調，並以永續、安全、效率及潔淨為核

²⁰ Thomas L. Friedman 著，2009，丘羽先譯，《世界又熱又平又擠：全球暖化、能源耗竭、人口爆炸危機下的新經濟革命》(Hot, Flat, and Crowded)，台北天下，頁 28

²¹ Thomas L. Friedman 著，2009，丘羽先譯，《世界又熱又平又擠：全球暖化、能源耗竭、人口爆炸危機下的新經濟革命》(Hot, Flat, and Crowded)，台北天下，頁 196

²² Thomas L. Friedman 著(2009)，丘羽先譯，《世界又熱又平又擠：全球暖化、能源耗竭、人口爆炸危機下的新經濟革命》(Hot, Flat, and Crowded)，台北天下，頁 406-431

²³ 三橋規宏著，朱麗真譯，《綠色復甦時代》(サステナビリティ經營)，頁 56

²⁴ 台灣經濟研究院，2009，《發掘綠色黃金—能源經濟新契機》，台北：財團法人台灣經濟研究院，頁 5

心目標，達成兼顧能源安全、經濟競爭力及環境維護的永續能源政策目標。2008 年 6 月行政院提出「永續能源政策綱領」：政策目標為「能源、環保與經濟」三贏，政策原則「二高二低」²⁵，政策綱領「淨源節流」²⁶及後續推動計畫。

- (4) 中華民國工業技術研究院張景淳在探討節能減碳教育觀點時也觀察了韓國，韓國政府於 2009 年 成立「綠色成長委員會」(녹색 성장 위원회; Presidential Committee on Green Growth)，直接隸屬總統管轄，主要推動氣候變遷調適結合綠色經濟成長等相關政策措施。規劃至 2020 年較溫室氣體排放量 (BAU²⁷) 減少 2.33 億噸二氧化碳排放，相當於韓國溫室氣體排放量 (7.76 億噸二氧化碳當量) 之 30%。為能有效達到減量目標，韓國環境部針對此路線圖提出四項具體措施，依序為 a.運作市場減量制度；b.發展減量技術；c.發掘減量事業，並創造就業機會與新興市場；d.展開與生活密切之減量運動。²⁸為鞏固相關產業不受經濟衝擊影響，針對石化業與水泥製造業提出維持碳權無償分配。另外，韓國亦具體提出工業、電力、建築、運輸…等七個部門年度減量措施，訂定未來節能減碳細部做法，預估各部門至 2020 年約可減少 30%以上之溫室氣體排放量。其中，為鞏固相關產業於國家減碳運作過程中，不受經濟衝擊影響，主要針對石化業與水泥製造業提出維持碳權無償分配之作法。而為了應對氣候變遷，國家減碳技術應提升一定水準，故韓國以碳捕獲與封存技術為首，提出多項計畫，並將投入大量經費進行研究與發展；在全力推動溫室氣體減量的同時，韓國環境公團 (한국 환경공단) 預測未來將出現溫室氣體管理師、排放權仲介師等新興行業，至 2020 年為止約可創造 3,000 個工作機會，並將輔導各企業投入相關教育培訓與支援減碳設備投資。²⁹

三、在能源危機觀念貫徹的情況下，各國政府應積極尋找新能源經濟契機，政府的角色極為重要，並利用政府的力量讓產業可以發展得更好，其中政策的制定就需要多方考量。

- (1) 中華民國行政院於 1996 年 7 月 25 日修正的能源政策裡提到「穩定能源供應」、「提高能源效率」、「開放能源事業」、「重視環保安全」、「加強研究發展」以及

²⁵ 「二高二低」指高效率、高價值、低排放以及低依賴

²⁶ 「淨源節流」在淨流方面，推動能源結構改造與效率提升；在節流方面，推動各部門的實質 節能減碳措施。

²⁷ BAU(Business-as-usual): 指完全不採取任何溫室氣體減量要求的情境下，二氧化碳排放基線。等同於目標年二氧化碳排放減量率的參考基準。

²⁸ 張景淳，2016，《南韓建立國家溫室氣體減量之路線》，台北，頁 8

²⁹ 張景淳，2016，《南韓 2017 新政府之能源政策研析》，台北，頁 7

「推廣教育宣導」六項政策³⁰；更於 2008 年 9 月 4 日行政院通過「永續能源政策綱領」，並以此為基礎，進一步擬定「節能減碳行動方案」，該方案會及能源、產業、運輸、環境、生活等五大構面之節能減碳具體措施，輔以完善之法規基礎與相關配套機制之整體規劃。產業方面政策以推動製造業朝向低碳結構調整，以逐年降低 CO₂ 排放密集度，並發展具潛力再生能源與節能減碳產業，研發替代材料等，具體做法包括推動太陽光電產業旗艦計畫與新興能源技術服務業等。³¹

(2) 1995 年台灣尚未實施能源計畫政策，依據經濟部能源局的能源供給表統計資料顯示，當時台灣原油及石油產品的供給占了總能源的 54.49%、煤及煤產品占 26.83%、核能發電 12.82%、慣常水力發電 0.58%、太陽熱能 0.07%、太陽能光電及風力發電在此時則尚未發展；1996 年實施了能源政策直至 2008 年永續能源政策綱領提出前，2008 年的原油及石油產品的供給占了總能源的 49.89%、煤及煤產品占 32.70%、核能發電 8.37%、慣常水力發電 0.29%、太陽熱能 0.08%、太陽能光電及風力發電 0.04%；2008 年的新政策新方案執行後，直至 2010 年原油及石油產品的供給占了總能源的 49.04%、煤及煤產品占 32.09%、核能發電 8.28%、慣常水力發電 0.28%、太陽熱能 0.08%、太陽能光電及風力發電 0.07%。以統計數據來看，在早起台灣發展能源政策時，乾淨能源技術上尚未發達，發展停滯，2008 年以永續能源為目標的能源政策實施後，宣稱全面推動太陽能光電旗艦計畫，但以統計數據來看，台灣的太陽熱能、太陽能光電及風力發電比起往年並無明顯的大幅增長，說明了台灣在乾淨能源發展上尚有很大的努力空間。³²

(3) 韓國政府於 2009 年 5 月 26 日公布「新成長動力綜合行動計畫」。預計 2009 年至 2013 年斥資 24.5 兆韓元，推動三大部門 17 項新成長動力產業（參見表 1-4）。在技術策略地圖方面，透過「選擇與集中」方法，將對領先進軍全球市場及有市場發展潛力之 62 項部門，篩選為明星品牌(STAR Brand)，並按 STAR Brand 別列出 1,200 餘項核心技術課題。核心技術課題係由政府與民間共同研擬技術開發及技術水準之目標、技術的優先順位及核心技術商業化的行動時程等。細部行動計畫方面，確定了 STAR Brand 商業化之 200 項政策課題，包括新成長動力別的研發(R&D)、財政事業、人力培育、早期開拓市場及基礎建設建造等。同時，推動按成

³⁰ 經濟部能源局，〈台灣地區能源政策及執行措施表〉，《經濟部能源局》，1996 年 7 月 25 日，<http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/PoMain.aspx?PageId=executepolicy> (最後瀏覽日：2018 年 4 月 14 日)。

³¹ 經濟部能源局，〈2010 年能源產業技術白皮書〉(台北：經濟部能源局，2010 年)，頁 46

³² 經濟部能源局，〈能源供需表 084-099〉，《能源統計年報》，2011 年 6 月，http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_year/main/EnergyYearMain.aspx?PageId=default (最後瀏覽日：2018 年 4 月 14 日)

長動力別客製化措施。³³

- a. 綠色技術產業：斟酌屬於產業初期階段，以高風險基礎技術開發及早期開展市場等為主，發掘 79 個應辦事項。
- b. 尖端整合產業：透過製品、技術、市場的整合，以新產業化及示範事業等為主，發掘 62 個應辦事項。
- c. 高附加價值服務業：在政府財政投入之同時，並以法規、制度之改善，吸引民間投資為主，發掘 59 個應辦事項。

表 1-4 韓國新成長動力綜合行動計畫

動力別	17 項新成長動力細部行動計畫(Action plan)		
功能別	綠色技術產業	尖端整合產業	高附加價值服務業
技術策略地圖	新再生能源 低碳能源	廣播通訊整合產業 IT 整合系統	健康照護 教育服務
人力培育 綜合對策	高質化水處理 LED 照明	機器人應用 新材料及奈米整合	綠色金融 數位內容、SW
中小企業 支援方案	綠色運輸 尖端綠色都市	生物、醫療 高附加價值食品	會展產業 (MICE)

(4) 韓國政府表示，為順利推動新成長動力細部行動應辦事項，預計 2009 年至 2013 年內斥資 24.5 兆韓元，其中 2009 年投資經費為 2.6 兆韓元。另在 24.5 兆韓元中，研發應辦事項預計動支 14.1 兆韓元，而有關制度改善及市場開展等非研發應辦事項約動支 10.4 兆韓元。³⁴

³³ 이명식, 2010, <녹색성장 시대의 지속 가능한 한국 녹색산업의 발전 방향>, 고려대학교

³⁴ 吳家興, 2010, <台韓經貿競爭與合作之評析>, 行政院經濟建設委員會

表 1-5 三大部門政策應辦事項項數及所須預算

類別		綠色技術產業	尖端整合產業	高附加價值 服務業	合計
項數		79	62	59	200
預算	R&D	3.7	8.8	1.6	14.1
	非 R&D	3.0	3.4	3.9	10.4
	小計	6.7	12.2	5.5	24.5

單位：兆韓元

- (5) 根據韓國工業技術研究院指出，目前韓國減量目標最新發展趨勢及主要政策是 2009 年 11 月韓國政府宣布 2020 年時韓國將較基準情景³⁵(business-as-usual, BAU)減少 30%³⁶之溫室氣體排放量，碳排放量將減至 5.69 億噸，較 2005 年京都議定書生效時之排放基準量減少 4%。韓國於 2009 年 8 月發表中長期溫室氣體減量目標，研擬 3 種減量方案，分別為減量 21%、27%及 30% BAU 之溫室氣體排放量³⁷，最後宣布採行 30%之最大減量方案。為因應此減量目標，韓國將於 2010 年展開碳排放交易計劃，以地區碳排放為主的交易將於 2010 年在網上進行，自 2011 年起可於韓國交易市場進行。目前環境部已接獲 641 項公眾及私人機構的申請。開設碳排放交易計劃因應韓國的中期減量目標，並與國際碳市場接軌。韓國將加強採行二氧化碳捕獲與儲存(CCS)技術，研發供應電氣車、燃料電池車等綠色環保車以及高能源效率尖端產品，預估所需經費約占 GDP 之 0.49%，並於 2010 年起實施行業別減量目標管理制度，年能源耗量在 50 萬噸油當量(TOE)以上之企業將被設定能源使用量，並依能源耗用情形決定獎勵或徵收額度，5 萬及 2 萬噸油當量之企業則分別於 2011 年及 2012 年開始實施。

³⁵ BAU(Business-as-usual): 指完全不採取任何溫室氣體減量要求的情境下，二氧化碳排放基線。等同於目標年二氧化碳排放減量率的參考基準。

³⁶ 產業永續發展整合資訊網 <http://proj.moeaidb.gov.tw/isdn/news/news-more.asp?np1ShIdL>

³⁷ 산학협력단, 2012, <저탄소 녹색성장을 위한 에너지 법제의 현황분석과 개선방안 연구>, 중앙대학교

II. 綠能政策理論探討

本研究探討台灣與韓國綠能政策的比較，但以本研究來看綠能政策，首先必須了解其政策是如何出現以及主要內容為何，及其歷史脈絡和關聯性。

本章首先將闡述能源、綠色能源與綠能產業定義以及政策科學運動的背景及發展；第三節介紹的是產業政策；最後一節則介紹則是公共政策之一的「能源政策」及其經濟分析。

1. 能源、綠色能源與綠能產業定義

能源的分類眾多，綠色能源是能源中屬於新能源的部分。本節將在說明能源、綠色能源後，對一般稱的「綠能產業」做更明確的分類及定義。

(1) 能源定義

能源使用是人類文明之象徵，也與經濟發展及國家開發密切相關。一般而言，先進或已開發國家的能源消耗量往往高於開發中國家及未開發國家；換言之，消耗能源較多的國家，通常其國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）也越高。近年來台灣隨著 GDP 的逐年上升，能源消費量也跟著攀升³⁸，此正說明著目前為止，經濟成長與能源及資源的消耗呈現高度的正相關。展望未來，如何持續增加 GDP 的同時，減少能源消費量卻也成為有效地能源開發與利用的重要目標。

在發生工業革命（The Industrial Revolution）之前，人類燃料使用為生質物（即植物或木材）；邁入工業革命時，特徵之一為煤炭（Coal）的大量使用；自 20 世紀開始，則將燃料使用部分轉移至石油、天然氣、再生能源及核燃料。³⁹當談論能源的資源與使用時，能源可依使用的永續性（sustainability）與否，可分成兩大類，即「再生能源（renewable energy）」與「非再生能源（nonrenewable energy）」。⁴⁰其間區分在於前者並不會消耗殆盡，反之，後者一旦開發或開採後，其可能在短時間內消耗完畢。

另一方面，能源依來源或形成條件可分成「初級能源」及「二次能源」。⁴¹所謂初級能源又稱為「一次能源」，係指自然界中以原有的形式存在，無須任何加工或轉換就可直接取得的能源，例如化石燃料、核能及生質物等。至於二次能源、係指由一次能源經加工轉換成另一種型態的能源，例如蒸汽、電力、氫氣、合成氣、生質柴油、生質酒精、焦炭及工業製程中排出的廢熱、如高溫煙氣、廢蒸汽、可燃廢氣等。一次能源不論經過

³⁸ 經濟部能源局，2016，《2016 年能源產業技術白皮書》，台北，經濟部能源局，頁 197

³⁹ 陳維新，2014，《綠色能源》，高立，頁 1-7

⁴⁰ 徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，新竹，國立交通大學，頁 8 - 10

⁴¹ 王革華，2008，《新能源概論》，台北五南，頁 3。（最後瀏覽日期：2018 年 3 月 28 日。）

幾次轉換所得到的另一種能源皆稱為二次能源，如水力及火力發電過程中的電能、機械能及熱能等。而已經被人類長期廣泛利用的能源，稱為常規能源，如煤、石油、天然氣、水力、電力等。反之，則稱為新能源。⁴²有關能源之基本分類詳見表 2-1。

表 2-1 能源之基本分類

能源分類			可再生能源	非再生能源
一次能源	常規能源	商品能源	水力（大型） 核能（增值堆） 生物質能（糞便等） 地熱	化石燃料（煤、油、天然氣等） 核能
		非商品能源	太陽能（自然乾燥等） 水能（水車等） 風力（風車、風帆等） 畜力	
	非常規能源	新能源	生物質能（沼氣、酒精等） 太陽能（收集器、光電池等） 水力（小水電）	
二次能源	電力、煤炭、沼氣、汽油、柴油、煤油、重油等油製品、蒸氣、熱水、壓縮空氣、氫能等			

資料來源：王革華，2008，《新能源概論》，台北五南，頁 4。

(2) 綠色能源定義

由於近兩百多年化石燃料的大量使用，造成非再生能源資源的短缺，並衍生諸多環境問題。如何持續能源開發、維持經濟成長、同時能對地球環境及資源進行「永續發展（Sustainable Development）」已成為現今人類急待克服的難題。綠色能源（Green Energy）又稱潔淨能源、再生能源，是對環境相對友善且低溫室氣體排放，能夠藉由大自然的循環來產生源源不絕的能源。而所謂永續發展，是 1987 年所提出的構想，指出社會不應只顧眼前經濟發展所進行的資源開發，而損及下一代的權益。因此，「3E」之平衡發展成為重要的課題、3E 即經濟（economy）、能源（energy）與環境（environment）⁴³；三者之

⁴² 行政院經濟部，2010，《能源分類》http://www.isu.edu.tw/upload/81201/-1/news/postfile_38627.pdf，行政院經濟部

⁴³ 陳維新，2014，《綠色能源》，高立，頁 1-24

平衡發展（圖 2-1）。而這也與台灣《再生能源發展條例》的內容相符，其第 3 條規定，再生能源係指「太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力、非抽蓄式水力、國內一般廢棄物與一般事業廢棄物等直接利用或經處理所產生之能源，或其他經中央主管機關認定可永續利用之能源」⁴⁴，可見台灣再生能源發展政策當中，亦將環境永續經營視為優先考量。確保持續「穩定」的能源供應，同時兼顧經濟發展與環境保護，將有限資源做有「效率」的使用，並開發對環境友善的「潔淨」能源，以創造跨世代能源、經濟與環境三贏願景，建立低碳經濟模式及永續發展社會。

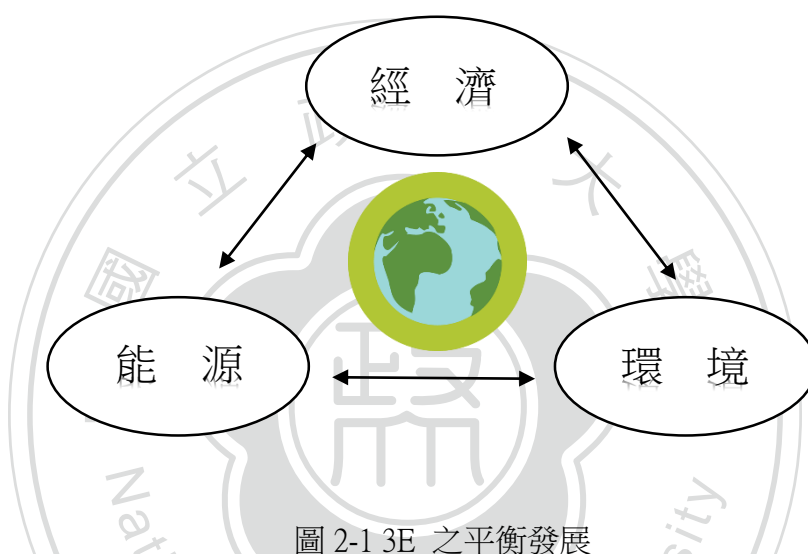


圖 2-1 3E 之平衡發展

「綠色能源」，係指某些能源在開發或使用的過程中具有環境友善性，不會產生或僅產生少量污染物質，對環境的衝擊甚小。一般所述的再生能源皆屬於綠色能源，例如生質能、太陽能、風能、水力發電、海洋能及地熱能等。此外，目前全球持續發展的氫能及燃料電池，由於氫氣產生的來源豐富（化石燃料、生質物及水），燃料電池使用的過程可滿足低環境衝擊，水是主要副產物，不會造成環境污染，因此氫能及燃料電池也屬於綠色能源的範疇。

如前所述，綠色能源包含生質能、太陽能、風能、水力發電、海洋能、地熱能及氫能，其內容簡述如下。⁴⁵

- a. 太陽能：直接以太陽光為能量來源而發電或產熱，例如經由太陽電池（solar cell）將太陽光能轉化成電能，或利用太陽輻射及各種光線接收裝置，將太陽光能轉化成熱能加以利用或推動渦輪機撥電。

⁴⁴ 高銘志、蔡岳勳、翁敏航、宋書帆、陳建璋，2013，《再生能源政策與法律概論》，台北元照，頁 277

⁴⁵ 陳維新，2014，《綠色能源》，高立，頁 2-14

- b. 生質能：以生質物為燃料直接使用，或以生質物為原料經過其他轉化程序而形成燃料。生質能依燃料的狀態可分成固態燃料（如木材、廢棄物、木質顆粒及廢棄物衍生燃料等）、液態燃料（如生質柴油、生質酒精及生質油）及氣態燃料（如合成氣沼氣及生物產氫等）三種。生質物亦可經過特殊裝置（如微生物燃料電池）而直接產電。
- c. 風能：以風力發電機為裝置，利用空氣流動來推動風力發電機的葉片產生電力。
- d. 水力發電：水力發電的基本原理是利用水位落差，並以水力發電機為裝置，將水的位能轉化成機械能，進一步產生電力。水力發電是目前再生能源發電中最重要的方式。
- e. 海洋能：包含有海洋熱能轉換、潮汐能、海流能、波浪能及滲透能。海洋熱能轉換係以海洋表面及深層海水之間的溫差為發電的動力；潮汐能及滲透能類似於水力發電，以水位差進行發電；海流能及波浪能則將海水的動能轉化成電能；滲透能則是利用海水與淡水之間的鹽度梯度造成水位差，進而發電。
- f. 地熱能：以地球內部的熱能為動力來源，利用地層內部的水熱系統推動渦輪機發電，其中水熱系統可分為成濕汽及乾汽系統兩大類。
- g. 氫能：以氫為燃料，直接燃燒產生動力（如氫內燃機），或以燃料電池為裝置，將氫的化學能轉化成電能；另也可以以氫及一氧化碳（合稱為合成氣）為原料，合成甲醇及二甲醚，以作為燃料。

2. 政策科學運動興起背景及發展

「政策科學」一詞首創於 1951 年拉斯威爾（Harold Lasswell）與冷納（Daniel Lerner）所發表的 *The Policy Sciences* 一書，拉斯威爾在該書第一章指出政策取向研究之重要性，認為社會科學家應該從政策過程與政策內容兩個面向探討美國社會問題，開啟了政策科學運動的序幕。

拉斯威爾所提出的論點當中，影響後世最大的是他所倡導的「民主政策科學」（the policy sciences of democracy），拉斯威爾認為政策科學不僅是一門技術性的學科，更必須在政治發展脈絡中加以觀察，因此，以公共政策推動民主政治發展乃是政策科學的發展目標。⁴⁶

政策科學一書中，拉斯威爾對政策科學的內容加以系統介紹和說明。他把政策制定劃分為資訊、建議、法令、援引、實施、評價、終止等七個過程。他認為政策分析者在決策過程中可以做三種貢獻：一是確定一項政策的目標和價值；二是收集和提供有關資訊；三是提出幾種政策方案及其最佳選擇。⁴⁷

一、政策科學運動的興起背景

政策科學的出現是在二次世界大戰之後，始於主要工業發達國家的公共政策研究，發展到許多國家、地區及各行各業的一門學科。可以說，政策科學是第二次世界大戰結束後西方社會科學領域裡發展最迅速、影響最大、實踐性最強、應用領域最廣泛、社會效用最明顯的學科之一。

政策科學誕生於美國。美國政治科學家拉斯威爾（Harold Lasswell）提出了「政策科學」（Policy Sciences）概念。1951 年，他和冷納（Daniel Lerner）首次對政策科學的對象、內容、性質及發展方向作出規定，奠定了政策科學的基礎，可以說是公共政策研究的里程碑。拉斯威爾拓展了政策科學的研究範圍，認為政策科學家應該關心如何在公民秩序（civic order）的脈絡中，以適當的技巧操作制定啟蒙性的決策。⁴⁸

1951 年出版的論文集中，其中拉斯威爾在 *The Policy Orientation* 一文，指出政策科學的特徵如下：⁴⁹

(1) 問題導向：政策科學是指向政府所面臨的主要問題及議題，不必全然聚焦在政

⁴⁶ 丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 13。

⁴⁷ Harold D. Lasswell & Daniel Lerner, *The Policy Sciences*, p. 22-40. 34

⁴⁸ 丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 13。

⁴⁹ Kevin B. Smith & Christopher W. Larimer 著，蘇偉業譯，《公共政策入門》（*The Public Policy Theory Primer*）（台北：五南，2010 年），頁 7-8

策效果上，過程也是政策科學家重視的焦點，而關鍵不是在政策制定中的某一特定階段，而是政府所面臨的某個重要「問題」。

(2) 跨學門：政策科學是橫跨一些能對解決政府面臨之關鍵問題有所貢獻的學門之模型。

(3) 方法學上的嚴謹精密：量化的方法能「廣泛的澄清事實」，任何的爭論並非在於量化方法的發展及它的價值，而是如何最佳的利用它於特定問題上。

(4) 理論上的嚴謹精密：一個有足夠解釋能力的概念架構，來澄清制度是如何形塑決策？政府如何能夠最佳的提供誘因以促進其意欲的行為？一個有效的政策科學必須能夠可靠的回答這類問題，前提是需要嚴謹精密的理論。

(5) 價值取向：最終目標是使民主價值極大化。

政策科學可說是當代社會政治、經濟、科學、技術高度發展的產物，它的出現有著深刻的理論背景和實踐依據。⁵⁰見表 2-2。

表 2-2 政策科學理論與實踐

理論面	二戰後，政策分析、管理學等學科應運而生，到了 70 年代，計量經濟學、統計學、行為科學也開始有了發展，與政府決策有關的決策心理學以及組織理論的應用科學也有了不同的想法，這些理論都和政策科學息息相關，因為政策科學提供了可操作性的方法及知識基礎，更應用在社會科學的各個領域。
實踐面	隨著科技迅速發展，人類社會所面臨的問題越來越多也越複雜，解決這些問題的政策變得更重要，使得改善政策符合公共事務的研究越來越多。二戰後，各國無論是政府決策、經濟貿易等都需要更具體的政策來解決問題，如國防、外交、貧困、種族衝突等，也都出現了專業研究的中心，這些組織的建立培養了更多的學者及政策制定者，在這些實踐面的基礎上，政策科學越趨成熟。

⁵⁰ 劉雪明、鐘貞茂，〈論政策科學的產生與發展〉，《江西教育學院學報》，第 20 卷第 4 期，1999 年 8 月，頁 48-55。

二、政策科學運動的發展與分析

政策科學運從 1950 年代萌芽，經歷 1970 年代蛻變，並於 1990 年代茁壯，經歷了一段很長的歷程。政策科學理論從傳統到了現代，學者們紛紛出版了相關的著作及各自的見解，因資料眾多，本節主要以丘昌泰教授在《公共政策：當代政策科學理論之研究》一書的論點，加上其他學者的相同看法，將其整理過後以表格方式呈現。表 2-3 及表 2-4 分別說明傳統理論及現代理論不同理論分析上的觀點。⁵¹

表 2-3 政策科學傳統理論

政策理論	分析方法	內容
傳統政策科學理論	方法論	<p>1. 傳統政策科學家認為，政策科學是一門專業的「科學」活動，方法論是承襲邏輯實證論（logical-positivism）之哲學立場，⁵²以經濟或工具為理性基礎。</p> <p>2. 傳統政策科學家的方法論為：以實證論為思考基礎，以經濟理性為選擇標準，以量化分析為研究方法，以管理決策工具為分析問題的技術。</p> <p>3. 特色：以邏輯實證論為基礎的政策科學家，非常重視效率與效果的問題，並相信這可以客觀的予以界定，決策制定義可以透過統計模式降低不確定性。</p>
	實質理論	<p>1. 實質理論的建構可以分為階段論及反階段論，前者為核心的傳統政策科學典範，後者為核心的當代政策科學典範。</p> <p>2. 特色：以實質理論的角度分析傳統政策科學家建構知識的內涵，建構出傳統的問題建構觀，階段取向的政策過程理論，政策規劃與執行相互分離的理論，以及實驗科學的評估典範。</p>

⁵¹ 丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 51-296。

⁵² 邏輯實證論者認為社會與自然世界都是相同的，必須要在無盡的因果鏈中找出某種固定的、無可改變的因果法則，綜合了本體論、認識論與方法論。

a. 本體論：實證論者假設現實世界是獨立於心靈以外而存在的個體，現實世界是有規律的、有次序的；科學活動的主要任務時在描述、解釋與預測此種規則與次序。

b. 認識論：實證論者認為科學之是始於觀察，凡是可以觀察的現象才是科學研究的對象；人類所進行的觀察主要是根據我們的感官與經驗。

c. 方法論：實證者認為雖然自然科學的研究對象為物理現象，社會科學探究具有動機與意願的人類行為，但自然科學所應用的方法與程序同樣可以用於社會現象。

丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 52-55。

表 2-4 政策科學現代理論

政策理論	分析方法	內容
現代政策科學理論	方法論	<p>1. 1980 年代政策科學家擺脫邏輯實證論的傳統，以符號互動論 (symbolic interactionism) 為基礎，⁵³主張人類本身可以用自身的意義，建構社會現象，並稱之為後邏輯實證論 (post-positivism)。⁵⁴對於實證論中的本體論、認識論、方法論皆提出批判。</p> <p>2. 特色：以實證論為哲學基礎，主張社會或實質理性強調質化方法，運用定質分析工具，如政策達爾菲、⁵⁵個案研究等。⁵⁶</p> <p>3. 特色：以邏輯實證論為基礎的政策科學家，非常重視效率與效果的問題，並相信這可以客觀的予以界定，決策制定義可以透過統計模式降低不確定性。</p>
	實質理論	<p>1. 以反階段論為核心，以整體觀點建立問題建構理論，從反階段觀點或互動途徑 (Interactive approach) 觀察政策行動者在政策過程中的互動；政策目標通常是含糊的，所以政策規劃應重視與政策利害關係人之間的溝通。</p> <p>2. 特色：建構論者的問題建構觀，反階段取向的政策過程理論，結合政策規劃與執行的政策設計理論，利害關係人取向的政策評估典範，以及研究脈絡寬廣的公共政策。</p>

⁵³ 符號互動(symbolic interaction)一詞，源於布魯默(Herbert Blumer)的「人與社會(Man and Society)」一書中，他對符號互動的定義為：「兒童如何由人們或團體所共有的象徵及理解系統中學習和認知」，所以符號互動論是以社會心理學的觀點出發，研究人的自我如何體認社會性及與他人互動的社會行為如何發生。今天的符號互動論是以米德的概念為基礎，其理論基礎受芝加哥學派的影響，主張從人們互動個體的日常環境去研究人類群體生活的和理論派別。林美玲，〈從教育人類學觀點看文化與行為〉，《現代教育》，第 8 卷第 4 期，1993 年 10 月，頁 30-31。

⁵⁴ 「後實證理論」是 1968 年第一次公共行政米諾布魯克會議(Minnowbrook Conference)中的重要主題，主要是反對以價值中立為導向的實證論，期盼公共行政的研究能夠趨向社會相關性，並且培育出社會正義，以創造「新公共行政」(New Public Administration)。丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 171。

⁵⁵ 「政策達爾菲」又稱專家判斷法(Expert judgment)，是確定政策目標最常用的方法。丘昌泰，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，頁 213。

⁵⁶ 「個案研究」是經驗性的調查研究方法，以多面向的正聚集資料進行社會現象的分析。透過量化與質化方法所獲取的資料將可能運用於個案研究中，個案研究甚至是兩種方法的綜合。Robert K. Yin 著，尚榮安譯，《個案研究法》(Case Study Research) (台北：弘智，2001 年)，頁 22-24。R. E. Stake, Evaluating the Arts in Education: A Responsive Approach (Columbus, Ohio: Merrill, 1975), p. 245.

3. 產業政策概念

一個國家的經濟發展，通常伴隨著其經驗、資源條件以及意識形態而形成各種獨特的經濟政策。⁵⁷欲探討這些經濟政策的內涵與差異，有學者認為應從財政政策（Fiscal Policy, FP）、貨幣政策（Monetary Policy, MP）及匯率政策（Exchange-rate Policy, ERP）著手進行；⁵⁸另外有學者提出以財政政策、貨幣政策及產業政策（Industrial Policy, IP），而此主張在 80 年代之後受到普遍性認同與接受，尤其是「產業政策」更成為各國追求經濟成長及調節對外經濟關係的一個重要決策。⁵⁹。產業政策的名稱真正受到重視，應自 1972 年國際經濟合作發展組織 OECD（Organization for Economic Cooperation and Development）對其各會員國所實施之影響產業的政策進行調查研究，並發表系列性的報告後，其後由於日本高度經濟成長引發世人的好奇，加上一些深入探討日本成功之著作，更使得「產業政策」身受重視，並帶動了另一值得研究的學術方向。⁶⁰

(1) 產業政策定義、類型與體系

「產業政策」一詞至今仍有多元廣泛的定義，有時僅針對特定產業的政策、或指全國性整體經濟活動配置的通盤設施⁶¹，也有學者定義為所有可能會改善經濟供給面的一切措施：任何可以改善經濟成長、生產力和競爭力的皆屬之。⁶²不論是哪一種產業政策，都涉及到經濟結構面，探討資源運用、生產型態等問題，因此產業政策與經濟結構有了密不可分的關係。廣義的產業政策體系，基本上是由「產業基礎政策」（Industrial infrastructure policy）、「產業秩序政策」（Industrial order policy）、「產業存續政策」（Industrial conjuncture policy）三者所構成。⁶³

(2) 產業組織政策、目的

公共政策是政府對推動公共事務的基本方針，「產業政策」是指政府經由行政上的作為，直接或間接介入產業部門，規範其活動、引導其發展或調整其結構。任何一個

⁵⁷ Anthony Solomon, "Economics, Ideology, and Public Policy," *Challenge*, Vol. 29, No.3, July/ August 1986, pp. 11-17.

⁵⁸ Anthony Solomon, "Economics, Ideology, and Public Policy," pp. 13-15.。

⁵⁹ 林建山，《產業政策與產業管理》（台北：環球，1992 年），頁 27

⁶⁰ 汪仲祥，《模糊層級分析法應用於 IC 產業政策選取之研究》（高雄：國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，2003 年），頁 27

⁶¹ 鈴木興太郎、關口末夫、伊藤元重等著(1986)，台灣經濟研究所編譯，《產業政策與產業結構》，台北：台灣經濟研究雜誌社，頁 3-9。

⁶² F. Gerard Adams & Lawrence R. Klein(1983), *Industrial policies for growth and competitiveness*, pp. 3-4.

⁶³ 行政院經濟建設委員會經濟研究處，《產業結構與政策》（台北：行政院經建會經研處，1988 年），頁 53

政府，無論是否有意圖，直接或間接，所採行的產業政策終極目標在於，改善國家整體產業的經濟效益，並促進經濟成長與國家競爭力，而民間的需求則是整體福祉的最大化。⁶⁴

具體而言，產業組織可以歸納成兩大類：一、提高市場之競爭性，例如解除對企業設立或設廠限制，減少對營業行為之限制及公營事業民營化等；防止廠商濫用市場力量，例如對獨占或公營事業價格的管制，維持市場公平交易等。而產業政策所使用之工具也會間接或直接地影響產業資源（如表 2-5）⁶⁵。在政府對個別產業存續的干預政策中，最具有系統性及重大影響的是產業結構政策。⁶⁶產業結構政策是產業政策的重要組成部分，指一國政府依據本國在一定時期內產業結構的現狀，遵循產業結構演進的一般規律，規劃產業結構逐漸演進的目標，並分階段的確定重點發展的戰略產業，實現資源的重點配置，引導國家經濟向新的廣度和深度發展的政策。產業結構政策有三大功能⁶⁷：

- a 促進產業協調發展：依據不同產業的地位、作用、現狀和發展趨勢，以輕重緩急之分，對新興的未來主導產業進行培育，對薄弱的基礎產業進行彌補等，通過這些政策措施，來促使不同層次的產業保持協調發展。
- b 促進產業結構轉換：透過政府實施干預的力量及產業結構政策，採用調整、保護、扶植、改造、淘汰等措施，加速產業結構的換代，而且可以使產業結構升級。
- c 推動產業技術水平提高：以新技術改變傳統產業，發展高科技產業，是產業政策的重要內容。促進以勞動密集型產業為主的產業結構轉以技術密集型產業為主的產業結構轉變，實現產業結構的升級，推動產業技術的進步，提高各種產業的技術水平。

⁶⁴ 徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，新竹，國立交通大學，頁 260

⁶⁵ 資料來源：筆者整理自 Rothwell & Zegveld；徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，新竹，國立交通大學，頁 17-25

⁶⁶ 行政院經濟建設委員會經濟研究處(2000)，《產業結構與政策》，頁 58。

⁶⁷ 鈴村興太郎、関口末夫、伊藤元重等著(1986)，台灣經濟研究所編譯，《產業政策與產業結構》，台北：台灣經濟研究雜誌社，頁 57-64

表 2-5 產業政策工具與產業創新需求資源之關聯性⁶⁸

●表示直接影響 ◎表示間接影響

		產業政策工具											
		公 營 事 業	科 學 展 與 技 術	教 育	信 息	財 務 金 融	租 稅	法 規 與 管 制	政 策 性 措 施	採 購	公 共 服 務	貿 易	海 外 機 構
產 業 創 新 需 求 資 源	研究發展	●	◎	◎	◎	◎	◎						
	研究環境					●	●	●	●				
	技術知識		●	●	●								
	市場訊息			●	●								
	市場								●	●	●	●	
	市場環境					●	●	●	●				
	人力資源		●	●	●								
	財務資源					●	●						

資料來源：徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，國立交通大學

4. 能源政策內容

人類每一次能源時代的變遷，都伴隨著生產力的巨大飛躍和人類能源觀念的變革。兩次工業革命帶來的不僅是經濟社會的巨大進步，同時伴隨著傳統化石能源的大量消耗和生態環境的破壞，世界範圍內先後興起的人類中心主義思潮、自然價值主義思潮和生態中心主義思潮對各國能源政策的制定和實施產生了深遠影響。完善的能源政策具體作為應包括⁶⁹：

(1) 利用行政力度，配合運用市場化手段

當前政策導向為鼓勵節約能源、使用綠色能源。新能源的市場發展前景需要靠企業自我挖掘，行政式能源市場化政策可適當放鬆，制定多樣化的能源政策，從多個角度發揮其作用。

(2) 鼓勵制定具有地方特色的能源政策

國家制定能源價格、能源法律法規等。而對於需要根據地域發展情況、能源分佈特

⁶⁸ 徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，新竹，國立交通大學，頁 19

⁶⁹ 許志義、陳澤義，《能源經濟學》（台北：華泰，1993 年），頁 77

色制定的政策，則可由各地區視情況制定，但為避免各地區忽視社會整體福利，國家可以制定能源的原則性條款，如環境保護條款、清潔能源優先發展條款等。

(3) 構建系統的能源政策體系

政府管理部門合作制定能源政策，保持部門間政策的一致，需要構建完整的能源政策體系。隨著全球能源需求的不斷增加，構建能源政策體系從根本上說，也離不開能源安全、環境、經濟發展等三大因素。

(4) 加大能源產學合作

推廣新能源替代傳統非綠色能源，除了財政補貼、稅收優惠等激勵性政策外，可間接通過前期技術研發支持等政策引導能源發展方向。

(5) 對能源政策適時進行績效評估

每一時期能源需求和能源供給不同，為調節能源市場，適應經濟增長方式轉變，政府政策應作出相應的變化，與經濟增長方式轉變相適應。

新能源的推廣使用需要成套技術支持，相對於後期投入生產來說，前期的研發投入成本巨大，普通企業無法承受或獨自承擔。這方面可以借鑒發達國家的做法。如澳大利亞將清潔能源的開發、研究作為優先項目，政府加大了對清潔能源的研發投入，作為對後續清潔能源項目的支持。台灣推廣新能源替代傳統非綠色能源，除了財政補貼、稅收優惠等激勵性政策外，可間接通過前期技術研發支持等政策引導能源發展方向。

III. 台灣與韓國的綠能發展現況

「永續發展」思想概念提出源自於人類對環境問題的逐步認識和熱切關注，其思想的產生背景是人類賴以生存的環境遭到了嚴重的破壞並嘗著不同程度的苦果，專家紛紛警告全球暖化的危機問題不容忽視，身為地球村的一份子都該盡心去維護這個生存的環境。如今開發新能源變成了重要的課題，能源與經濟發展脫離不了關係，新興的綠能產業崛起，給了我們永續發展的新希望。

本章首先在介紹截至目前台灣與韓國的綠能產業發展的現況之後將進入本研究的重點—比較台灣與韓國兩國的綠能發展背景以及目前遇到的限制。藉由比較分析，了解兩國在相近的經濟條件下，對於綠能發展各做了什麼努力，以及還能夠做什麼。

1. 台灣綠能發展現況—太陽能、風力能

台灣的天然資源蘊藏量並不豐富，早期開發以煤礦為主，1967年產量達到最高峰⁷⁰，煤炭可說是早期台灣經濟的最大支柱，由於許多先天條件的限制使得煤炭漸漸衰退。而另一項台灣的天然能源是天然氣，但自產量遠遠不足於需求量，自產能源貧乏的台灣必須仰賴進口能源，台灣的能源需求變越來越受到重視。根據行政院主計處提供的國內生產毛額(GDP)資料對比台灣能源供給量(圖 3-2)，可發現兩者呈正向影響。近年來政府大力推動綠能及低碳產業的發展，期望未來朝能源供給量與國內生產毛額脫鉤的目標來前進。⁷¹

在瑞士國際管理學院(IMD)「2019 世界競爭力年報」中，台灣在各國運用綠色科技創造競爭優勢的潛力評比排名全球第 16⁷²，顯示台灣綠能產業極富潛力，已具有相當國際競爭力。在太陽光電產業方面，由於太陽光電發電成本較高，需政府以政策刺激裝置量，然而近幾年歐洲、美國、日本、中國大陸等主要市場政策變化大，加上歐、美雙反引發保護主義興起，正考驗國內廠商經營靈活度。

根據工研院產科國際所最新一期研究顯示，2018 年第四季新興能源產業產值估計為 243.9 億元，太陽光電產業產值為新台幣 200.4 億元，與前一季相較下降 5.9%；風力發電產業產值為新台幣 36.1 億元，較前一季成長 5.1%；其他包含燃料電池與生質燃料，產值為新台幣 7.4 億元，較前一季下降 3.1%。新興能源產業當中，各項次產業之規模相差甚多，其中以太陽光電規模最大，其次為風力發電，其他部分所占比例較低。各次產業占整體新興能源產業產值比例分別為：太陽光電占 82.2%，風力發電占 14.8%，其他

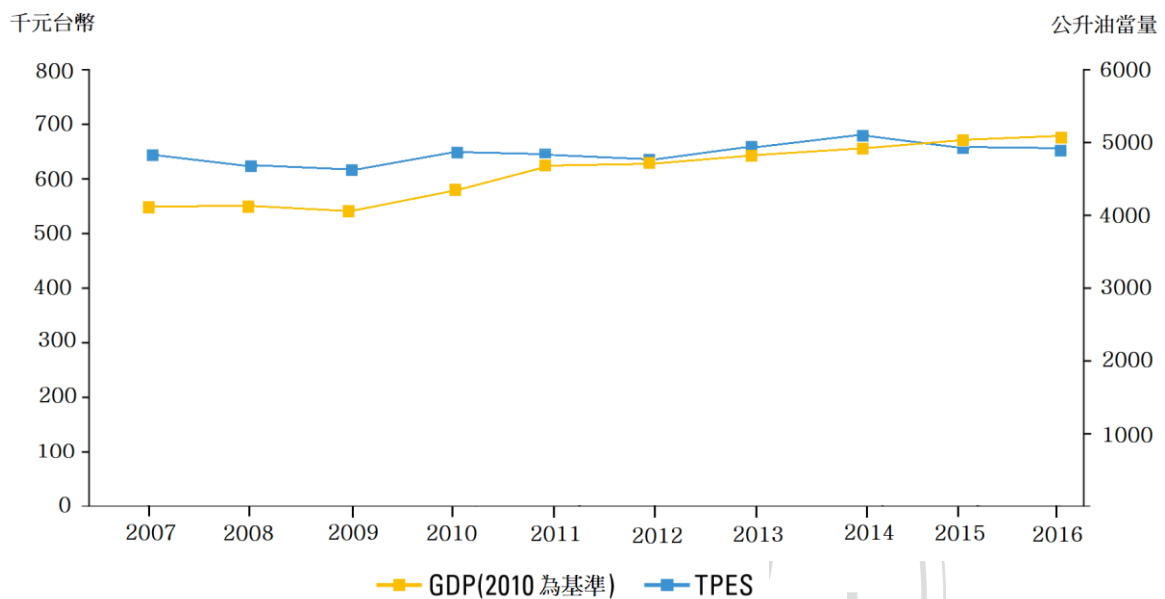
⁷⁰ 經濟部能源委員會，2004，《源起不滅：台灣能源發展軌跡》，台北：經濟部能源委員會，頁 57。

⁷¹ 經濟部，2014，《產業技術白皮書：綠能產業政策措施與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 300。

⁷² IMD，2019，《world competitiveness yearbook 2019》

占 3.0%。⁷³(表 3-2) 以下針對台灣主要綠能—太陽能以及風力發電產業的發展及現況做簡單概述。

圖 3-1 台灣國內生產總值 (Gross Domestic Product ; GDP) 與初級能源總供給量 (Total Primary Energy Supply ; TPES) 關係圖



資料來源：經濟部能源局，105 年能源統計手冊，頁 28

表 3-1 2018 年第四季台灣新興能源產業產值

單位：新台幣百萬元

產業別	2017	2018						2019	2017	2018(e)	年成長 (2018/ 2017)	2019(f)
	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q/Q上 季比(%)	Y/Y同期 比(%)	Q1(e)				
太陽光電產業	41,545	30,944	28,777	21,290	20,040	-6%	-52%	19,896	142,776	101,051	-29%	86,972
風力發電產業	2,420	2,124	3,113	3,435	3,611	5%	49%	3,250	11,070	12,283	11%	13,511
其他	654	631	748	765	741	-3%	13%	733	2,770	2,885	4%	2,928
新興能源產業 合計	44,619	33,699	32,638	25,490	24,392	-4%	-45%	23,879	156,616	116,219	-26%	103,411

資料來源：工研院產科國際所 ITIS 研究團隊

註：各產業之產業範疇：太陽光電包括多晶矽、矽晶圓、矽晶電池、矽晶模組、薄膜模組與聚光式太陽光電；風力發電包括材料、零組件與風力機系統；其他包含生質燃料與燃料電池。

⁷³ 工研院產業科技國際策略發展所，2019，《2018 年第四季及全年台灣新興能源產業回顧與展望》，ITIS 產業季報，頁 2。

一、台灣太陽光電產業

太陽光電為利用太陽電池直接將太陽光能轉換成電力方式，目前已發展出多種材料太陽電池。為保護脆弱的太陽電池，需要封裝成太陽光電模組才能使用。太陽光電模組視輸出電能需求，採串聯或並聯形式整合與連接太陽電池。太陽光電模組搭配轉換器、線材等組件就成為產生電能太陽光電系統，依據裝置地點分為住宅、商用與地面三種類別。⁷⁴

(1) 產業發展現況

台灣太陽光電產業以製造業為主，主要生產矽晶太陽光電產品，整體產業鏈建置完備，產業鏈及其代表廠商如圖 3-2 所示，目前以下游系統應用與周邊組件家數最多，整體數目仍持續成長。上游矽材料產線投資金額大，進入門檻高，廠商數是產業鏈最少部分，目前國內量產多晶矽廠，產量僅能供應約 25% 需求，多數仍需仰賴國外進口。矽晶圓為國內產量第 2 大太陽光電產品，主要生產之多晶矽晶圓，以供應國內太陽電池廠商生產所需，仍無法滿足所有業者需求，50% 仍需向國外採購，因此目前國內矽材料與矽晶圓供應對國外依存度仍高。國內矽晶太陽電池產量 2012 年達 5GW，市占率達 16%，僅次於中國 63%，位居全球第 2 位。台灣矽晶太陽電池 98% 外銷，主要出口國為德國、中國大陸、美國、日本。過去由於多晶矽價格昂貴，吸引多家國內廠商投資矽材用量很少之矽薄膜太陽電池生產線，不過因其轉換效率難以大幅提升，加上後續多晶矽價格顯著滑落，強化矽晶太陽電池市場競爭力，不利於矽薄膜太陽光電產業發展，國內製造廠營運多遭遇瓶頸。⁷⁵

圖 3-2 台灣太陽光電產業鏈



⁷⁴ 經濟部，2014，《產業技術白皮書：綠能產業政策與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 299。

⁷⁵ 經濟部能源局，《太陽光電產業發展》，2013。

台灣新式太陽光電技術商業化進展較快是聚光型太陽光電產品，已有十餘家廠商投入此領域。由於聚光型太陽光電系統成本高與環境條件限制多，市場擴展緩慢，因而國內廠商規模不大。⁷⁶美國是目前聚光型太陽光電系統最大市場，部份國內業者已打入美國廠商供應鏈。國內太陽模組廠商主要生產矽晶太陽模組，因為所需多種原料需要自國外進口，採購價格較高使得生產成本下降不易，影響國際市場競爭力，於是廠商產量大。2009 年實施躉購電價制度⁷⁷後，國內太陽光電系統裝置量出現顯著成長，吸引許多廠商投入系統業務，包括一些中、上游製造商，希望藉由經營系統業務提升獲利。其中規模較大系統商積極拓展海外業務，部分業者已經具有國外太陽能電廠建置實績。

過去歐洲國家提供優厚補貼創造太陽光電市場榮景，需求帶動國內矽晶圓與矽晶太陽電池產量擴大，使 2008 年台灣太陽光電產業產值突破新台幣 1,000 億元，廠商持續擴產下推升產業榮景於 2010 年達到產值最高峰 2,066 億元。⁷⁸2011 年起，歐債危機爆發，迫使部份國家開始大幅削減補貼，同時中國大陸製品大量產出並以低價搶市，帶動產品持續跌價，台灣產值因而開始下滑，2012 年台灣太陽光電產值為 1,322 億元。在產品持續跌價加速全球太陽光電產業調整下，不具競爭力的廠商勢必陸續被市場淘汰，加上中國大陸積極汰弱留強，僅計畫性扶植 12 家重點大廠，可望去除過剩產能，2013 年台灣太陽光電產值已回升至新台幣 1,572 億元。目前提供優惠政策補助之日本與中國大陸正掀起一波安裝熱潮⁷⁹，美國則因發電成本大幅下降吸引許多公司投資太陽能電廠，2014 年將可帶動需求顯著成長，有機會達成供需平衡，2020 年大多數國家可望進入市電同價，太陽光電產業將帶動另一波需求。

政府為擴大再生能源使用量，2012 年開始推動「陽光屋頂百萬座」計畫⁸⁰，採取「逐步擴大，先屋頂後地面」之策略，預計 2030 年達成總裝置容量 6,200MW 之目標(圖 3-3)，藉由擴大內需帶動國內相關產業發展，增進國內系統商設置能力與實績。2012 年 3 月成

⁷⁶ 綠色貿易中心，2010，〈台灣太陽光電產業趨勢和市場現況〉，p.11
<https://www.greentrade.org.tw/zh-hant/structure/filedl/37846/33955>

⁷⁷ 躉購可以說是政府對綠電的「保證收購」，源自德國 2000 年《再生能源法》的 Feed-In Tariff (簡稱 FIT) 制度，這套制度讓德國再生能源裝置量迅速提升，目前已有全球 70 多個國家或地區採用。台灣《再生能源發展條例》通過後，台電依法收購民間再生能源，這項收購的費率稱為躉購費率。中央主管機關應邀集相關部會、學者專家、團體組成委員會，審訂躉購費率及其計算公式，必要時得依行政程序法舉辦聽證會後公告。為鼓勵與推廣綠色能源，躉購費率不得低於國內電業化石燃料發電平均成本。政府每年依情況適時檢討修正這項費率。以政府 108 年度再生能源電能公告為例，躉購費率=(期初設置成本×資本還原因子+年運轉維護費)/年售電量。資料來源：環境資訊中心，2018，〈「躉購」是什麼？專訪綠電保證收購制度創始人之深度解析〉

⁷⁸ 監察院，2012，〈台灣綠能產業發展現況專案調查研究報告〉，台北，監察院

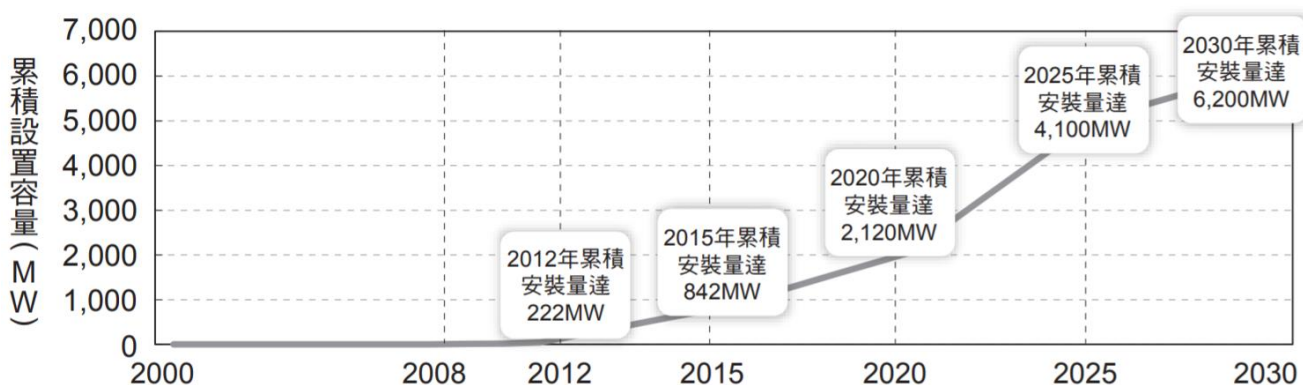
⁷⁹ 經濟部，2014，〈產業技術白皮書：綠能產業政策與發展〉，台北：經濟部能源委員會，頁 289

⁸⁰ 工研院，2012，〈陽光屋頂百萬座計畫推動說明〉，
<http://web.ee.uch.edu.tw/green2012/downloads/speech5.pdf>

立「陽光屋頂百萬座推動辦公室」，辦理相關推動配套措施，帶動更多公私部門廳舍設置太陽光電發電系統實例，已在高雄、台南、屏東、雲林、台東、新北市等地方政府，完成公有屋頂標租。並建構國內太陽光電融資環境，已有 16 家銀行開辦太陽光電設置融資專案，除企業融資外，也提供一般民眾屋頂型系統設置貸款。此外，提高免競標上限至 30kW，設置容量小於 30kW 者採取隨到隨審方式，以提升國內陽光屋頂之設置量。⁸¹

為建構國內太陽光電整體社區應用環境，2013 年 3 月經濟部公布「推動陽光社區補助要點」，針對總設置容量大於 50 瓩、設置戶數 10 戶以上、每戶設置容量未達 30 瓩及非住宅用途之建築設置容量合計低於申請總設置容量 50% 之社區，提供宣導推動與補助費用，用以進行太陽光電宣導示範及推動管理；另外亦補助部份系統併聯衝擊分析、併聯審查、引接線等相關費用。此外，為協助國內太陽光電業者拓展國際市場，2012 年啟動「太陽光電擴大海外市場行動計畫」，提出「迅速提供商情開發」、「積極進行業務媒合」及「促進多元資金支援」3 大策略及其對應的 16 項措施行動方案。期達成台灣太陽光電產業整體出口量成長 10%、海外系統電廠市場達新台幣 100 億元以上之目標，更進一步透過布局高附加價值海外終端系統市場。在資金支援方面，促成國發基金提供 100 億元「綠能與產業設備輸出貸款」，並協請中小信保基金針對 7 成貸款進行信用保證，支持海外系統設置。2012 年設立「太陽光電擴大海外市場商情平台」，提供重要國家商情與政策資訊，以及商機媒合活動訊息，並帶團協助業者拓展日本、歐洲、美國等主要市場與新興市場地區，讓國內業者與當地廠商建立策略合作關係，加速取得太陽能電廠建案實質合作案例。⁸²

圖 3-3 台灣太陽光電系統設置目標規劃



資料來源：工業技術研究院官網，2013 年 12 月

⁸¹ 經濟部，2014，《產業技術白皮書；綠能產業政策與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 302。

⁸² 經濟部，2014，《產業技術白皮書；綠能產業政策與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 323。

(2) 發展策略與方向

專業技術人才為台灣發展太陽光電產業優勢，於是製程相似之矽晶太陽電池成為產業主軸，廠商具備高效率產品量產能力及國際競爭力。不過在矽材料、模組與系統產業規模較小，原材料供應與終端市場競爭力較弱，為持續太陽光電產業永續發展，應強化國內製造業優勢，並拓展服務業機會，相關推動措施如下⁸³：

a. 以國內市場培養系統能力，拓展全球市場

由於各國太陽光電系統設置法規不盡相同，市場屬性也各有特色，國內系統商規模小，經營全球太陽光電系統市場不容易。促成國內成立大型系統整合商或貿易商，才能使台灣成為全球太陽光電系統與服務主要供應商，搶攻利潤較高之太陽光電系統市場。首先以內需市場建立其業務能量與口碑，適度提高太陽光電年度設置容量，推動地層下陷及受汙染土地設置太陽光電系統，增加國內設置應用實績；其次是協助系統業者建立電廠營運管理能力，包括開發電廠營運與監控技術，以及具備電廠開發、興建到營運的整合能力；最後提供商情蒐集與商機媒合，擴大業者投入海外電廠之規模。

b. 建構完善的金融環境，促進系統產業發展

投資太陽光電系統與電廠需要龐大資金，所以金融支援十分重要，為增進國內系統服務業發展，應協助國內系統業者通過金融業審查，與金融業建立信任度，促成銀行承作太陽能電廠融資貸款，讓系統業者較易取得投資電廠資金，以順利切入國外太陽光電系統市場。初期政府推動國發基金投入海外系統融資，並提供信用保證機制協助銀行分擔風險，之後先辦理模組及變流器登錄制度，透過制度性揭露提高國內產品可靠度，再建立模組、變流器之國家標準及檢驗機制，以及推動系統檢驗機制，促使金融機構對系統可靠度產生信心。長期需建立專案融資機制，包括建立系統全生命期品質檢驗制度，確保融資標的物長期運作穩定。建立財務評估機制，確保長期還款穩定性。建立專案融資相關配套措施，設置相關法規、保障電力收購合約、建立維護及營運制度。

c. 技術開發保持產業優勢，降低系統設置成本

矽晶圓與太陽電池為目前太陽光電產業最具競爭力產品，為提升廠商獲利，必須由發展高單價產品及降低成本等兩方面著手。前者主要提升矽晶圓與太陽電池業者技術能量，強化國際競爭優勢；後者為降低營運與研發成本。藉由產學合作、業界能專、業界科專、主導性新產品計畫之研發補助，促使廠商技術升級，強化國際技術競爭優勢，或委託學研機構研發、國際技術交流引進等方式，協助業者取得部分關

⁸³ 經濟部，2018，《產業技術白皮書》，台北：經濟部能源委員會，頁 139

鍵技術。並促進業界整合投入下階段產品研發，降低研發成本及技術合作，以及透過技術及商機合作，協助業者逐漸進行整併。

二、台灣風力發電產業

風力發電之運作原理為將機械能轉變成電能，利用風力帶動風車葉片旋轉，然後再透過增速機將旋轉速度提升，帶動發電機發電，最後經由電力轉換、變壓後與電網併聯傳輸至用戶端。風力發電產業由上至下游分為材料、零組件、系統、營運、維護等幾個部分，風力機產品依據功率大小，風力發電機可分為大型和小型兩類。大型風力機占市場 99% 以上，輸出功率一般在 750kW 以上，與電網併聯，主要作為發電廠，依據安裝地點可在分為陸域型與離岸型。⁸⁴

(1) 產業發展現況

風力發電之特點為單機容量越大，製造單位成本越低，為了降低發電成本，風力機朝向大型化發展。不過陸域風力機受限於運輸條件、視覺景觀、居民生活影響等因素，目前普遍使用最大容量 3MW，更大機組基本上應用於離岸風場。由於過去陸域內需市場規模不大，廠商以國外市場為主，大型風機元件如發電機、鑄件、葉片及葉片樹脂等已切入國際大廠供應鏈。而小型風力機已具備出口能力，國產之小型風力機主要出口至歐洲和中國大陸，在國內主要設置於風光互補路燈、學校、民宿等。

國內廠商於 2010 年完成國產第 1 台 2MW 大型風力機組(圖 3-4)，使台灣成為世界第 8 個大型風力機設備製造國，現今大型風力機已完成實測驗證，亦已具 2MW 葉片產製能力，也具有陸域型 2MW 機組技術，並獲得 GL 國際認證，小型風力機方面也完成與國際接軌之測試場與標準，協助國內中小型風力機業者參與國內市場及拓展國際市場。風力發電產業 2013 年產值預計為新台幣 85 億元，較 2012 年成長 18%。自 2000 年啟動陸域風電示範計畫開始，至 2013 年底，商轉 311 部大型風力機，總裝置容量為 614.2MW，但陸域優良風場漸趨飽和，且可開發土地有限，未來朝次級風場開發，而離岸風場方面，目前已公告「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」及評選作業，並於 2013 年 1 月公布獲選廠商，於 2015 年完成首座離岸風電系統建置。2018 年由於中國大陸市場回溫，帶動台灣廠商出貨量成長；布局全球業者亦受全球風電市場需求回升影響，且風電供應鏈成本壓力增加，部分廠商選擇退出，而台灣業者為此波汰弱潮中的受益者，2018 年全年產值較 2017 年成長 10.9%。2019 年中國大陸風電市場發展穩健，加之以台灣離岸風場進入建置前期，預期產值將成長 10.0%。

⁸⁴ 經濟部，2014，《產業技術白皮書：綠能產業政策措施與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 301。

圖 3-4 台灣國產 2MW 風力雛型機(左)、國產 2MW 風力機機艙組合圖(右)



(2) 發展策略與方向

風力發電產業包括風電發電業、風電服務業與風電製造業。依據風電產業價值鏈及產業特性，應以發電業風場開發來領頭，短中期帶動風電服務業為主，中長期帶動風電製造業發展。主要發展策略是透過離岸風場政策引導，帶動國內風電產業發展。風電製造業仍有待系統廠帶領整合，惟目前系統廠尚缺量產實績，離岸風機之陸上預組裝需專屬港埠、組裝場等相關環構也尚待建置；目前國內海事工程之技術能力，大多集中於港灣工程及水深較淺之海域工程，其深水作業條件及作業能量相對受限，其中較大型之設施，則多仰賴國外支援。風電產業短期需協助發電業引入資金，施工及運轉維護則可由業界辦理，可透過發展海事工程、風力機設備運轉維護等風電服務業，擴大風電產業服務占比，進而帶動塔架、海底基座、電力系統相關風電製造業發展。

85

a. 透過政策引導，創造國內市場

為扶植風力發電產業發展，政府透過技術進步支援風場設置，並以市場規模帶動產業發展，帶動風場開發投資，預計至 2030 年帶動總投資額達新台幣 5,466 億元以上(圖 3-5)。政府亦積極推動千架海陸風力機計畫，以支持本土風力發電設備產業的推動，並啟動離岸示範計畫，建立設置實績。透過經濟部公告之「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，輔導業者於 2015 年先完成 4 架離岸示範風力機商轉，藉由示範計畫協調各部會排除現有法規及行政障礙。

b. 完善基礎設施，建構應用環境

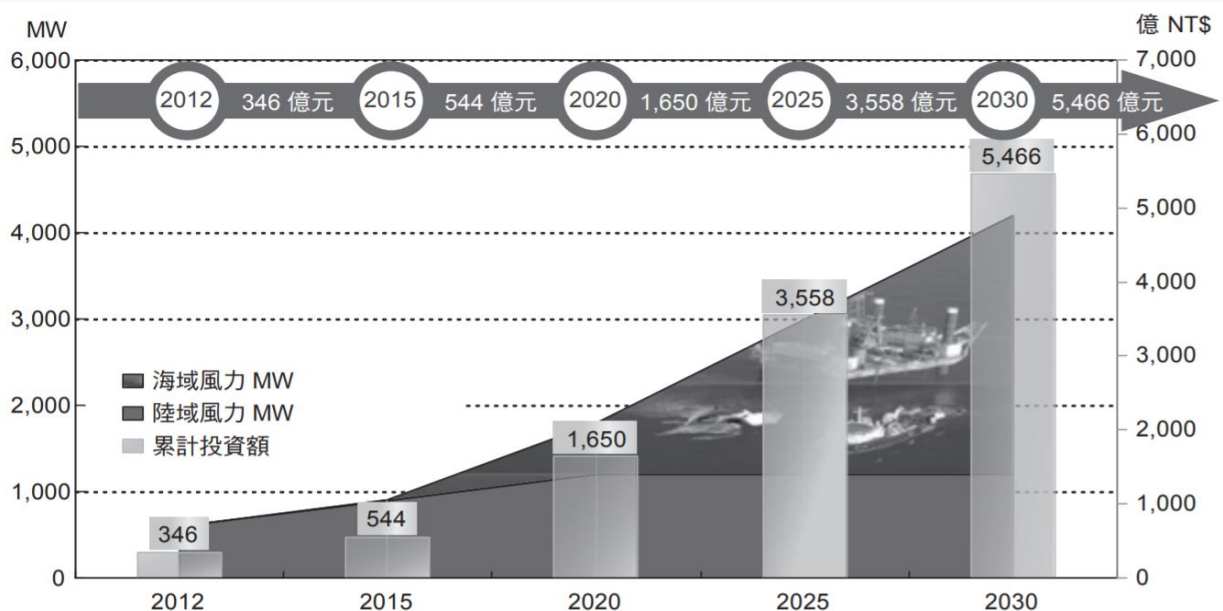
⁸⁵ 經濟部，2014，《產業技術白皮書；綠能產業政策措施與發展》，台北：經濟部能源委員會，頁 289。

為完善基礎建設以建構應用環境，另規劃專屬離岸風電開發營運使用之港埠碼頭與設置陸上組裝場，並規劃與港埠碼頭互相配合之功能性場地，配合階段性拓展腹地利用與物流動線規劃，以逐步推動離岸風電專用碼頭及產業園區。投資離岸風場需要龐大資金，所以需建構國內離岸風場融資與保險制度，包括引導大型企業投入離岸風場開發，協助業者引入資金。引進國外經驗，增進國內業者瞭解風場開發之融資與保險運作方式，提升國內金融業者掌握離岸風場開發風險之能力。藉區塊開發吸引金融業者投入離岸風能市場，建構專案融資與保險制度。此外，應建構跨部會協商機制，釐清行政流程及申設法規，以突破離岸風場設置障礙。

c. 開發先進技術，有效降低成本

有關開發先進技術，如離岸風場監測技術、整合型離岸風場服務資訊平台、海域施工環境及海氣象短期預報技術、雷射測風系統等，有效降低投資、施工及運維成本，並確保維修人員安全與提升作業效率。由於現今國際風機大廠之離岸風力機技術仍在發展中，為了避免重蹈陸域風電全部來自進口，政府正協助國內廠商發展自主離岸風電系統與風電服務業關鍵技術，推動離岸風電海事工程技術聯盟，並建立自主化之施工團隊及技術，規劃區塊開發，提高國產化比例與運維在地化，並投入離岸風場開發，帶動上下游供應鏈、發展海事工程與運轉維護。

圖 3-5 台灣國內風場投資額



資料來源：康志堅，2017，《2017 年主要國家風力發電推動政策暨風電市場及產業趨勢分析》，工研院

全球風能協會（Global Wind Energy Council, GWEC）於 Global Wind Report 2011 指出，2011 年中國大陸新裝風力發電達 18GW（十億瓦），遙遙領先其他各國，其全國風力發電總數已達 62.73GW，占全球風力發電 26.4%；排名第二的美國同期新增風力發電 6.81GW，其國內總數為 46.92GW，占全球比例 19.7%；第三名則為印度，新增風力 3.019GW。⁸⁶2011 年台灣風力發電總量五百六十億度，排名第 26，2012 年 2 至 4 月統計總發電量約 2.1 億度⁸⁷，之後可以努力的空間還是非常之大。

台灣冬季的東北季風為強勁且穩定的風力來源，東北角與新北市往南至彰化縣沿岸陸域為台灣本島最主要的風場，外島的澎湖更是絕佳的發展區塊，加上「再生能源發展條例」躉購費率之誘因，可吸引國際大廠來台投資，共同開發離岸風場的風力發電產業。但在營運維修技術與備品採購部分，目前仍有許多需克服的問題，在技術面上除了受制於國外廠商，可用率不易掌握外，自製關鍵零組件及系統缺乏國際測試驗證技術能量，尚缺實機架設、運轉與維護經驗，需有實際對象提供練兵機會等⁸⁸；在政策面上，中央大學林法正教授認為台灣電價太便宜，也是發展風力發電的一大罩門，嚴重影響到台電與業界投資風力發電的意願。⁸⁹



⁸⁶ 參見台灣綠色生產力基金會，台灣推廣使用再生能源之策略及成效，http://www.ecct.org.tw/print/45-_2.htm#al（最後造訪日期：2018年5月20日）：

⁸⁷ GWEC, Global Wind Report 2011, (Brussels, GWEC, 2011), P.11. 164 台灣電力股份有限公司，〈風力發電營運資訊〉，《台灣電力公司》，2012年6月6日，http://www.taipower.com.tw/left_bar/information/wind_info.htm。

⁸⁸ 行政院經濟部，〈「綠能產業旭升方案」行動計畫〉，頁 11。

⁸⁹ 陳如枝，〈風力發電達人－電機系林法正教授〉，《中大校訊》，第 169 期，2009 年 12 月，http://sec.ncu.edu.tw/ncunews/169/topics_104.html

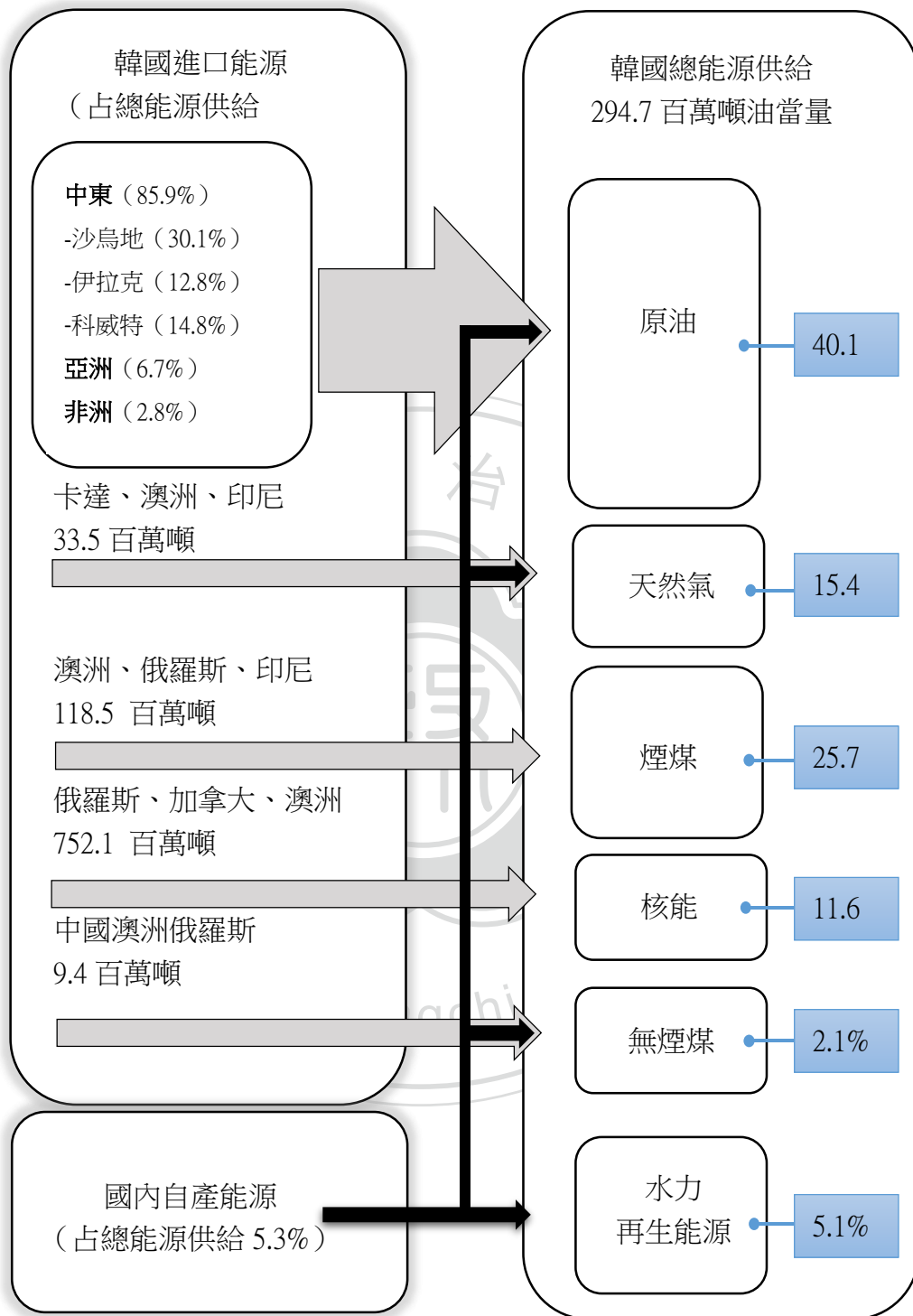
3. 韓國綠能產業發展—太陽能、風力能、生質能

地理背景與台灣情形相似的韓國，以出口為導向，能源大部分仰賴進口，如 2017 年初級能源總供給量中，94.7%為進口能源（參見圖 3-6）。近年為兼顧能源安全、環境保護與經濟成長(3E)，致力於轉變其經濟發展模式，因此於積極應對氣候變遷的同時，建立具雄心壯志的低碳、綠色成長的國家願景，設定綠色發展目標與各項相關政策與措施。韓國國內生產毛額(GDP)資料對比能源供給量兩者亦呈正向影響（圖 3-7），故韓國政府於 2008 年建立「低碳綠色成長」之國家願景，並成立「綠色成長委員會」(녹색 성장 위원회；Presidential Committee on Green Growth)，其設立目的主要在結合綠色經濟發展，積極推動氣候變遷相關政策與措施。綠色成長委員會於 2009 年 2 月開始運作，負責綠色成長相關法律及系統之建構，包括於 2009 年 7 月制定「低碳綠色成長國家策略五年計畫」(2009~2013)、2009 年 11 月推行「國家溫室氣體減量目標」等⁹⁰，詳細政策規畫於第四章探討。



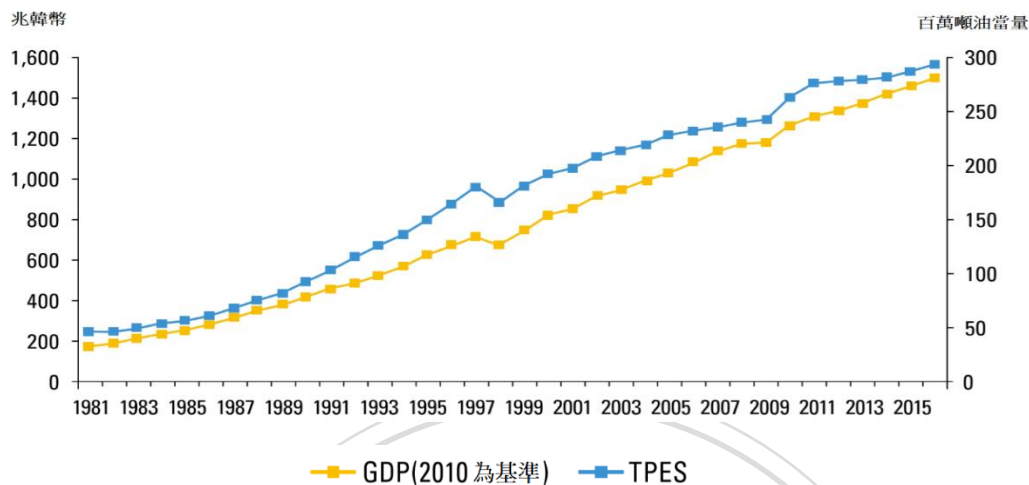
⁹⁰ 이명식(2010), 「녹색성장 시대의 지속 가능한 한국 녹색산업의 발전 방향 : 주요국과의 비교분석을 중심으로」, 고려대학교

圖 3-6 2017 年韓國進口能源分析表



資料來源：筆者翻譯自 한국 에너지경제연구원, 〈2017년 에너지 자료 보고서〉, <http://www.keei.re.kr/keei/download/EnergyInfo2017.pdf> (最後瀏覽日：2018年3月1日)

圖 3-7 韓國國內生產總值（Gross Domestic Product；GDP）與初級能源總供給量（Total Primary Energy Supply；TPES）關係圖



資料來源：한국 에너지경제연구원, 〈2017년 국가 에너지 보고서〉

[http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/XML_Portal_New/84C93E3D9CDD413F4925826A002383A1/\\$file/WNPMI180406.pdf](http://www.keei.re.kr/web_keei/d_results.nsf/XML_Portal_New/84C93E3D9CDD413F4925826A002383A1/$file/WNPMI180406.pdf)（最後瀏覽日：2018年4月11日）

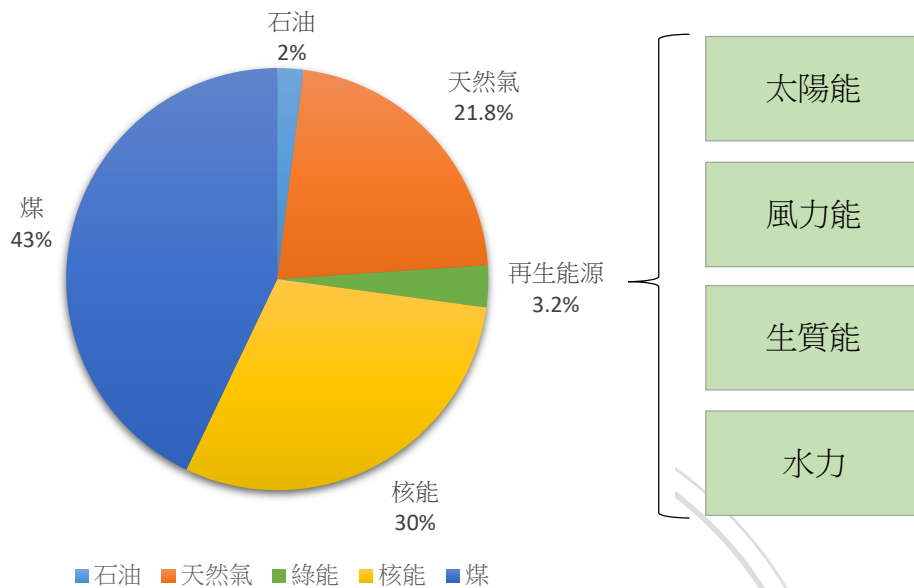
韓國所需能源之 97% 皆仰賴進口，同時也是全球第 9 大二氧化碳排放國，其排放量從 1995 年至 2005 年間增加了 33%，為所有 OECD 會員國中 CO₂ 排放量最多者，每年並以 2.8% 的速度增加。韓國製造工業所排放之廢氣，亦對全球環境造成相當的負擔。韓國近年來除積極參與國際環境改善會議，提出減碳、親環境等訴求，並制定多項行動計畫，試圖改善發展工業對其國內及全球環境所帶來的負面影響。⁹¹

另外，由圖所示，韓國以燃煤、燃氣搭配核能電廠作為主要電力供給方式（如圖 3-8），基載由燃煤及核能發電組成，尖峰負載則用燃氣電廠補足，發電結構與台灣相似，以 2015 年的發電量 5,492 億度電來看，韓國的發電結構由燃煤占 43%、核能占 30%、天然氣占 22%、燃油占 2% 及再生能源只占少量的 3.2%。韓國試圖在 2030 年前完成溫室氣體排放減量相較於基準情境 (Business As Usual) 的 37%。未來韓國將以再生能源和天然氣發電取代核電和造成空汙的燃煤，並淘汰老舊與低效率的機組以及發展大量的可再生能源以達成其於巴黎協議提交的「國家自定預期貢獻」(Nationally Determined Contribution, NDC) 目標。⁹²

⁹¹ 楊皓荃，2017，《韓國再生能源發展現況與趨勢》，能源資訊，p.3。

⁹² 楊皓荃，2017，《韓國再生能源發展現況與趨勢》，能源資訊，p.1。

圖3-8 韓國 2015年發電結構
資料來源: 筆者整理自EIA(2017)



以 2015 年韓國的再生能源發電量為例，共 175.7 億度電，其中以太陽能、風力、生質能及廢棄物回收發電貢獻最多，但目前研究指出，廢棄物回收燃料對環境的友善程度大不如風力發電和太陽能，所以韓國近年積極發展太陽光電及風力發電，甚至在 2015 年為全球太陽光電裝置容量成長速度第七大的國家。韓國政府於 2014 年公布第四次新及再生能源基本規劃，目標是初級能源消費中新及再生能源的占比到 2035 年要提高至 11%，並計畫以太陽光電與風力發電作為再生能源的發展核心，其中，從裝置容量目標來看，風力發電的裝置容量占比預計從 2012 年的 2.2% 提升至 2035 年的 18.2%，太陽光電的占比也預計從原來的 2.7% 增加至 14.1%。⁹³以下針對占比最高的太陽能、風力發電以及生質能的發展及現況做簡單概述。

一、韓國太陽能產業

韓國太陽光電產業自 2007 年起，在短短三年間從僅有個位家數的小規模電池片及模組製造，在內需市場的支撐下，中上游製造快速發展，在未來三到五年將出現多家具備規模量產實力及完整的產業鏈結構的大廠。使得韓國現今在世界太陽光電市場佔有一席之地。

(1) 產業發展現況

韓國太陽電池模組生產規模最大的 **Symphony Energy(심포니 에너지)**生產基地位於韓國光州地區，在潔淨能源的趨勢下，營收劇增，營收自 2006 年的 35 億多韓

⁹³ 2008, Korea Energy Corporation, 《신·재생에너지 현황》 p.120

元提高到 2007 年 120 億韓元。⁹⁴而現代重工業(현대중공업 ; Hyundai Heavy Industries / HHI) 為給予太陽光發電系統事業更強而有力的支持，相對於 LG 及 Samsung 兩大集團，更重於製造。繼 2007 年 2 月投資 340 億韓元建設年產能 30MW 的忠清北道陰城郡(음성군)工廠後，2008 年產能將倍增至 60MW。2008 年 5 月現代重工業宣佈將投入 3,000 億韓元，在 2009 年底將該廠太陽能電池與模組年產能擴增 10 倍，達到年產能 330MW。並且和中國太陽能矽晶圓廠 LDK 簽下八年的長期供應合約。

Samsung 集團旗下的 S-Energy 為韓國較具生產規模的太陽電池模組廠商之一，2008 年產規模為 50MW，2008 年致力於拓展海外市場，透過海外參展及與地區性經銷商的合作建立海外銷售網路，對歐出口年金額以 5 百萬美元為目標。2008 年 7 月宣佈已獲出口訂單，將輸出 53 億韓元的太陽電池模組至德國市場。S-Energy 同時也涉足國內太陽光發電系統市場，自 2006 年起已陸續有數個 MW 級以上的設置實績。

另外，Millinet Solar(미리넷 솔라)為新進的矽晶太陽電池製造廠，成立於 2005 年生產基地位於大邱的城西工業園區，目前正積極進行廠房建設，引進德國多晶矽太陽電池自動化生產線設備，透過與設備廠商的合作以及產學合作，縮小與領先廠商的技術落差，在 2010 年將轉換效率提高到 20%。在原料取得方面，Millinet Solar 與國外太陽能矽晶錠及矽晶圓廠商的長期供應。新盛 E&G (신성 E&G)於 2007 年 8 月宣布進軍太陽電池新事業，之後進一步宣佈決定在忠清北道興建太陽電池生產據點。該公司進軍太陽電池產業，將量產矽晶類（單晶矽與多晶矽）高效率太陽電池。根據 E&G 太陽能事業發展藍圖規劃，2009 年量產規模達到 50MW，2012 年提高到 200MW。為了確保原料矽的穩定供應，現朝簽訂戰略性長期供應契約的方向，積極與上游廠商展開協商。一方面也透過產官學合作的研究體系，樹立中長期研究技術，以強化進軍太陽電池事業後的技術力。為此，2007 年 8 月 Shinsung E&G 與韓國世宗大學產學合作團隊簽訂太陽電池事業研究顧問契約。與之簽訂研究顧問契約的世宗大學產學合作團隊，旗下設有過去 5 年內只專門研究高效率矽晶太陽電池領域的戰略能源研究所。

韓華(한화 에너지)化學領域子公司韓華石油化學也在 2009 年底前建設完成年產能 30MW 的太陽能電池廠，並在 2015 年投入 8 千億韓元，將年產規模提高到 1,000MW，另外為確保料源，也計劃自建多晶矽廠。⁹⁵

⁹⁴ Global Green Institute, 2011, <한국 녹색성장의 성과 및 과제>

⁹⁵ 陳婉如, 2008, 《南韓 PV 產業與市場》, 光電科技工業協進會, p.60

表 3-2 韓國矽晶太陽電池廠商發展規劃

生產地點	廠商	產品	技術與設備來源	投資金額	產能規劃	2008	2009	2010	2011	2012
陰城郡	現代重工業	矽晶太陽電池	購買德國 Centrotherm 生產線設備	3,000 億韓元	2008 年 6 月向 Centrotherm 訂購 5 條年產能 50MW 的生產線設備	60MW	330MW	N/A	N/A	N/A
大邱城西工業園區	Millinet Solar	矽晶太陽電池	購買德國 Schmid 生產線設備	850 萬美金	2008 年 1 月導入設備，2008 年 2 月投產生產線	30MW	100MW	200MW	250MW	300MW
忠清北道	新盛	矽晶太陽電池	N/A	N/A	2007 年 8 月宣布進軍太陽電池新事業	50MW	50MW	100MW	150MW	200MW

(2) 發展策略與方向

除了太陽能大廠積極發展外，「太陽光發電住宅 10 萬戶普及事業」也是韓國推動內需市場擴大的一個重要方向，自 2004 年 310 戶開始，至 2007 年合計已有 15,000 戶，創造近 20MW 的需求。首爾市市長更在 2017 年 11 月 22 日出席公開活動表示，目標將首爾打造成「太陽能都市」，大力發展太陽光電事業。在高效率太陽能發電系統的開發下，預估 2020 年前太陽光發電住宅需求會快速擴大。在中央政府與地方補助下，不僅僅只有首爾，光州、大邱、全羅南道與京畿道等地也相繼推動裝置太陽光電發電設施。各地發展方向如下⁹⁶：

- a. 光州市 2002 年至 2011 年間將投資 1932 億韓元推動陽光電城（Solar City），目前裝置案件超過 90 件（累計裝置量超過 2.2MW）。
- b. 大邱市已於 2007 年投資 1 億韓元推動「Solar City 大邱」計劃，補助 100 戶家庭安裝 3KW 的系統，目前已有 75 戶裝設，3kW 系統 2800 萬韓元的裝置費用中 1,693 萬韓元由中央政府補助，100 萬韓元大邱市政府補助。
- c. 全羅南道地區至 2006 年前已設置太陽光電設施 974 戶（一般住宅 424 戶，共同住宅 550 戶），佔韓國全國太陽光住宅的比重高達 13.6%，2007 年已超過 200 戶（含

⁹⁶ 陳婉如，2008，《南韓 PV 產業與市場》，光電科技工業協進會，p.59

一般住宅與共同住宅) 安裝超過 745KW 的太陽光電系統。

- d. 京畿道計畫自 2007 年至 2014 年投入 4 兆韓元 (中央與地方各投入 2 兆) 改善首都生活圈環境, 其中節能部分將推動裝置太陽光電系統與 LED 交通號誌燈, 此計畫預計將節省 7 百萬噸 CO₂ 的排放量。

二、韓國風力發電

根據韓國風力產業協會資料, 2016 年底韓國國內總共設有 551 座風力發電機, 總發電量為 1GW(10 億瓦), 僅佔目前韓國全體發電設備容量約 1%。⁹⁷

(1) 產業發展現況

韓國全國可用之風能分布如下表 3-3 :

表 3-3 韓國全國風能分布

都市	陸域型風力(MW)	離岸型風力發電(MW)
京畿道	0	4,451
江原道	13,012	0
忠清北道	61	0
忠清南道	169	6,094
全羅北道	546	3,456
全羅南道	92	13,898
慶尚北道	2,191	16
慶尚南道	790	3,419
濟州島	1,639	67
合計	18,500	31,400

資料來源: 김인수(2008), 《신·재생에너지 현황》, Korea Energy Corporation

p.143

韓國風力產業技術、人力、經驗雖落後於歐洲先進國家, 但在政府風力普及政策及技術開發支援下, 以大企業為主所發展之風力技術亦日漸增加, 依據韓國 2010 新再生能源白皮書, 截至目前韓國風力發電技術開發可分為四個階段:⁹⁸

⁹⁷ 2008, Korea Energy Corporation, 《신·재생에너지 현황》 p.142

⁹⁸ 首爾台貿中心, 《韓國大力發展風力產業》, 2011

a. 第一階段（~1996）：

1970 年代及 80 年代開始 2~5 KW 級小型風力發電國產化開發；依據 1987 年 12 月制定的「代替能源開發促進法」，於 1988 年設立代替能源技術開發基本計畫；以及從 1996 年開始進行風力資源實地考察及資料化。

b. 第二階段（1997~2001）：

韓國電器研究所 2002 年開發直接驅動用風力發電體系；韓國能源技術研究院進行風力資源技術開發及風力發電區可行性調查。

c. 第三階段（2002~2011）：

為紀錄風力發電機之實際運作成效，以利增加韓國產風力發電機之出口，自 2008 年開始在仁川永興動工之韓國首座國產風力園區於 2011 年 7 月開始運作。韓國知識經濟部說明，於仁川饗津郡永興島風力園區設置之 9 台 2~3MW 規模中大型風力發電機，係由韓國三星重工業、斗山重工業及 Unison(유니즌)等 3 大企業所製造，預期每天最大發電量為 22MW，可供 1 萬 2000 餘戶家庭用電，年平均可減少 3000 噸二氧化碳之排出。韓國現有最大規模風力園區為位於雪嶽山大觀嶺之總發電量 96MW 江原風力，但該園區所設置之發電機大部分自丹麥進口。

d. 第四階段（2012~2019）：

過去韓國大廠多裝置丹麥 Vestas 風力機組，並與 Vestas 簽定維修保養工業合作條款。但運轉時面臨部份機組長期故障，加上需進口零件，故激起當地業者發展本土風力機及相關零件以供應國內市場，並建立 in-house 技術專業能量。目前韓國共計 Unison(유니즌)、韓進、斗山重工業及曉星(효성)重工業四家風力機系統商，與既有風場開發商、造船重工業及次零組件構成上下游產業供應鏈。太熊(태웅)、PSM(平山金屬)及韓進為目前全球主傳動軸、塔架法蘭、軸環之熱鍛件最大供應商，出口至 Vestas、Enercon、Gamesa 及 GE 等國際風力機大廠，而東國 S&C 公司(동국 S&C)所提供的塔架亦涵蓋全球主要市場。最近包括現代重工業、三星重工業及 STX Engine 公司亦積極搶進韓國風力電機市場。

暨亞洲規模最大的韓國靈光太陽能發電廠於 2008 年 4 月完工，同年 9 月韓國國內自行研發成功的 750KW 風力發電機組也在古里(구리)設置完成，而後濟州島海上風力發電計畫定案等，皆可看出政府想連結產業擴大發展風力發電。⁹⁹另外，由於海上風

⁹⁹ 매일경제, 《대규모 영광 태양광 사업자 선정 잡음》, 2019

力發電比起陸地風力少受空間制約，發電效率高 9~10%，加上風力發電在新再生能源事業中 REC 加權值¹⁰⁰最高，經濟效率高，是近來綠能產業中受到最多關注的投資。目前，除了公共機構以外，SK E&S、POSCO 等民間企業也積極搶進海上風力發電領域。

(2) 發展策略與方向

韓國政府預計在 2030 年將再生能源發電比率提高到 20%，並預期未來風力發電量年平均正以 20~30%的規模大幅成長。2012 年，韓國政府宣布投資 9.2 萬億韓元，在南部近海建設 2500 兆瓦規模的海上風力發電設施。每年發電量約 6525 千瓦，可供擁有 556 萬人口的城市使用。通過該項目的實施，還將創造出 7.6 萬個工作崗位。該項計畫對於韓國的造船企業來說是一個新的發展機遇，有望藉此進軍全球風力渦輪市場，挑戰德國最大的工程公司西門子和世界最大的風力渦輪機製造商丹麥維斯塔斯風力技術集團。¹⁰¹¹⁰²

韓國風力產業協會預計，風力發電產業的中心將從陸地轉向海上。各大型重工、造船企業在海上風力發電市場的角逐和競爭將會日趨激烈。為使 2030 年再生能源配比達 11%及佔據全球 13%再生能源市場之目標，韓國知識經濟部決定將重點放在浮游式海上風力系統開發及低風速風力發電系統等搶佔未來市場的戰略技術與核心零件原材料及設備國產化。國內 3 大造船企業的現代重工、三星重工、大宇造船海洋等也表示將積極參與風力發電系統之研發。¹⁰³

三、韓國生質能產業

液態生質燃料已被廣泛使用作為車用替代燃料，依其使用原料及生產程序可分成第一代及第二代生質燃料，其中第一代生質燃料係指利用植物的油脂、糖分或澱粉，透過化學或生物化學路徑，將植物油脂轉化為生質柴油，或利用糖分、澱粉生產生質酒精，目前該技術在全球已達成成熟運用階段；第二代生質燃料則利用農、林剩餘物等含纖維素、半纖維素組成的生質物，以生物化學或熱化學路徑生產纖維酒精，或利用熱化學路徑生產生質轉化液體（Biomass To Liquid, 簡稱 BTL）燃料，第三代生質燃料是利用非耕地養殖藻類作為料源，更前瞻的研究已進入第四代，則是指透過基因工程，使用微生物本身作為生物反應器直接產製生質燃料(表 3-4)。目前第一代生質燃料已進入大規模商業化

¹⁰⁰ REC: Renewable Electricity Certificates(綠電憑證)，企業若購買有憑證的綠電，除了展現社會責任、並用於溫室氣體盤查外，也有助於在國際上爭取綠色供應鏈的訂單。(資料來源: 環境資訊中心 <https://e-info.org.tw/node/215172>)

¹⁰¹ 張景淳，2018，《南韓國家能源政策評析報告》，能源知識

¹⁰² 한재각，2014，《한국 에너지정책과 전문성의 정치》，국민대학교，p.115

¹⁰³ 한국풍력산업협 《2017 보고서-국내 풍력 발전》(<http://www.kweia.or.kr/>)

應用，但有與人爭糧的疑慮；第二、三、四代生質燃料雖然不受料源限制，但卻都還處於技術發展階段，成本仍然偏高，屬先進生質燃料技術。¹⁰⁴

表 3-4 不同世代液態生質燃料技術劃分

世代	料源	製程	產品
第一代 (耕地生產能源作物)	糖/澱粉作物: 甘蔗、甜菜、玉米等	酵素發酵	生質酒精
	廢食用油 油質作物:大豆等	轉脂化	生質柴油
第二代 (使用非糧食料源)	農林廢棄物:稻稈、廢木材等。 非糧能源作物: 芒草、狼尾草等	酵素水解、發酵	纖維酒精
	非糧能源作物: 麻瘋樹等	轉脂化	生質柴油
	木材、能源作物、生質廢棄物	氣化、Fischer-Tropsch 合成、產物純化	BTL
第三代 (非耕地生產料源)	大型藻類	前處理與熱水解、發酵	生質酒精
	微藻類、大型藻類	萃取與純化、水熱處理	生質柴油
第四代 (微生物應用)	農林廢棄物、非糧料源	使用微生物本身作為生物反應器	生質酒精 生質柴油

資料來源: 蘇美惠, 2009, 《全球生質能源產業與技術發展動態與趨勢分析》, 能資源永續與低碳經濟學會

而在了解韓國生質能之前，需先切入韓國再生能源補貼制度採用之 RPS 制。신재생 에너지 의무할당제 (Renewable Portfolio Standard, 以下簡稱 RPS) 是 2012 年開始，韓國政府激勵再生能源發展的「數量工具」，在台灣被稱為「再生能源配額制度」，RPS 有 3 個主要的特性：第一，政府對發電業者進行強制性義務規範，規定發電業者必須有一定比例的發電來自再生能源；第二，若發電業者本身無法達成政府規定的再生能源發電比率的目標，須由市場購入其他再生能源發電業者獲得政府單位核發的再生能源交易憑證 (Renewable Energy Certificates, RECs) 目前各綠能產業 REC 加權值約為：海上風力發電 1.5~2.0，太陽能 0.7~1.5，水電、陸地風電、生物能源 1.0)。第三，REC 的價格是由市場供需決定而波動。¹⁰⁵韓國 RPS 要求國內 13 間裝置容量 500MW 以上的大型電

¹⁰⁴ 蘇美惠, 《全球生質能源產業與技術發展動態與趨勢分析》(2009), 能資源永續與低碳經濟學會

¹⁰⁵ 吳周燕, 《2017 生質能市場概況－韓國》, BiomassDesk (<http://www.biomassdesk.org/2017-main-biomass-market-south-korea/>)

廠，必須在 2012-2024 年間，加速以再生能源作為發電來源，每 3 年進行檢討及調整。根據 RPS 要求，各電廠電力來自再生能源之比例如表 3-5 所示。

表 3-5 韓國再生能源配額制度規定之電廠各年度再生能源發電比重

年度	再生能源發電比	年度	再生能源發電比重
2012	2.0%	2019	5.0%
2013	2.5%	2020	6.0%
2014	3.0%	2021	7.0%
2015	3.0%	2022	8.0%
2016	3.5%	2023	9.0%
2017	4.0%	2024	10.0%
2018	4.5%		

資料來源：BiomassDesk 2017 全球主要生質能市場概況－韓國 (<http://www.biomassdesk.org/2017-main-biomass-market-south-korea/>)

上述大型電廠為符合 RPS 目標，可選擇投資再生能源並取得再生能源憑證(RECs)，或至市場購買 REC。未達成 RPS 目標或未取得足夠 REC 者，必須處以當年度 REC 平均市價之 1.5 倍罰鍰。此政策讓電力公司達成再生能源配比目標的方法更多元，憑證制度使電力公司能夠向其他綠電業者購買憑證來達成規範的再生能源配額。還有 2015 年韓國實施的碳排放交易機制 (ETS, Emission Trading System)，為亞洲第一個碳排放交易制度。雖然據韓國交易所的資料顯示，ETS 在第一階段 (2015~2017 年) 的成效並不顯著。主因為企業為了將剩餘的排放權留用至下一期，而不願意出售，且國內半導體和石化產業亦表示現行的碳交易制度並未給予相關產業足夠的碳權配額，導致韓國碳交易市場出現供給短缺的情形。雖然韓國起初執行再生能源政策目標或措施的成效不盡理想，但其推動再生能源發展的強烈企圖心與策略，以及定期地根據國內經濟情勢變化進行檢討與調整、推出配套措施來幫助國內企業達成規定的義務等，面對政策執行困境的靈活性，仍相當值得台灣發展再生能源借鏡與參考。

韓國電廠雖然大部分資金投資於風力發電及太陽能發電裝置，但韓國電力需求成長快速，風力發電與太陽能建置不足以應付需求，加上使用生質燃料混燒對電廠而言成本相對較低¹⁰⁶，此外，生質能可作為基載電力，根據 EIA 資料顯示，韓國燃煤電廠之容量

¹⁰⁶ 이명식(2010), 「녹색성장 시대의 지속 가능한 한국 녹색산업의 발전 방향 : 주요국과의 비교분석을 중심으로」, 고려대학교

因子¹⁰⁷為 81.56%，遠高於世界上其他國家，促使適合大型、不斷成長且須採全天候不斷電、工業用電需求之生質能發電在韓國擁有不可小覷的占比。¹⁰⁸

(1) 產業發展現況

韓國能源技術研究院(KIER)針對前述電廠生質能混燒或專燒需求，進行技術開發，其成果包含：生質柴油模組化前處理/生產/淨化技術、從動物中生產生質柴油、木質纖維素材料快速熱解和生物油生產技術、塑膠廢料的連續熱解、水性有機廢物的超臨界蒸氣化、從有機廢物中生產氫、生質能前處理技術、兩階段厭氧消化過程、藻類栽培的光生物反應器。同時，韓國東西電力打造旗下東海電廠，採用 30MW 循環式流體化床生質能專用系統，僅使用木質生質能作為燃料，每年約需 20 萬噸木屑，預計可產生 22,380MWh 電力(利用率為 85%)，並減少約 10 萬噸二氧化碳。同時，打造唐津電廠使用粉煤鍋爐，在 4,000MW 系統中，以 3%木質顆粒燃料與煤炭進行混燒，估計每年約需 10 萬噸木質顆粒燃料。(由於制度設計，若採混燒方式或生質燃料為非木質生質燃料，則 REC 乘數為 100%；若採木質生質燃料專燒 (100%)，則 REC 乘數為 150%。加上 REC 可被交易，2015 年至 2016 年間，韓國 REC 數量成長近 36%，但即使 REC 供應量增加，其 2016 年 REC 價格較 2015 年成長近 74%，隱含韓國對 REC 需求大於供給。上述兩項因素考量下，使得韓國電廠傾向選擇木顆粒而非成本較低之棕櫚殼。

此外，韓國環境部並於 2007 年設置 50MW 汽輪機發電系統，為韓國最大沼氣電廠。2007~2012 年間，每年約產生 3.8~4.0 億度電。¹⁰⁹

圖 3-9 韓國東西電力東海發電廠與唐津發電廠



¹⁰⁷ 容量因子 (Capacity factor)：該時間內實際發電量 / (裝置容量 x 時間) x 100%，可做為發電廠利用率之參考(台灣電力公司：<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=207&cid=165&cchk=a83cd635-a792-4660-9f02-f71d5d925911>)

¹⁰⁸ FutureMetrics, 2017

¹⁰⁹ 吳周燕，《2017 生質能市場概況－韓國》，BiomassDesk (<http://www.biomassdesk.org/2017-main-biomass-market-south-korea/>)

(2) 發展策略與方向

生質能發電是一種需要投資成本且營運過程還需要計算燃料成本的再生能源發電模式，因此定置型生質能發電市場仍相對依賴政府政策的支持。但近年間因全球化石能源價格走低，且各國政府經濟成長有限，導致近年間全球定置型生質能市場成長趨緩。先進國家因環保及全球暖化議題，逐漸淘汰傳統燃煤電廠，將其轉為混燒生質燃料的火力發電廠，然而生質能發電需仰賴生質燃料的供應，因應不同地區資源差異及特色，並考量運輸時耗費的能源及二氧化碳排放。新興的東南亞定置型生質能市場則主要以有機產業廢水、畜牧業及垃圾掩埋場為沼氣燃料來源，可見各地區會因為不同自然條件，選擇合適的定置型生質能發電來發展。¹¹⁰



¹¹⁰ 經濟部能源局，〈生質能發電概況與趨勢〉(2018)

IV. 台灣與韓國綠能政策比較

近年來全球開始注意到能源短缺，及電力系統無法滿足未來電力需求的問題。在歐美等先進國家的領導下，透過結合電力相關單位而形成了許多組織，制定了綠色能源產業基本架構與願景，希望透過各國政府組織的推廣，讓全球的電力系統能全面升級，提供更可靠、安全、效率的電力。

為達到綠能發展目標，台韓政府積極投入研發經費，推動能源科技研究發展相關計畫，期望整合國內學界、業界及法人等單位，發揮團隊能量及分工，擴大研發成果，並落實業界生產應用，達到以能源科技研發促進能源轉型目的。可行的措施包含供給來源的競爭、選擇替代能源以及能源供給基礎設施的建構等，對維持能源價格的穩定都有一定的幫助。

台灣與韓國能源大多仰賴進口，必須採取適當的措施，才能確保能源供應不受到干擾，維持其經濟。因此，本章欲了解台灣與韓國兩國制定了哪些政策因應新興的綠能產業，以及制定配套政策的原因。

1. 台灣的綠能政策

台灣身為地球村一員，在全球暖化與氣候變遷歷程中如何落實節能減碳和建立低碳社會環境為必要發展方向。政府已將「永續環境」列入「黃金十年，國家願景」規劃，希冀透過政策導引和推動，俾利綠能科技之發展。以下以時間序了解台灣綠能政策發展。

(1) 台灣綠能產業發展策略

為了呼應 1997 年國際簽定《京都條約》，台灣從 1998 年起，政府計已召開 4 次全國能源會議，為減緩溫室氣體排放量，行政院經濟部於 1998 年 5 月召開第一次全國能源會議，討論《聯合國氣候變遷綱要公約》(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 發展趨勢及因應策略等議題，研訂兼顧經濟發展、能源供應及環境保護之能源政策，並訂定具體減量期程與節能目標。2002 年 1 月 17 日由行政院核定「再生能源發展方案」，希冀藉由建立較高層級之協調機制，以排除推動再生能源之障礙¹¹¹。2002 年 5 月行政院經濟建設委員會（以下稱經建會）公布「挑戰 2008：國家發展重點計畫」中，將「發展再生能源」納入「水與綠建設」之分項計畫其中一項政策執行項目¹¹²。2005 年《京都條約》(Kyoto Protoc

¹¹¹ 台灣綠色生產基金會，台灣推廣使用再生能源之策略及成效，http://www.ecct.org.tw/print/45_2.htm#a1

¹¹² 若計算再生能源熱利用，根據「挑戰 2008：國家發展重點計畫」之「水與綠建設」分項計畫，相當於每年自產能源 820 萬公秉油當量，由於再生能源並不排放二氧化碳，因此估計每年可降低約 2400 萬噸二氧化碳。

ol) 生效後，政府也於同年 6 月召開「第二次全國能源會議」，重新思考台灣能源結構。同時為確實掌握 UNFCCC 及《京都條約》後續發展，邀集專家學者規劃最適產業結構調整，發展高附加價值、低耗能之產業技術，一方面維持經濟成長，一方面減緩整體溫室氣體排放，創造國內經濟與雙贏的環境。

為確定台灣能源發展政策，中華民國行政院於 2006 年 7 月 25 日第 2490 次會議核定第四次修正之「台灣地區能源政策及執行措施」中，提出台灣能源政策發展六大政策方針，分別為：穩定能源供應；提高能源效率；開放能源事業；重視環保安全；加強研究發展；推動教育宣導。考量全球氣候變遷及能源日益短缺，國內、外之能源暨環保局勢日趨嚴峻，節能減碳為當前政府重要施政措施，為推動節能減碳工作，行政院復於 2008 年 6 月 5 日核定「永續能源政策綱領」，並於 2008 年 9 月 4 日通過「永續能源政策綱領—節能減碳行動方案」。而為達成台灣減量目標，另於 2009 年底成立行政院節能減碳推動會，並通過「國家節能減碳總計畫」，期望統籌規劃及推動，其中包含：產業、運輸、住宅及生活等各層面具體行動，引導全民邁向低碳社會，達到台灣承諾之節能減碳目標。

台灣能源政策以追求永續發展為施政方針，兼顧國際能源發展趨勢及國內社會經濟條件，將「永續」、「安全」、「效率」及「潔淨」作為核心目標，整合當前國、內外能源環境，再經由「調合三 E 發展」、「推動無悔策略」、「提高自主能源」、「加強區域合作」、「強化價格機能」、「提升能源效率」、「擴張科技能量」與「協助潔淨產業」等方式，以達成能源安全、環境保護及產業競爭力之三贏及二氧化碳減量目的。行政院復於 2009 年 4 月 15 日至 16 日舉辦第三次全國能源會議，針對「永續發展與能源安全」、「能源管理與效率提升」、「能源價格與市場開放」、「能源科技與產業發展」等四大核心議題進行討論，達成永續能源政策綱領政策目標，以加速落實節能減碳工作¹¹³。

此外，政府自 2009 年起推動「能源國家型科技計畫」(National Energy Program, NEP)，訂定「整合資源」、「規劃能源科技發展策略」、「篩選國家未來能源科技重點研發領域」及「提供能源科技預算分配及調整」四大原則，執行以提升能源自主、減少溫室氣體排放、創立能源產業為目標之能源科技研究計畫，希望打造能源、經濟與自然環境共生之永續社會¹¹⁴。另鑒於綠色新政已為全球施政新潮流，在各國積極發展綠能產業之際，台灣須快速依入全球分工布局，取得有利競爭地位，經濟

¹¹³ 經濟部能源局，98 年全國能源會議，<https://energymagazine.tier.org.tw/Cont.aspx?CatID=25&ContID=1487>

¹¹⁴ 能源國家型科技計畫計畫辦公室，能源國家型科技計畫，<http://www.nepii.tw>

部亦於 2009 年 10 月提出「六大新興產業—綠色能源產業旭升方案」¹¹⁵，希望打造台灣綠色產業發展新面貌。由於全球綠能需求不斷攀升，帶動相關太陽光電、風電及 LED 等產業發展¹¹⁶，依 2009 年第三次全國能源會議對未來能源產業發展之討論，結論建議應「選定重點產業，依產業特性與技術潛力加以扶植」，以加強台灣綠色能源產業布局。

另外，行政院國家科學委員會（以下稱國科會）於 2010 年 12 月第 3226 次會議核定「中華民國科學技術白皮書—民國 100 年至 103 年」，強調發展綠能科技，建構低碳生活環境，加速推動智慧電動車及智慧綠建築等產業，並應持續投續科研經費，鼓勵創新研發活動，使人民能藉由新興之健康生活科技，共同享受智慧新生活，再次確認台灣發展綠能產業之決心與展望¹¹⁷。

而在「中華民國科學技術白皮書—民國 104 年至 107 年」中，為了加強提升整體國際綠能科技競爭力，落實能源發展，方針含括以下 7 項計畫¹¹⁸：

- a. 積極投入虛擬電廠與智慧電網技術開發，以整合用戶端能源管理系統，擴大再生能源利用，多元化發展再生能源系統及儲能系統，投資微電網之基礎建置，建立產研共同開發電網儲能技術、透過智慧電網技術整合與應用，建構最低成本之備用容量。
- b. 開發安全效率潔淨能源、碳捕獲、封存與再利用技術，並推動技術示範計畫，以有效降低發電系統的碳排放，並可轉化為具經濟價值之綠能產品。
- c. 加速推動汽電共生系統，鼓勵工商業界設置汽電共生系統以發電自用。
- d. 持續開發先進綠能科技，並在規劃配套行政法規時，納入相關協調機制，以提升相關產業國際競爭力。
- e. 投入提升太陽能發電系統的光電轉換效率及太陽光追蹤器等技術研發；協助將太陽電池磊晶、高聚光型模組製程等研發專利技術商品化。
- f. 持續推動將風力發電產業納入未來再生能源供給發展之主軸；整合風力機設備上、中、下游產業鏈，扶持國內風場設備及零組件研發及製作，使台灣成為世界主要大型風力機設備的製造及供應國。
- g. 積極開發生質複合材料技術及應用，推動將生質材料應用於資通訊等高經濟價值

¹¹⁵ 行政院經濟建設委員會，經濟部簡報，<http://www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=7412>

¹¹⁶ 行政院經濟建設委員會，經濟部綠色能源產業旭升方案行動計畫，<http://www.cepd.gov.tw/dn.aspx?uid=7881>

¹¹⁷ 行政院國家科學委員會，中華民國科技技術白皮書，2010 年，<https://www.most.gov.tw/most/attachments/10a4086b-26b9-4a7d-bc18-b862cdc87528>

¹¹⁸ 行政院國家科學委員會，中華民國科技技術白皮書，2015 年，<https://www.most.gov.tw/most/attachments/03791ce9-0299-48f6-8c2c-b5d9d9c522f7>

產品，同時擴大生質複合材料應用領域，如機能性生質橡膠複合材料等技術，以降低對石油等初級能源的依賴。

(2) 經濟部「永續能源政策綱領」之意涵

經濟部於 2008 年 6 月 5 日核定公布「永續能源政策綱領」¹¹⁹，作為未來能源政策規劃方向。由此政策綱領出發，確認台灣日後能源政策目標須兼顧能源、環保及經濟三面向，同時政策原則須遵照二高二低原則，即建構：「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」之能源消費型態與能源供應系統。另外推行淨源節流，在「淨源」方面，推動能源結構改造與效率提升；在「節流」方面，推動各部門實質節能減碳措施。最重要者，乃於本綱領中明確揭示台灣的二氧化碳排放減量目標：短期目標乃於 2016~2020 年間回到 2008 年排放量水準；中期目標為於 2025 年回到 2000 年排放量水準；而長期目標則為於 2050 年回到 2000 年排放量的 50%¹²⁰。

其中關於淨源政策內容，與再生能源發展密切相關，具體展現台灣推行再生能源之決心。幾項重要政策包括：積極發展無碳再生能源、有效運用再生能源開發潛力，於 2025 年占發電系統 8% 以上、希望透過逐漸調整成本促使能源價格合理化、短期能源價格反映內部成本、中長期以漸進方式合理反映外部成本等。依「永續能源政策綱要」規劃，能源效率目標每年提升 2%，作為能源需求規劃情境，充分肯定再生能激發展之重要性。而政策實際運作後是否能夠成功達成預訂目標，仍有待各部門齊心併力協調施政，以進行跨部會之溝通及合作。

(3) 全國能源會議

鑑於國、內外節能環保意識日益高漲，節能減碳成為當前政府施政重要目標，為推動節能減碳工作，行政院於 2009 年 4 月 15 日至 16 日再次召開第三次全國能源會議。該次會議達成多項結論¹²¹，分別展現在「永續發展與能源安全」、「能源管理與效率提升」、「能源價格與市場開放」及「能源科技與產業發展」等四大面向。雖有環保團體批評，全國能源會議並未真正提供再生能源發展之實際運作機制，但亦有意見認為，該次會議大幅度提升政府致力發展再生能源之決心。在永續發展與能源安全部分，經由該會議通過之共同意見，包括：儘速通過本條例，鼓勵民間參與低碳再生能源發電設施之設置、應立即進行「能源開發綱領」政策環境影響評估

¹¹⁹ 行政院經濟部，永續能源政策綱領(核定版)，2017

¹²⁰ 行政院環保署，台灣節能減碳政策與具體措施，<https://www.epa.gov.tw/Page/9AF4E3B600088167/F18AEC5DD5D02E74>

¹²¹ 經濟部能源局，98 年全國能源會議，<http://itech.ntcu.edu.tw/2009%E7%A7%91%E5%AD%B8%E6%8A%80%E8%A1%93%E5%B9%B4%E9%91%91/pdf/2009/99-Feature%20report-3.pdf>

(包含經濟與產業影響評估及可行性評估)，以確保「永續能源政策綱領」有效實施、建造再生能源示範生活圈(能源供應 50%以上來自再生能源)，引領低碳生活模式、開發能源效率提升科技、強化技術與產品擴散、降低生產與能源消費成本、加強新及再生等低碳能源科技研發；作為綠能產業及替代能源發展基礎、發展自主性高之再生能源，有效運用再生能源開發潛力，推動再生能源設置、促進能源多元化，並從 2011 年起逐年降低能源供應種類集中度及化石能源依存度。

另外，更應強化低碳能源科技研發及建置，對前瞻性新能源研發展開布局，積極推動分散式能源系統(Decentralized Energy System, DES)，由政府獎勵或補助連結電網之相關設施或系統建置，以提高民間參與誘因，刺激相關產業發展。應特別注意的是，低碳能源結構發展須考量其生命週期，以符合永續發展原則，減少自然資源，如：水、土地等資源消耗，以降低環境衝擊，兼顧跨世代公平正義，提高自主能源比重並帶動相關低碳能源產業發展等效益¹²²。同時，政府應展現開發再生能源潛力之決心，兼顧低碳與自主，以太陽能、風力發電為主要推動項目，致力技術研發降低成本及提高設置誘因，並輔以推動其他再生能源發電，如：地熱能、海洋能等，全面有效地運用再生資源。要有效運用再生能源開發潛力，須依自然稟賦條件(包括：土地、地理條件與天候等)，及技術發展與須支付之生命週期成本，設定階段性最大發展極限目標據以推動，並依技術進步與全球市場成本等條件變動，定期檢討以提高再生能源發展目標。

除全國能源會議通過之共同意見外，另有其他意見，如：2025 年降低能源供應種類集中度至 55%以下、降低化石能源依存度至 82%以下、再生能源每年成長 7.5%以上及再生能源以 2020 年占總發電量 18%等發展目標，且須說明分析再生能源以 2020 年占總發電量 18%為發展目標之合理性。同時，政府應儘速作成能源結構決策並加以公布，評估再生能源最大發展限度與目標、化石能源縮減計畫，並檢討與減量減碳目標之落差；倘無法紓解氣候變遷之環境與國際壓力，即應合理使用核能並逐步邁向非核家園，是為一種必要但過渡性之作法。但由於其中某些提議爭議性較高，涉及再生能源具體成長率及再生能源每年固定總發電量，與是否依靠核能發電作為過渡低碳社會之手段等關鍵議題，導致諸多意見雖被提出，但不為大會所一致通過認可。儘管如此，當時與會人士普遍認為政府應該儘速完成相關法律之制定工作，包括《溫室氣體減量法》、《能源稅條例》、《能源管理法》與本條例等法律應整合配套，協調其相互競合之互補性與重疊性。而建立綠色電價制度，以推廣綠色能源驗

¹²² 經濟部能源局，98 年全國能源會議，

<http://itech.ntcu.edu.tw/2009%E7%A7%91%E5%AD%B8%E6%8A%80%E8%A1%93%E5%B9%B4%E9%91%91/pdf/2009/99-Feature%20report-3.pdf>

證制度及收購綠色電力合理價格之機制，建立用戶支付差別電價的制度，也是未來施政一大重要方向。

時至今日，歷次全國能源大會確實達成多項結論，但實際完成之政策究竟包含哪些，則有待逐一檢討。例言之，關鍵性的〈能源稅條例〉等法規，至今仍停留在草案階段尚未立法；而依照原有政策規劃，每3年應舉辦一次的全國能源會議，卻在第一次能源會議後經時7年，始舉辦第二次會議；而後又過4年，始舉辦第三次會議。因此，建議政府應明定一固定週期，定期舉辦全國能源會議，且行政機關應及早公布會議預定日期及大會討論議題，廣徵民意，促使全民共同參與，以期在形成再生能源政策時，能廣納多元意見以作參考，確保施政實質正當性，以提出有效而務實的政策，進一步凝聚全民環保共識。

表 4-1 歷次能源會議時間及政策綱領作成時間

召開與作成時間	再生能源會議及政策綱領
1998 年 5 月	第一次全國能源會議
2005 年 6 月	第二次全國能源會議
2008 年 6 月	永續能源政策綱領
2009 年 4 月	第三次全國能源會議
2014 年 4 月	第四次全國能源會議

資料來源：研究者自行整理

(4) 再生能源發展條例

2009 年 7 月 8 日行政院於發布「再生能源發展條例」，積極推動再生能源，風力發電方面以台電公司再生能源電能收購作業要點之電價收購為誘因，鼓勵國內再生能源發電應用發展，2009 年台灣風力發電量約 10.77 億度，可供 25.7 萬家庭用戶用電；太陽光電方面，2009 年發電量約 763 萬度，為擴大太陽光電設置，政府推動「10 萬戶陽光屋頂計畫」，預計 2012 年完成 2 萬戶安裝，設置容量達 6 萬瓩，提供九十億補助款，估計可帶動相關產業產值達一百八十億元。生質能方面，自 2008 年 7 月 15 日起全面販售添加 1% 生質柴油之車用柴油，預計每年可減少使用 3,850 萬公升的化石柴油，主要以廢食用油為生質柴油的原料來源¹²³；另外，補助購置電動機車，推廣電動機車應用及規劃電動機車可抽換電池運作系統。¹²⁴表 4-2 為「再生

¹²³ 行政院，〈節能減碳施政績效〉，《行政院》，2009 年 11 月 23 日，http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=3D06E532B0D8316C&sms=4ACFA38B877F185F&s=5B2858213EAA6A36。

¹²⁴ 經濟部能源局，2018，〈新及再生能源推動配套方案〉

能源條例」的重點摘要內容。

表 4-2 「再生能源條例」重點摘要

項目	內容
推廣總量	規畫再生能源發電設備之獎勵總量為 650 萬瓩至 1000 萬瓩。
設立基金	目前規劃除向電業收取外，並得由政府編列預算補助，專款專用於補貼再生能源發展。其中電業繳交金額，依使用能源種類進行收取。
併聯及躉購義務	建立再生能源電能躉購市場，逐步發展國內再生能源市場機能。
躉購費率	由中央主管機關組成委員會，每年公告再生能源發電設備生產電能之躉購費率及其計算公式，並以設置者可回收成本並獲合理報酬為原則，來審定期躉購費率。
示範補助	獎勵具發展潛力之再生能源發電設備，目前獎勵對象為建築整合型太陽光電及海洋發電設備。
排除土地限制	再生能源發電設備及其輸變電相關設施需用土地，準用都市計畫法、區域計畫法、森林法及漁港法之相關規定，並可准用電業法有關線路需用土地之取得程序及處置程序。

資料來源：經濟部能源局，2010，《2010 Annual Report》

(5) 國家科學委員會「能源國家型科技計畫」

能源國家型科技計畫是國科會所推動的第十個國家型主軸專案計畫，涵蓋範圍相當廣，其性質也較特殊。此專案計畫依「能源政策綱領」、瞄準「能源政策目標」研發進行，目標於 2050 年時，運用研發成果所減少之二氧化碳排放量，能占全國二氧化碳減排總量 5% 以上，或運用該技術所產生之自有低碳能源，能達到 5% 之可能性。

此專案計畫依行政院能源政策及科技發展指導小組各次會議決議、2007 年 11 月召開之全國產業科技會議所擬定之十五項能源科技發展主軸，及 2007 年 12 月行政院科技會報第 23 次會議決議通過推動「能源國家型科技計畫」所定之四項原則：整合資源、規劃能源科技發展策略、篩選國家未來能源科技重點研發領域與提供能源科技預算分配及調整原則，執行以 a. 提升能源自主； b. 減少溫室氣體排放； c. 創立能源產業為目標之能源科技研究計劃，而計畫內容以「離岸風電」、「甲烷水合物」、「海洋黑潮」等低碳能源為主¹²⁵。

¹²⁵ 行政院國家科學委員會，能源國家型科學計畫，101 年至 104 年「智慧電網與讀表」主軸專案計畫構

以 2012 年為例，2012~2015 年之研究主軸為智慧電網與讀表(Advanced Metering Infrastructure, AMI) 專案，重點項目包括「廣域量測系統先進應用」、「輸電系統電力品質監控技術」及「電動車電能補充管理策略」等。希望透過產學研合作，以台灣先進之 IT 資訊科技電子產業作為研究能量，進一步提升未來所需之智慧電網及讀表技術。日後再生能源發電技術如能配合智慧電網之設計，將可提升再生能源應用於需求端之使用效率，除多餘再生能源電力將得躉售予電廠，電力不足時亦可自動開啟輔助電力來源，便利終端能源使用者用戶，使再生能源之應用廣泛落實於生活各個層面。

(6) 六大新興產業——綠色能源產業旭升方案

政府依照旭升方案將綠色產業分為兩部分，一為已處於成熟階段之主力產業，亦即能源光電雙雄，包括：太陽光電及 LED 照明，在台灣已有良好產業基礎，亟待進一步之技術提升；另一部分則為一般具潛力之產業，或稱為能源風火輪，包括：風電、生質燃料、氫能及燃料電池、能源資通訊產業 (Energy Information Technology, Communication Technology and Service Solutions, EICT)¹²⁶ 及電動車等。依據規劃，主力產業因競爭激烈，除非有突破性進步，否則產品生命週期將走入週期末端而喪失競爭力，因此如何藉由不斷增大市場需求，投入資金與技術，將產品及技術推廣至全球，以擺脫區域性強大競爭與威脅，為目前最重要之課題。而在潛力產業，如何取得關鍵技術使業者能進入市場，擴大市場占有率，並達到規模經濟效益，為政府發展再生能源之重大目標。

透過旭升方案，預期得以引領台灣產業朝向低碳及高值化發展，預估產值可由 2008 年 1,603 億元新台幣 (約占製造業 1.2%) 提高至 2015 年 1 兆 1,580 億元新台幣 (估計約占該年製造業總產值 6.6%)，約可提供 11 萬個就業機會。5 年內至少投入技術研發經費約 200 億元新台幣，未來並將逐步擴增以達兆元產值規模估計，期待帶動民間投資 2,000 億元新台幣以上。使台灣成為全球前 3 大太陽電池生產大國，及全球最大 LED 光源及模組供應國。

(7) 中華民國科學技術白皮書—民國 100 年至 103 年

除六大新興產業外，政府科技政策執行單位在推動雲端運算、智慧電動車、智慧綠建築、發明專利產業化四大新興智慧型產業。結合台灣資、通訊之優勢與資源，

想，2012 (http://nstpe.ntu.edu.tw/actions_detail.php?id=89)

¹²⁶ 能源資通訊包含：應用資通訊技術(ICT)於工業製程最佳化、高效能交通運輸系統、住商耗能管理及電網智慧化等領域之節能監控，涵蓋其軟硬體與服務系統技術。

在全球節能減碳潮流與機會下，將至少投入 150 億元新台幣經費，為產業帶來轉型契機。同時開發自產能源，帶動新一代能源產業發展，並創造綠色就業機會，而發展節能減碳技術，則可促進家用、汽車、建築領域之應用，提升綠能經濟。再者，為達成台灣 2020 年製造業發展目標，台灣整體製造業附加價值率應由 2008 年 21% 提升至 2020 年 28%。而台灣整體產業無形資產占固定資本形成比重，應由 2008 年 7% 提升至 2020 年的 15%；另外，台灣綠能等新興產業占整體製造業實質產值，應由 2008 年 4% 提升至 2020 年 30%。更應積極推動再生能源開發利用，於 2015 年達成再生能源發電容量配比 11.2%，加強推動節約能源及提升能源效率，促使能源密集度實現（公升/千元 GDP）於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上之目標¹²⁷。

(7) 能源發展綱領

由於能源影響層面廣泛，為確保短中長期能源供需的平衡與穩定，並達成國家能源發展目標，於 2012 年 10 月特別訂定能源發展綱領，本綱領之作用是定位為台灣能源發展之上位綱要原則，除作為國家能源相關政策計畫、準則及行動方案訂定之政策方針，並據以訂定「能源開發及使用評估準則」及「能源、開發政策」，以作為台灣發展各類能源、及其配比之基礎。而相關能源政策應遵循安全、效率以及潔淨等三原則加以進行，並於供給端多元自主來源，開發自產能源潛能，加強新及再生能源開發利用，同時必須優化台灣能源結構，依台灣各類再生能源發展潛力及再生能源相關技術進程，逐步提高再生能源之發電及熱利用分期發展目標。於低碳施政和法制配套方面，應該健全有助永續能源發展之相關法制基礎，且要推動能源價格合理化，以合理反映內部及外部成本，符合使用者付費之原則。最後，弱勢族群應被確保基本能源之服務，避免因推動能源政策違反環境正義，對於弱勢族群造成不對等之負擔；但本綱領中並未對於何謂弱勢族群加以定義，因此，應推論為泛指社會經濟地位相對弱勢之群體。最重要的，是要提供完善的市場誘因機制，運用多元之獎勵、輔導、管制、租稅、融資及其他必要之措施，激勵台灣低碳能源發展。本綱領更規定應訂定國家能源科技發展策略，積極擴張新及再生能源、節能減碳等相關能源科技研發能量。¹²⁸

(8) 綠能科技產業創新推動方案

行政院在 2016 年 10 月通過「綠能科技產業創新推動方案」，藉由內需帶動投

¹²⁷ 行政院國家科學委員會，中華民國科技技術白皮書，2010 年，
<https://www.most.gov.tw/most/attachments/10a4086b-26b9-4a7d-bc18-b862cdc87528>

¹²⁸ 從國際趨勢談台灣綠能產業 推動現況與發展契機 胡耀祖 所長 綠基會通訊 2015 年 12 月 42 期
p.17

資與就業，並規劃沙崙綠能智慧科學城，作為綠能科技創新產業的研發及示範基地。目前台灣太陽光電產業已建立完整的上、中、下游產業鏈，為全球第二大太陽能電池製造國，太陽光電計畫的執行，可以帶動產業轉型，升級為以系統整合輸出為主。至於離岸風電部分，包括國際知名離岸風力機系統商、水下基礎建設商、陸上電力設施零組件廠商，皆陸續與國內多家業者簽署合作備忘錄，預期在 2025 年可帶動風電製造業總投資額達 332 億元，2025 年當年度產值可達 1,218 億元¹²⁹。

而綠能科技產業創新推動方案計畫重點中的沙崙綠能智慧科學城計畫的聯合研究中心、示範場域以及自駕車測試場等，均已在 2018 年 3 月 31 日正式動工興建¹³⁰，完工後可提供從研發、試量產、測試到驗證等各階段的整體服務，未來全區也將朝綠電自發自用目標進行規劃與執行。行政院透過法令修訂、編列預算及擬訂行動方案，積極推動台灣能源轉型。一方面邁出非核家園的步伐，強化能源安全，二方面善用台灣發展綠能的利基，提升產業競爭力，落實「2025 年非核家園」目標，同時達到穩定供電、改善空氣品質及促進綠能產業發展之目的。¹³¹

除了以上幾個重要的台灣綠能相關政策外，面臨台灣電力長期的挑戰，經濟部能源局亦於 2015 年推出「一個機制、兩個節能、三個再生」之重點措施。「一個機制」是指更公開、更資訊透明的市場機制，讓能源價格實現市場化，特別是電價市場的運作機制，不僅讓電價公式上路，更要建立其公正、客觀、資訊透明的長期市場運作機制，以促進台灣能源供給效率，也才能在此機制基礎上做綠能、廢核之未來能源選擇與討論。「兩個節能」則是全民節電 2% 以及六大耗能產業全納強制節能。其中，現正推動中的「智慧節電計畫」以全民運動的方式，依 2014 年用電量作為基準，推動「自己的電自己省」，目標是節電 2%，將節電觀念化為行動，推動中央到地方共同合作，全民參與一起努力，期翻轉民眾用電習慣，以有效抑制低用電成長。(如圖 4-1)

而推動水泥、鋼鐵、造紙、石化、電子、紡織等六大耗能產業節能部分，包括水泥、鋼鐵、造紙、石化等四項產業，已從 2012 年起陸續納強制節能產業，而電子業及紡織業亦於 2015 年公告節約能源及使用效率強制性規定，並納強制節能產業。「三個再生」則是再生能源推廣設置將提高太陽光電發電推廣目標、催生地熱發電以及海上風力發電的推動目標。台灣政府於 2010 年提出 2030 年再生能源設置目標為 10,858MW，之後提高設置目標為 13,750MW，總計目標提升 26.6%。¹³²而在積極推動「陽光屋頂百萬座」及「千架海陸風力機」方案展現具體成果時，再於 2015 年更進一步評估宣布，太陽光電 2030 年目標量由 6,200MW 提高至 8,700MW，離岸風力發電目標量於 2030 年由 3,000MW 提

¹²⁹ 行政院經濟部，〈能院政策專案報告〉，2018，p.7

¹³⁰ 沙崙綠能智慧科學城，http://www.sgesc.nat.gov.tw/index.php?INDEX_ID=55

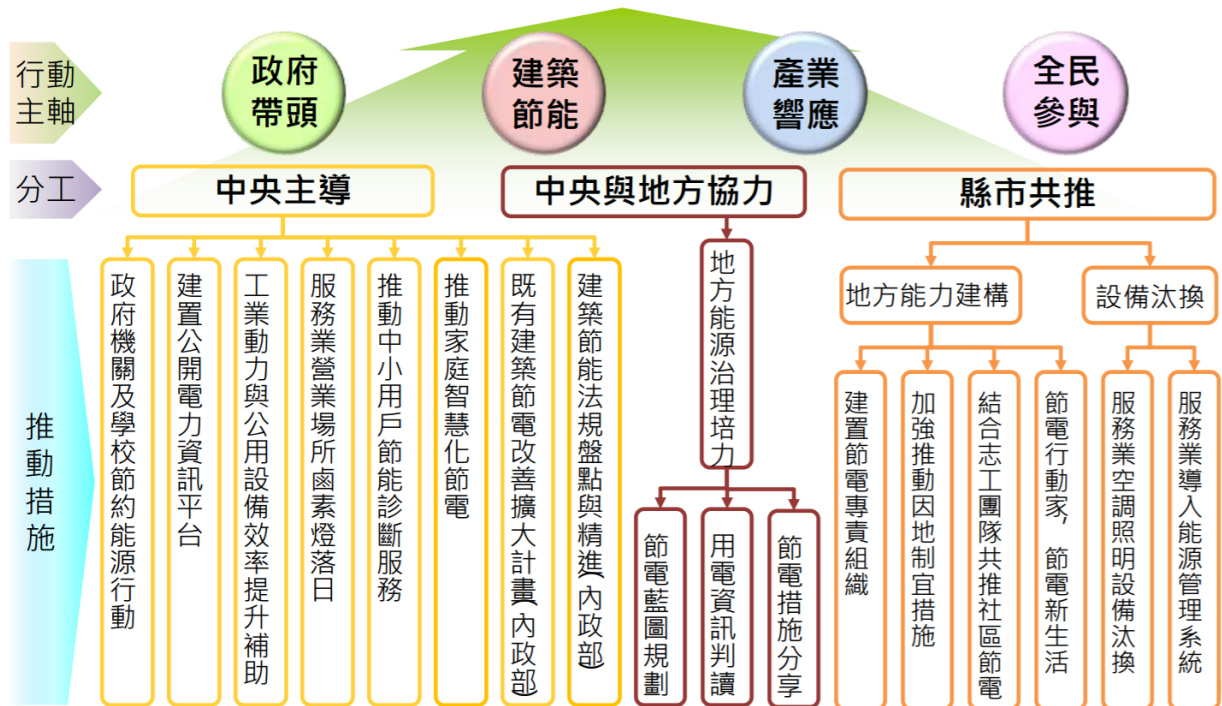
¹³¹ 經濟部能源局，2016，《2016 年能源產業技術白皮書》，台北，經濟部能源局，p.137

¹³² 經濟部能源局，2016，《2016 年能源產業技術白皮書》，台北，經濟部能源局，p.323

高至 4,000MW，再生能源目標擴增達 1.5 倍。除積極發展太陽光與風力發電以外，亦積極提升地熱發電規模，早日邁入商業運轉，規劃提前於 2020 年達成 100MW 設置目標

133。

圖 4-1 台灣能源政策走向



資料來源: 經濟部能源局，李君禮，〈台灣能源政策介紹〉，2018，p.27

2. 韓國的綠能政策

依據韓國知識經濟部資料顯示，2007 年韓國綠色產業出口值約 11 億美元，綠色產業從業人員僅約 9,000 名。韓國產業大部分的 R&D 費用多集中在電子半導體等幾個主要產業，故以 2007 年為基準來看，韓國綠色能源方面的技術並不十分成熟，其綠能技術水準僅達先進國之 50%~85%，且 75%之太陽光電及 99.6%之風力皆仰賴進口。有關韓國綠能產業國際競爭力¹³⁴，請詳下表 4-3：

¹³³ 綠色基金會通訊，〈台灣能源情勢與能源政策之發展〉，2015 年 12 月，https://www.tgpf.org.tw/upload/publish/publish_80/%E6%88%91%E5%9C%8B%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%83%85%E5%8B%A2%E8%88%87%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%94%BF%E7%AD%96%E4%B9%8B%E7%99%BC%E5%B1%95.pdf

¹³⁴

表 4-3 韓國綠能產業之國際競爭力(2007 年)

領域	世界規模 (億美元)	市佔率	技術水準
太陽光電	200	0.7%	88% (矽) 61% (薄膜)
風力發電	375	1.1%	79% (陸上) 68% (海上)
燃料電池	32	0%	70% (輸送) 69% (家庭用) 62% (發電用)
清淨燃料	285	0%	50% (GTL) 50% (CTL)
IGCC (煤炭氣化整合複循環發電)	86	0%	56%
CCS (二氧化碳儲存及收集)	-	0%	60% (燃燒前/中) 70% (燃燒後)
LED 電力	140	8.3%	80% (光率 80lm/W 以下) 50% (光率 100lm/W 以上)
電力 IT	130	0.6%	85% (智能型送/變/排電系統)

資料來源：韓國知識經濟部

但在短短十幾年間，韓國政府在綠能產業上付出之努力不可小覷。為加強民間業者在綠能產業(如再生資源、改善資源效率、及廢氣的利用等)方面的競爭力，自 2005 年起，提出多項鼓勵企業發展綠色產業基金，目的在促進綠能產業及環保資源技術發展，有關基金包括：韓國輸出入銀行設立金額達 1,000 億韓元之碳基金(탄소펀드)，該基金將用來支援由韓國業者利用「乾淨改善機制(청정개발체제)」之排放廢氣減量專案、綠色成長合作貸款、韓國信用保證基金、KIBO 技術保證基金(기술보증기금)、太陽能發展設備基金(태양광발전 시설 기금)、綠色成長合作信託(한국 녹색성장 협력 신탁)¹³⁵，各銀行也接連發行 Eco-Friendly 關聯議題之信用卡。(例如當時大眾交通費用基本費為 1,000 韓元的情況下，只要使用該信用卡搭乘大眾交通工具，每次可獲得 200 韓元優惠等)¹³⁶。

此外，韓國政府亦積極參與國際環境改善會議，提出減碳、親環境(Eco-Friendly)等訴求。成立多個政府組織、制定並大力推動多項政策以發展綠能產業。以下將針對韓國

¹³⁵ 김성욱, <한국의 녹색성장, 세계로 진출>, 2011

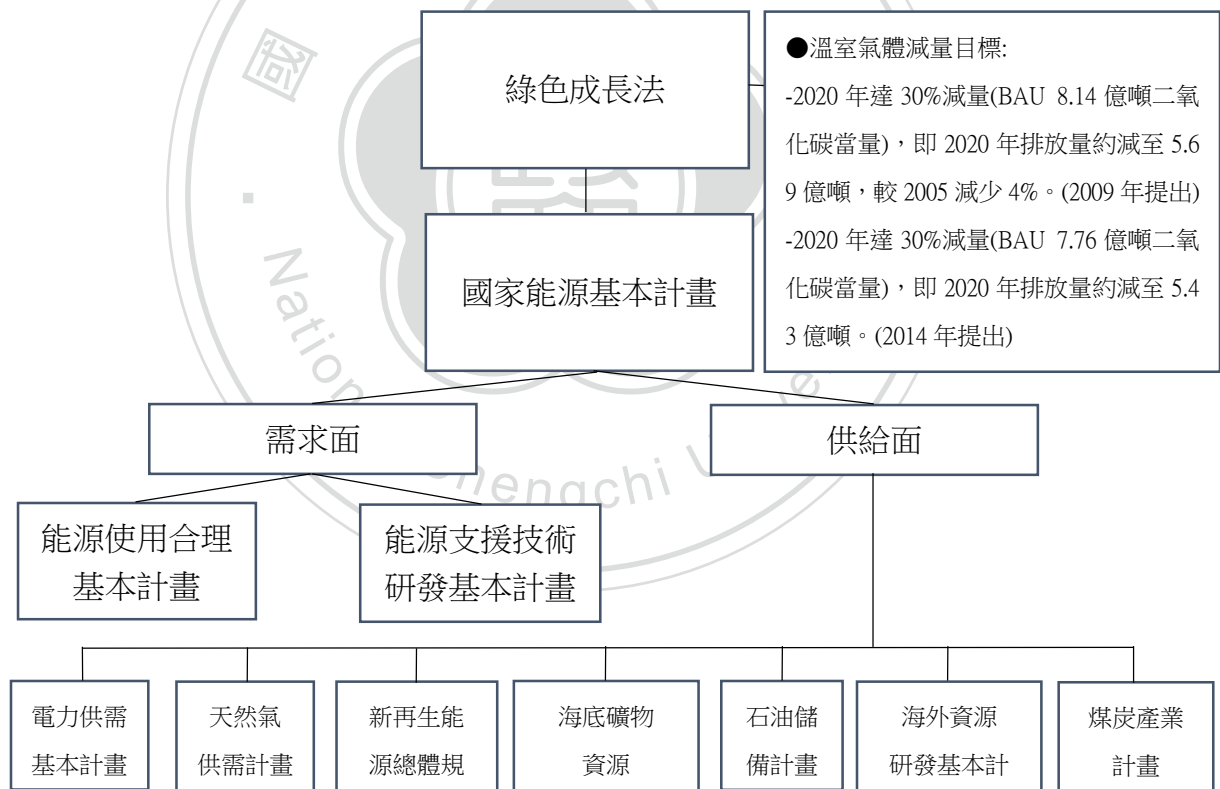
¹³⁶ 首爾台灣貿易中心, <韓國具拓銷潛力產業-綠能產業>, 2010

綠能相關政策做詳細解析。

(1) 低碳綠色成長法

韓國國家總體能源政策架構之建立，可回溯到 2010 年 1 月制定、4 月實施之「低碳綠色成長法」。以其做為整體上位能源依據，此法訂定中期溫室氣體減量目標及每年制定之溫室氣體與能源目標管理法案，限制各部門能源耗用與溫室氣體減量目標。而根據韓國低碳綠能成長基本法第 41 條第 1 項、能源基本法第 10 條，需於每五年提出「國家型能源基本計畫」¹³⁷，內容範疇涵蓋國家整體能源供需、電價調整、再生能源占比、溫室氣體減量管制方案與能源安全等。往下依照各自法案規範，需定期公開制定需求層面(如能源使用合理基本計畫、能源支援技術研發基本計畫)與供給層面(如電力供需基本計畫、天然氣供需計畫、新再生能源總體規劃、天然氣、煤炭產業、石油儲備、海外資源研發、海底礦物資源研發等規劃)不同能源政策內容。如圖 4-2 所示。

圖 4-2 韓國能源政策架構



¹³⁷ 張景淳，2019，《從新古里核能機組審議、能源轉型路線圖-看南韓最新能源轉型政策走向》

(2) 綠色新政

韓國政府於 2009 年 11 月發表，並於 2012 年開始實施之「綠色新政」(그린 뉴딜/Green New Deal)計畫中，提出多項綠色經濟計畫，強調建立綠色及低碳社會，解決氣候變化及發展綠色能源等議題。¹³⁸而所謂「綠色新政」(Green New Deal)一詞，要追溯到美國紐約時報的專欄作家托馬斯·弗里德曼(Thomas Friedman)於 2007 年發表的文章，呼籲美國應淘汰化石燃料補貼、課徵碳稅與創造再生能源投資的持續性誘因。歐巴馬總統上任後，於 2009 年提出美國復興與再投資法案，大舉提升再生能源與能源效率的投資，呼應了綠色新政的精神。隨後韓國也響應美國及聯合國，發表綠色新政，該計畫主要內容及方向為：一、從 2005 年到 2020 年減少 4% 之溫室氣體排放。二、預計至 2012 年投入 430 億美元。三、擔任已開發及發展中經濟體間針對全球暖化問題政策制定的橋樑。四、於 2010 年開始引進夏令時間，以節省能源。五、加強與非洲及東南亞國家間的綠源技術交流。六、建立 600 個綠色成長(녹색성장)聚落，目的在加強公共建設及取得對國家未來發展有莫大重要性之環境核心技術，預計各項綠色成長計畫預算將佔其 GDP 之 2%，為聯合國建議金額之 2 倍，該計畫最終目標為促進韓國國內經濟發展，並啟動未來經濟發展新動力。¹³⁹

除了五大方針外，韓國綠色新政主要有 9 項核心計畫與 27 項相關計畫(如表 4-4)，以下為綠色新政之詳細政策規劃。¹⁴⁰

表 4-4 綠色新政主要計畫內容

主要分野	親環境公共建設	低碳高效率工業技術	親環境生活
重點項目	- 四大河川整治 - 擴大綠色交通網 - 綠色國家資訊	- 水資源替代/小水力水壩 - 綠色車輛/能源 - 資源再生	- 活化森林生物質 (Biomass) - 綠色住宅/建築 - 綠色生活空間

資料來源：韓國知識經濟部

a. 活化四大河川(漢江、洛東江、錦江及榮山江)並進行周邊整治工程:

本計畫旨在預防水災、確保水資源、改善水質及創造綠色生活空間等，以靈活運用四大河川作為活絡區域經濟及國家發展的據點。

(a) 核心計畫：活化四大河川。(國土部、農林食品部)

為預防水災，將擴大河川堤防斷面、興建中小型水庫及 5 個洪水調節區與 96 個農

¹³⁸ 한재각(2015), 「한국 에너지정책과 전문성의 정치」, 국민대학교

¹³⁹ 한재각(2015), 「한국 에너지정책과 전문성의 정치」, 국민대학교 대학원 사회학과 박사학위논문

¹⁴⁰ 黃定國，國際經濟情勢雙週報(第 1673 期)，〈南韓版「綠色新政」之探討〉

用蓄水區。並選擇四大河川流域當中景觀秀麗的 30 個蓄水池加以疏濬整頓，開發成觀光景點。另外，採階梯式整治水岸，研擬多樣性活用方案。於易於淹水之溼地營造為生態空間，不易淹水之部分規畫為文化、藝術空間使用。預計將整頓河川環境長度達 760 公里及興建自行車道達 1,297 公里。

(b) 相關計畫：整頓災害危險地區、打造「潔淨韓國」及綠化水岸區域。由防災廳負責確保國民生活安全，免受自然災害，推動災害危險地區的整治。環境部則負責處理棄置於河川、公園等地之陳腐垃圾；綠化水岸區域，保護自然生態，塑造舉國煥然一新的潔淨韓國。

b. 建構綠色交通網

本計畫旨在擴大對自行車、鐵路等低碳交通方式的投資，促使大眾交通與大眾利用設施相互連結、發展，俾活絡大眾交通的利用。

(a) 核心計畫：擴大對鐵路等低碳綠色交通的投資

擴大鐵路交通網之投資，俾利京釜線¹⁴¹、湖南線高速鐵路早日開通。(國土部)

(b) 相關計畫：建造轉乘設施、幹線快速巴士體系及全國自行車道路網絡

預計在大都會圈主要交通連結地區，興建轎車與大眾交通間的轉乘設施，並建立大都會圈公車捷運系統 (Bus Rapid Transit, BRT) 以及全國自行車道路網絡，確保地方自治團體間自行車道路連結無虞。預計在大都會圈規劃且推動自行車專用快速道路示範事業，並在四大河川堤防上興建「綠色自行車道」，俾與昌原、全州等地方自治團體既有自行車道路事業貫連。

c. 建構綠色國家資訊基礎設施

本計畫旨在將構成未來實現綠色國家根基之國土、能源、水資源、建物等各種基本資訊，建置為有體系、一元化的資料庫。

(a) 核心計畫：促使個別的類似資訊資料庫體系與國家地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 的建構計畫互為連結，促成地理資訊與空間資訊一體化。

包含建立國家空間資訊整合體系，包括共有系統及整合資料庫等。¹⁴²

(b) 相關計畫：建立國家之建物能源整合管理系統、活化電子文書利用及辦理道路基礎地下設施電腦化作業。研擬建物部門溫室氣體統計及建立可活用於 CO₂ 減排政

¹⁴¹ 京釜高鐵 (1992 至 2010 年)：首爾至釜山 (418.7 公里)，行車所需時間 2 小時 10 分；湖南高鐵 (2006 至 2017 年)：首爾至木浦 (352.2 公里)，行車所需時間 1 小時 55 分。

¹⁴² 共有系統：開發國家空間資訊基礎系統，使彼此互異的系統上資訊得以交換、活用。

整合資料庫：整合部會資訊，建置資料庫，如國土部的土地相關資訊、行政安全部的行政主題資訊 (例：不動產相關資訊) 等。

策之國家建物能源整合管理系統。一方面活化電子文書之利用，以減少紙類生產所排放之 CO₂，進而邁向無紙化韓國（Paperless Korea）。另一方面推動道路基礎地下設施物電腦化，有效管理地下設施。

d. 確保替代水資源及興建環保型中小水庫

本計畫旨在優先確保雨水等替代水資源，並於斟酌區域特性後，透過興建環保型中小水庫，以先期因應氣候突變及用水不足的時代。

(a) 核心計畫：確保雨水等替代水資源及興建中小水庫。防災廳預計設置減少雨水流失設施，俾便預防水災及雨水再利用，以及興建與環境友善的訂做型中小水庫，以紓解區域性用水不足及減輕洪水災害。

(b) 相關計畫：進軍參與海外水庫興建、開發海水淡化技術、下水道污水處理水之再利用。積極進軍最近投資需求甚殷之國外水庫的興建及廣域自來水興建工程，以及開發海水淡化核心技術，推動營建材料與機器國產化，確保相關產業之競爭力。環境部則表示會引進高度工程處理技術，將水質良好的下水道處理水，再回歸工業用水等之用。

e. 普及綠色車輛及潔淨能源

本計畫旨在主導推動低碳、提升能源使用效率事業，確保汽車及能源產業之競爭力。

(a) 核心計畫：擴大普及綠色車輛及潔淨能源：因應世界市場邁向以低碳、高能源效率車輛為中心的變化，有必要為求開發、普及環保車而擴大投資。推動擴大環保車的普及由 2009 年的 3 萬輛擴大至 2012 年的 6 萬 8 千 1 百輛。並預計擴大普及太陽能、地熱、風力等新再生能源至一般家庭。

(b) 相關計畫：早日確保油電混合車獨自技術力、開發生質酒精技術與普及示範。開發油電混合車（plug-in hybrid electric vehicle, PHEV）用能源儲藏系統，早日確保綠色車輛獨自技術力。將研究重點放在評估生質酒精（E3、E5）燃料油對車輛之影響及開發因應技術，以及生質酒精（E5）與生質－ETBE（Ethyl-tertio-butyl-ether）之示範普及。

f. 擴大資源再利用

本計畫旨在擴大廢棄物資源、生物質、家畜糞尿等廢資源的能源化投資，以因應氣候變化與資源危機。

(a) 核心計畫：擴大廢棄物資源再利用之投資。政府預計設置固態廢棄物衍生燃料（Refuse Derived Fuel, RDF）設施 20 個，生質沼氣化設施 23 個等，總共 57 個廢棄物能源化設施、擴充 27 處垃圾掩埋場及 42 個焚燒餘熱回收設施。並按全國 10 大

生活圈之別，連結「環境、能源 TOWN」建設，長期性擴大太陽能、生質能源化設施。

(2) 相關計畫：開發生質能源、推動家畜糞尿資源化、整頓掩埋場以推動草本系、海洋系等生質能源化。且建立活用生質能源所需之生產基礎，以及設置促進家畜糞尿資源化所需之共同資源化設施。另外，開發及整頓掩埋場，使用屆滿之掩埋場並再開發作為房屋建地及產業用地等。

g. 活化森林生物質 (Biomass) 之利用

本計畫旨在透過擴大 CO₂ 吸收源之造成，因應氣候變化，以創造綠色工作機會及增進森林價值，謀求雙贏。

(a) 核心計畫：改善森林的功能及提升其經濟效益、增進森林吸收二氧化碳的功能，以及擴大造林與產物收集，提高森林資源的經濟利用價值。以山間村落地區為中心，營造「森林二氧化碳循環村莊」，由 2010 年的 4 處增為 2012 年的 16 處。(擴大造林面積：由 2009 年的 23.5 萬公頃擴增為 2012 年的 34.0 萬公頃；擴大產物收集：由 2009 年的 7.6 萬公頃擴增為 2012 年的 15.0 萬公頃。)

(b) 相關計畫：活用森林生物質、預防森林災害、修復毀損森林、興建農漁村主題公園。包含預防山林火災與病蟲害等森林災害，修復毀損山林、支援森林生物質利用設施以替代化石燃料及因應氣候變遷，以及以農、漁、山村之自然、文化、社會資源為基礎，營造多樣化型態的主題公園。

h. 普及節能型綠色房屋、辦公室及綠色學校

本計畫係以公共部門為中心，擴大普及能源效率高及具環保概念之建物，並為利他日推廣到民間預做準備。

(a) 核心計畫：興建綠色房屋、辦公室及綠色學校(校內使用節能型環保建材，營造綠地空間與雨水利用設施等)。期望開發節能型住宅、辦公室建造技術及建造、供應 200 萬戶綠色房屋。如個別住宅內設置太陽能熱水器、雙層窗戶及大樓隔熱設備，提高住宅拆除時的廢物再利用，或更換節能型窗戶及石棉纖維板、採用與環境友善的塗料顏色、採用環保高效能照明器材等。

(b) 相關計畫：推動公共部門改用 LED 照明、建構綠色 IT 技術測試平台。規劃在 2012 年前，將公共設施照明的 20% 改用 LED。並將太陽能電池、燃料電池、家庭網絡等用於綠色房屋與大樓，建構綠色 IT 技術測試平台。在教育層面，培育綠色房屋博士，以備改造為節能型住宅、建物之諮詢工作。

i. 營造舒適的綠色生活空間

本計畫旨在將國土與都市空間結構改造為節能減碳型，並發掘可節省開發及營運成本的都市更新事業等中長期事業。

(a) 核心計畫：恢復流經村落與都市區間的生態河川（eco-river）相貌。擬結合地方自治團體業務，推動「活生生的江邊道路 100 計畫」（將水泥堤防再開發為親水空間，例如安養鶴翼川）；及推動「清溪川+20 計畫」（將都市乾涸河川及加蓋河川復元為親水空間，例如首爾清溪川）並開發綠色技術，以維持及復元河川的治水功能。

(b) 相關計畫：推動建物綠化、營造生態道路（eco-road）及閒置設施再利用。

擬辦理建築物屋頂與牆面綠化工作，以緩和都市熱島效應、節省能源及擴大綠地空間。另外，降低道路（CO₂ 排放量的 27%）的環境污染，營造與環境友善的生態道路（eco-road）。計畫亦包含將廢校等地方上的小規模閒置設施，移為地方自治團體主導下的生活密切型文化空間使用；結合推動四大河川流域的有形、無形傳統文化資源發掘事業，促進觀光資源化

(3) 綠色成長模範都市計畫

為推動綠色能源政策，韓國中央政府組成了「綠色成長委員會」，地方自治體則成立相關委員會，並指派「綠色成長企劃官」，負責工作協調，形成中央與地方政府、民間企業、社團組織等的綠色成長網絡。從 2009 年開始，中央政府為了推廣「綠色成長模範都市」計畫，每年都會選拔並頒獎給在綠色能源、綠色交通、資源再利用等有優秀表現的地方政府。例如由綠色成長委員會舉辦的「綠色成長：宜居城市競賽」¹⁴³，在首爾市中分別有江東區與松坡區(송파구)獲得獎項。以下概述松坡區的相關計畫，以瞭解政策從中央政府、首爾市以及轄下行政區之間的互動。首爾市共有二十五區，區長由選舉產生。松坡區是富裕家庭集中、俗稱的「江南三區」之一。首爾市內部一直有用電不均的狀況。例如江南區的電力消費是首爾其他地區平均的 2.5 倍。因此如何減少富裕地區的用電量，甚至經由分散型發電廠的設置支援「能源貧困階層」也是首爾市能源自立政策的目標之一。¹⁴⁴松坡區面積約有三十四平方公里（首爾市面積的 5.6%），人口六十七萬三千人。雖然松坡區擁有百濟時期的古墳區等歷史遺跡等文化財，但松坡區的建設可說是首爾市高速成長時期的產物，現今知名的大型設施有 1986 年亞運以及 1988 年奧運以及開幕與閉幕式的蠶室運動場，也有奧運公園。與此相對照的是 2015 年所建造完成，高達 123 層，目前為世界第四高樓的樂天世界大樓（Lotte World Tower）。松坡區於 2009 年因應綠色

¹⁴³ 정희성, <그린시티 정책사업 및 지정도시의 국제화 방안 연구>, 환경과문명, 2011

¹⁴⁴ 한국지방행정연구원, <지방자치단체 녹색성장 추진계획 이행상황 점검 및 평가 결과 검토 연구>, 2011, P.213

成長計劃建立了「綠色松坡網絡」後，每年皆推行各式各樣的減碳計畫。2013年11月，松坡區在環境部所舉辦的「2013年綠色啟動全國大賽」中，以資源再利用計劃獲得地方政府組優勝，其計劃內容是將曾經做為垃圾收集場的牆枝洞建造為資源循環公園。其建造經費是由首爾住宅（SH）公社出資391億，市政府出資25億，中央政府出資20億，民間投資437億，總共873億韓元興建。執行此工程的營造公司完成建設取得20年營運權的方式。資源循環公園的回收設施每日可處理450萬噸廚餘，製作成雞鴨乾飼料出售給農家。此外，資源循環公園不但處理日用品廢棄物和廚餘，還成立了資源循環宣傳館，居民可以參觀學習廢棄物處理過程及實踐環保的課程。在中央政府的經費補助下，2009年後，松坡區的牆枝洞已經設立了兩個分散型發電廠，所生產的電力賣給「韓國電力公社」。除此之外，松坡區也積極參與各項有關的綠色都市相關競賽，以獲得「世界性的親環境都市」的認證，打造「綠色城市」的品牌，包括於2009年獲得「國際宜居城市大獎」（The International Awards for Liveable Communities, or The LivCom Awards 2009），2011年獲得由瑞典斯德歌爾摩全球論壇（Globe Forum, Stockholm, Sweden）所主辦的全球獎（Globe Awards），2012年則獲得由聯合國環境規劃署（United Nations Environment Programme, UNEP）所舉辦的國際綠能獎（International Green Awards）。松坡區廳也在2011年10月主辦「國際宜居城市大獎」總計26個國家、77個城市共同參與。當年台灣也有台南市、台北市、高雄市、宜蘭縣、台東縣等地方政府與社區組隊參加，並獲得其中三大獎項。¹⁴⁵

(4) 再生能源 3020 實施計畫¹⁴⁶(재생에너지 3020 이행계획)

韓國產業通商資源部於2017年發表「再生能源3020實施計畫」，意旨在2030年以前，達到再生能源占總能源之20%。其中95%以上新裝置容量來自於太陽光電與風力。目的促進地方民眾參與發電事業，實現大規模項目。(如圖4-3)為提升太陽光電與風力發電總量，韓國政府計畫在新萬金海堤(새만금 방조제)打造3GW太陽能與1GW離岸風電。專案占地約為新萬金海堤的9.3%，總耗資10兆韓元(約2,687億台幣)，首先將開發2.4GW太陽能與600MW離岸風電，預計於2022年率先併網運行。而為促進韓國再生能源技術發展，未來10年也預計有100家綠能製造商、科技研究機構和認證中心一同進駐新萬金綠能園區，將創造10萬個工作機會與超過25兆韓元產值。

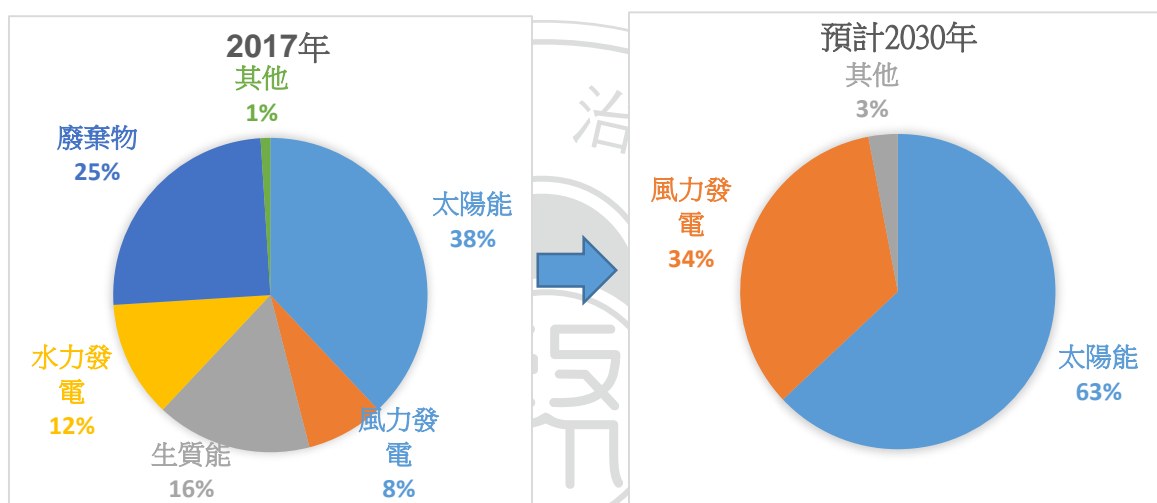
¹⁴⁵周桂田、王瑞庚、林宗弘、李宗義、范玫芳，〈永續與綠色治理新論-韓國綠色成長政策與城市治理〉，2016，p.157

¹⁴⁶ 산업통상자원부，〈재생에너지 3020 이행계획〉，2017

不過有學者指出，去年文在寅總統雖走訪新萬金時確實提出要將該地改造成黃海的經濟中心，但當時並沒有提及太陽能與風力發電，這項計畫也沒有廣泛蒐集民意。對此，韓國政府表示新萬金再生能源專案不會影響現有設施，未來仍會努力實現將新萬金打造成黃海經濟中心的承諾。該專案還沒處於開發階段，未來在申請建設許可時就會開始蒐集居民意見。

圖 4-3 再生能源 3020 實施計畫中預計再生能源比例分配變化

資料來源: 산업통상자원부 신재생에너지과, 재생에너지 3020 이행계획



目前文在寅政府希望在 2038 年將核電反應爐數量由原先的 24 座減少到 14 座，更希望於 2060 年之前實現無核家園。除了達成無核目標外，韓國政府也為了節能減碳與減緩空氣污染，將汰換服役 30 年以上的燃煤發電廠，火力電廠計畫未來將以成本高但相對環保的天然氣發電廠為主。整個「再生能源 2030 實施計畫」為了達到軟硬體設備融合高附加價值之能源及新服務發展、加強可再生能源產業競爭力與出口產業化戰略、培育人才技術創新和創造，引領能源轉換時代等目標，分為短中長期進行，詳細計畫內容如下

- a. 短期: 促進能源轉換和穩定的能源供應
 - b. 中期: 潔淨、智慧、安全之能源
 - c. 長期: 朝向 3C (Carbon fee, Connected, Consumer)
- (5) 首爾市「減少一座核電廠計畫」(원전하나줄이기; One Less Nuclear Power Plant)
- 響應反核情緒，除了中央政府的總體綠能政策外，首爾市政府的計畫實施有了亮眼成績。首爾市人口約一千萬，耗用全韓國 7.5%能源、10.3%電力，但能源自給

率只有 2.8%(以 2011 年為基準)。2011 年 3 月，日本福島核災震撼了原本對能源議題漠不關心的首爾市民，開始探討能源的安全問題；同年 7 月，氣候變遷造成韓國許多地區遭遇大洪水與土石流，人們意識到氣候變遷與他們的能源使用有關；同年 9 月又發生大停電，打亂原來的生活秩序；2012 年 3 月，一位偏鄉老農為了抗議通往首爾的高壓電塔與輸電線毀壞其農地而自焚等事件，讓長期倚賴外來電力的首爾市民警覺能源自主的重要。¹⁴⁷

在市民、專家及政府的多方討論之下，得出結論：與其蓋更多電廠，不如鼓勵節能、提升能源使用效率，既安全、又減少碳排放，省下來的電即可做為新的電力來源。於是，有些社區開始舉辦節電業績比賽，鄰居間互相公布能源使用情形進行評分，也彼此傳授節電撇步；有些社區則開始安裝小規模太陽能發電設備，慢慢成為能源自立社區。

2012 年首爾市公布「首爾特別市能源政策條例」後，同年 4 月，出身社運的人權律師市長朴元淳將社區行動發揚光大，整合政府、學術、民間團體、企業，提出「減少一座核電廠計畫」(원전하나줄이기; One Less Nuclear Power Plant, OLNPP)，目標是透過力行節能、提升能源效率、發展再生能源，讓首爾在第一期計畫之間(2012 年 4 月至 2014 年 6 月)減少 200 萬噸油當量的能源消耗(相當於一座核電廠一整年的發電量)，其中約 12.7%來自綠能(太陽能發電)、熱源回收與新建築環境影響評估。約 42.6%來自新建築耗能標準、建物翻修、LED 燈更換與環境友善運輸系統，其餘來自所謂 Eco-Mileage program、室內溫度控制、公部門節能與資源回收等省能活動。住商部門為政策重點，並期望提高能源自給率到 5%。

而目前執行中的第二階段(2015 年至 2020 年)持續展望與規劃了未來 5 年的節能與電力自給目標，除繼續朝 2020 年電力自給率 20%的目標努力，也明訂 2020 年總節能量將達 4 百萬公噸油當量。從能源消費城市逐步轉為能源生產城市。此計畫不但達到提前節能目標的良好績效，更於 2013 年獲得聯合國公共服務獎與世界綠建築委員會的政府領導氣候行動獎等國際榮譽。¹⁴⁸2015 年 4 月在首爾舉辦的地方政府永續發展高峰會(ICLEI 世界大會)，也吸引了來自不同國家的地方首長前往取經。

「減少一座核電廠計畫」共有十項核心行動，內含七十多個子計畫。十項核心行動如下表 4-5 所示。

表 4-5 減少一座核電廠計畫核心

¹⁴⁷蔡卉荀，〈人人都是發電廠：談首爾市減少一座核電廠〉，地球公民，<https://www.cet-taiwan.org/node/2085>

¹⁴⁸ 同註 116。

	核心行動	相關子計畫
自主再生能源	陽光城市	補助民眾在自家陽台或橋梁、廢水場等地方裝設小型太陽能板；繪製全市陽光地圖，讓民眾了解自家社區發展太陽能發電的潛力；鼓勵綠能饋網制度與投資獎勵，並修法支持社區成立能源合作社。 (共安裝 3,756 組太陽能光電系統，可供 30 萬家庭使用)
	能源自主	設置小型水力發電站、汙水廠沼氣發電站，並在地鐵、旅館、學校等公共場所安裝 131 個氫燃料電池站(46MW)，儲備緊急用電。
節能與提升能源效率	智慧照明	更換地鐵站、停車場等公共場所共 800 萬盞 LED 燈具；協商 LED 產業公會讓民眾分期攤還購置 LED 燈具的成本。
	提高老舊建築能效	提供老舊建築物進行節能翻修的低利率貸款；製作建築物能源護照，公開建築物耗能資訊於房地產租售資訊；培訓節能技術士，加強稽核建築物能耗診斷；強制有 5% 以上節能空間者進行改善。 (2,278 棟建築物及 17,284 家戶獲得翻修)
	新建物節能標準	落實綠建築，強制超過一萬平方米建築物導入能源管理系統，強制使用 10% 以上自主再生能源，並修法給予租稅減免與容積獎勵。
	低耗能的緊密型都市規劃	城市開發計畫須納入能源消耗評估，並配合大眾運輸節點集中開發，以減少通勤及運輸的能源消耗。
	綠色交通	強化大眾運輸、推廣汽車共享、提高塞車稅，減少私人載具進入市區。
公眾參與	綠色就業	設立綠色創業基金，優先支持光電產業之人才培育與產業發展；協助培訓一般市民與退休人士成為節能技術人員或投入回收行業。
	市民節能文化	1. 生態里程制度(Eco-Mileages)讓市民上網登錄節能成效，更換環保點數，儲值在捷運卡、或兌換環保產品，甚至捐出點數幫助貧窮家庭改善能源效率，獲得 170 萬市民響應。 2. 培訓校園中的能源守護小天使，獲得 500 校 2 萬名學生參與。 3. 設置節能示範住宅，在各行政區設立節能資源中心，降低市民參與節能的技術門檻。
	研究與專責機構	成立首爾自然能源基金會，向民眾、企業募資，支持 OLNPP 計畫；設立「氣候與能源信息中心」政府智庫中心，設立政府專責單位及 OLNPP 信息中心執行計畫。

資料來源:蔡卉荀，〈談首爾市減少一座核電廠〉，地球公民

整合產官學界與民間力量的方法，是支撐「減少一座核電廠」計劃的關鍵核心。若要探討其成功因素，可歸納出以下幾個要點。¹⁴⁹

a. 決心、信念、明確的目標和期程

出於對使用能源造成環境破壞、社會不公、能源不足的深刻反省，首爾市朴元淳市長對「能源改革」具有堅定的決心，夢想打造出一個「由市民生產並有效利用能源的能源自主城市」，而不只是當一個只會大量消耗能源的傳統城市。秉持著「節電就是發電，人人都是發電廠」的信念，無所不用其極地思考：還有哪裡在浪費電？還有哪裡可以用來製造能源？能源應該給誰用、或用在那裡才更符合公平或更有效率？於是，各種節能、提升能源效率、發展自給自足再生能源的方案，甚至極具開創意義的能源分享制度都依據這些信念而設計出來。

「兩年內節省一座核電廠」的目標不僅大膽、前瞻、具體，更指導所有行動方案為它量身打造，並被整合起來。因此人民可以看到完整的市政願景版圖，以及依循不同時程將依序完成的行動方案，而為共同目標努力的使命感，也讓市府團隊所有權責單位全力衝刺、合作無間。

b. 市民大會、執行委員會

一個龐大、周延、又能兼顧弱者、呼應民眾真實需求的計畫，難以靠政府單方面的提案。在社運界經歷二十餘年的首爾市市長了解，好的計畫與有力的推動，必須仰賴公民社會的參與。因此在「減少一座核電廠計畫」規劃的初期開始就已經廣泛納入民眾參與。邀請社會各界極具聲望的 19 位公民組成市民委員會，每年開會二至三次，訂出計畫的大方向。邀請學界、業界、環保、教育、文化、宗教、媒體界共 48 位代表組成執行委員會，針對所有推動計畫進行規劃、提供執行建議。特別要注意的是，受邀成員都是在社會上具有實質影響力和行動力的賢達或組織者（例如韓國三大環保團體的執行長），這些人都是朴市長在社運圈中長期觀察、累積而來的人力資源。

而後成立「氣候變遷局」統籌由執行委員會交辦下來的所有執行計畫，而不是讓每個計劃散落在各局處、淹沒在傳統公務中。經費來源是透過向市民及綠能企業募集而來的獨立基金。除此之外，也不定期舉辦市民大會、公民論壇、公民工作坊，讓各機關首長、承辦人、專家學者聽取民眾對計畫規劃及執行的建議、批判，進行互動和討論。

c. 大量的公民參與及法規、經濟支援

透過加嚴建築法規、協商金融業與產業界提供經濟誘因，同時又利用單一網站

¹⁴⁹ 黃定國，國際經濟情勢雙週報(第 1673 期)，〈南韓版「綠色新政」之探討〉

整合所有資訊並完全公開，設立地方能源資訊中心、能源超市，結合生態里程點數機制，又貼心創造可愛的公仔娃娃和故事宣傳，增加民眾、企業對計畫的認識與參加的誘因，並降低參加門檻。例如繪製全首爾市的陽光地圖，民眾或業者可以上網查詢住家附近裝設太陽光電系統的潛力，計算投資效益，取得行政、法規、經濟上的相關資訊和支援。在台灣有許多政府計畫推動之後，常因為無法獲得民眾參與而夭折，例如經濟部與台電推出的綠電認購活動，曾歸罪於民眾只會表達反核意見而不想身體力行，或宣傳不夠。事實上，施政者應該換個角度站在人民的位置想，設法讓施政計劃更符合民眾的需求、也降低民眾參與的門檻，資訊公開與公眾參與的機制可用以幫助施政者找到正確有效的方向和方法。



3. 台韓綠能政策比較

一、總體能源政策比較

台灣行政院於 2008 年核定「永續能源政策綱領」，目標為再生能源於 2025 年占發電系統的 8% 以上。於 2009 年 4 月召開「98 年全國能源會議」，當時政府表示台灣應建構「潔淨」、「穩定」、「具經濟競爭力」的能源供應，創造跨世代能源、環保與經濟的三贏願景，並逐漸朝「低碳家園」的新境界邁進，發展「低碳社區」與「低碳城市」，打造再生能源生活圈。¹⁵⁰

而後台灣「再生能源發展條例」完成立法，整體推動制度呈現全新面貌。在收購再生能源電能的機制部分，由經濟部邀集相關部會、學者專家、團體組成委員會，審定再生能源電能躉購費率之計算公式，並依據再生能源類別訂定不同優惠躉購費率，以反映不同再生能源之實際發電成本之差異，同時每年視各類別再生能源發電技術進步、成本變動、目標達成等因素，檢討或修正。設備補助制度則配合再生能源電能收購機制的轉變，進行補助對象與額度的調整，如太陽光電系統僅就 10 瓩以下太陽光電系統提供 5 萬元/瓩之設備補助，電能躉購費率則配合下修。此外，對於具發展潛力之再生能源發電技術，且仍在技術發展初期階段者，基於示範之目的，於一定期間內給予相關獎勵。台灣綠能主要政策方向及內容如下表 4-6 所示：

¹⁵⁰ 台灣再生能源發展策略 - 國家政策研究基金會 <https://www.npf.org.tw/12/7865>

表 4-6 台灣綠能主要政策方向及內容

策略	主要內容
穩定開源及擴大需 量管理，確保供電	確保未來 3 年(2016 年至 2019 年)不缺電
	規劃 2020 至 2025 年之長期電力供應
全面前瞻節能，提升 能源使用效率	強制能源耗用標準(MEPS)、分級標示及節能標章推動
	政府機關學校節約能源
	推動產業部門節能措施
	結合地方政府推動民生部門節電
積極多元創能，促進 潔淨能源發展	確保低碳及高效率傳統基載發電
	降低現有火力電廠污染排放
	全力擴大再生能源發展於 2025 年占比達 20%以上
	佈局新興能源/氫能燃料電池
加速布局儲能，強化 電網穩定度	改善既有抽蓄水力電廠設備，增加電力系統調頻能力
	增建抽蓄水力電廠
推動智慧電網與智 慧電表興建	佈建智慧電表，積極完成關鍵通訊技術與模組開發驗證， 都會區優先開設
培養系統整合，輸出 國外系統市場	統籌綠能政策方向，整合產官學研資源： 成立行政院能源及減碳辦公室
	推動能源產業科技研發與示範應用：沙崙綠能園區
	推動國產化政策，建立國內太陽光電及離岸風力產業供應鏈
電業改革，提升供電 效率與品質	推動廠網分離，現行綜合電業台電公司分割成 發電及輸配售電 2 家公司
	成立電業管制機關，開放發電業與售電業申設、 開放電力代輸與直供、提供用戶購電選擇權

資料來源:李世光，〈經濟部施政重點-新能源政策〉，2016

而在韓國方面，整個韓國綠色產業資源補助將著重於加強「對未來產業影響較大」及「能吸引更多投資者」之新再生能源產業，衍生策略有「新再生能源」企業補助，補助比重將由 2009 年之 2.5% 提升至 2030 年之 20%¹⁵¹、集中發展太陽光電能源、風力、燃料電池之育成等。太陽光電能源包含半導體、LCD 等液晶顯示器產業，風力則包含造船、

¹⁵¹ 산학협력단, 2012, <저탄소 녹색성장을 위한 에너지 법제의 현황분석과 개선방안 연구>, 중앙대학교

發電機、鍛造技術等資材，燃料電池則包含化學部分等技術發展。由能源政策走向可發現，相較於台灣積極補助民生部門、綠能產業，以及每年定期訂定躉購費率，韓國更傾向於結合地方政府及大企業之力，達到每年修訂之減碳目標。

表 4-7 韓國能源政策及重要決策

時間	能源政策	重要決策
2008	第一期國家型能源基本計畫(2008~2030)	2030 年核電裝置容量 41%、發電占比 59%
2009	「綠色成長國家策略」 暨第一個五年計畫	成立綠色成長委員會 2020 年目標較 BAU 減量 30%
2010	公布「綠色成長法」	2020 年減碳目標立法
2013	第六次長期電力供需計畫(2013~2027) 第四期再生能源總體規劃(2014~2035)	2027 年和電裝置容量 22.7%、無發電占比 2035 年再生能源於初級能源供給 11%
2014	「綠色成長國家策略」 暨第二個五年計畫 第二期國家型能源基本計畫(2014~2035)	2035 年核電裝置容量 29%、無發電占比
2015	第 7 次長期電力供需計畫(2015~2029)	提交 INDC 目標，2023 年目標較 BAU 減量 37%、2035 年核電裝置容量 23.4%、無發電占比
2016	第一次應對氣候變遷基本計畫 (2017~2036)	組織改組新增綠色成長支援小組
2017	3020 新再生能源計畫(2017~2030)	2030 年以前，達到再生能源占總能源之 20%。
2018	成立「衝突管理與溝通小組」 第三期國家型能源基本計畫(2018~2039)	擴大公眾參與和加強分散式能源，並建立衝突管理機制。2035 年目標較 BAU 減量 37%
2019	訂定「細懸浮微粒減量特別管理法」	結合民意進行能源管理創新，實現高效率社會。

資料來源:이종영(2012), 『저탄소 녹색성장을 위한 에너지 법제의 현황분석과 개선방안 연구』; 張景淳, 2019, 《南韓新政府之能源政策研析》

在各國紛紛重視綠能發展之際，台灣與韓國皆必經能源轉型之路。2017 年韓國政黨輪替，各項政策皆有大幅度轉變，能源政策也不例外，提出能源轉型目標，將關閉運轉 30 年以上之燃煤電廠，減少核電使用，並大幅提升新及再生能源發電占比；對此除了提出最新長期電力供需基本計畫、新再生能源 3020 實施計畫，更將於 2018 年底提出第三期國家型能源基本計畫，計畫主體討論主要分五大工作小組(整體、衝突管理與溝通、需求、供給、產業及就業)，共約 70 位民間委員參與，內容將著重在五大部門(整體、最終能源需求、電力、核電站、新及再生能源)，自 2018 年 7 月起為期三週民眾意見蒐集，後續將於工作小組中針對民眾意見進行討論。¹⁵²

而上述韓國能源政策目前相關作法與遭遇情況與台灣能源轉型白皮書多有相似之處，惟 24 部核電機組使韓國能源轉型之路有多重阻礙，卻業因此更積極的推動綠能產業。而雖然文在寅已將溫室氣體減量目標 30%、懸浮微粒緊急管制措施等納入電業法，並提出階段性縮減核電，擴大 2030 再生能源發電，及提前廢除老舊燃煤電廠，多使用燃氣發電，但在各項轉型政策制定時，不免提出因過往以核能與煤炭為核心的電力政策，導致未來 5 年(到 2022 年)都將受到制約為過渡時期等影響。¹⁵³

台灣自 2009 年公布再生能源發展條例，如同多數國家，能源管理規劃權限仍屬中央，地方政府僅為部份業務的執行者，然自 2016 年中央宣布啟動「能源轉型」後，再生能源政策提出 2025 年再生能源發電占比 20%目標，地方政府遂成為相關政策重要第一推手，陸續投入轉型行列。如桃園「太陽光電綠能城市」、彰化打造風光大縣、嘉義市「千屋計畫」、宜蘭「水光地氣」綠能倍增、台南「陽光電城」、屏東「養水種電」等。惟資源相對不足的地方政府，在積極推動過程伴隨相關挑戰，皆面臨該如何取得與中央法規、政策工具與財務上支援，為台灣目前地方能源治理上較為薄弱且未來需迫切解決的一環。

2017 年 11 月台灣行政院提出藉由「綠能屋頂全民參與行動計畫」，以民眾零出資、政府零補助為原則，由地方政府遴選營運商協助民眾設置系統，透過技術與資金引導，將生產電力以自用為優先，剩餘電力再由營運商全額躉購，預期在策略誘因與優化法規建構下，簡化申請設置流程，委託縣市政府辦理，鼓勵產業與住商參與，希望提前於 2020 年達成目標。

而如同首爾檢討綠能於建築法規中的規範，目前台灣建築仍以中央法規為主，如欲

¹⁵² KISTEP(정책기획실), <OECD, 한국 녹색장략 분석>, 2010

¹⁵³ 張景淳, <近期南韓能源議題解析>, https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2547

透過地方自治條例檢討既有私人建築物不論是在節能或綠能的改善，都因龐大的鐵皮屋頂涉及違法，難以發展而有相當的困難度，對此行政院也提出相關方案，若太陽光電直接鋪設於違章建築屋頂，須經地方政府依違章建築處理辦法認定不影響公共安全，且未被列為分期拆除對象並經結構技師簽證認定安全無虞才可通行，然現階段地方政府對於建築物歸管，亦相對不足，後續該如何盤點整合既有建築物屋頂、劃設區域，大面積投入太陽光電，仍需仰賴地方跨局處合作。

二、未來能源發展趨勢

藉由「新能源政策」的公布實施，對於台灣再生能源發展將展開另一嶄新局面，預估國內再生能源發展將形成下列之趨勢：

(1) 太陽能發展趨勢

為順應主要國家皆將節能減碳列為重點施政，以再生能源驅動綠色經濟發展的國際趨勢；同時考量台灣能源 98% 來自進口，屬獨立電網系統，提升能源自主及多元化至為重要。為兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續，蔡英文政府已將綠能產業列為「5+2」產業創新計畫之一，行政院並 2016 年 10 月 27 日通過推動方案，致力達成 2025 年再生能源發電占比 20% 的目標，其中以太陽光電裝置容量占 66.3% 最高，規劃明確目標與推動路徑：短期目標（至 2020 年）裝置容量 6.5GW（GW 為電量單位，即 10 億瓦），長期目標（至 2025 年）為 20GW（屋頂型 3GW 與地面型 17GW）。

而韓國方面，以首爾市為例，首爾政府在 2017 年 11 月發表「2022 太陽城市，首爾」計畫。目標將首爾打造成「太陽能都市」，大力發展太陽光電事業，2022 年太陽光電裝置容量達 1 GW，相當於 2018 年裝置量 131.7 MW 的 8 倍，發電量占比需達 3%，為目前的 10 倍。計畫提出 4 大願景，分別為太陽光電用戶達 100 萬戶；公有土地 100% 安裝；加速發展太陽光電產業；透過體制改革提升公民參與。3 項具體目標則有太陽光電裝置容量達 1 GW，相當於 1 部核電機組裝置容量；100 萬家庭參與，相當於每 3 戶就有 1 戶參加；太陽光電發電占比由 2016 年 0.3% 提升至 2022 年 3%。¹⁵⁴

¹⁵⁴ 張景淳，〈南韓首爾市公布「2022 太陽城市，首爾」計畫，全力發展太陽光電，目標 2022 年前發電量將增加 10 倍。〉，2017，https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2454

表 4-8 台韓太陽光電發展趨勢比較

	太陽光電發展趨勢	
	台灣	韓國
民間及產業合作	小型用戶設置量系統性成長：為鼓勵家庭設置太陽光電設施，考量其資金壓力高於企業用戶，除提供電價躉購機制外，另給予小額設備補助。	擴大市民參與，透過執行委員會加強公民治理；以能源合作社、公民基金和集資等三種方式，與市民分享利潤；結合宗教、企業與大型連鎖超市等合作，為會員或本身建物屋頂安裝。
大型系統及規劃	在電價躉購費率上，提供足夠誘因，以鼓勵朝向大型太陽發電廠發展，藉由建立世界級之示範實績，厚植國內產業發展契機。	建立地標，提出未來將首爾著名的光化門、世界杯體育場等周邊太陽能設施，設計一系列比賽與體驗空間，並結合都更項目，在城市開發區建立「太陽能特區」。
普及方式	公共建築設置量增加：依據條例第 12 條之規定，公共工程或公有建築物之工程條件符合時，應優先裝置再生能源發電設備，公布「公共工程或公有建築物設置再生能源發電設備規劃設計參考原則」，供各級政府機關參考，俾全面推動國內大型公共建築物設置再生能源，讓再生能源融入生活環境。	將太陽能發電普及至 100 萬戶(首爾目前有 360 萬戶)，100 萬戶中目標陽台(63 萬戶)、住宅型(15 萬戶)、建物型(22 萬戶)，共達 551MW；其中將以首爾設籍居民為對象，每 3 戶選出 1 戶發放補助金，協助自主裝置太陽光電；且 2018 年起新建建築物皆必須安裝迷你太陽光電設備，並持續對現有公寓發放設備安裝補助金(約安裝費用的 75%)，同時放寬安裝法規等，使整套制度更為完善。

資料來源:張景淳，2019，《2022 太陽城市，首爾》，
https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=2454。

(1)風力發電發展趨勢

為了加速台灣國內風力發電系統的設置與開發，經濟部於 2012 年 7 月公告實施「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」。政府除提供獲選業者示範機組設置費 50%獎勵外，並提供示範風場作業獎勵費用約新台幣 2.5 億元，協助業者完成風場建置之前置作業，加速離岸風力發電開發設置。

另外，台灣經濟部於 2017 年成立了「風力發電單一服務窗口」，專責推動「風力發電 4 年推動計畫」，協助業者追蹤審查進度、排除申設障礙，並由能源國家型第 2 期計畫協助法規之諮詢及整合，由行政院能源及減碳辦公室協助跨部會協調，以帶動各相關部會共同推展各項風電相關政策。

台灣總風力發電整體推動策略將以「短期達標、中長期治本」原則，先達成 2018 年 1,334MW 累計設置量，同時加速行政流程、厚植推動基礎後，進而達成 2025 年累計設置目標 4.2GW，並邁向能源安全、綠色經濟及環境永續等願景。未來技術方針如下：

- a. 由陸域走向海域：在電價躉購費率上，提供足夠誘因，以鼓勵設置離岸風力發電。
- b. 小型風電：提供設置小型風力發電較高電價獎勵誘因，以鼓勵設置小型風力發電。

反觀韓國政府計畫在 2030 年前將風力發電量從 1.2GW 擴大到 17.7GW，2016 年已在濟州島完成第一個離岸風場，並訂定 2030 年 18GW 的風力發電發展目標(包含陸域及離岸風力)，雖然目前其他離岸風場都在規劃階段，但未來離岸風電在風力發電目標所擔任的角色相當重要。韓國風力產業協會表示，風力發電產業是結合重工業與建設土木技術的新產業，所涉及的發電機設計、製作、資源開發等領域，除可開發新能源外，亦能帶動周邊產業之發展，相關技術開發及市場規模也快速擴大，產業市場年平均成長率約達 25%。目前由於海上風力發電比起陸地風力少受空間制約，且發電效率高 9~10%，海上風力發電有較大的發展空間。

除了持續發展太陽能、風力發電與民間合作外，無論是台灣或韓國，近年來都積極研發電動車。台灣經濟部於 2009 年召開電動車跨部會協調會，透過免徵貨物稅、牌照稅或購車優惠等方式，推動電動車發展。未來三年內將推動 10 個示範地點，例如新北市坪林每處可容納 300 輛。在節能減碳的趨勢下，未來電動車將會快速發展。經濟部表示，2015 年台灣電動車輛數累計達 4.5 萬輛，外銷 1.5 萬輛電動車，若再加上電動車零組件，估計電動車可創造出新台幣 1200 億元以上的商機。¹⁵⁵

為了減少空汙，台灣行政院於 2017 年推出「空氣污染防治行動方案」，將分三階段推動全台電動車化。目標於 2035 年、2040 年新售機、汽車全面電動化，並於 2030 年首先達成公務車輛及公車全面電動化之目標；短期內將汰換 1 萬輛市區公車，預計每車補助 400~600 萬元。民眾若購買電動車，目前則有貨物稅及牌照稅的減免。立法院於 2017 年延長貨物稅優惠免徵期限，對於購買完全以電能為動力的電動車輛，包含電動機車、

¹⁵⁵ 經濟部國家標準檢驗局，〈各國電動車推廣現況分析〉，<https://testing.bsmi.gov.tw/wSite/public/Attachment/f1378170220626.pdf>

電動小客車、電動計程車及公共汽車等，並完成新領牌照登記，就可免徵貨物稅（免徵金額以完稅價格 140 萬元為限，超過部分享有稅率減半課徵貨物稅的優惠）。牌照稅方面，立法院也在 2017 年通過使用牌照稅法修正案，電動汽車免徵使用牌照稅期限再延長至 2021 年底，並增訂電動機車 2018 年起同步免徵至 2021 年底。此外，經濟部也透過智慧電動車產業輔導推廣計畫，由法人與輔導廠商共同努力，提升電動車關鍵零組件產品品質，也幫助國內業者打入國際市場。計畫執行多年已累積輔導超過百案，建立起台灣智慧電動車產業供應鏈、創造上千個工作機會。

另一方面，韓國政府 2015 年宣布增加綠能環保車數量的「五年計畫」，加強對全球汽車生產商尾氣排放的審查。根據韓國貿易工業與能源部的計畫，政府的目標是 2016 年到 2020 年五年內，確保混合動力車、電動車和氫燃料電池汽車的銷量占國內汽車銷售比例，從目前的 2% 提高到 20%，或從 2016 年年產 8 萬輛增加到 2020 年的 92 萬輛。根據韓國貿易工業與能源部(Ministry of Trade, Industry, and Energy, 簡稱：產業部)頒布的計畫，希望未來五年內讓汽車排放的溫室氣體減少 380 萬噸，降幅為 11%。「五年計畫」¹⁵⁶預計斥資 1500 億韓元（約 44 億台幣），協助韓國國內車商提升電動車續航力、降低燃料電池車售價。同時，韓國設置的電動車充電站將從目前的 400 座增加到 1400 座，另設 80 個氫燃料電池車充電站。韓國政府今年開始提供消費者補助，並規定政府採購的車隊中至少 25% 不得為內燃式引擎車款。

現代汽車公司(현대자동차)的姊妹公司起亞汽車公司(기아자동차)表示，公司計劃到 2020 年將綠色汽車陣容從目前的四款車型擴大為 11 款，從而提高自身形象並滿足嚴格的排放和燃料能效法規。這兩家公司今年早些時候宣布，從現在起到 2018 年計劃向環保汽車研發項目投資 11.3 萬億韓圓（合 96 億美元），以提升在綠色汽車市場的地位。

¹⁵⁶ 경제 인문사회연구회(2010), 『부문별 녹색성장정책 추진방향 : 요약』, 서울 : 경제 인문사회연구회

V. 結論

世界各國紛紛提出綠能新政，制定完善政策的重要性清楚可見，並積極投入綠色能源產業的研究與發展；另一方面，為了挽救地球暖化的危機，各國政府舉行了一系列國際會議，緊急呼籲簽訂一項全球性條約處理這一問題。1992年6月在里約熱內盧召開地球高峰會議，154國領袖簽署通過「聯合國氣候變化綱要公約」，並於1994年3月21日生效，但這個公約並不被會員國認真執行，全球二氧化碳濃度仍持續上升，因此1997年12月在日本京都舉辦「第三次締約國大會」，並簽署了具有法律效力的「京都議定書」，並於2005年2月16日起生效，規定工業化國家於2008年至2012年的溫室氣體排放量與1990年相比必須減少約5%。2008年世界各國因金融海嘯導致經濟嚴重衰退，主要產業均受重創，因此越來越多國家支持聯合國倡導透過實施「綠色新政」走出經濟陰霾的主張。

綠能產業發展至今，節能減碳及再生能源產業等名詞皆不陌生，而台灣與韓國缺乏自然資源，兩國經濟發展背景或許不同，但都為了帶動整體國家競爭力，在發展綠能產業上不遺餘力，並且都在國際上有了亮眼的成績。在政策制定上，產業政策與公共政策脫離不了關係。

近年來台灣已漸漸增加自我管制性政策型態的數量，希望透過民營化、自由化等措施，逐漸解除管制運動，這也是許多OECD國家正積極推動的目標。依公共政策理論的論述，政策是國家機關、政黨及其它政治團體在特定時期為實現或服務於一定社會政治、經濟、文化目標所採取的政治行為或規定的行為準則；也是一個國家的執政者（包括執政黨及政府）的特定價值取向和策略措施的一個有計畫的實踐活動過程。因此政府的作為與不作為皆屬於公共政策的一種。在綠能政策方面，台韓兩國除制訂規範外，多鼓勵企業及民眾的自我改善，且符合公共政策理論所言，「符合社會目標導向」，卻不可避免政治操作。

2009年起，美國、德國、歐盟、日本、韓國等國，皆於經濟景氣振興方案中特別著重綠能計畫，也為全球綠能產業帶來無限商機。聯合國環境規劃署也於同年2月發表「全球綠能新政」(A Global Green New Deal)，呼籲各國應投入GDP 1%投資於綠色科技，以推動綠色產業之發展並訂定三大目標：一、重振全球經濟、創造就業機會，保護弱勢族群；二、降低碳依賴、生態退化及水資源匱乏；三、推動2025年終結極度貧窮之「千禧年發展目標」。美國投入總經費7,870億美元於再投資計畫，其中666億美元用以發展節淨能源、提升能源效率等；德國投入總經費1,048億美元，並有37億美元投入潔淨

能源技術研發、提升能源效率及節能建築；歐盟委員會提出總額約 44 億美元的能源投資計畫，包括建設沿海風力發電、建設二氧化碳捕捉儲存計畫等，並宣布 2013 年之前投資約 1,280 億美元發展綠色經濟，以促進就業及經濟成長；日本投入總經費 1,540 美元，以發展太陽能、電動車輛及潔淨能源為主，並計畫於未來 5 年內將綠色經濟市場規模擴到至 1.08 兆美元，並對民眾購買節能家電及電動汽車補貼，提供融資金援民間建設風力發電廠等；韓國則投入 381 億美元推動綠色新政，包括整建四大江河、建構綠色大眾交通網、開發綠色汽車、建照綠色房屋等，並宣布五年綠色成長計畫做為其低碳綠色成長願景之中程計畫，並規劃在 2009 年至 2013 年投資經費 836 億美元。全球綠能產業發展持續有新的成果，太陽能、風能，雖然取之不盡，但保留這些能源並轉換成可用的電力除了需要有專業的技術及人員研發生產，政府對於其補助及投資也非常重要。截至目前為止綠能產業發展較好的國家，其政府對於綠能產業也都是大力支持推動。

能源將是未來全球經濟發展最大動力，因此綠能產業為全球各國列為未來經濟發展及成長之重點產業，唯有開發綠能產業及減少能源耗損及氣體排放，方能強化國家競爭力。1960~1970 年代台灣與韓國同為亞洲四小龍，2018 年世界競爭力年報統計，台灣與韓國分別名列第十三名與第十五名，兩個同樣在經濟發展上有亮眼表現的國家，在面對環境變遷及能源問題時，兩國政府皆積極的制定各項政策並投入資金研發屬於自己的新能源產業。因兩國自有能源不足，能源進口高度依賴，兩國政府為促進能源取得方式多元化、提昇自有比率，能源科技研發為必要發展方向，台灣方面又以再生能源、能源新利用及節約能源技術為推動重點。然而學者 William Diebold 所提出產業政策性質的分類，台灣在制定產業政策上，為維持產業結構現況，通常採取限制出口或國內貼補措施，也就是防禦性的產業政策；韓國在產業政策上則偏向自發性產業政策類型，為自發變遷而非應變的政策，擬定各種經濟發展計畫，全國同時或局部地區實施，通常是為了產出原本沒有能力生產的產品或服務，即「創新產業」或進行進口替代。

1998 年台灣召開第一次全國能源會議，自京都議定書生效後，2005 年再次召開第二次全國能源會議，為規劃我國最適產業結構調整，並發展高附加價值且低耗能的產業及技術，達到國內經濟與環境雙贏。2000 年經濟部能源委員會推行再生能源 5 年示範推廣計畫，對於太陽能熱水系統、太陽光電及風力發電產業獎勵補助。2008 年以能源、環保、經濟三贏的政策目標核定「永續能源政策綱領」，同年通過「節能減碳行動方案」，具體實施五大構面節能減碳之措施。2009 年發布「再生能源條例」，推廣再生能源發電總量，同年啟動「綠能產業旭升方案」，目標使台灣能源市場規模效益增大，提升國際競爭力。綠能產業旭升方案推動至 2013 年，台灣綠能產業產已達到新台幣 4,270 億元，較

2008 年增加 167%；就業人數 69,300 人，較 2008 年增加 53,300 人；2008 至 2013 年累積投資額預計為新台幣 3,237 億元。至於台灣國內風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊產業規模不大，技術需要持續精進，政府藉由示範計畫擴大內需，以提供產品測試與驗證、廠商建立實績機會，將可逐步強化廠商研發與製造能力，並朝系統服務業發展。而 2019 年美國商會白皮書指出，台灣目前面臨的能源挑戰為：

- (1) 天然氣雖然目標 50% 以上，但台灣對於天然氣的儲存容量並不夠，建設新的接收站也要很長一段時間後才能完工，由於台灣的天然氣都仰賴進口，一旦天候不佳或是受到軍事封鎖等，將會因為無法適時供應天然氣導致能源斷炊。
- (2) 煤炭 27% 將對台灣的空氣品質與國民健康構成威脅，許多公民團體也有提出廢除煤炭的意見。
- (3) 再生能源規劃為電力的 20%，但是風力跟太陽能並不穩定，它們根本不能拿來做為可靠的電力來源，而智慧型電網與蓄電設施的技術既昂貴又不成熟，加上台灣的惡劣氣候與自然災害也可能使它們面臨無用武之地。
- (4) 天然氣與再生能源的高成本將使台灣電價上漲至少 33% 以上，將對台灣經濟、社會福利、能源供應等產生嚴重的負面影響；電價上漲導致工廠生產成本增加，可能迫使本土製造商不得不將廠房遷移海外，同時也降低外商投資台灣設廠的意願。

白皮書中也建議台灣政府供電應先求便宜穩定，由於台灣主要生產高科技精密工業，無法承擔任何一刻的電力閃失，尤其半導體跟電路板工業等哪怕只要停一秒的電都會造成嚴重傷害，政府應該施行緊急計畫將安全備轉量維持在穩定 15%。另外，電價應回歸市場機制，而不是直接以官僚方式做出公定價格，尤其再生能源明明屬於高價位的東西卻由政府吸收，其實反而間接對納稅人造成負擔，再生能源應交由市場供需法則來決定它們該有的地位，並由台電依據市場行情向民間再生能源電廠購電，才有辦法更鼓勵民間投資與使用。

而韓國經驗顯示，其再生能源蓬勃發展並有朝地區自主性發展的趨勢，對台灣來說，進一步審視能源消費結構與能源轉型也極為重要，否則並不利於再生能源的發展，由本研究可知韓國相當重視能源技術之研發，尤其著力於達到減碳目標，因此台灣應持續增加能源技術研發的補助，降低耗竭性能源依賴。

台灣與韓國均屬能源依存度高的國家，透過能源技術研發與基礎研究的強化，提升國家能源安全實屬重要；此外應將能源價格自由化，讓能源價格取決於市場價格，在價格自由化機制下，使用者藉由設置再生能源所節省之能源費用誘因亦相對較大，利用市

場價格的訊號反應能源的實際成本，才能使人們有誘因轉換能源使用形態與習慣；台灣與韓國再生能源設備獎勵補貼僅限於示範與推廣階段，就初期而言，獎勵補助的確可以降低業者投資風險，提高再生能源使用之意願，但就長期而言，建議還是回歸市場機制，由市場決定最適合發展的再生能源項目，以避免業界隱藏新技術，刻意延滯研發的問題發生。台灣應進行再生能源併網穩定度衝擊因應對策研究，以避免在不同期間內，各項再生能源出力不穩定對電力系統之衝擊，此外強化專業人才培育，進而活絡國內就業市場，落實綠能產業之應用，促使台灣綠色能源邁入新紀元。

2008 年以來，有感國際能源情勢不穩，韓國為兼顧經濟成長、能源安全與永續安全，致力於發展低碳綠色成長之國家願景，於 2009 年成立「綠色成長委員會」，直接隸屬總統管轄，主要推動氣候變遷調適結合綠色經濟成長等相關政策措施，並於 2010 年推行「低碳綠色成長基本法」。依據此法，韓國需公佈國家中長期溫室氣體減量目標，並向下延伸「國家型能源基本計畫」以訂定國家總體能源目標，最終依據供給面與需求面能源政策展開細部規劃。因此，自 2009 年開始，即訂定 2020 年溫室氣體減量目標，並於 2010、2014 年滾輪式檢討修正，最終於 2015 年提交國家自定預期貢獻(INDC)，設定 2030 年將較 BAU 減量 37%，目標排放量由 BAU 782 百萬噸，減量至 536 百萬噸，約較 2010 年減少 20%。在政策制定上，供給面規劃將以增加核電與再生能源比重，及導入 CCS 技術為主；需求面如既往依據各部門特性，制訂相關措施，如持續於工業部門限制溫室氣體排放與能源耗用量之外，亦於運輸部門提出增加生質燃料比例與限制汽車排放標準，住宅部門則建立綠建築標準法規、強化隔熱技術；最後提出，期望藉由國際碳交易市場協助完成 2030 年目標，意即需藉由進口國際減量排放權證(CERs)達到減量承諾。

因韓國各項能源政策彼此互有牽動關係，2015 年 6 月提交國家自定預期貢獻(INDC)後，隨即確認「第七次長期電力供需基本計畫 (2015~2029)」，以延續電力政策規劃，並導入需求面管理，用電量至 2029 年將較 BAU¹⁵⁷減少 14.3%達 6,568 億度，2015~2029 年均成長率 2.1%，而電力供給延續 2014 年國家政策(至 2035 年核電裝置容量占比 29%)目標，規畫增加核電機組至 2029 年將達 36 部，約 38,000MW，並以擴大天然氣使用，減少燃煤發電方式，減少溫室氣體排放。

台灣政府與韓國政府在施行綠色新政上不遺餘力，即使不受到國際公約約束，仍自我約束訂定減碳目標，積極尋找能更節能減碳的方式。韓國政府目標是設立一個完整的執行暨研究中心，每年持續追蹤且定期立訂新的排碳目標，同時結合地方政府及民間力

¹⁵⁷ BAU(Business-as-usual): 指完全不採取任何溫室氣體減量要求的情境下，二氧化碳排放基線。等同於目標年二氧化碳排放減量率的參考基準。

量，向民眾推廣綠能觀念。在產業政策方面，積極提供優良投資環境，增加企業在韓國投資的意願。台灣政府對綠能產業的政策則多在使再生能源達到一定優良的成果，並推廣再生能源發電設備總量、補助節能家電等，但台灣在發展綠能產業最大的技術問題並沒有獲得解決，有關的能源產業及能源開發，以零組件代工或技術跟隨不能當作重要能源產業發展，以進口機組組裝運轉也不能當作新能源的開發，而是要選擇最具有自主優勢與技術潛力的項目。各國發展的綠色能源內容與投資項目策略互有異同，台灣應從眾多投資項目中，選擇具比較利益及國際競爭力的項目，列為投資之選；政府對於關鍵性技術應列為優先且重大投資案，並對外商投資本國綠能產業予以最大援助；增加對家計戶使用節能家電的補助，不僅侷限在大型家電，更應該是擴及一般生活的節能產品等，都將有效提升台灣綠能產業的發展。



參考資料

中文(依注音符號順序)

專書著作:

台灣金融研訓院編輯委員會，2017，《金融挺綠能：綠能科技創新，開啟綠色金融新格局》，台北，台灣金融研訓院。

台灣經濟研究院，2011，《建構低碳綠活社會：全球綠色能源應用推廣案例》，台北，財團法人台灣經濟研究院。

台灣經濟研究院，2011，《發動台灣經濟新引擎—台灣能源挑戰之利基與挑戰》，台北，財團法人台灣經濟研究院。

台灣經濟部能源委員會，2016，《105年經濟部能源局年報》，台北，台灣經濟部。

台灣經濟部能源委員會，2014，《產業技術白皮書；綠能產業政策措施與發展》，台北，台灣經濟部。

林全能、陳昭義、陳俊勳、葉勝年等，2016，《2016年能源產業技術白皮書》，台北，經濟部能源局。

鈴木興太郎、関口末夫、伊藤元重等，1986，台灣經濟研究所編譯，《產業政策與產業結構》，台北：台灣經濟研究雜誌社。

劉華美，2010，《頂尖綠能產業動態 2010-2030 能源科技管理》，台北，五南。

高銘志、蔡岳勳、翁敏航、宋書帆、陳建璋，2013，《再生能源政策與法律概論》，元照。

經濟部能源委員會，2004，《源起不滅：台灣能源發展軌跡》，台北經濟部能源委員會。

丘昌泰，1995，《環保政策叢書(2)台灣環境管制政策》，台北，淑馨。

徐作聖、鍾佩翰、邱瑞淙，2011，《綠色節能產業及應用》，新竹，國立交通大學。

徐作聖，2010，《新興能源產業及發展策略》，台北，華泰文化。

陳維新，2014，《綠色能源》，高立。

陳維新，2015，《綠色能源與永續發展(二版)》，台北，高立圖書。

左峻德，2009，《發掘綠色黃金—能源經濟新契機》，台灣經濟研究院。

財團法人台灣經濟研究院委員組，2014，《國際經貿整合與能源產業發展》，台北，財團法人台灣經濟研究院。

姚鴻成，2017，《韓國 2016 年經濟景氣展望之分析》，中華經濟研究院。

王玉民，1994，《社會科學研究方法原理》，台北，洪葉文化。

Thomas L. Friedman, 2009, 丘羽先譯, 《世界又熱又平又擠：全球暖化、能源耗竭、人口爆炸危機下的新經濟革命》(Hot, Flat, and Crowded), 台北天下。

期刊論文:

台灣工研院產業科技國際策略發展所, 2019, 《2018 年第四季及全年台灣新興能源產業回顧與展望》, ITIS 產業季報。

張景淳, 2016, 《韓國建立國家溫室氣體減量之路線》, 工業技術研究院。

張景淳, 2019, 《南韓新政府之能源政策研析》, 工業技術研究院。

張景淳, 2019, 《從新古里核能機組審議、能源轉型路線圖-看南韓最新能源轉型政策走向》, 工業技術研究院。

陳婉如, 2008, 《南韓 PV 產業與市場》, 光電科技工業協進會。

韓文(依韓文字母順序)

專書著作:

김주태(2013), 『녹색금융』, 서울 경제 경영

경제 인문사회연구회(2010), 『부문별 녹색성장정책 추진방향 : 요약』, 서울, 경제 인문사회연구회

이유봉(2012), 『산업의 녹색기술개발과 표준화를 위한 법제연구-종합 연구 보고서』, 한국법제연구원

대한민국 법제처(2010), 『녹색성장 기본법령집』, 서울 대한민국

KISTEP(2010), 「OECD 한국 녹색장략 분석」, 정책기획실

學位論文:

권혁범(2012), 『한국의 녹색성장을 위한 신재생에너지 발전전략 : 태양광 발전과 풍력발전 성장전략에 관한 연구』, 한국산업기술대학교 지식기반 에너지정책 대학원 박사학위논문

이명식(2010), 『녹색성장 시대의 지속 가능한 한국 녹색산업의 발전 방향 : 주요국과의 비교분석을 중심으로』, 고려대학교 경영정보대학원 석사학위논문

김수경(2014), 『녹색산업의 유형별 지역경쟁력 및 영향요인에 관한 연구 : 신재생에너지산업과 탄소저감산업을 중심으로』, 한양대학교 도시개발 경영·교통학과 석사학위논문

한재각(2015), 『한국 에너지정책과 전문성의 정치』, 국민대학교 대학원 사회학과 박사학위논문

英文

F. Gerard Adams & Lawrence R. Klein(1983), *Industrial policies for growth and competitiveness*

Gary H. Koerselman, P. Lang(1987), *The Lost Decade: A Story of America in the 1960's*

Heejin Han(2015), *Authoritarian environmentalism under democracy: Korea's river restoration project*

Hoseok Kim, Eui-soon Shin, Woo-jin Chung(2011), *Energy demand and supply, energy policies, and energy security in the Republic of Korea*, Energy Policy

Li-Fang Chou and Liang-Feng Lin(2012), *Low Carbon Policy and Development in Taiwan*.

Pan Suk Kim(2012), *Advocacy Coalitions and Policy Change: The Case of South Korea's Saemangeum Project*

Lih-Chyi Wen and Chun-Hsu Lin(2014), *The Effect of Global Green Economy on Taiwan's Environment-Related Goods Export*, The Center for Green Economy, Chung-Hua Institution for Economic Research

Mei-Fang Fan(2006), *Environmental justice and nuclear waste conflicts in Taiwan*

Fumikazu Yoshida, Akihisa Mori (2015), *Green Growth and Low Carbon Development in East Asia*

Oxford Institute for Energy Studies(2016), *Oil Price Shocks*

Taehwa Lee, Taedong Lee, Yujin Lee(2014), *An experiment for urban energy autonomy in Seoul: The One 'Less' Nuclear Power Plant policy*, Energy Policy

網路資料：

科技政策研究與資訊中心：<http://pride.stpi.narl.org.tw/>

經濟部能源局：<https://www.moeaboe.gov.tw/>

台灣環境資訊中心：<http://e-info.org.tw/>

綠能趨勢網：<https://www.energytrend.com.tw/>

國立政治大學綠色能源財經研究中心：<http://green.nccu.edu.tw/>

BP 世界能源統計年鑑，2016 年 6 月：<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>

中華民國經濟部能源局（2010），能源發展綱領政策評估說明書草案：

<http://www.tri.org.tw/energy/Web%20information/2/2-1.pdf>

BP 石油公司，BP 世界能源統計年鑑：<https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf>

中華民國經濟部能源局（2010），能源發展綱領政策評估說明書草案：

<http://www.tri.org.tw/energy/Web%20information/2/2-1.pdf>

APEC 能源國際合作資訊網：<https://apecenergy.tier.org.tw/>

綠能產業資訊網。〈太陽光電產業簡介〉，《綠能產業資訊網》，

<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/Domain>

綠能產業資訊網。〈生質燃料產業簡介〉，《綠能產業資訊網》，

<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/Domain/domain-4.aspx>

綠能產業資訊網。〈風力發電產業簡介〉，《綠能產業資訊網》，

<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/Domain/domain-3.aspx>

經濟部能源局，1996/7 /25，〈台灣地區能源政策及執行措施表〉，《經濟部能源局》，

<http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/PoMain.aspx?PageId=executepolicy>

經濟部能源局，2007，〈2006 年全國能源會議結論具體行動方案〉，《經濟部能源局》

<http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/98EnergyMeeting/MeetingMain.aspx?pageid=mainfram>

[d=mainfram](http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/98EnergyMeeting/MeetingMain.aspx?pageid=mainfram)

經濟部能源局，2011，〈能源供需表〉，《能源統計年報》，

[http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_year/main/EnergyYearMain.aspx?PageId=](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_year/main/EnergyYearMain.aspx?PageId=default)

[=default](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_year/main/EnergyYearMain.aspx?PageId=default)

Central Intelligence Agency：<https://www.cia.gov/>

U.S. Energy Information Administration：<https://www.eia.gov/>

International Energy Agency：<https://www.iea.org/>

한국녹색산업진흥협회：<http://www.kgipa.or.kr/>

한국녹색산업개발원：<http://kgidi.tistory.com/>

한국에너지공단：www.kemco.or.kr/

한국에너지기술연구원：<http://www.kier.re.kr/>

한국원자력연구원：<https://www.kaeri.re.kr/>

한국원자력안전기술원：<http://www.kins.re.kr/>

에너지경제연구원：www.keei.re.kr/

대한민국 산업통상자원부：www.motie.go.kr/