

南 華 大 學

國際事務與企業學系亞太研究碩士班

碩士論文

台灣與日本綠能產業政策之研究

A Study of Green Energy Industrial Policies in
Taiwan and Japan



研究生：劉邦松

指導教授：劉華宗博士

中華民國 104 年 6 月 30 日

南 華 大 學

國際事務與企業學系亞太研究碩士班

碩 士 學 位 論 文

台 灣 與 日 本 綠 能 產 業 政 策 之 研 究

A Study of Green Energy Industrial Policies in Taiwan

and Japan

研究生：劉邦松

經考試合格特此證明

口試委員：

劉華宗
林壽年
張心怡

指導教授：劉華宗

系主任(所長)：張心怡

口試日期：中華民國 104年 6 月 30 日

謝誌

在論文完成的此刻，心中充滿無比的感恩。首先感謝我的指導教授劉華宗老師，在論文寫作過程中非常有耐心的指導與鼓勵，使得我更有信心面對挑戰，在此致上無比的感謝。同時也感謝論文口試委員張心怡系主任及中正大學林泰和教授，因為有兩位教授的指導並提供寶貴意見，讓論文更為完整。

此外，感謝產業界各先進們，謝謝你們提供業界的看法及資料，讓我有足夠的資料完成論文寫作，也希望你們公司的新技術，能讓台灣更美好。謝謝南華大學政策所及亞太所各位師長的引領與督促，讓我未來的目標更明確；謝謝同學們學習過程的相互勉勵，雖然相聚時光短暫，但卻美好，衷心感謝。



劉邦松 謹誌

中華民國104年7月

摘要

由於人類過度使用地球資源，使得生態環境改變與氣候變遷，常常造成非常巨大的損失，因此世界各國積極發展新能源，強調節能減碳與能源來源多元化，各國制訂新能源政策的最主要目的是減少對石油的依賴，積極發展風力發電、太陽能發電、水力、生質能、地熱能和海洋資源等新能源，逐步降低一次性化石能源在能源消費結構中的比重。

日本的國內自產能源有限，需仰賴國外進口大量的原油、煤及天然氣，而2011年福島核災後其電力產生缺口，面臨核電存續問題，日本政府對能源政策進行全面性及系統性檢討，重新研擬綠能產業政策，以符合民間及產業的需求。台灣的能源供應來源與日本相似，故日本在經歷福島核災後面臨的能源課題及因應方式，值得我國借鏡與擬定重要能源政策之參考。

關鍵字：風力發電、太陽能發電、節能減碳、綠能產業、產業政策

Abstract

Excessive use of the earth because of human resources, resulting in changes in the ecological environment and climate change, often resulting in huge losses, so the world actively develop new energy, carbon reduction emphasizes diversification of energy sources with the countries to develop a new energy policy is the main purpose reduce dependence on oil, the positive development of wind power, solar power, hydro, biomass, geothermal and marine resources, new energy, and gradually reduce the proportion of disposable fossil fuels in the energy consumption structure.

Japan's domestic production of energy is limited, you need to rely on foreign imports large quantities of crude oil, coal and natural gas, while the 2011 Fukushima nuclear disaster of its power generation gap, the existence of the problem faced by nuclear power, the Japanese government for a comprehensive energy policy and a systematic review re-elaboration green energy industry policy to meet the needs of the people and industries. Energy supply sources in Taiwan and Japan wanted to like, so the Fukushima nuclear disaster in Japan has experienced facing energy issues and respond the way, it is worth to learn from and develop an important reference for our energy policy.

Key words: wind power, solar power, carbon reduction, green energy industry, industrial policy

目錄

謝誌	I
中文摘要	II
Abstract	III
目錄	IV
圖目錄	VI
表目錄	VIII
第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 文獻回顧	5
第三節 研究架構	7
第四節 研究方法與研究限制	8
第五節 能源、綠色能源與綠能產業定義	10
第二章 相關政策理論探討	14
第一節 政策科學運動的發展歷程	14
第二節 公共政策理論	20
第三節 產業政策理論	25
第四節 能源政策	29
第三章 台灣與日本綠能產業發展	31
第一節 台灣與日本能源產業概況	31
第二節 台灣風力發電與太陽能產業發展	41

第三節	日本風力發電與太陽能產業發展-----	52
第四章	比較台灣與日本綠能產業政策-----	63
第一節	比較台灣與日本風力發電產業政策-----	63
第二節	比較台灣與日本的太陽能產業政策-----	86
第三節	雁行理論再修正-----	103
第四節	頁岩氣對綠能產業之衝擊-----	106
第五章	結論-----	110
第一節	研究發現與成果-----	110
第二節	研究建議-----	110
參考文獻	-----	112
中文書目	-----	112
英文書目	-----	117



圖目錄

圖 1-1	本研究架構圖-----	7
圖 2-1	公共政策範圍-----	23
圖 3-1	1996 年至 2011 年台灣能源供給來源（自產與進口別）-----	31
圖 3-2	1950 年至 2011 年台電發電量組成結構比例-----	32
圖 3-3	2011 年台電發電量組成結構比例-----	32
圖 3-4	綠色能源旭升方案發展布局-----	34
圖 3-5	綠色能源躍升計畫策略與目標-----	37
圖 3-6	國內風力發電產業供應鏈-----	42
圖 3-7	國產風力機-----	42
圖 3-8	國內風場投資額-----	45
圖 3-9	國內太陽能光電產業鏈-----	46
圖 3-10	國內太陽光電系統設置目標規劃-----	51
圖 3-11	日本風力發電歷年新增裝置量-----	58
圖 3-12	2011-2012 年日本家用太陽能補貼制度縣市別申請戶數比較-----	62
圖 4-1	「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」推動時程規劃-----	68
圖 4-2	一期風力發電設置情形統計表-----	70
圖 4-3	二期風力發電設置情形統計表-----	70
圖 4-4	台電風機近五年運轉情況-----	71
圖 4-5	台電公司 2012 年度風力發電量月分佈情形-----	71
圖 4-6	全球風力發電導入量(2004 年-2013 年)-----	72
圖 4-7	世界各國風力發電導入量(2004 年-2012 年)-----	73
圖 4-8	2014 年電力公司裝量統計-----	73
圖 4-9	日本風力生產機組容量比較-----	74
圖 4-10	日本風力資源分布-----	75

圖 4-11	再生能源發展基金運作機制-----	78
圖 4-12	太陽能光電一期計畫設置情形統計表-----	87
圖 4-13	日本太陽能光電國內市場成長趨勢-----	91
圖 4-14	日本太陽光電系統應用類別比重-----	91
圖 4-15	日本住宅用太陽光電市場規模（導入件數）-----	92
圖 4-16	日本太陽光電餘電收購制度-----	100
圖 4-17	赤松要古典雁行理論示意圖-----	104
圖 4-18	頁岩氣革命對全球的影響-----	106



表目錄

表 1-1	國內以日本與台灣綠能產業政策為研究之相關論文文獻-----	5
表 1-2	能源的定義-----	11
表 1-3	綠色能源的分類-----	12
表 1-4	綠能產業的範疇-----	13
表 2-1	政策科學的特徵-----	15
表 2-2	政策科學運動興起背景之社會哲學思想主義-----	16
表 2-3	政策科學運動興起背景之社會改革運動批判表-----	17
表 2-4	政策科學運動發展時期-----	18
表 2-5	公共政策定義-----	21
表 2-6	產業政策體系-----	26
表 2-7	產業組織政策內容-----	27
表 3-1	2012 與 2013 年全球太陽電池產量前十大廠商-----	49
表 3-2	國內太陽光電產業關鍵技術研發項目-----	52
表 3-3	全球風力發電累計裝置量前十名國家-----	55
表 3-4	日本再生能源電力收購價格-----	56
表 3-5	日本 2012 年 4 月~ 10 月再生能源開始運轉設備容量-----	57
表 3-6	日本 4 項再生能源的裝置量目標(單位:MW)-----	60
表 4-1	我國風力發電推廣目標及時程規劃(單位:MW)-----	67
表 4-2	風力發電離岸系統示範獎勵辦法評選標準表-----	68
表 4-3	各再生能源別台電配合目標與設置年限(單位:MW)-----	69
表 4-4	日本歷年風力發電機裝置情形-----	72
表 4-5	日本再生能源政策時程規劃-----	80
表 4-6	日本再生能源 FIT 制度-----	81
表 4-7	風力發電離岸系統示範獎勵辦法查核點及撥付比例-----	85

表 4-8	日本太陽光電補貼政策變化-----	90
表 4-9	日本住宅用市場各區塊發展情境之太陽能光電市場預估-----	92
表 4-10	日本發展太陽能產業所面臨的挑戰資料來源-----	93
表 4-11	日本實行太陽光電餘電收購費率表-----	95
表 4-12	台灣太陽能產業 SWOT 分析-----	97
表 4-13	日本實行太陽光電餘電收購費率表-----	101
表 4-14	日本太陽光電設置補助與稅收抵減制度-----	101
表 4-15	台灣與日本能源供需與研發投入現況比較-----	102



第一章 緒論

從計畫興建至今長達 34 年、總投資金額超過 3000 億元的核四，至今仍未運轉。但其實，台灣必須面對的能源問題，核四只是其中之一。在核四背後，是台灣未來電力該從哪裡來，會不會缺電，才是更關鍵的。2011 年 3 月 11 日的福島核災震驚世人，同年的 6 月德國隨即宣佈提前廢核，2022 年終結核電，廢核速度領先各國，還訂出 2050 年能源結構全面轉型為再生能源的時間表，令全球環保人士大為振奮。2014 年 3 月 8 日台灣上演有史以來規模最大的反核遊行，全台有 20 萬人上街吹響反核號角，由此可知政府的能源政策必須有新思維。

日本天然資源匱乏，石油、煤炭及天然氣等主要能源資源自產量僅占總能源需求量的 4%，所需石化能源大都依賴進口，使得其能源安全處於極大的風險之中。台灣與日本同樣都是島國，在日本福島核災之後，都面臨限電危機與核電廠是否安全的問題，再加上近年來新興國家崛起，造成全球性能源供需不穩定，日本與台灣政府陸續規劃制定再生能源戰略，並積極制定相關法律，明確規定鼓勵發展和利用再生能源，以及進行能源政策與能源技術之開發研究，以確保能源安全、經濟效率與環境保護的均衡發展。台灣政府於 2009 年啟動「綠色能源產業旭升方案」，訂定 2015 年綠能產業產值達兆元目標，成立綠能產業服務辦公室，協助推動綠能產業發展之五大策略，將厚實我國綠能產業發展利基與國際競爭力，並帶動綠能產業之發展與就業機會（經濟部能源局，2009）。

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

國內民生議題-電價調漲案，台電公司 2013 年 10 月 1 日起實施第二階段電價調整，住宅用戶每個月用電量在 500 度以下不調漲，並新增 1001 度以上超高用量住戶的級距，漲幅為 7%到 10%；而在商業用電方面，小型商業每月用電量 1500 度以下不予調漲，中大型商業和各型工業的調幅則是原訂調幅打 9 折，也就是漲

幅為 10.4%到 12.2%。民眾憂心，國際油價常因國際局勢緊張及市場對中東石油供應的擔憂升級而水漲船高，油電齊漲引發新一波物價上漲，此外不僅電價漲，2014 年 1 月 1 日交通部核定調漲高鐵票價及離島機票，民怨沸騰再次爆發，又核四爭議不休、政府無法有效解決這些問題，是否能透過發展綠能產業而間接舒緩能源及缺電的壓力？此為本研究動機之一。

據瑞士洛桑國際管理學院（IMD）2014 年發布的世界競爭力年報，台灣在運用綠色科技創造優勢潛能評比的全球排名為第 6，優於新加坡的 14 名、南韓 15 名，以及香港的第 31 名，亞洲排名則是第 2，僅次於日本，顯示台灣綠色科技能力已獲世界肯定(大紀元報，2014)。各項綠能產業中以太陽能光電與 LED 照明光電規模最大，現有國內供應鏈發展完備，廠商家數多。風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池與能源資通訊等，雖然處於產業發展初期，不過廠商數逐漸增加，未來成長潛力大。

太陽能光電產業發展現況方面，我國太陽能光電產業以製造業為主，主要生產矽晶太陽能光電產品，整體產業鏈建置完備，目前以下游系統應用與週邊組件家數最多，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，產量僅能供應少數廠商，多數仍需仰賴國外進口。矽晶圓為國內產量大的太陽能光電產品，主要生產之多晶矽晶圓，以供應國內太陽能電池廠商生產所需，但仍無法滿足所有業者需求，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。

LED 照明光電產業方面，我國 LED 照明光電產業採行垂直分工模式，絕大部分廠商僅經營產業鏈之一部分。上游磊晶、晶粒性能品質優異，由於廣泛使用於背光與照明產品，所以成為國內封裝廠主力產品，部分技術優異廠商則具備高功率元件製造能力，我國為液晶面板重要生產國，背光模組需求量大一直是國內元件廠主要經營市場，不過隨中大尺寸液晶面板成長飽和，所以國內封裝廠商也依循國際大廠模式，積極耕耘照明事業版圖，搶攻商機。LED 照明模組業務 2008

年起受惠於面板廠逐步導入 LED 背光，帶動 LED 照明光電產值大幅成長，不過 2010 年起韓國與中國大陸廠商積極擴產，造成元件供需失衡與價格下跌，於是產值成長幅度縮小，供過於求促使中國大陸與韓國廠商於 2012 年暫停擴產計畫，元件供需失衡狀況較為改善。2013 年國際照明大廠如 CREE、OSRAM 相繼推出低於 10 美元之 LED 燈泡，可望引領 LED 燈具替換傳統燈具風潮，幾乎取代傳統 CCFL 背光，以及 LED 車燈、植物工廠、手機用 LED 閃光燈等新應用陸續商業化，2013 年預期我國 LED 照明光電產業產值將可持續維持成長態勢。我國 LED 元件產量與韓國並列為 LED 背光主要供應國，產業已具備堅實基礎，LED 照明市場興起提供國內廠商發展自主品牌機會，由於品牌產品銷售之利潤較佳，將是 LED 產業轉型發展契機。

風力產業方面，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，容量有一定限制，更大機組基本上應用於離岸風場。國內風力機設備及上中下游產業供應鏈已漸趨完整，但是現有風場之設備及備品等仍以進口為主。目前廠商多為零組件業者，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。國內廠商東元電機於 2010 年完成國產第 1 台大型風力機組，使我國成為世界少數大型風力機設備製造國，並獲得國際認證，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。台灣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，將於 2015 年之前完成首座離岸風電系統建置。

國際學者 Fujita and Hill 研究戰後亞洲國家經濟快速成長及產業結構變遷之現象，認為亞洲國家雁行理論的經濟發展型態(Fujita and Hill, 1997)，是以日本為雁頭，其次為東亞新興國家（包含南韓、台灣、香港、新加坡），接續其後的是中國大陸與東協各國（包含印尼、馬來西亞、菲律賓、泰國等）。也就是說日本先發展西方國家將喪失競爭力的產品，當日本發展到技術成熟，加上生產要素也產生變化時，這些產品在日本的競爭力開始轉弱。接著東亞新興國家（包括台灣、韓國等）藉自日本移轉技術或自行開發，開始生產這些產品生產。同樣地，當東亞新興國家發展成熟後，這些產品又移至更落後的國家發展。在此同時，日本產業升級到另一個新的層次，東亞新興國家生產的層次也升級，呈現出很有秩序發展，這就是雁行理論發展模式。此發展過程的重點是日本永遠居於領先地位，日本不但不擔心台灣和韓國等緊追在後，而且會因為台灣和韓國等發展愈好，需更多日本零件和原料，創造更多日本的貿易順差。這個理論主宰了日本產業學界對於產業發展模式的思維，然而在台灣與日本的綠能產業中，是否也存在著雁行理論的經濟發展型態?此為本研究動機之二。

美國頁岩氣的擴大開採，已經引發天然氣市場價格的滑落，進而造成發電方式的替代，頁岩氣的快速發展與價格破壞，改變了當前能源供給的版圖，既然頁岩氣那麼便宜，為什麼日本、台灣甚至許多先進國家還要發展綠能產業呢? 是環境因素的爭議?還是開採頁岩氣會造成地質、水質、洩漏的甲烷氣等環境問題?亦或是頁岩氣輸送危險或困難呢?此為本研究動機之三。

二、研究目的

綜合以上所述，本研究具體之研究目的如下：

- (一)經由相關檔案文件分析尋找台灣綠能產業的限制與缺陷及解決、改進方法。
- (二)分析日本與台灣在綠能產業方面是否有明顯雁型理論存在。
- (三)藉此研究分析提供台灣政府借鏡日本政府的經驗，為台灣發展綠能產業之參考依據。

第二節 文獻回顧

本節旨在探討本研究的相關文獻，以綠能相關議題進行研究，共整理 20 篇如下：

表 1-1 國內以日本與台灣綠能產業政策為研究之相關論文文獻

序號	年份	研究者	研究題目	研究重點摘要
1	2003	大澤順子	日本能源政策之研究	本文問題意識在於探討日本能源政策至今是如何推動的，以及日本能源政策之未來動向如何？
2	2008	葉秋蘭	日本能源安全戰略之研究	如何確保日本能源的安定供給，成為日本經濟發展以及國家安全中最重要一環。
3	2009	杜逸龍	風力發電機發電量之推估	氣候變遷，使人們開始尋找不具污染性的再生能源來替代石化燃料。
4	2009	廖崇志	太陽能光電設備產業競爭力分析：以德國、日本、台灣為例	探討太陽能產業在政府政策扶持之下，日本及德國如何成為全球太陽能產業的龍頭。台灣太陽能產業如何利用本身的資源與競爭優勢。
5	2010	戴德炫	風力發電機成本效益評估研究：以春風發電機示範系統為例	本研究主要探討風力發電機的成本效益評估。
6	2010	王佳雯	初探日本新能源整體法律架構與政策發展	本文以研究評析日本的能源政策藉以檢視台灣能源政策現況
7	2010	蔡麗敏	全球太陽能光電產業技術與市場預測	研究之內容除技術發展之預測外，同時針對市場部分進行研究。
8	2011	楊輝雄	綠能產業在金門地區開發可行性分析	本研究透過資料整理及訪談，得出研究結果認為金門有發展成為綠能島之潛力。
9	2012	胡榮裕	市場與技術特性對太陽能光電產業發展之影響——以日本太陽能光電產業為例	本研究探討太陽能光電產業市場與技術特性對於太陽能光電市場發展的限制，以及在這些限制之下日本政府的因應措施
10	2012	柯佩姍	台灣與新加坡綠能產業政策之比較	各國紛紛制定綠能新政，發展可再生能源，推廣綠能產業，喚醒人類的環保意識，宣導節能減碳教育。

11	2012	安德雷	加勒比海地區開發中國家發展風力發電之經濟評估：以聖文森的風力發電場計畫為例	匯總到聖文森特和格林納丁斯（SVG）總戶數的價值收益可達530萬美元，與風力電場的初始安裝成本極為接近。
12	2013	葉師辰	我國推動綠能汽車政策之研究：政策行銷的觀點	目前，全球暖化的問題絕大部分來自我們所使用的汽車上。因此關注我國綠能汽車政策的推動，乃是身為優良地球公民首要優先注意的。
13	2013	林宜慶	二氧化碳排放、核能消費、可再生能源消費與經濟成長之關聯性分析-台灣實證研究	當政府決定能源政策時，必須先了解能源與經濟成長跟二氧化碳排放之間的因果關係，將能源分為核能跟可再生能源來進行細部探討
14	2013	吳尚宣	研發投入與績效對綠色能源產業股價的影響	就綠色能源產業現階段而言，技術的研發與產品的創新決定了產業是否具競爭力的關鍵因素，故本研究對象以綠色能源七大產業為主。
15	2013	朱奕豪	花蓮地區發展綠色能源社區是否可行之探討	本文評估綠色能源發電是否可以成為花蓮解決長期缺電的問題以及與環境生態取得平衡的新方案
16	2013	鄭宇真	公司治理與供應鏈連結效能－以綠色能源產業為例	探討公司的信用風險不同時，公司治理的監督效果，對綠色能源企業與供應商及顧客連結效能的影響。
17	2013	曹哲瑋	專利趨勢分析－以綠色海洋能源科技為例	海洋再生能源因具有「就地取材、因地制宜」之優點，已被認為是未來最具開發潛力的能源之一。
18	2014	林怡秀	研發支出對企業經營績效的影響	本研究以綠能產業為對象，探討研發支出對企業經營績效的影響。
19	2014	張育萱	再生能源與環境監控系統	發展潔淨的再生能源以取代部分能源需求是國際間改善溫室效應的重要措施，但是如何了解再生能源與環境因子間的關係，以提升再生能源的生產效率是值得分析的課題。
20	2014	張傑瑜	太陽能節能玻璃建築之節能與環境效應研究	太陽能節能玻璃具有維持室內舒適的效果，減少空調耗能，並且在使用空調上可以減少所消耗的能源，故太陽能節能玻璃是為節能減碳的良好建材。

資料來源：華藝線上圖書館，筆者自行彙整

由上述所列各篇論文之主要摘要及重點分析之後可以發現，其中以綠能政策與應用相關研究共有 7 篇(張育萱，2014；林怡秀，2014；曹哲瑋，2013；鄭宇真，2013；吳尚宣，2013；柯佩姍，2012；楊輝雄，2011)，而以太陽能產業相關的研究共有 4 篇(張傑瑜，2014；胡榮裕，2012；王佳雯，2010；廖崇志，2009)，而以風力發電相關的共有 2 篇 (杜逸龍，2009；戴德炫，2010)，而以日本能源相關的

研究共有 3 篇(王佳雯，2010；葉秋蘭，2008；大澤順子，2003)，其它有關節能減碳的有(林宜慶，2013)，有關綠能汽車的有(葉師辰，2013)，有關地方綠能社區發展的有(朱奕豪，2013)。歸納現有文獻之後，發現有關綠能產業探討的論文從 2009 年之後快速增加，此外並未發現專門探討日本與台灣風力及太陽能發電的情形，故筆者針對日本與台灣風力及太陽能發電進行研究探討。

第三節 研究架構

一、研究架構

本文研究架構首先從全球綠能產業興起的背景、現狀做為開端，接著探討日本與台灣產業發展史，兩國在地理環境及能源安全上有許多的相似之處，以現況而言，兩國綠能發展都具有一定的競爭力，也開始逐漸獲得綠色能源所帶來的經濟效益(Yonk et al，2013)。然而日本與台灣的綠能有許多不同之處，本研究藉由許多個案分析來比較日本與台灣政府在綠能產業上政策的不同之處。筆者將其製作成一個架構圖。(如圖 1-1)

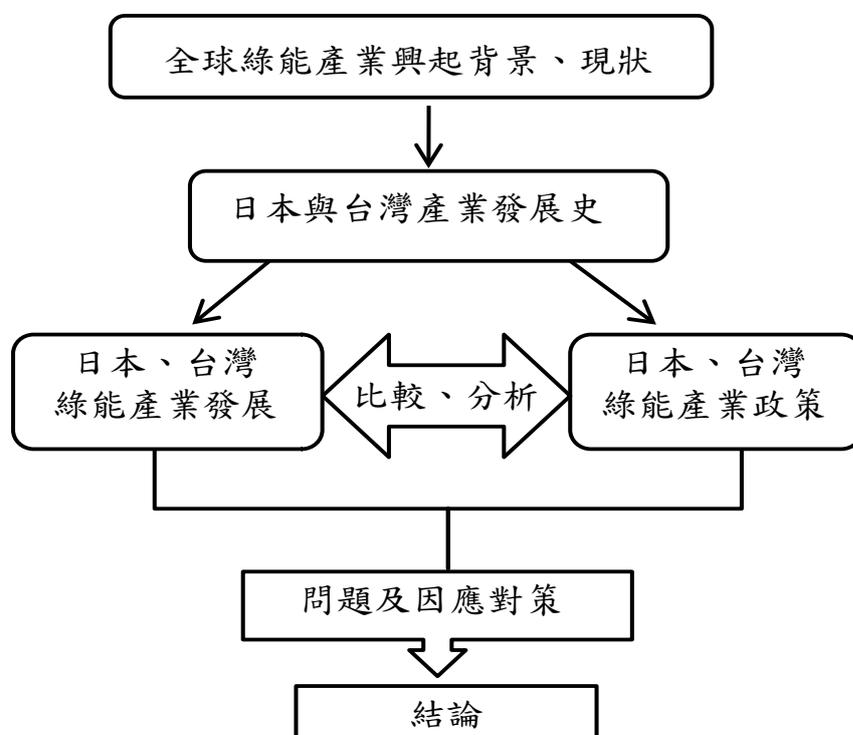


圖 1-1 本研究架構圖

第四節 研究方法與研究限制

一、研究方法

本研究所採用的研究方法，屬於社會科學中的質性研究（qualitative study），主要採用歷史研究法、內容分析法與比較分析法，來進行各種資料蒐集、內容分析與比較。本文將以歷史研究法研究綠能產業發展歷程，以內容分析法研究台灣與日本政府對綠能產業的政策擬定與執行經過，最後以比較分析法探討台灣與日本綠能政策之差異。

(一)、歷史研究法（Historical method）

在本研究中「歷史」不是「沿革」之意，也並非很嚴肅的指某一問題的歷史，而是指該問題發生及演變的歷程，具有長時性研究的性質；藉由分析與該問題有關的現有資料，歸納出可供解釋與預測的理論。強調任何現象長時期以來會有歷史重演的情形，某一種現象，在經歷某一時期後會重複出現，故可「鑑往知來、判今見古」，了解某一現象的因果，可預測其未來的發展趨勢。了解歷史將可幫助我們避免重蹈前人覆轍，或以傳統、狹窄與膚淺的方式來審視目前的環境(王玉民，1994)。

經由歷史分析法，配合全球經濟發展歷史過程來看，可以發現人類工業化的同時，不僅改變地球生態，更威脅我們的生存空間，能源安全問題促使各國政府積極找尋解決之道，藉由歷史分析台灣與日本風力發電與太陽能發電興起的原因，以及執行過程中發生哪些重要的事；另一方面，本研究也將陳述日本政府及台灣政府在制定綠能產業政策時的時空背景。

(二)、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(王玉民，1994)。

在研究過程中，透過「內容分析法」分析政府的公開資料（行政院公佈之能源政策白皮書、經濟部能源局資料、再生能源條例、日本政府所公佈的日本節能減碳之調查研究報告及日本經濟產業省公布的研究報告等），透過蒐集、整理與研究可以找出日本政府及台灣政府對「綠能產業」政策實行的目標，由政府公佈的產業資訊，對兩國政府在綠能產業政策實行後的成果做研判，了解兩國政府在實施不同政策之下，是否能找出更有效率的方法。

(三)、比較研究法 (Comparative method)

比較研究法經常與歷史分析法合稱「歷史比較法」，在原理與實作上並無明顯區分，僅在分析的過程中，有些作法上的差異。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。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(王玉民，1994)。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(王玉民，1994)。

本研究透過「比較分析法」分析日本與台灣的綠能產業政策，在近幾年能源危機以及廢核意識抬頭情況下，日本與台灣皆積極發展綠能產業，本研究將蒐集到在日本及台灣政府機關所公佈的綠能產業政策以及現況做比較，期待能達到「截其之長，補己之短」之效。

二、研究限制

本文討論日本與台灣綠能產業中的風力發電與太陽能發電，針對產業界與政府部門的合作關係與最新進展作研究，以下是研究過程中所產生的研究限制：

(一)在資料蒐集上，主要為專書、期刊、論文、電子媒體資料、官方文件。雖廣泛蒐整及深入研析資料，惟仍可能會有闕漏之處。

(二)本研究主要以綠能產業的風力發電、太陽能發電為研究對象，未來可能會有其他綠色能源更加具有開發效益。

(三)本研究主要探討台灣與日本政府制定的綠能政策以及兩國綠能產業之比較，隨著綠能產業科技持續進步，其他國家可能會有令人意想不到的新技術或政策。

第五節 能源、綠色能源與綠能產業定義

本節主要說明能源的定義、種類，為何要發展綠色能源、綠色能源的種類以及綠色能源的發展趨勢。

一、能源定義

能源其實就是一種資源，如土地、農產、漁產、林產、礦產、提供氧氣的植物，能用來發電的油、煤、風、水、核能、地熱、太陽能等，通通都是能源的由來。王革華依能量根本蘊藏方式的不同將能源分成三類(王革華，2008：3-4)：

1. 太陽能：為人類目前使用的能量主要來源，有「能源之母」的說法，除了直接利用太陽的輻射能外，還間接的使用太陽能源。例如使用最多的煤、石油、天然氣的化石資源，是千百萬年前的動物食用了在陽光照射下行光合作用而形成有機根莖的綠色植物，遺骸在長時間的地質變遷中形成的。由於有太陽的能量，因此地球上的風能、水力發電、海洋能量、地熱等能源才能夠生生不息。

2. 地球本身的能量：主要是以熱能的方式展現，常見的有火山岩漿、火山爆發、地熱、放射性元素。

3. 地球和其它天體引力相互作用形成的能源：根據萬有引力三大定律，地球、

月球與其他星體會有引力交互作用，常見的潮汐就是其中之一，我們可以利用潮汐的位能轉換成動能。在日常生活常見的，稱為一次能源，如石油、煤炭、天然氣、地熱、風能等。為了滿足生活需要，我們將一次能源經過加工轉換成容易輸送、分配和使用的能源稱為二次能源，如燃料、電力、蒸氣等，是為有效能的使用能源，這是將其分成一次能源與二次能源相對比較來分類。表 1-2 將能源做了上述的分類。

表 1-2 能源的定義

能源分類	一次能源		二次能源
	常規能源	非常規能源	
可再生能源	常規能源是指技術上已經成熟、已大量生產並廣泛利用的能源，如化石燃料、水力等	非常規能源指正在開發、尚未大量生產和廣泛利用的能源，如海洋能、生物質能等。	二次能源是由一次能源直接或間接加工轉換而成的人工能源，如電能、熱水、蒸汽、壓縮氣、石油製品、煤製品、酒精、氫氣、沼氣、合成燃料、鐳射等。
不可再生能源	不能重復產生的自然能源稱為非再生能源，如化石燃料、核燃料、地熱等。		

資料來源：(陳立誠 ， 2015 : 9-16)

二、綠色能源定義

一般而言，政府部門對於綠色再生能源的定義是指能夠藉由自然界的循環以產生源源不絕且不會造成環境污染的能源，由此可知，綠色能源包括風力能、水力能、太陽能、海洋能、地熱能、生質能和氫能，也可以稱之為再生能源，同時

也包括設計為提高能源利用效率的技術。

(一)再生能源：是可持續的能源供應，以滿足目前的需求，又不損害未來後代滿足他們的需求的能力。促進可持續能源的技術，包括可再生能源，如水電，太陽能，風能，波浪能，地熱能，潮汐能等。

(二)節約能源與提升能源效率：常見的包含有熱電聯產(CHP)、有效能源利用熱泵、綠色建築、微型發電、被動式太陽能建築設計、可持續交通系統、碳中性燃料、電動車/綠色汽車、插電式混合動力汽車等。

表 1-3 綠色能源的分類

		說明	
綠色 能源	再生能源	太陽能	太陽能的利用有被動式利用（光熱轉換）和光電轉換兩種方式。主動式太陽能技術，包括利用太陽能光伏板和太陽能集熱器儲存能量。
		風能	風力發電機利用風能可以轉變成機械能，再將機械能轉成電能，現代的風力發電機一開始係由丹麥研究進入商業運行，起始於 1970 年代後期的石油危機。
		地熱能	地熱能是由地殼抽取的天然熱能，這種能量來自地球內部的熔岩，並以熱力形式存在，是引致火山爆發及地震的能量。
		海洋能	海洋能源（有時也簡稱為海洋能）是指由海浪、潮汐、海水鹽度的和海洋溫度的差異產生能量。海洋能是一種新興技術，地球上的海洋運動提供龐大的動力量或運動中的能量。
		生質能	生物質能是指能夠當做燃料或者工業原料，活著或剛死去的有機物。生物質能最常見於種植植物所製造的生質燃料，或者用來生產纖維、化學製品和熱能的動物或植物。也包括以生物可降解的廢棄物（Biodegradable waste）製造的燃料。
	新型高效能 量轉換與儲 存技術	氫經濟	氫經濟即是利用氫氣經過化學反應後所產生的能量，是燃料電池的一種，不會產生廢氣污染環境。
		新能源技 術	1、新型動力電池（組）、高性能電池（組）2、燃料電池、熱電轉換技術 3、低溫餘熱發電技術 4、廢棄燃氣發電技術 5、蒸汽餘壓、餘熱、餘能回收利用技術

資料來源：(袁運開，2005：275-295)

三、綠能產業範疇

綠能產業範疇主要面向為再生能源產業、低碳能源產業、節能減碳產業、溫室氣體減量產業和節能減碳管理產業。

(一) 低碳能源產業：低碳燃料產業、氫能燃料電池產業、核能產業。

(二) 再生能源產業：太陽能產業風力發電產業、水力發電產業、地熱發電產業、海洋資源產業、生質能產業。

(三) 節能減碳產業：材料替換、節能設備產業、系統整合產業、節能產品產業。

(四) 溫室氣體減量產業：溫室氣體回收再利用產業、溫室氣體封存產業。

(五) 節能減碳管理產業：溫室氣體認驗證產業、碳資產管理輔導顧問產業。

由此可知凡具有節能減碳效益的產業都屬於綠能產業。我國政府也將綠色能源列為六大旗艦計畫，提升推動的綠能產業包括 LED 照明、太陽能、風力發電、生質燃料、燃料電池等，預期在 2015 年可以創造 1.2 兆台幣的產值，並創造綠色就業人口超過 11 萬人，表 1-4 為目前綠能產業的主要範疇。

表 1-4 綠能產業的範疇

綠能產業範疇	上游產業	中游產業	下游產業
太陽能光電	矽材 矽晶圓	太陽能電池 太陽能電池模組 薄膜太陽能電池模組 染料敏化太陽能電池 聚光型太陽能電池模組	太陽能光電系統 太陽能光電電力轉換器 太陽能光電通路/供應商
LED 照明	磊晶/晶粒	封裝	系統 LED 通路/供應商
風力發電	原材料	關鍵零組件	系統商 風場開發商
生質燃料	廢食用油回收商 能源作物 動植物油	生產製造 設廠規劃、設備供應	摻配 銷售
能源資通訊	控制元件及通信設備	電力設備和系統開發整合	電業及 ESCO
氫能與燃料電池	膜電極組 雙極板 氣體擴散層 儲氫罐 重組器	電池組 BOP 週邊	系統廠
電動車輛	電池材料	電池芯、電池模組系統、馬達	整車

資料來源： <<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/SupplyChain/>>。

瀏覽日期：2015 年 5 月 2 日。

第二章 相關政策理論探討

本研究以探討日本與台灣的風能與太陽能產業政策為主，所以必須先了解相關政策理論的歷史脈絡和關聯性，以及政府制定的政策是如何出現以及主要內容如何構成。

本章以政策科學運動的發展歷程為初始研究，接續探討「公共政策」相關理論，進而由公共政策推廣探討其他的政策。最後討論公共政策中的產業政策，主要討論展業政策中的「產業組織政策」、「產業結構政策」、「能源政策」等(劉邦典，1992:18)。

第一節 政策科學運動的發展歷程

從歷史演進的事實來看，「政策科學」一詞首創於 1951 年拉斯威爾 (Harold Lasswell) 與賴納 (Daniel Lerner) 合編的 *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，被認為是政策科學運動的濫觴(郭雋，2010:9)。

拉斯威爾主要的論點就是倡導「民主政策科學」(the policy sciences of democracy)，拉斯威爾強調「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，所以，政策科學的發展目標就是以公共政策推動民主政治發展(Lasswell & Lerner, 1951:14-16)。

拉斯威爾在政策科學一書中，對政策科學的內容加以詳細說明和系統性地介紹，他區分政策制定的過程，主要分為資訊、建議、法令、援引、實施、評價、終止等七個過程。除此之外，拉斯威爾認為政策分析者在決策過程中，可以做出三種貢獻：第一是確定政策的價值和目標；第二是提供和收集有關的資訊；第三是提出哪些政策方案及做出最佳抉擇(Lasswell & Lerner, 1951:21-40)。

二、政策科學運動的興起

歐美主要工業發達國家，在第二次世界大戰之後的公共政策研究過程中，開始出現「政策科學」一詞，逐漸發展到許多國家、地區而成為一門學科。因此，政策科學這門學科，成為第二次世界大戰結束後，歐美社會科學領域裡發展最迅速、實踐性最強、影響最大、應用最廣泛、社會功用最顯著的學科之一。

在 1951 年美國的政治科學家拉斯威爾首先提出了「政策科學」概念，拉斯威爾和賴納對政策科學之對象、性質、及內容的未來發展方向作出規定，更奠定了政策科學的基礎，因此可以說是研究公共政策的里程碑。拉斯威爾認為，政策科學家更應該關心如何在公民秩序（civic order）的脈絡中，以適當的技巧操作來制定啟蒙性之決策，因此拓展了政策科學的研究範圍。

表 2-1 政策科學的特徵

種類	特徵
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.方法學嚴謹精密	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而促進其意欲的行為？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。

資料來源：(蘇偉業，2010：6-9)

二次大戰後，政策分析、管理學等學科應運而生，到了 1970 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。

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(劉雪明、鐘貞茂，1999 :48-55)。

表2-2 政策科學運動興起背景之社會哲學思想主義

政策科學運動 興起原因		主要內容	
社會 哲 學 思 想 背 景	政策科學運動發展以前，一群熱衷於分析與解決社會問題的社會思想家，著眼於知識的應用與工具價值，成了政策科學運動受社會哲學影響的淵源，包括了美國實用主義、工具主義、應用社會科學三種重要的哲學思想。	美 國 實 用 主 義	1. 實用主義是19世紀末與20世紀中興起於美國的一種哲學運動。它的主要奠基者是三位美國哲學家：皮耳士、詹姆士及杜威，一般也以這三位作為實用主義的代表人物，因為三個人皆為美國人，所以可以說實用主義是道地的美國哲學。 2. 人類的多元認知與辯論為理論與真理的必要條件，真理之所以為真理，乃是社會事件賦予該真理某些實用價值，並非客觀才為真，透過不同觀點的辯論顯現出實用的知識才是真理。
		工 具 主 義	1.杜威主張知識與思想僅是達成行動的工具，而哲學與科學對於真理的貢獻應是它們改善人類情況而定，伯恩斯坦（B. Bernstein）等學者都曾推崇過他。 2.社會科學家應大膽採用實驗方法以解決社會問題，啟發了往後的「政策評估」。
		應 用 社 會 科 學	1. 梅因主張公共政策學科不僅在實質內容上要跨越學科的藩籬，在研究方法上也要力求精緻，採用量化方法分析政治現象，開啟美國政治學的新局面。 2. 主張應用研究主要是為科技整合的調查與基本社會科學理論題係的發展構成一項實機與壓力。

資料來源：(丘昌泰，1995 : 23-36)

表2-3 政策科學運動興起背景之社會改革運動批判表

政策科學運動的起源		批判分類	
社會改革運動的省思	1. 政策科學運動主要是針對美國在60、70年代從事社會改革運動的失敗所進行的批判，引起了知識分子對於社會科學知識與方法的自我反省。	社會科學之權威性理論 逐漸式微	1.傳統社會科學理論的主要特徵： a.假設具有內在的不確定性 b.理論狹窄 c.理論無法執行的問題 2.無法有效解決社會問題或僅在有限領域產生效果，因而追求實際知識或智慧取代傳統政策設計的權威性。
	2. 有名的社會改革工程，如詹森總統的大社會計畫，是促使政策評估研究快速興起的主要背景，但花費巨額的經費及人力，但其政策績效卻令人失望。	社會科學權威性之方法 逐漸式微	1.傳統社會科學傳承邏輯實證論的決策法則，但研究功能與方法之間的關係微薄，在解決社會問題上不具價值。 2.選出對因果關係提出最有效結果的方法，更能符合整體研究設計適切性。
		權威性政策制定者 逐漸式微	1.傳統社會科學家在問題界定、方案設計與資訊需要功能方面唯一的、主要的來源，地位受到動搖，政策制定者的權威性亦受影響。 2.政策研究者須考慮所有相關的政策利害關係人，以增加研究結果的應用性。

資料來源：(丘昌泰，1995：23-36)

二、政策科學運動的發展

政策科學不是作為某一現存的學科的更新而出現的，它需要的知識幾乎橫跨了人類所創造出來的各個主要知識領域。反過來，政策科學作為一種方法又應用於社會科學的各個領域。

從政策科學運動發展的歷史來看，追溯政策研究在哲學與社會科學界的思想源流與脈動，對於政策科學運動的了解有相當助益。從短期背景來看，促使政策科學理論興起的因素，應是社會科學家對於1960、1970年代所推動的社會改革運動進行嚴肅的批判隨之而來的社會科學知識與方法的自我反省(丘昌泰，1995：23-25)。

表2-4 政策科學運動發展時期

歷史沿革	發展時期	特徵
1950 1960	萌芽時期	<ol style="list-style-type: none"> 1.政策分析以經濟學家為主 2.拉斯威爾為代表人物 3.主要研究國會與聯邦政府負責制定與實施的立法政策 4.利用政策分析解決社會問題 5.統計民眾對公共事務問題的意見與態度 6.使用量化方法與邏輯實證論為哲學思想
1970 1980	蛻變時期	<ol style="list-style-type: none"> 1.將萌芽時期的研究焦點予以拓展，形成政策評估、政策執行等理論。 2.實務社群方面，受到美國對外戰爭的影響，使政策科學在研究方法與實質理論皆有所改變。 3.哲學思維改變，轉為強調人性價值與主觀方法的後實證論。
1990 2015	成熟時期	研究的相關性與應用性增強，舊有的研究主題修正，定位新的研究方向，將從原先的政策科學到政策統計，強調利益優先、損失最後。

資料來源：(丘昌泰，1995 :30-52)

三、政策科學運動之理論

傳統政策科學家主張政策科學是一門專業的「科學」活動，而方法論是沿襲邏輯實證論（logical-positivism）的哲學立場，以經濟或工具為理性的基礎。因此傳統政策科學家的方法論論點為以實證論為思考基礎，以經濟理性為選擇標準，管理決策工具為分析問題的技術。故以邏輯實證論為基礎的政策科學家的特點為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，決策制定亦可以透過統計模式降低不確定性。

傳統政策科學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。主要特色為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(丘昌泰，1995 : 51)。

現代政策科學理論的分析方法起源於1980年代，當時政策科學家的方法論開始擺脫邏輯實證論的傳統，以符號互動論（symbolic interactionism）為基礎，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）。對於實證論中的本體論、認識論、方法論皆提出批判，主要特色為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、個案研究等(尚榮安，2001：20-25)。

現代政策科學實質理論主張以反階段論為核心，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。特色為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(丘昌泰，1995：170-176)。

第二節 公共政策理論

一、公共政策的意涵

對公共政策進行系統性、學術性的研究始於賴納及拉斯威爾於1951年所合編的《政策科學：範圍與方法之新近發展》。惟對於公共政策的定義，學者間的論述相當多元而分歧，經綜合歸納而論，可將公共政策定義為：「所謂公共政策係指政府機關為解決某項公共問題或滿足某項公眾需求，決定作為或不作為，以及如何作為的相關活動」。同時此項定義揭示數項要點如下：

- (一)公共政策係由政府機關所制定的。
- (二)制定公共政策的目的是在解決公共問題或滿足公眾需求。
- (三)公共政策包括政府所決定的作為與不作為活動。
- (四)政府以各種相關活動表示公共政策的內涵。如法律、行政命令、規章、方案、計畫、細則、服務、產品等。

公共政策的概念除了所有的政府活動，政府的不作為行為，也是公共政策的一種。政府做事的經濟來源主要來自稅的徵收，有了經濟來源便能做許多事，例如緩和衝突的社會生活、分配資源，實行公權力，依法行政等。Cochran及Malone則定義為「執行公共計畫以實現社會目標的政治決定」，並強調公共政策的三個要件：1.公共政策要有公共計畫、2.該計畫必須是社會目標導向、3.公共政策面對權力的政治操作是不可避免的(吳定，2008：28-32)。

表2-5 公共政策定義

公共政策定義	主要內容
政府當局所進行的活動	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由美國三權分立，行政、立法、司法所展現的公共政策制定過程。 2. 中央與地方政府的「垂直性分權」，例如行政院各部會與各縣市政府都是公共政策的主角。
主觀行為	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府機關決定採取某一項選擇行動都經過深思熟慮的過程，希望公共政策能夠改變社會現狀，解決社會問題，意圖是很明確的。 2. 政府官員常以政策聲明方式表達，但公權威當局「意圖」採取的政策行動，往往與實際的政策結果出現差距，這是民主社會的正常現象。
積極或消極	<ol style="list-style-type: none"> 1. 積極作為，例如警察積極取締酒駕。 2. 消極不作為例如政府對於違建視若無睹。
系統思考	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人們生活模式發生問題才需要公共政策的介入。 2. 公共政策解決問題時常牽一髮而動全身，難以解決單一事件。

資料來源：(丘昌泰，1995：1-10)。

二、公共政策的特性

基於以上之分析，可將公共政策定義為：「係政府施政為達成某項目標所提出之作為或不作為的一般性、原則性之陳述」。並具有下列特性：

(一)公共政策係政府施政上之表現，故其內容具有權威性與強制性，而這也是與一般社會政策最大不同之處。

(二)公共政策係政府施政面臨某種問題，為解決此問題，而達成某種目標，所採取的對策。是一種問題與目標取向的。

(三)現代政府政策規劃的最核心問題在於國家有限資源下，如何將有限資源做最適當的配置，以達成施政上的最大效能與滿足大部分民眾的需求。由此，公共政策係政府對社會價值所做的一種權威性的分配。

(四)公共政策包括政府所決定的作為與不作為活動。此作為與不作為，就如同核

能發電是我們的能源政策，是政府應作為的事，而不製造核子武器亦是一項政策，乃為政府不作為之事。

(五)政策係一項原則性的陳述或說明。亦即，政策是一種較高層次的對於目標及策略的一般性宣示，而並不涉及具體的如何達成目標的實施手段、方法與步驟。

三、公共政策的種類

一般而論，公共政策的類型可大致分為零和賽局（zero-sum-game）與非零和賽局（non-zero-sum-game）等兩種政策類型：所謂零和賽局型政策意指政策的制定與執行，將使一方獲利，而另一方失去利益的政策類型，零和賽局的政策類型包括有管制性政策，以及重分配性政策等。所謂非零和賽局型政策意指政策的制定與執行，不致使一方獲利，而他方失去此種利益的政策類型，非零和賽局的政策類型包括有分配性政策以及自我管制性政策等。

1.分配性政策（distributive policy）：指政府機關將利益、服務或成本、義務分配給不同的標的人口享受或承擔的政策。此種類型的政策基本上是一種「非零和賽局」的政策。亦即，此種政策之制定將不致使一方獲利，而他方失去此種利益。政府機關在制定此類政策時，主要考慮的是如何滿足各方的需求，使利益或成本的分配較為適當而已，故其所遭受的抗拒較為輕微。

2.重分配性政策（redistributive policy）：指政府機關將某一標的人口的利益或成本轉移給另一標的人口享受或承擔的政策。重分配性政策由於涉及財產重新分配的活動，是為政治性極高的公共政策類型，因此除非是社會主義國家，否則一般民主資本主義國家都盡可能避免，謹慎處理，以免引起社會的不安。此類型政策的制定通常是在考慮財富、權力、地位的分配狀況後所採取的，因為它是一種「零和賽局」的政策，故必然會引起受損失之標的人口的抗拒。

3.管制性政策（regulatory policy）：指政府機關設立一種特殊的原則或規範，以指導政府機關及標的人口從事某些行動，或處理各種不同利益的政策。類型政策是屬於「零和賽局」（zero-sum-game）的政策，因為政策的執行，常會使一方獲利，

而另一方失去利益，故此類型政策在執行時，常會遭致巨大的抗拒。

4.自我管制政策 (self-regulatory policy)：係指政府機關對於某一標的人口的活動僅予以原則性的規範，而由該標的人口自行決定活動進行方式的政策。它是一種「非零和賽局」的政策類型，因為政策之執行通常不至於以犧牲其他標的人口之利益為其代價，故可能會引起的抗拒較小，也由於雖然它對某標的人口給予限制或約束，但其所受限制或約束的型態僅在增加選擇利益的方式，而不在於減少取得利益的方式；換言之，利益團體自己決定足以影響自己利益的政策計畫。

四、公共政策的範圍與分析

公共政策是指政府機關為了解決公共問題或滿足公眾需求，決定作為或不作為的所有相關活動。

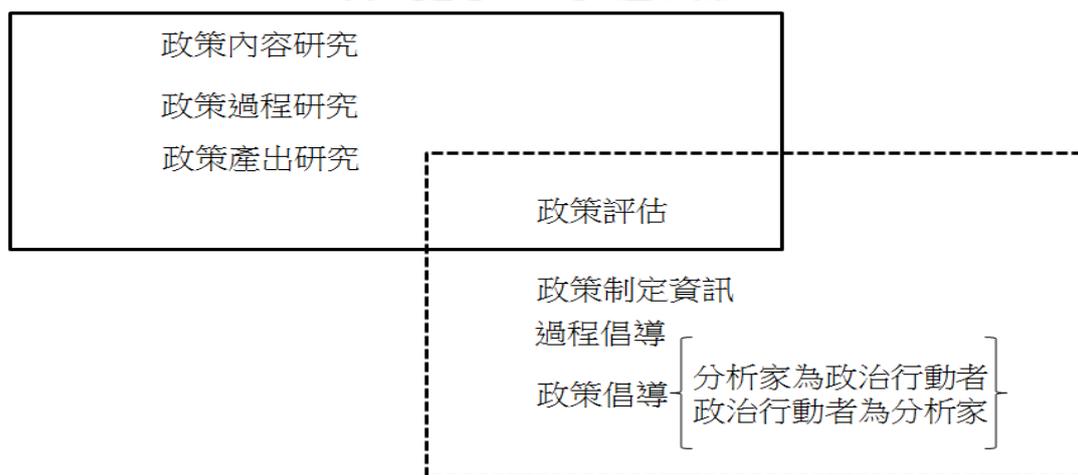


圖2-1 公共政策範圍

資料來源：(Hogwood & Gunn, 1984: 26-29)

政策內容研究說明了制定政策的發生背景與發展，政策過程研究探討政策問題演進過程階段性的展現，政策產出研究說明不同地理位置或國家的經費來源或公共服務水準等政策產生；右側為政策分析的範圍，政策倡導指一般政策分析家提出特定的政策措施或計畫，(Hogwood & Gunn, 1984: 28-29)向一般民眾或政策制定者說服其所主張的活動，「過程倡導」是強調改進政策制定系統的性質，「政策制定資訊」指政策制定者收集制定政策時所需要各種有關政策資訊、目標、方

案及成果；而中間重疊的區塊為「政策評估」活動，是用來評鑑公共政策對於社會或標的團體利弊影響的研究。(丘昌泰，1995)

公共政策學者認為政策分析是「為了政策而研究」，由政府部門或民間智庫所發動，其目的是希望設計的政策藍圖，最終目標是解決社會問題，呈現出規範性與理想性的傾向(林水波、張世賢，1990 :12)。

公共政策分析原則：

1.系統性原則

人類社會中，一切事物都存在著許多關聯，共同組成了多層次複雜系統，政策系統就是社會這個大系統中的一個分系統。

2.預測性原則

政策系統是動態的。制定政策依據的是所獲取的過去和現在的有關行為和結果的參數和變數，但它又是發生效用於未來。制定政策可以說是對未來行為所作的一種設想。

3.協調性原則

政策的協調性原則有兩層含義：一是指政策所指向的社會利益與價值的協調是指政策系統中各層次、各類型政策的協調。協調的目的是為了保持某種平衡。

4.信息化原則

從某種意義上來說，公共政策活動過程就是對政策信息進行搜集、傳遞、加工、使用、反饋的過程。在政策過程中，對社會問題的感知是其初始階段，這個階段的任務就是搜集或察覺信息，這是發現問題、進入政策議程的關鍵環節。

5.科學性原則

政策科學是一門綜合性、交叉性、應用性極強的科學。歷史經驗證明，科學的政策能帶來社會的文明與進步。

6.民主性原則

政府制定的政策必須體現人民的意志，代表最廣大人民群眾的根本利益。

第三節 產業政策理論

產業政策是指政府根據經濟發展的內在需要，調整產業結構和產業組織形式，從而提高供給總量的增長速度，並使供給結構能夠有效地適應需求結構要求的政策措施。產業政策是國家對經濟進行巨集觀調控的重要機制。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(林建山，1992：26-28)。

一、產業政策定義、類型與體系

產業政策是政府意圖發展或縮減一國經濟中各種不同產業，以維持全球競爭力的一切活動的概稱，為了達到動態的比較利益，政府必須主動協調其各種活動及支出，有些產業政策應只著重於產業生產及行銷的條件，然而政府針對個別產業的運作進行干預，本身就是對市場機能的否定。

William Diebold以政府因應變遷的策略分為防禦性（defensive）、適應性（adaptive）以及開創性（initiative）三種類型(胡貝蒂，2003：7-9)。

1. 防禦性產業政策：乃在面臨經濟環境變遷時，僅止於維持原有的產業結構並以適度保護措施維持產業生存，對於其生產或行銷之結構則不做任何調整或干預，限制進口等措施屬之。
2. 適應性產業政策：主要是自由貿易，由市場決定，以移轉資源使用方式，適度的干預或結構調整，促使產業維持競爭力，全球化下，此政策成為主流。
3. 開創性產業政策：此政策常常成為某一地區產業的模範，開創性的產業政策不只能適應經濟環境變遷，而且還能帶動經濟環境的變化方向，是主動走在產業前端。

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(經建會，1988：52-53)。產業政策的功能主要是彌補

市場缺陷，有效配置資源，保護重點產業的成長，輔導適應經濟震盪；發揮後發優勢，增強適應能力。

表 2-6 產業政策體系

廣義之產業組織政策				
產業基礎政策	產業秩序政策 產業組織政策	產業存續政策		
		一般操縱政策	個別操縱政策 (狹義之產業政策)	
			產業結構政策	個別產業政策

資料來源：(行政院經濟建設委員會經濟研究處， 1988 : 52-56)

二、產業組織政策

產業組織的產業範圍較小，僅指生產具有密切替代產品或服務的企業集合。產業組織是指產業內企業間的市場關係和組織形態。這一概念包括兩層含義：第一，產業內企業間的市場關係，是指同類企業間的壟斷、競爭關係。第二，產業內企業間的組織形態是指同類企業相互聯結的組織形態，如企業集團、分包制、企業系列等不同的結合形態，所謂產業組織政策，也便是政府為實現這一目標而對某一產業或企業採取的鼓勵或限制性的政策措施。同時，因一般認為良好產業組織的形成需以市場結構合理、競爭適度為條件，因而，產業組織政策也被稱為禁止壟斷政策或促進競爭政策，這些都是屬於公共政策學科的範圍。

從政策導向角度看，各國已有的產業組織政策通常分為兩類。一是競爭促進政策：鼓勵競爭、限制壟斷，主要有反壟斷政策或反托拉斯政策、反不正當競爭行為政策及中小企業政策等，它著眼於維持正常的市場秩序；二是產業合理化政策：主要適用於自然壟斷產業鼓勵專業化和規模經濟，它著眼於限制過度競爭，直接表現為政府的規制政策。從政策對象看，產業組織政策可分為市場結構控制政策和市場行為控制政策兩類。市場結構控制政策是從市場結構方面禁止或限制

壟斷的政策，如控制市場集中度、降低市場進入壁壘等。市場行為控制政策是從市場行為角度防範或制止限制競爭和不公正交易行為的發生，以及詐騙、行賄等不道德商業行為的發生。產業組織政策架構見表2-7。

表 2-7 產業組織政策內容

產業組織政策	
提高市場之競爭性	防止市場力量之濫用
貿易自由化 外部性的調整 公營事業民營化 開放對產業行為之限制 解除對企業設立或設廠之限制	價格管制 消費者保護 維持市場公平交易

資料來源：（蕭峯雄、黃金樹，1997：402-406）

三、產業結構政策

產業結構政策的概念首先出現在日本，這決非偶然。戰後日本經濟瀕臨崩潰，日本政府通過規劃產業結構高度化發展目標，設計產業結構高度化的途徑，確定不同時期帶動整個國民經濟起飛的主導產業，並通過政府一系列的相應政策。

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，並分階段地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。產業結構事實上是處於一種不同程度的不斷變動之中。在自由競爭的資本主義時期，產業結構以自然形成為主要特徵，在現代經濟生活中，科技革命對產業結構產生了重大影響，而產業結構的變革，又對整個國民經濟的發展有著重大的意義。產業結構政策的功能(鈴木興太，1986：57-64):

(一) 促進產業協調發展：依據不同產業的特性、功能、應用和發展趨勢，分清輕重快慢和主次，對新興的具有高增長率的未來主導產業進行培育，對薄弱的基礎產業進行彌補，對弱小產業進行扶植，對衰退產業進行撤讓。通過這些政策措施，來促使不同層次的產業保持協調發展。

(二) 促進產業結構轉換：指產業結構按合乎其規律的發展方向，從較低級型結構

向較高級型結構的轉變，市場力量：當市場需求發生變化時，價格信號會引導資源在產業間流動，從而導致新興產業的壯大，傳統產業的衰退，逐步實現結構轉換。政府干預力量：政府可以通過實施強有力的產業結構政策，採用調整、保護、扶植、改造、淘汰等措施，加速產業結構的換代。產業結構政策不僅能夠使產業結構換代，而且可以使產業結構升級。

(三) 推動產業技術水平提高：用高新技術武裝和改造傳統產業，大力發展高新技術產業，是產業政策的重要內容。傳統產業的改造和高新技術產業的發展，不僅能夠提高產業的技術集約化程度，促使以勞動密集型產業為主的產業結構向以技術密集型、集約型產業為主的產業結構轉變，實現產業結構的升級；而且可以推動產業技術的進步、高新技術的普及和運用，提高各種產業的技術水平。

(四) 引導資源配置結構合理化的功能：產業結構間的差別最終會體現在資本、勞動力、技術等資源在不同產業間的配置差異上。市場配置資源在壟斷、外在因素、信息不對稱條件下會產生市場失靈。特別是發展中國家市場發育比較遲緩，市場配置資源效率較低，更需要有資源配置導向的結構政策。

第四節 能源政策

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。筆者認為完善的能源政策具體作為應包括：

一、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。

二、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。

三、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。

四、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。

五、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，相對於後期投人生產來說，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。我國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。



第三章 台灣與日本綠能產業發展

近年來全球各地氣候異常，各界普遍認為是溫室效應所引起，因此各國紛紛採取各項節能減碳措施以降低溫室氣體排放，研發並推廣再生能源及節能技術，因此帶動全球綠能產業蓬勃發展，使目前綠能產業成為全球經濟新亮點。綠能技術不斷創新，降低產品價格以提高市場滲透率，是所有綠能產業發展必經途徑。

就全球的綠能產業技術而言，其產業鏈代工製造端以亞洲地區的低成本最具有競爭優勢。臺灣從民生輕工業、石化、鋼鐵製造業到電腦零組件等高科技產業都擁有堅實研發及生產能力，因此綠能產業供應鏈移向亞洲之趨勢，正提供國內發展綠能產業的大好契機。

第一節 台灣與日本能源產業概況

一、台灣方面

台灣是自產能源比例很低的國家，從台灣每年的能源進口和自產比例就可以觀察到，台灣的能源有 98%是進口的，從圖 3-1 看來，台灣的能源使用價格，必然會隨著國際能源價格波動。

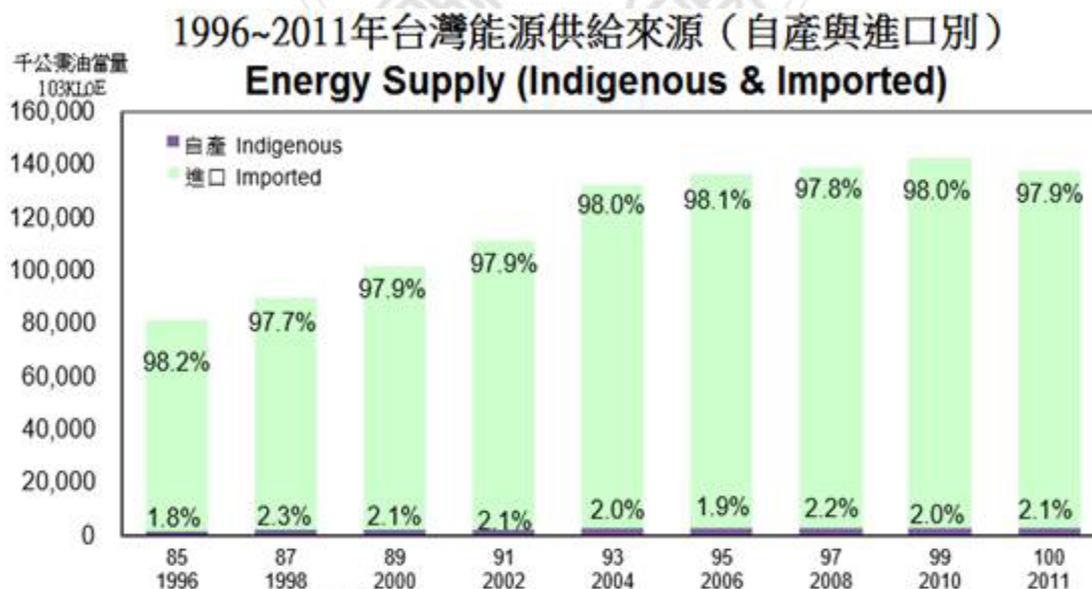


圖 3-1、1996 年至 2011 年台灣能源供給來源（自產與進口別）

資料來源:北美智權股份有限公司

網址: <http://www.naipo.com/portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Editorial/publish-72.htm>。

1951 年以來，台灣的電力供給結構有頗大的改變。從早期的水力發電，過渡時期是煤和油發電，1980 年代進入到核能和煤為主的發電系統，2004 年以後，核能發電佔台電發電的比例大約維持在 20%，約 40% 是燃煤發電，天然氣的比例則慢慢增加到 2011 年的 30%，核能、燃煤、天然氣在 2011 年大約佔台電發電的 90%（圖 3-3），三個系統對台灣的供電影響都非常重要。

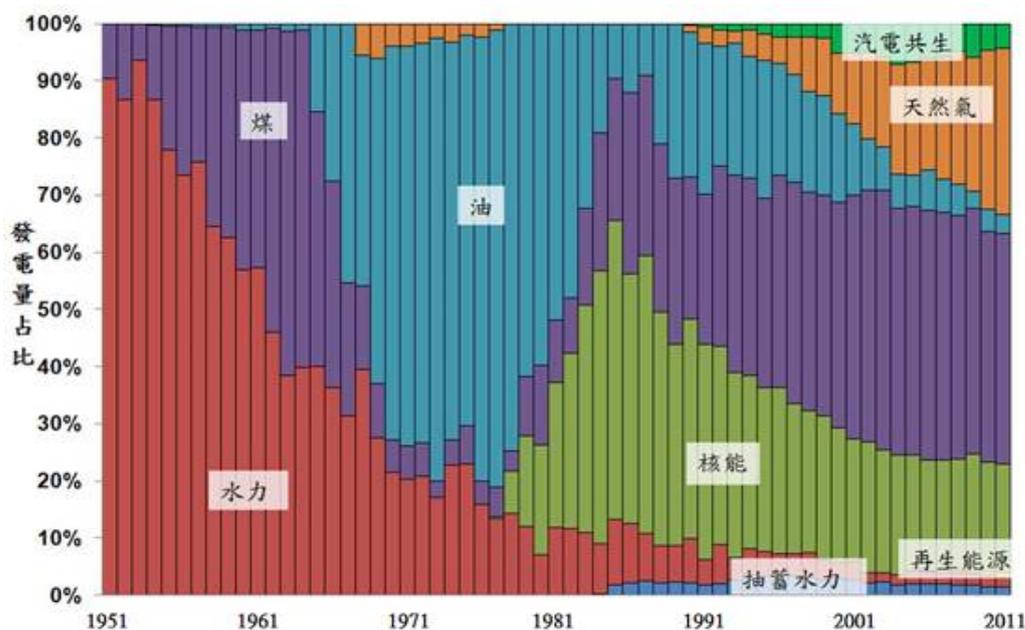


圖 3-2 從 1950 年至 2011 年台電發電量組成結構比例

資料來源：北美智權股份有限公司

網址：http://www.naipo.com/portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Editorial/publish-72.htm。



圖 3-3、2011 年台電發電量組成結構比例

資料來源：北美智權股份有限公司

網址：http://www.naipo.com/portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Editorial/publish-72.htm。

(一)台灣綠色能源產業旭升方案

台灣發展綠能產業的最大優勢在於台灣具有電腦資訊產業厚實基礎、代工製程及管理經驗豐富，相關產業人力資源豐富，加上精密工具機、機電、奈米複合材料、電子自動控制等產業充沛製造人力與產能，轉型發展綠能產業具有先天優勢。行政院於 2009 年 4 月 23 日核定推動「綠色能源產業旭升方案」，包括已有產業良好基礎、具躍升能量太陽光電與 LED 照明光電產業，以及技術發展處於研發階段、具產業發展條件的風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊與電動車輛產業(能源產業技術白皮書，2014:291)。

行政院在 2009 年 11 月推動的「綠色能源產業旭升方案」行動計畫的主要策略如下：

- 1.技術精進：主要以「能源國家型計畫」為主軸發展相關綠色科技，支持培育綠能產業研發人才，成立「綠能產業技術服務團隊」並投入經費協助國內廠商提升關鍵技術競爭能力及建立自主化供應鏈。
- 2.關鍵投資：以國發基金、外資、各類基金等為資金來源，將大型綠能投資計畫，列入優先重點投資項目，帶動綠能產業投資風潮，除此之外，協助一般綠能產業投資案資金問題，並成立「綠能產業服務團隊」，協助廠商排除投資障礙，增進行政效率。
- 3.環境塑造：以「再生能源發展條例」為法源依據，建構「節約能源產品標準、及再生能源檢測平台」，成立「綠能產品國際驗證實驗室」，配合國際潮流訂定產品相關法規與標準，以利外銷；並建構新技術產品驗證場域，驗證新能源技術與產品之妥善率。
- 4.內需擴大：以「再生能源發展條例」訂定合理再生能源躉購費率，培養再生能源市場；在「振興經濟擴大公共建設投資計畫」中納入一定比率的綠色能源投資，營造國內綠能需求；政府領導投入再生能源與節約能源之設置及補助新興綠能產品示範應用。

5.出口擴張：藉由兩岸合作建立完整供應鏈，擴大利基市場並進行全球布局，努力藉由試點市場創造綠色產品商機，組織團體參與海外綠能業務拓展，協助廠商切入國際大廠供應鏈，配合政府的金融改革，出口貸款、轉融資與保險，拓銷海外新興市場(經濟部能源局，2014:292)。

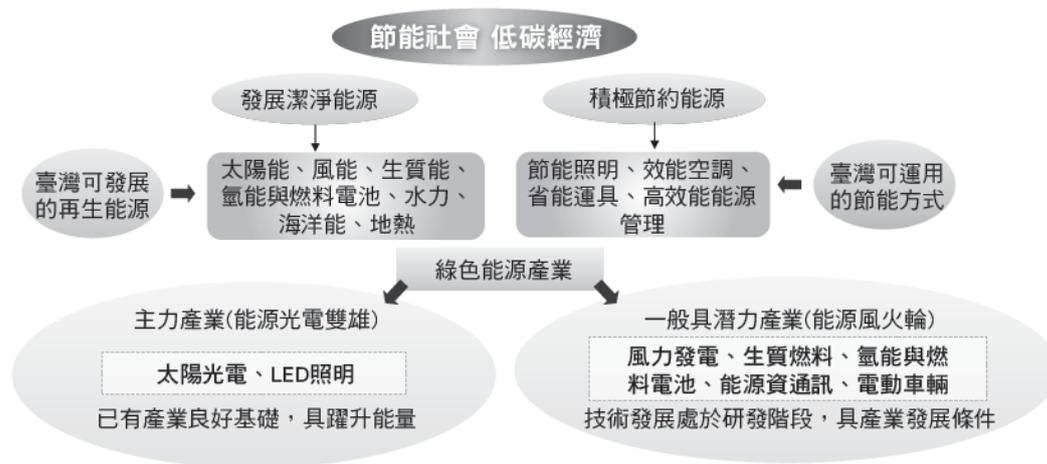


圖 3-4 綠色能源旭升方案發展布局

資料來源：(經濟部能源局，2014：292)

台灣政府以此 5 大策略為推動主軸，針對國內各綠能產業發展現況與所面臨的問題擬定具體措施，以加速產業技術競爭能力，提升產業規模，建立具國際競爭力之產業能量，在國際綠能產業佔有一席之地。進而引領產業朝向高值化及低碳發展，達成政府倡導之「低碳家園」的願景，建立成為綠色能源技術與生產製造基地。

(二)台灣新能源政策

台灣的新能源政策主要有 3 大原則-確保不限電、維持合理電價、達成國際減碳承諾， 2 大配套措施積極實踐各項節能減碳與穩定電力供應。總統於 2011 年 11 月 3 日公布，以「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」作為總體能源發展願景與推動主軸，節能減碳。為了能更積極營造綠能發展環境，由需求面(節約能源)與供給面(低碳能源開發)共同推動。台灣政府發布的綠

能低碳環境之政策內容及重點如下(經濟部能源局，2014：292)：

1. 節能減碳、降低不必要之電力需求及減少尖峰負載

(1) 強化能源有效運用及加速產業結構轉型

a. 強化產業能源效率管理：推動能源密集產業能源效率管理、強化全方位節能減碳技術輔導，加強廢熱、廢冷回收整合再利用及擴大區域能資源整合應用。

b. 產業結構轉型：

推動既有產業結構調整，發展低耗能知識型產業，使綠能等新興產業占整體製造業實質產值能明顯提升。

(2) 推廣節能生活習慣

a. 汰舊換新獎勵購置高效率產品：獎勵民眾購置「能源效率 1 級或 2 級冷氣機替換老舊冷氣機」。

b. 冷氣強制管制：優先推動全國用電契約容量 800kW 以上非生產性質行業能源大用戶，落實室內空調平均溫度不低於 26°C。

c. 倡導節能減碳新生活運動：推動「LED 燈泡汰換白熾燈泡」、「電器智慧電表管理」、「夏月冷氣機溫度限制及常清洗濾網」、「電腦長時間不用關機」、「拔掉家裡不用的用電器具插頭」、「公部門及辦公大樓午休關燈 1 小時」等。

d. 推動「政府機關及學校四省專案計畫」：預計 2015 年達成油、水、電節約率 10%，用紙節約率 40% 之目標。

(3) 推動智慧節能基礎建設與示範推廣

輔導綠能產業相關廠商，建構智慧便捷之節能減碳生活環境，推動智慧便捷交通網絡、普及綠建築、更換智能電表與綠能發展基礎建設，以期打造低碳社區與低碳城市的城市發展願景。

(4) 完善有助節能減碳之市場機能及法制基礎

(1) 推動「能源稅法」立法，促外部成本內部化，並規劃相關配套措施，以提升綜效。

(2)推動「溫室氣體減量法」立法，建構減碳能力，控制碳排放。

(3)審慎規劃能源價格合理化、檢討法規措施，建構綠能需求誘因。

2.全力推廣再生能源、降低碳排放及穩定電力供應。

(1)全力推廣再生能源

a. 擴大各類再生能源推廣：為展現政府積極推動再生能源之決心與努力，經濟部依「再生能源發展條例」規定，滾動檢討 2030 年再生能源目標量，經行政院於 2014 年 1 月核定通過，由原 12,502MW 提高至 13,750MW，較原規劃目標量提高 1,248MW。

b.推動「千架海陸風力機」計畫：開發陸域、離岸海域風場；2030 年風力裝置容量合計達 4,200MW。

c.推動「陽光屋頂百萬座」計畫：逐步擴大、先屋頂後地面；2030 年太陽光電裝置容量合計達 6,200MW。

(2)爭取美國所生產的便宜頁岩氣來台灣，促進天然氣合理使用，保障供電安全。

(3)布建智慧型電表與推動智慧電網；提高電力系統效率。

(4)提升新能源及節能科技研發能量，發展前瞻能源、碳捕捉、能源替代、儲能、封存及碳利用與節能技術，並適時應用推廣，開拓綠能產業新發展領域。透過新能源政策，每年檢視能源科技發展進程、減核減碳配套措施落實成效、碳排放控制情況，努力培養達成非核家園之有利條件，逐步邁向非核家園願景。

(三)進一步推動「綠色能源產業躍升計畫」

為因應全球之經濟環境嚴峻挑戰，行政院於 2012 年啟動一系列「財經議題研商會議」，於 2012 年 8 月 18 日召開之第二場會議中進行「能源政策」議題討論，會中提報推動「綠色能源產業躍升計畫」(圖 3-5)，期能快速嵌入全球分工布局，降低能源進口依賴，創造產業發展新風貌及經濟成長新動力，以提升我國綠能產業整體價值。



圖 3-5 綠色能源躍升計畫策略與目標

資料來源：(經濟部能源局，2014：292)。

「綠色能源躍升計畫」草案於 2012 年 12 月 11 日提報「行政院新能源發展推動會 2012 年度第 3 次委員會議」中討論。會中指示邀請產、學、研專家公開論證以擬定發展方向，2013 年已依序完成太陽能光電、LED 照明、風力發電與能源資通訊論證會議召開，透過廣納各界之建言，確立綠色能源下一階段「綠色能源產業躍升計畫」之推動策略與措施。

「綠色能源產業躍升計畫」主要集中資源推動太陽能光電、LED 照明、風力發電、能源資通訊等 4 項主軸產業，透過政策工具，藉內需市場培養服務能量建立實際環境，進而拓展海外市場，另建構金融支援、標準檢測、法規措施等，提供有利產業發展環境，在技術上亦開發高性能、高品質、低成本之元件與系統，以提升產業競爭力，最後依產業屬性，藉策略聯盟、國際合作建立完善產業鏈，擴大利基市場服務能量，期能提升綠色能源整體價值與國際競爭力。計畫目標為帶動我國綠色能源於 2020 年總產值達新臺幣 1 兆元，並提供約 10 萬人就業機會。

二、日本方面

日本在 1990 年代初期泡沫經濟破滅後，至 2011 年東日本大震災發生前的 20 年間，電力供應政策主要是向核電傾斜，使日本能源自給率（能源生產／能源消費）可以達到二成弱。但如果去除核能發電，則日本能源的自給率不到 5%。這比起美國的七成弱、德國的三成弱以及 OECD 整體的六成強低得多。為了保障能源安全，日本因此積極加速推動再生能源發展。以日本九州地區來說，大分縣的再生能源自給率就達到 25%，居日本第一位。另外，遭受東日本大震災核災之害的福島縣，也在 2013 年 2 月公布行動計畫，預計在 2040 年之前達成再生能源發電 100% 滿足其縣內電力需求的目標。

日本的再生能源政策雖可追溯至 1990 年代的「促進石油替代能源之開發及引進的相關法律」，事實上，再生能源並沒有因此而受到應有的重視。再說，當時日本對於替代石油的能源首先考慮的就是核能發電。一直到 2002 年 6 月「京都議定書」生效後，才制定〈能源政策基本法〉及〈新能源等電氣利用法〉。前者除了規劃未來能源發展計畫外，也確定新能源的引進目標。後者則是規定電力事業單位每年須有一定比重利用小型水力或是地熱等新能源來發電的義務，這也就是前述「再生能源配額制度」（RPS）的精髓。不過，日本的再生能源利用一直是不很積極。甚至在 2003 年 10 月和 2007 年 10 月的法律修正案中，還是把再生能源視為「附屬」地位，有關 RPS 制度的修正實施，也只是將 2003 年的 0.4% 提高至 2010 年的 1.2% 而已，比起歐美國家來相對消極。一直到 2008 年日本公佈〈新能源等利用特別措施法〉，將小型水力發電與地熱發電視為新能源的一環加以普及，以及 2009 年 11 月制定太陽能等固定價格收購制度，日本的再生能源利用制度才獲得強化。2011 年 8 月並進一步公布〈再生能源特別措施法〉，2012 年 7 月實施 FIT 制度，未來並將公佈最佳能源組合方案等等，日本的再生能源發展才受到應有的重視(蘇顯揚、呂慧敏，2013:19)。

日本推動各項再生能源的做法-從日本各項再生能源的發展情形來看，太陽能發電自從 2012 年 7 月實施 FIT 制度以來，快速成長，尤其是以規模超過 1MW 的大型太陽能發電廠（Mega Solar）的進展最為快速。風力發電方面，根據日本風力發電協會的統計，目前日本設有 1,887 座風力發電機，至 2012 年 12 月底止，累積發電量為 2,614MW，但因日本沿岸淺灘較少，風力發電站成本很高，占用的土地面積也大，因此，最近日本企業主要以開發漂浮體式風力發電系統為主。日本九州大學的新創企業 Windlens 公司甚至開發出「風透鏡風車」，在相同風速下可獲得原有小型風力發電 2-3 倍的發電量。至於地熱發電，由於日本是火山國，地熱資源豐富，從 1966 年就開始從事地熱發電。其他還有生質能發電、可燃冰提取天然氣發電等等。但是一般來說，由於規模太小，這些發電方式大部分離真正商業化還有一段距離。雖然日本積極開發再生能源，並透過 RPS 或是 FIT 制度來支援再生能源的發展，不過，再生能源的發展除了最近的太陽能發電外，進展並不大(蘇顯揚、呂慧敏，2013:20)。

日本再生能源發電裝置占發電裝置容量比例為 3%，其中以水力發電及生質能發電（含廢棄物燃燒發電）為主，超過總裝置容量一半以上，太陽能光電與風力發電占 37%。以下分別依各能源說明(馬公勉，2010: 76-77)：

(一) 太陽能光電

太陽能光電系統在應用上呈現多樣化之利用，除了 75% 為住宅使用外，根據 NEDO 的補助範圍，其應用還包括作為各種產業及通訊用電源、獨立照明及號誌、泵浦、淡化廠、船舶等一般電源；太陽光電車、太陽光電船等移動體；防災系統及各種車載電源等。至 2008 年底止，太陽光電裝置容量為 2,198MW，由於日本中央政府自 2005 年中斷家戶單位太陽光電設置補助，改由 300 個縣市繼續補貼，成長率自該年起開始下降。

（二）風力發電

日本風力發電始於 1980 年，1999 年開始致力推廣大型風力發電系統。截至 2008 年底，日本風力發電機共設置 1,517 部機組，總裝置容量達 1,853.6MW；然而，在政府無提供相關補助政策下，欲達成 2010 年風力發電達 3,000MW 之目標極為困難。日本北海道、東北、九州島之風能狀況優渥，然而受限於併網容量的限制，申設者必須進行競標，加上 2008 年全球對風力機組的需求大增，導致風力發電產業之生產負擔加重，以日本 2008 年當年來看，風力發電成長率呈停滯之狀況。

（三）小水力發電

日本界定 10MW 以下為小水力發電，至 2008 年底小水力發電廠共 1,198 座，總裝置容量為 3,225MW，占日本水力發電總裝置容量之 6.6%，大部分電廠為 1990 年以前設置，1990 年以後至今共設置 127 座，總裝置容量為 166MW。

（四）地熱能

截至 2008 年底，日本地熱發電總裝置容量為 500MW，第一座地熱發電廠運轉始於 1966 年。日本境內雖然擁有超過 100 座火山，實際僅有 18 個地熱發電廠可發電，1990 年開始，在日本政府補貼政策之推廣下，帶動民間業者投入地熱發電之投資，但 1999 年後即無設置案例。2009 年出現近 20 年來首次地熱投資計畫，由三菱商事株式會社、日鐵礦業有限公司和九州電力公司投資約 40 億日圓，在日本北部秋田縣建造湯澤地熱電站，裝置容量為 60MW，預計於 2016 年運轉。

（五）生質能

生質能的應用乃係將從有機廢料中萃取出來的沼氣，應用在電力發電，以及將從廢水與汙泥中萃取出來的沼氣供應地區性瓦斯之用。2008 年底生質能發電總裝置容量為 3,138MW，其中一般廢棄物發電占生質能發電比例為 95%，且主要來自於工業廢棄物。

第二節 台灣風力發電與太陽能產業發展

一、風力發電

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；小型風力機占市場則不到 1%，輸出功率在 100kW 以下，多為偏遠地區離網或是分散式發電應用(經濟部能源局，2014:311)。

(一) 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為 3MW，更大機組基本上應用於離岸風場。國內風力機設備及上中下游產業供應鏈已漸趨完整(圖 3-6)，惟現有風場之設備及備品等仍以進口為主。

目前廠商多為零組件業者，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，使我國成為世界第 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(經濟部能源局，2014:312)。

製造業			服務業	發電業
原材料	零組件/次系統		風力機系統	風場規劃
樹脂 中鋼	電力系統 東元/大同/華城/ 士電/中興電工/ 亞力	塔架 中鋼機械/力鋼/玄鐘	大型風力機 東元	台電/英華威/永傳/ 中興工程/怡興/ 環興/世曦
玻纖/碳纖 台塑/台玻/ 重億/駐龍	齒輪箱 台朔重工	鑄件/鍛件/木型 源潤豐/永冠/益光/ 正昇/承鋒/南隆/ 恆耀/三英/春雨/ 大詠成/芳生/泓達	中小型風力機 新高/耀能/鯢豹/恒耀/ 鴻金達/台達電/富田/ 上銀/風技/豐福/利愛/ 均豪/康柏威/金廣發/ 鎮源/磁震/瀚創	風場營造 中興電工/華城/ 樂士/星能/漢翔/ 佳音/樺棋/穩晉/ 中鋼
鋼材 上緯/長興	葉片 先進複材/華陽	系統配件(BOS)		風力機維護 德商風電/梅翠/ 寬利/平安集成/ 喬集偉思特/ 中鋼
	控制/監控系統 東元/漢翔/ 研華/宏銳	水下基礎 中鋼/台船/宏華/ 穩晉/昭伸/樺棋	電纜/變電站 大亞	風場營運 台電/英華威/ 永傳/海洋/ 福海/大橋舟/ 大亞/上緯

圖 3-6 國內風力發電產業供應鏈

資料來源：(經濟部能源局，2014：311)。

風力發電產業 2013 年產值預計為新臺幣 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，將於 2015 年之前完成首座離岸風電系統建置。



圖 3-7 國產 2MW 風力離型機(左)、國產 2MW 風力機機艙組合圖(右)

資料來源：(經濟部能源局，2014: 312)。

(二) 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(經濟部能源局，2014:312)。

1. 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臺幣 5,466 億元以上。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。

2. 完善基礎設施，建構應用環境

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。

3. 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臺、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，投入離岸風場，帶動上下游供應鏈、海事工程、運轉維護。

4. 推動國際合作，建立產業自主

以離岸風電區塊開發市場規模，吸引大型企業投入，帶動供應鏈垂直整合。並建立自主船隊與海事工程服務能力，促進國內產業建立在地離岸風電海事工程安裝與維運等技術經驗，培植自主風電系統服務產業能量，促進國產化基礎與電力系統進入市場，以帶動產業鏈垂直整合，適時切入國際市場，並利用未來離岸風場「經濟規模區塊開發方式」提供內需商機與誘因，媒合國內業者與歐美日等國先進系統廠洽談合作，可透過工業合作機制引進國際技術，帶動業界投入開發離岸風力機系統及相關產業鏈，厚植風電發電業及風電服務業能量。

5. 最新風力發電產業現狀

風力發電產業為政府推動綠色能源產業重點項目之一，若計畫推展順利，預期國內風電產業於 2016 年產值將可達到新臺幣 200 億元，並創造 2,000 個就業機會，完成離岸示範獎勵辦法之 4 座示範機組與 3 個示範風場之建置；於 2020 年前完成離岸風力機裝置容量 300MW 以上，並逐步擴展至深海區域，2020 年起以每年約 240MW 經濟規模開發離岸風場，於 2030 年達 3GW 裝置容量。依據千架海

陸風力機計畫目標，在 2020 年風力機設置達 1.52GW，年產值達新臺幣 540 億元，並創造 1 萬個就業機會；在 2030 年風力機設置達 4.2GW，培植至少 2 家大型風力機關鍵零組件廠商與 1 家具備施工船隊之離岸風電海事工程業者，成為亞太地區海事工程服務團隊。

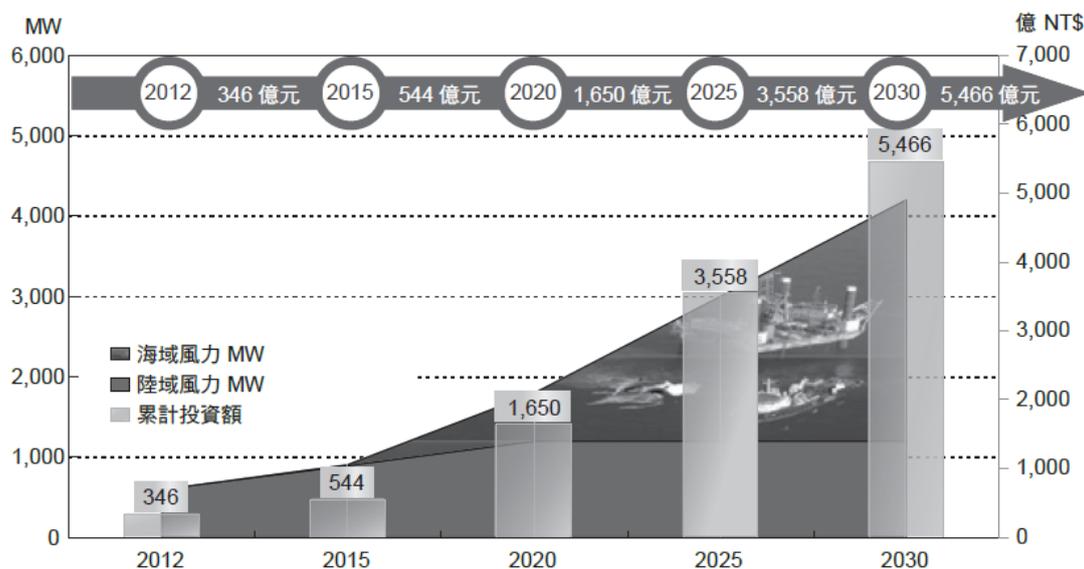


圖 3-8 國內風場投資額

資料來源：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/SubMenu.aspx?menu_id=2324
 瀏覽日期：2015 年 3 月 28 日。

二、太陽能發電

太陽能光電為利用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，需要封裝成太陽能光電模組才能使用。太陽能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。太陽能光電模組搭配轉換器、線材等組件為產生電能太陽能光電系統，依據裝置地點分為商用、住宅與地面等 3 類。

一、產業發展現況

台灣廠商的特色主要以專業化生產為主，異於國際大廠的垂直整合，以週邊組件家數最多，在競爭激烈的產業中，相互併購亦時有所聞。台灣太陽能產業上游多晶矽材料常面臨短缺問題，主要是因為上游多晶矽材料產線投資金額大，進

入門檻高，目前國內太陽能電池的原料多晶矽仍以進口為主，而多晶矽生產，是一典型的化工製程，目前國內有許多廠商為整合太陽能光電的上、中、下游，都積極探討進入上游多晶矽材料生產的可行性，例如過去許多廠商便投入多晶矽材料生產線的 TCS 西門子(Siemens)製程及 Silane Union Carbide 製程的特點及經濟效益分析，以期能降低國內矽材料與矽晶圓供應對國外依存度。



圖 3-9 國內太陽能光電產業鏈

資料來源：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/SubMenu.aspx?menu_id=2324。
瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

2012 年台灣矽晶太陽能電池產量達 5GW 市占率達 16%，位居全球第 2 位，僅次於中國大陸的 63%。我國矽晶太陽能電池 98%外銷，主要出口國為美國、中國大陸、德國、日本。雖然台灣和中國的產能多，但日本、歐美等國無論是提煉矽原料，還是設備的製造的技術，都領先台灣，台灣的優勢在於半導體製程技術，中國的優勢則是一條龍經營模式，以量大壓低原料成本，擴充產能和提高光電轉換效率(經濟部能源局，2014:299)。

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能電池生產線，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，強化矽晶太陽能電池市場競爭力，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。近年來，具備高轉換效率之銅銦鎵硒被視為薄膜太陽能電池技術明日之星，掀起另一波投資潮，另外也面臨矽晶太陽能電池強勢競爭，尚未積極擴充

產能。

CIGS 簡介-由台灣綠陽光電自行研發與量產的 CIGS 薄膜太陽能電池，藉由 Cu(銅)、In(銻)、Ga(鎵)、Se(硒)四種原料的最佳比例，組成太陽能板的關鍵技術。由於具備光吸收能力佳、發電穩定度高、轉換效率高，整體發電量高、生產成本低以及能源回收期間(energy payback time) 短等諸多優勢，CIGS 太陽能電池已是太陽能產業明日之星，與傳統之晶圓型太陽能電池分庭抗禮。

光吸收能力佳 CIGS 太陽能電池係由 Cu(銅)、In(銻)、Ga(鎵)、Se(硒)四種原料以最佳比例組成，可吸收之光波範圍最廣，除了晶圓型與非晶矽太陽能電池可吸光的可見光範圍，尚可涵蓋波長在 700~1,200nm 之間的紅外光區域，亦即一天內可吸光發電之時間最長。對於中高緯度陽光較稀薄、冬天日照時間較短或高山地區，是極為重要的特性。發電穩定度高相較於矽晶本質上有光衰竭或光劣化之特性，經長時間曝曬於太陽下，其吸光發電之效能會逐漸衰退，CIGS 太陽能電池則否，CIGS 太陽能電池發電穩定度較高且所需之維修替換費用較低。

根據美國國家再生能源實驗室(National Renewable Energy Labs; NREL)所公佈，目前 CIGS 太陽能電池轉換效率最高可達到 19.9%，而業界實務最高紀錄可達 16%，普遍標準則為 12%。值得一提的是，以相同瓦數之晶圓型太陽能電池(轉換效率 16%)，與 CIGS 太陽能電池(轉換效率 12%)進行戶外測試，由於 CIGS 之吸光範圍較廣，所提供的發電量為前者之 1.2 倍。因此，儘管 CIGS 太陽能電池之轉換效率較低，但一天內整體可吸光並轉換為電力之產能，仍較傳統晶圓型太陽能電池為多。¹

生產成本低 CIGS 太陽能電池主要成本為玻璃基板與 Cu(銅)、In(銻)、Ga(鎵)、Se(硒)四種原料，其中玻璃只需採用一般建材使用之鈉玻璃，不需使用太陽能專用之超白玻璃或薄膜導電玻璃。四種金屬原料雖屬貴重金屬，但 CIGS 屬薄膜型每片面板所鍍之膜厚度不超過 3um(註: um=1/1000mm)，每片成本十分具競爭力。

¹ 網路資源:阿貝達能元科技集團，太陽能科技資料 <http://www.abada.com.tw/>

能源回收期間(Energy payback time)短再生能源裝置固然立意良善，但生產該裝置本身也需要消耗能源。評估一個再生能源裝置是否真正環保，除了「轉換效率」，更重要的是使用該裝置所產生之再生能源，需要多久的時間才能相當於當初生產時所消耗之能源總量，即所謂之「能源回收期間」(energy payback time)。根據美國能源總署(U.S. Department of Energy)研究，以 30 年壽命之太陽能裝置為例，多晶矽太陽能電池之回收期間為 2~4 年，而薄膜型太陽能電池為 1~2 年。換言之，每一個太陽能發電系統，可享有 26~29 年真正零污染之期間，而採用 CIGS 太陽能無疑是最佳選擇。²

CIGS 產品應用-如同晶圓型太陽能電池產品應用於屋頂與電廠，CIGS 太陽能板亦可做相同使用。然更優於晶圓型產品的是，CIGS 具有透光性，外觀上較美觀，可作為建築材料使用(BIPV, building integrated photovoltaic)。CIGS 亦可製成軟板，未來將發展可攜式個人使用發電裝置，解決目前 3C 商品電池續航力不足之問題。其它應用層面則涵蓋 LED 路燈、太陽能熱水器、大樓玻璃帷幕、太陽能電廠、沙漠種電系統等。

台灣新式太陽能光電技術商業化進展較快的是聚光型太陽能光電產品，已有許多廠商投入此領域。由於聚光型太陽能光電系統環境條件限制多與成本較高，市場擴展緩慢，因而國內廠商規模不大。美國是目前聚光型太陽能光電系統最大市場，部份國內業者已打入美國廠商供應鏈，然而在太陽能電池成本節節下降的同時，聚光式太陽能電池的反射鏡價格與定日裝置卻維持原狀，而裝置較複雜也使得聚光式太陽能電池可靠性較低，價格與功能上的不利因素讓聚光式太陽能電池計畫較其他太陽能計畫更難取得融資，而使得資金成本也較高，多方因素之下，使得聚光式太陽能電池相較之下越來越不划算。

2014 年，聚光式太陽能電池在總體太陽能電池市場中只佔 0.25%，可見聚光式太陽能電池暫時無法大量生產。另外看好太陽能光電市場前景，業界亦正研發

² 網路資源:高高科技開發股份有限公司，CIGS 技術 <http://www.bst-solar.com.tw/38.html>

有機及染料敏化太陽能光電技術，染料敏化太陽能電池(DSSC)的發電機制來自於仿生化的光合作用，利用塗佈在導電基材上的染料，吸收陽光來激發染料分子的電子軌域間跳躍，並利用電解質來幫助此受刺激電子從對電極的傳遞完成整個光導電的「類光合」運作機制。³

相較於第一代與第二代太陽能技術，第三代太陽能電池技術有許多無法取代的好處，其中包括能在弱光環境下發電、適合室內與攜帶式消費型太陽光電產品應用及可迎合時尚的太陽光電產品需求加入色彩元素。

表 3-1 2012 與 2013 年全球太陽電池產量前十大廠商

排名	2012	2013
1	First Solar	英利
2	英利	晶澳
3	晶澳	天合
4	天合	新日光
5	尚德	First Solar
6	茂迪	茂迪
7	昱晶	晶科
8	阿特斯	昱晶
9	晶科	阿特斯
10	新日光	海潤

資料來源：Solarbuzz，<http://www.solarbuzz.com/tw/reports>
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

在 2009 年實施躉購電價制度後，台灣太陽能光電設備裝置量出現明顯成長，吸引許多廠商投入相關設備生產，主要是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，部分業者具有國外太陽能電廠建置經驗。

³ 網路資源:綠能趨勢網，永光化學專訪: 染料敏化太陽能技術將為下世代太陽光電產品帶來新風貌 <http://pv.energytrend.com.tw/interview/20111004-2413.html>

過去美國、日本、歐洲等國家提供優厚補貼創造太陽能光電市場消費，需求帶動台灣矽晶圓與矽晶太陽能電池產量擴大，從 2008 年台灣太陽能光電產業產值突破新臺幣 1,000 億元，廠商持續擴產下推升產業榮景於 2010 年達到產值最高峰約新臺幣 2,100 億元。2011 年起歐債危機爆發，迫使部份國家開始大幅削減補貼，同時中國大陸產能大量開出並以低價搶市使得產品持續跌價，我國產值因而開始下滑，2012 年我國太陽光電產值約為新臺幣 1,300 億元。

在市場機制下，不具競爭力的廠商勢必被市場淘汰，加上中國大陸積極汰弱留強，僅計畫性扶植幾家重點大廠，如此環境下將加速全球太陽能光電產業調整，可望去除過剩產能，2013 年我國太陽能光電產值已回升至約新臺幣 1,600 億元。2015 年中國大陸提供優惠政策補助正掀起一波安裝熱潮，而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 年已帶動需求顯著成長，有機會達成供需平衡，大多數國家希望 2020 年進入市電同價。民眾因躉購電價機制提供長期穩健之報酬率而增加安裝意願，2013 年政府將年度安裝目標由原先 100MW 增加至 130MW，第 2 季再提高至 175MW，2014 年設置又進一步提高到 210MW。

長期以來，屏東縣林邊、佳冬鄉因為養殖業抽取地下水造成地層下陷、2009 年 8 月莫拉克颱風挾帶狂風暴雨侵襲台灣，大水沖毀農民賴以為生的魚塢和蓮霧園，屏東縣政府思索著如何透過產業轉型解決地層下陷及民眾生計需求，配合同年通過的《再生能源發展條例》，與有意投資的太陽能光電廠商在這陽光充沛的國境之南展開一場技術與政策的整合與改革，直至 2013 年底總裝置量達 23.48MW，面積 43 公頃，成為受災區重建工程典範，甚至吸引日本業者來臺考察。

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，目標建立我國太陽光電設置應用完善環境，積極推動太陽光電發電系統。推動策略採「逐步擴大、先屋頂後地面」，以穩健成長、負責任的態度來帶領國內太陽光電能源永續發展。依經濟部能源局推動「陽光屋頂百萬座」計畫，2012 年規劃設置目標為 100MW，2013 年原訂目標 130MW 因國內太陽光電安裝需求旺盛，設置目

標上調至 175MW，2014 年設置目標提升至 210MW，以鼓勵屋頂型太陽光電系統為主，2015 年完成 847MW，2020 年達到 2,120MW 的太陽光電發電系統設置。

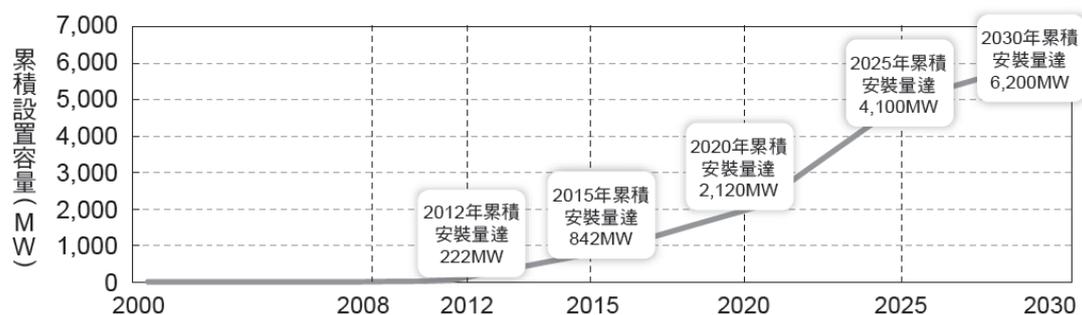


圖 3-10 國內太陽光電系統設置目標規劃

資料來源：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/SubMenu.aspx?menu_id=2324
瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

2012 年 3 月成立「陽光屋頂百萬座推動辦公室」，辦理相關推動配套措施，包括為促進地方政府擴大投入太陽光電設置，2013 年底公告提高縣市政府出租公有建築物屋頂設置陽光電之免競標額度為 5MW，目前已有臺南市、高雄市、屏東縣、雲林縣、臺東縣、嘉義縣、新北市、南投縣、苗栗縣、臺中市等 10 縣市公有房舍陸續完成標租作業，預計可設置約 104MW；另外，嘉義市、澎湖縣及宜蘭縣等 3 縣市政府近期已上網公告出租屋頂中，預期太陽光電能源服務業者將競相投標。在推動住宅及社區普及設置方面，至 2014 年 5 月共有嘉義縣、臺南市、高雄市及屏東縣共 4 縣市申請，累計通過 8 案 198 戶，總設置量已逾 1.3MW。除此之外，並建構國內太陽能光電融資環境，已有 16 家銀行開辦太陽能光電設置融資專案，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。

(二) 太陽能發展策略與目標

我國發展太陽能光電的核心競爭力在於我國有著高素質的半導體領域人才，因此製造模式相類似的矽晶太陽能便成為產業特色。然而，台灣較弱的地方在於關鍵零組件及消費端競爭力較弱，為了強化競爭力，筆者建議應從以下方法去著

手，1.整併國內中小型廠商，擴大規模，達成規模經濟。2.建構良好的金融環境以促進太陽能產業發展太陽能光電系統與電廠常需要龐大資金，因此金融支援十分重要，提供信用保證機制協助銀行分擔風險，建立專案融資機制，設置法規保障電力收購。3.投入研發保持優勢太陽能電池與矽晶圓為台灣太陽能光電產業最具競爭力的產品，政府應協助業者取得關鍵技術，降低研發成本及技術合作以保持競爭力。4.擴大模組及系統能力以建立完整產業鏈，協助業者開發低成本製程與高規格產品，強化布局太陽能模組市場，擴大產能與降低成本，發展出具競爭力之大型模組商。

表3-2 國內太陽能光電產業關鍵技術研發項目

產別	代表廠商	提升技術競爭力作法
太陽能矽晶圓	綠能、中美晶	低缺陷高品質長晶技術、自主切割線材料、廢料回收技術。
矽晶電池	茂迪、昱晶、新日光	高效率新結構，如n-型、HIT、IBC等技術、薄晶片技術、銀材料取代技術。
薄膜太陽電池	聯相、綠陽、台積太陽能	矽薄膜BIPV應用技術、低成本阻水阻氣封裝技術、CIGS無鎘製程技術、CIGS低毒害硒化製程技術。

資料來源：http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/SubMenu.aspx?menu_id=2324
 瀏覽日期：2015 年 5月12日。

第三節 日本風力發電與太陽能產業發展

一、全球風力發電

全球風力發電發展現況在國際燃料價格高漲，核能事故困擾以及節能減排等因素影響下，世界各國對風力發電積極強勢之推動下，僅管在全球經濟景氣持續低迷下，風力發電表現仍顯示大幅成長，新增裝機組容量達 4,0564MW，比去年長超過 20%以上，致全球風力發電累計裝置容量達 238GW。主要成長地區為拉丁美洲、非洲及亞洲，成為全球風力發電市場發展之主力，中國及印度是亞洲風電增長最多的國家，此二個國家新增之裝機容量總和相當於 2011 年全球總裝機容量

增加之 50%，另外在拉丁美洲市場，除巴西具有豐富的潛力外，墨西哥也發展很快，非洲地區已開始在觀望幾年之後 2010 年開始推動風力發電，2011 年積極的實現其發展計畫，可說是蓬勃發展，相較之下 2011 年歐洲的發展則是相對的平穩。

風力發電中離岸風力發電目前仍以歐洲為主要市場，2011 年全球離岸風力發電新增加裝機容量的約 1,000MW，其中百分之九十裝機容量是在歐洲，特別集中在北海、波羅的海、英吉利海峽等地區，其餘不到 10%是在亞洲，仍以中國為主，日本離岸風力裝設在 2013 年已加入市場。

歐盟離岸風力發電總裝置容量約 3,813MW，新增加機組容量 87%是在英國，德國在主張廢止核能發電政策後，未來推動離岸風力發電勢必增加，丹麥、葡萄牙、波蘭等國也積極規劃開發。離岸風力發電發展趨向朝向大型化發展，預計經幾年開發、示範應用後，2015 年開始大量生產。預計未來五年，全球風力發電市場重點仍以亞洲、歐洲及非洲為主，在全球廢止核能、節能減碳及燃料價格高居不下之壓力下，風力發電之發展應會持續加強，預估到 2016 年新增加機組容量將可達 59GW 以上，到 2020 年全球風力發電之裝置量可望達到 493GW。

全球風力發電發展情況雖然在全球經濟景氣低迷下仍有很好的成績，依據全球風力發電理事會(GWEC)統計資料顯示，在 2014 年全球新增加風力發電機組容量達 4,056KW，累計全球風力發電總容量達到 237,669MW，比 2010 年增加 24%。2014 年全球風力電發展之另一特點是新增加裝機量在風電之新市場如拉丁美洲、非洲及亞洲為主要動力，中國及印度是增長較多的國家。對照之下，歐盟的發展基本上較平穩，美國則緩慢成長。到目前為止，全球有 75 個國家有商業運轉之風力發電機組，其中 22 個國家裝機容量超過 1GW。

二、日本風力發電

日本政府推動風力發電的概念為共同出資成立公司，該項目由政府、風力發電廠商、電力公司三方平均分擔。日本「再生能源特別措施法案」通過後，自從 2012 年 7 月開始實施再生能源電力收購制度(Feed-in Tariff)，在此政策之下，電力

公司以較高的價格收購太陽光電、風力、水力、地熱、生質能等五種再生能源所發出的電力。

(一)日本風力發電背景

日本自從福島核電事故發生後，民間高度期待太陽能以及風力、生質能等替代能源產業能有效取代核電廠。日本政府面對核電廠由於安全檢查所造成全面停機之缺電危機，迫切希望開發新的電源供應，因此為了增加產業投入的誘因而提高再生能源電力收購價格，由政策領導民間廠商對於再生能源技術投入更多資源，希望能達到政策目標。

根據全球風能協會(Global Wind Energy Council, GWEC)對全球 2011 年風力發電之報告，全球風力發電裝置量由 2010 年的 198 GW 增加至 2011 年的 238GW，成長超過 20%。就亞洲地區排名而言，日本排名 13 名，僅落後中國大陸及印度。

(二)日本發展風力發電措施及成果

日本政府於 2012 年 7 月開始實施以固定價格全額購買新的再生能源電力收購制度(FIT)，其中風力部分以 20 kW 為分界，訂定不同的收購價格，小型風力(20 kW 以下)收購價格較高，為每度 57.75 日圓 (約新台幣 21.8 元)，20 kW 以上每度則為 23.1 日圓 (約新台幣 8.7 元)，風力機所發電力由電力事業全額收購，收購期間為 20 年。所需經費來源由電力用戶之電費中，額外徵收一定額度的費用。但未將離岸風力機與陸域風力機分開計費，與目前各國朝向離岸風力機發展的趨勢有所不同(方端言，2012：2-3)。

表 3-3、全球風力發電累計裝置量前十名國家

國 名	2011 年			2010 年		
	裝置量 (MW)	排名	占比 (%)	裝置量 (MW)	排名	占比 (%)
中國大陸	62,364	1	26.2	44,733	1	22.6
美國	46,919	2	19.7	40,298	2	20.4
德國	29,060	3	12.2	27,191	3	13.8
西班牙	21,674	4	9.1	20,623	4	10.4
印度	16,084	5	6.8	13,065	5	6.6
法國	6,800	6	2.9	5,970	6	3.0
義大利	6,737	7	2.8	5,797	7	2.9
英國	6,540	8	2.7	5,248	8	2.7
加拿大	5,265	9	2.2	4,008	9	2.0
葡萄牙	4,083	10	1.7	3,706	11	1.9
日本	2,501	13	1.1	2,334	12	1.2
台灣	564	25	0.2	519	24	0.3
南韓	407	27	0.2	379	27	0.2
全球	237,669		100	197,637		100

資料來源： < http://cdnet.stpi.narl.org.tw/techroom/market/energy/2012/energy_12_007.htm >。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 10 日。

此次 FIT 方案較過去每度電價收購價格 12 日圓優惠許多，為目前全球最高的風電收購價格，但現已運行的 1,800 支風力機將不追溯收購電價，而未達 20 kW 的風力發電設備收購價格為 57.75 日圓，在申請電力收購上必須符合 JIS C 1400-2

標準或通過日本小型風力發電協會(JSWTA) 認證，或是 JSWTA 海外認證機構驗證之小型風力機，如此政策之下，預計日本風電市場將會有顯著的成長。

表 3-4 日本再生能源電力收購價格

日本再生能源電力收購價格 (從 2012 年 7 月 1 日起)			
	年限	JPY/kWh	NTD/kWh
風能	20		
<20 kW		57.75	21.8
>20 kW		23.1	8.7
地熱	15		
<15 MW		42.00	15.8
>15 MW		27.30	10.3
水力	20		
<200 kW		35.70	13.4
>200 kW <1 MW		30.45	11.4
>1 MW <30 MW		25.20	9.4
太陽能光電			
<10 kW	10	42.00	15.8
>10 kW	20	42.00	15.8
生質能	20	40.95	15.4
污泥及都市廢棄物	20	17.85	6.7
森林廢棄物	20	33.6	12.7
木材	20	25.2	9.4
建築廢棄物	20	13.65	5.1

資料來源：(方端言，2012：3-6)

表 3-5 日本 2012 年 4 月~ 10 月再生能源開始運轉設備容量

再生能源電設備	4月~10月開始運轉設備容量
太陽光（住宅）	88.6萬kW（4~6月 30.0萬kW）
太陽光（非住宅）	24.0萬kW（4~6月 0.2萬kW）
風力	1.4萬kW（4~6月 0萬kW）
中小水力（≥1,000 kW）	0.1萬kW（4~6月 0.1萬kW）
中小水力（<1,000 kW）	0.2萬kW（4~6月 0.1萬kW）
生質能	1.2萬kW（4~6月 0.6萬kW）
地熱	0萬kW
合計	115.5萬kW

資料來源：(方端言，2012：4-7)

日本「再生能源特別措施法案」自從 2012 年 7 月 1 日上路後，再生能源裝置設備容量就大幅成長，日本政府達成了 2012 年度(2012 年 4 月-2013 年 3 月)全年收購目標為 250 萬 kW 的目標。

(三)日本風力發電市場發展

日本環境省 2011 年 4 月 21 日公布的「再生能源採用潛力調查」，資料中顯示風力發電的開發潛力就高達 19 億 kW 之多，而日本在 2009 年風力發電設備的總設置量僅為 219 萬 kW，由此可見，日本國內未來潛在的風力發電仍有相當大的發展空間，除此之外，於 2012 年 8 月 31 日公布長期戰略，規劃在 2030 年之前，將再生能源中發展較為緩慢的海上風力、地熱、生質能和海洋能（波力及潮力）4 個領域的發電能量提高為目前的 6 倍。

日本傳統風力發電是以陸域型風電機組裝設為主，由於日本人口稠密且地貌多山複雜，陸域風電機組適宜裝置地點並不多，未來可開發市場不大。陸域風電的裝置設備上，過去採用歐洲進口的系統，直到近年才由三菱重工、富士重工、

及各鋼廠合作開發出單機容量 2 MW 的日本國產陸域風電設備。目前全球在離岸風力發電的模式分為兩種方式，一種是將機組固定在海床的「著床式」，另一種將機組漂浮在海上的「浮體式」。由於日本著床式離岸風力發電站適當的設置地點不多，合適風場距離陸地較遠且水深(水深超過 50 公尺)，所以日本發展離岸風電潛力較大的應屬浮體式，因此日本政府在離岸風力發電產業發展策略上朝向浮體式的相關技術。

依據 GWEC 報告，2011 年全球風力發電裝機容量達 41 GW，日本至 2011 年風力發電裝機容量達 2501 MW，每年提供 4200GWh 的電力，約占日本總電力供應 0.5%(方端言，2012:5)。

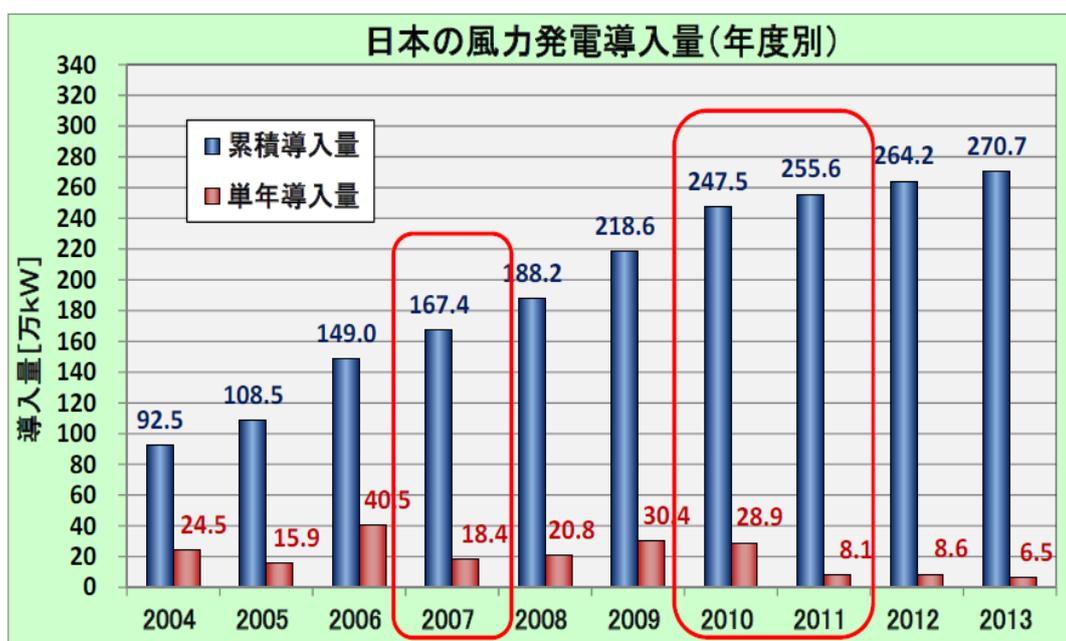


圖 3-11 日本風力發電歷年新增裝置量

資料來源：http://jwpa.jp/page_198_jwpa/detail.html
 瀏覽日期：2015 年 5 月 2 日。

日本環境省對於地貌地形及風場環境所進行的潛力估算顯示，離岸風能潛在量高達 1,570 GW，高出陸域量(283 GW)達 5 倍以上除此之外 JWPA 更規劃，直到 2050 年時，日本離岸風力裝置量可達 25 GW，浮體式系統約佔 70%。日本政府 and 北海道、東北、東京等電力公司以及 J-POWER、豐田通商、COSMO 石油等大型企業共同出資成立特別目的公司，全力推展風力發電事業。為了此次政府與民

間企業合作，共同設立 3,000 億日圓的合作基金，政府、電力公司、風力發電企業等 3 方平均分擔。政府把 300 億日圓首批運營資金納入財政預算，更預計未來 5 年內投資總額將達到 1,000 億日圓，擁有豐富風力發電資源的日本北海道和東北地區的 6 個區域將成為此次風力發電事業的主要選址區域。

日本風電產業發展上，日立公司併購富士重工的風力機部門，達成產業垂直整合並開始發展 5 MW 風力機系統，除此之外，擴大位於東京東北部日立市風力發電機工廠的產能，使年產能達 2,400 台發電機，日本風電市場之未來成長空間將有助於當地廠商及國際大廠如丹麥 Vestas、西門子等增加其銷售數量，因此日本國內大廠目前正積極建立自有風力機系統，並且配合政府投入浮體式離岸風電相關技術研發。

(四)未來規劃與目標

日本自從福島核災後，積極減輕對核能的依賴度，大力推廣潔淨能源。由於政府政策與民間企業的合作，日本的離岸風電發展快速，預計將從 2010 年度的 30 MW 成長到 2030 年的 8.03 GW，20 年期間增加 8 GW，因為日本地狹人稠，為了達到此一目標，除了以往的「著床式」離岸風力之外，將大力研發不受場址限制的「浮體式」離岸風電技術，若日本風力產業商業模式成功，將成為另一個亞洲模範。

主力廠商方面，以東芝、日立造船為首，其他包括 JEF 控股、住友電器、東亞建設、東洋建設，以及日本氣象協會等六家公司與一個協會，宣布在未來十年將投入 1,200 億日圓 (約新台幣 455 億元) 建造離岸風場。規劃於 2016 年完成 7.5 MW 風力機驗證機組，2022 年完成 300 MW 離岸風場建設，風場地點可能選在九州外海。

日本環境省採用京都大學研究小組的技術在長崎縣五島市梶島周邊，設置日本國內首座 2 MW 離岸浮體式風力發電測試機，從 2013 年陸續開始運轉，由於此計畫成功，日本經濟產業省採納福島縣建設再生能源研究基地計畫，提出在福

島縣海面上建設大規模浮體式發電站，預計建造 6 座以供驗證試驗之用，同時還將在東北全境大量建設陸域風電場和著床式離岸風電場(包括浮體式在內)，每年將建設 1 GW 的風力發電機，該計畫將至少延續 10 年。

目前世界風力發電的主流是在海底固定風機的「著床式」，以歐洲為中心。而浮體式則是著床式的新一代改良，實際運轉的浮體式海上風電機只有挪威於 2009 年建造一座，因此在福島縣海域建設多座風電機之計畫是全球首次嘗試。JWPA 規劃到 2020 年風力發電累計裝置容量為 11.1 GW，到 2050 年時將增為 50 GW，離岸風力裝置量可達 25 GW(浮體式系統為主力占 70%)，陸域為 25 GW(方端言，2012：7-8)。

表 3-6、日本 4 項再生能源的裝置量目標（單位：MW）

年度 再生能源項目	2010 年 (實際裝機量)	2020 年	2030 年
離岸風力	30	400	8,030
地熱	530	1,070	3,880
生質能	2,400	3,960	6,000
海洋(波力及潮力)	0	0	1,500
合計	2,960	5,430	19,410

資料來源：日經能源環境網，<<http://www.env.go.jp/index.html>>。
瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

三、日本太陽能發電

(一)日本太陽能產業主力公司

除了夏普、京瓷、三洋等太陽能電池生產企業外、日本許多大型企業紛紛看好太陽能電力行業，將太陽能產業視為公司轉型的一大契機，使得太陽能產業吸引各方的資金與技術投入。與太陽能產業息息相關的化工產業也活絡起來，化工企業太陽日酸與德國化工企業共同投資 200 億日圓，在日本設立太陽能電池材料工廠，生產太陽能電池、液晶面板及半導體所用的絕緣材料單晶硅，每年產能 1000 噸，其產能僅次於挪威光伏製造商 Renewable Energy Corporation (REC)。三井化學與株式會社 TOKUYAMA 共同開發單晶硅，用於生產薄膜行太陽能電池、半導體、液晶顯示器等電子產品。尤其是用於製造硅化膜、硅酸鹽膜。

日本 ULVAC 公司主要供應薄膜行太陽能電池產線，佔全球市場的三成。目前公司朝向轉型，採取的措施有提供材料供應及售後服務，希望公司能夠轉型成功，並保有競爭力。在地方政府實際的例子有日本電信軟體銀行投資太陽能事業，在鳥取縣投資太陽能電廠，並推出在民間 1000 個住宅屋頂上安裝光伏陣列，除此之外，在日本北海道苫小牧市開發光伏發電設施，該電廠在 2015 年 3 月底投入營運。⁴

(二)日本太陽能產業市場現狀及預測

日本太陽能光電協會(JPEA)2013 年 2 月公佈 2012 年第 4 季日本太陽能電池出貨量，商用以 52.6MWp 首次超越家用 47.6MWp，打破市場長期由家用領銜的局面，此歸功於 2012 年 7 月日本推出的再生能源全量電力收購制度成效漸顯，以大型電廠為主的太陽能建案於日本遍地開花。但受太陽能市場擴大、系統價格下滑影響，日本相關政策補貼已見下調態勢。

日本太陽能設備安裝以住宅屋頂及大型電廠為主，由於競爭者眾、差異化縮小，導致業者利潤空間變小，而相關法令鬆綁等客觀條件配合，促使業者朝其他

⁴ 網路資源:上海情報服務平台，

<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=7887>

方面發展，如光學濾光片大廠 FujiPream 2013 年 3 月宣佈的農地太陽能發電研究即是一例，此外太陽能板應用逐漸多元化，朝向非家用屋頂、海洋、汽車等領域延伸也有不錯發展。

日本太陽能商用市場逐漸普及，週邊設備需求也跟著水漲船高，首先是對於電力輸出多寡有關鍵影響的電力調節器(Power Conditioner)，相關業者紛紛增加產能，日本市場佔有率達 5 成的田淵電機(Tabuchi Electric)宣佈月產能提高 25%，合計其日本國內與泰國 2 廠房，月產能達 2 萬台，田淵電機同時也將推出因應大型電廠用大規模輸出的機種。

自從日本的上網電價生效以來，太陽能產業已經蓬勃發展。儘管最近公佈削減 10% 的上網電價補貼，但是其市場並沒有出現放緩。事實上，根據 IMS 研究報告，日本 2013 年的光伏市場預計將增長 120%，新增容量超過 5GW。⁵



圖 3-12 2011-2012 年日本家用太陽能補貼制度縣市別申請戶數比較

資料來源：JPEA， < <http://www.jpea.gr.jp/> >。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

⁵ 網路資源:上海情報服務平台，
<http://www.libnet.sh.cn:82/gate/big5/www.istis.sh.cn/list/list.aspx?id=7887>

第四章 比較台灣與日本綠能產業政策

日本國內自產能源極少，大部分依賴國外進口天然氣、原油、煤等，2011 年 3 月的福島核災更使日本面臨核電存續問題，然而沒有核電，日本電力供應將產生缺口，在民間及產業的壓力期待之下，日本政府進行全面性及系統性的能源政策檢討，調整電力供需政策。能源供應來源與日本相似的台灣，也面臨的能源供應及風險因應等問題，因此日本經驗值得台灣擬定重要能源政策時之借鏡與參考。

第一節 比較台灣與日本風力發電產業政策

一、台灣風力發電產業政策

為了發展潔淨能源、加速國內風力發電系統的設置與開發，經濟部於 2012 年 7 月 3 日公告實施「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」並於同年 12 月 27 日召開評選委員會，確認各申請廠商之優先順序，評選結果已於 2013 年 1 月 9 日公布，分別由「福海風力發電股份有限公司籌備處」、「海洋風力發電股份有限公司籌備處」及「台灣電力公司」取得受獎勵資格，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。預計 2015 年完成四至六架示範機組設置，並於 2020 年前完成約 30 萬 kw 示範風場開發。

我國再生能源的推廣，設有階段性目標，在風力發電的部分，擬訂了「千架海陸風力機計畫」。而 2012 年公告之「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，對示範機組與示範風場進行獎勵，我國風力發電推動目標與現況：

(一) 推動目標

依據行政院於 2008 年 6 月 5 日核定之「永續能源政策綱領」我國再生能源推廣目標，於 2025 年占發電系統的 8% 以上，2030 年將會達到達 6,500MW 設置目標。2011 年 11 月政府提出新能源政策，為早日實現「穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」的願景，規劃擴大各類再生能源發電，於 2025 年裝

置容量 9,952MW，2030 年進一步增至 12,502MW 而就風力發電部分，經濟部擬訂「千架海陸風力機」計畫，經行政院核定，預計於 2015 年完成 350 架陸域風力機及四架海域風力機建置，合計裝置容量 881MW，2030 年完成 450 架陸域風力機及 600 架海域風力機建置，合計裝置容量達 4,200 MW，屆時我國再生能源裝置比例會從 2013 年約 8% 提高至 2030 年約 16%。⁶

(二)發展現況

根據能源局統計，截至 2012 年 12 月底，我國陸域共設置 314 架風力機，累計裝置容量約 621MW。為達成前述風力發電推動目標，考量台灣陸域風場漸飽和，而台灣海峽擁有豐富風力資源，且國內離岸風力機組、建置工程技術已趨成熟；另國外已有實際開發案例，見證離岸風場開發對海洋環境生態無重大影響等因素，並參考國外推動離岸風力發電初期多以政府主導方式，先進行示範或先導型離岸風力發電設置，促使業者投入後續大規模風場開發。經濟部於 2012 年 7 月 3 日公告「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」目的即係經由離岸風力發電示範計畫，鼓勵業者加速開發設置，同時建立國內離岸風場開發作業流程，以達成風力發電設置目標(歐嘉瑞，2013:112)。

「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」主要評選出兩家民間業者及一家國營事業，以經費補助方式，鼓勵業者進行示範開發，計獎勵業者設置六部離岸風力機組，於 2015 年完成示範機組設置，2020 年完成示範風場設置。示範風場作業獎勵金額每案約新台幣 2.5 億元；同時依示範機組容量大小，提供至 50%設置獎勵金額，如以 2012 年度再生能源電能躉購費率，並參考市場上商轉之 3 寸 MW 機型裝置成本估算，每案獎勵金額可達約新台幣 4.77~7.95 億元。

⁶ 網路資源:英華威有限公司，台灣風力發電 <http://infravest-twonline.com/infravest/TC/4-5.htm>

(三)示範獎勵辦法重點摘述如下(歐嘉瑞, 2013: 122-124)。

1.法源依據

示範獎勵辦法係依據「再生能源發展條例」第 11 條第 2 項授權訂定之法規命令, 因此本辦法未規範之部分, 仍須適用本條例及相關法規, 如「再生能源發電設備設置管理辦法」、「發展再生能源進口貨物免徵及分期繳納關稅辦法」及「再生能源發電設備免徵及分期繳納進口關稅品項及證明文件申請辦法」等, 以申請再生能源建購或減免、分期繳納關稅。

2.獎勵標的

示範獎勵辦法獎勵標的可分為示範機組與示範風場兩類, 其中示範機組係指每案兩部單機容量 3MW 以上, 且位於五公尺等深線外之風力發電離岸系統; 示範風場係指設置總規模達 100MW 以上而未達 200MW, 位於五公尺水深等深線外之風力發電離岸系統, 且須於本辦法施行後之新設或擴增者。

3.獎勵金額

示範獎勵辦法對於示範機組設置獎勵金額, 以辦法公告年度, 即 2012 年度風力發電離岸系統躉購費率每施裝置容量期初設置成本 50% 為上限, 且不得超過示範機組設置總費用之 50%。亦即 2012 年度再生能源躉購費率風力發電離岸型初期建置成本為每區新台幣 15.9 萬元, 對於業者示範機組的獎勵金額即不超過每 KW7.95 萬元, 假設受獎勵業者以 3MW 機組申設, 每部獎勵金額即不超過 23,850 萬元, 若示範機組實際設置總費用低於此金額, 則以較低者為準。

4.獎勵範圍

示範獎勵辦法之獎勵金額須用於示範機組及示範風場直接相關之費用項目, 因此示範機組獎勵範圍限於風力發電系統相關設備, 如發電機、齒輪箱、葉片、控制系統、輪毅、機艙罩、塔架、基礎工程及輸配電設施等, 而不包含與風力發電系統無直接相關之設備, 如觀光步道或其他附屬設施等。至於示範風場的獎勵範圍則以風場調查研究為限, 包含場址評估及可行性研究、海氣象觀測塔規劃設

計及施工作業、環境影響評估、生態調查及地質鑽探等作業相關費用，但不包括漁業補償及地方回饋等與風場調查研究無直接相關之費用。另考量示範獎勵辦法發布生效日前已有業者先行投入費用進行風場的調查研究，基於公平性，本辦法特別規定受獎勵業者已發生之作業費用可溯及既往。

5.申請人資格

考量示範獎勵辦法每案提供高達約新台幣 7.0~10.5 億元獎勵金額，且業者建造 100MW 以上離岸風場，約需投入 150 億元，故本辦法規定申請人資格若為電業者，其實收資本額須達十億元以上，若以籌備處資格提出申請，其發起人之一應為實收資本額達五億元以上之股份有限公司，或全體發起人中數人為股份有限公司且其合計實收資本額達十億元以上，以確保示範風場能順利完成。

6.評選機制

由於示範獎勵辦法僅提供民間業者兩案及國營事業一案之額度，申請案件之審查以召開評選會議方式進行，其成員須涵蓋多元化，遴選具能源、風場開發專業知識，如電力、航運、海事工程、環保、法律等方面學者專家，及相關涉及之政府機關代表派員參加等，合計共 17~19 人擔任評選委員。評選委員對申請案之評分審查原則包括：工作團隊計畫執行能力、示範風場建置運維及期程規劃之完整性與時效性、示範機組選用設置及期程規劃之完整性與時效性、對風力發電產業發展與自製率提升之助益、對離岸風電推廣應用之助益等。

7.受獎勵人之責任及義務

示範獎勵辦法依據「千架海陸風力機」計畫規劃時程，訂定示範機組與示範風場的開發時程與工作，規定受獎勵人應於 2014 年底前取得示範機組或示範風場籌設許可；於 2015 年底前完成示範機組之建置、測試與竣工，並取得電業執照開始商業運轉；於 2018 年底前取得示範風場施工許可；於 2020 年底前完成示範風場之建置、測試與竣工，並取得電業執照開始商業運轉。相關時程、工作亦為本辦法對受獎勵人所賦予最重要的任務。

8.獎勵金額的撥付

為確保計畫如期達成，示範獎勵辦法對於獎勵金額撥付設有查核點，以利掌控進度。獎勵金額之撥付以實支實付為原則，然為避免排擠各項工作之進行，各項目獎勵費用額度亦有比例上限。示範風場獎勵金額分五期、示範機組分兩期撥付，各有其查核點及撥付比例。申請獎勵費用撥付順序，視實際完成工作進度，先完成項目可先撥付。

9.促進國營事業參與

鑑於台灣陸域風力發電之發展經驗，風力機除塔架外大多向國外採購，致有後續風力機故障維修需待料及運轉不便之情況。而離岸風力發電施工與風力機的設計，尚屬新技術領域，歐洲國家離岸風力發電發展起步約十年時間，故我國宜積極發展，成為具備離岸風力機產業能量之國家。政府以 2030 年完成 3,000MW 離岸風電發展，促進與國外技術合作及風力機創新技術研發，提高風力機可靠性與降低離岸風力發電成本，帶動國內離岸風力機產業發展，為本辦法之重要目標。因此本示範獎勵辦法提供國營事業獎勵案另行評選，除避免與民間爭取獎勵名額外，可鼓勵國營事業多採用國產品，俾以內需市場協助建立國內自主風力機產業。

表 4-1 我國風力發電推廣目標及時程規劃(單位:MW)

年度 類型	2012	2015	2020	2025	2035
陸域	621 (314 架)	866 (350 架)	1,200 (450 架)	1,200 (450 架)	1,200 (450 架)
海域	0	>15 (4 架)	600 (120 架)	1,800 (360 架)	3,000 (600 架)
總和	621 (314 架)	881 (354 架)	1,800 (570 架)	3,000 (810 架)	4,200 (1,050 架)

資料來源：(歐嘉瑞，2013：121)

表 4-2 風力發電離岸系統示範獎勵辦法評選標準表

項目	子項配分	分項總計
1.工作團隊執行能力(含團隊組成、工程設計及採購能力、海事工程及建造能力、基礎建造、機組吊裝及海纜布放、財務健全性及營運能力)	30	30
2.示範風場規劃 風場場址(地點、風況、海況、地質條件)風場開發規劃(含機組布置、基礎型式、交通運輸、海纜路徑及併聯引接方式、陸上準備場，環境調查與環評規劃海氣象觀測塔規劃(地點、時程、規格)不符規格條件者以零分計算營運及維護規劃籌設作業規劃及預計時程	35	35
3.示範機組規劃 機組選用(含規格符合度、機組成熟度、效能、可靠度、抗颶耐震防蝕能力)不符規格條件者以零分計算設置規劃(含安裝及施工規劃、完工時程)	10 5	15
4. 國產化或自製率(風力機組、海事工程、運轉維護等)規劃	15	15
5.推廣展示規劃	5	5
合計	100	100

資料來源：(歐嘉瑞，2013：121)

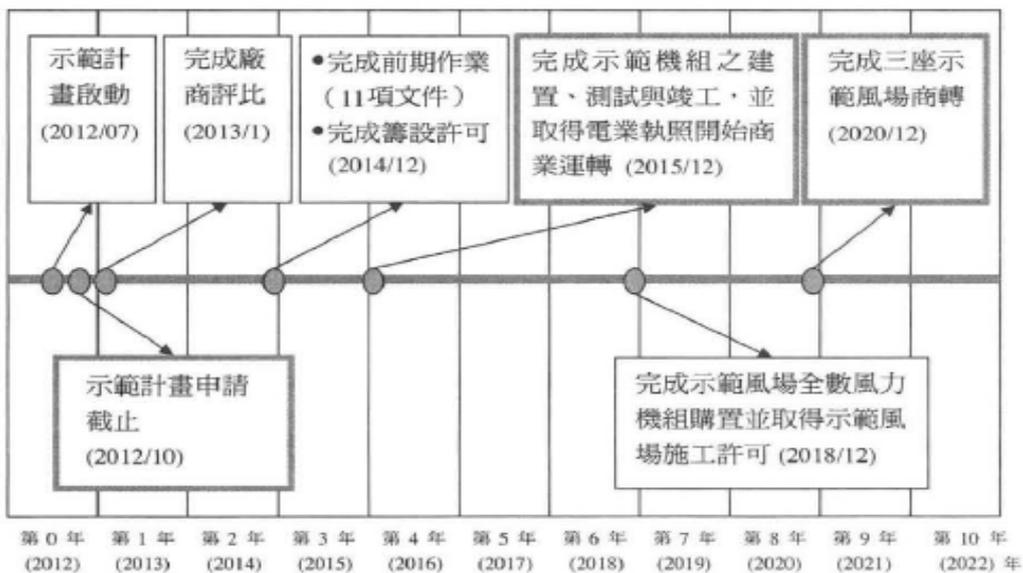


圖 4-1 「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」推動時程規劃

資料來源：(歐嘉瑞，2013：124)

以台電為例，台灣電力公司在風力發電裝置方面，已規畫完成三期風力發電，共裝置 161 臺風力發電機，發電容量為 282.76 MW，第一期計畫（2003 ~ 2008）分別有四種機型三種單機額定容量共計有 60 台風力發電機於本期計畫完成商轉，第一期發電容量為 98.96 MW。

第二期計畫（2005 ~ 2011）一共設置 58 臺單機額定容量為 2000 KW，發電容量為 116 MW。第三期計畫（2007 ~ 2011）共裝置 36 臺，單機額定容量分為 2,30KW0、2,000 KW、900 KW，總發電容量為 69 MW。

表4-3 各再生能源別台電配合目標與設置年限(單位MW)

能源別	已完成	2015年	2020年	2030年	小計	占比台電／國家)
陸域風力	286.8	47.8	222.0	—	556.	46.4%
離岸風力	—	—	108.0	1,494.0	1,602	53.4%
水力	2,001.6	40.6	—	—	2,042	81.6%
太陽能光電	10.4	9.2	15.0	—	34.6	1.2%
地熱能	—	—	0.2	4.8	5.0	2.5%
海洋能	—	—	—	1.0	1.0	0.2%
合計	2,298.8	97.6	345.2	1,499.8	4,241	40.0%
累計	2,298.8	2,396.4	2,741.6	4,241.4	—	—

資料來源：陳一成、徐文科（2013：65-78）

Site	Wind Turbine Type	Rated output	Quantity	unit set cost (US\$/set)	Unit kW cost (US/KW)
石門	VESTAS V4 (DK)	660 KW	6	949,267	1,433
大潭(I)	GE 1.5Se (USA)	1,500 KW	3	2,196,567	1,467
觀園			20		
香山	Gamesa G8 (ESP)	2,000 KW	6	3,201,067	1,600
臺中港	STX Z72 (Korea)	2,000 KW	18	2,565,667	1,267
臺中電廠			3		
恆春	GE 1.5Se (USA)	1,500 KW	3	2,196,567	1,467

圖 4-2 一期風力發電設置情形統計表

資料來源: 陳一成、徐文科 (2013 : 65-78)

Site	Wind Turbine Type	Rated Power	Quantity	unit set cost (US\$/set)	Unit kW cost (US/KW)
彰工	VESTAS V80 (DK)	2,000 KW	23	2,888,867	1,433
雲林麥寮			15	3,701,767	1,850
四湖			14		
林口			3	5,333,333	2,667
大潭(II)			3		

圖 4-3 二期風力發電設置情形統計表

資料來源: 陳一成、徐文科 (2013 : 65-78)

台灣電力公司隨著每年風況、機組商轉裝置容量以及營運可用率等不同條件下，從 2006 年至 2012 年累計總發電量已達約 31.5 億度電，歷年營運之容量因數分別為 29.71%、25.50%、21.95%、23.60%、25.52%、32.00%及 29.27%；台電風機近五年（2008 年至 2012 年）發電量、容量因數及可用率詳細情形如圖 4-4 所示，由圖中可發現 2011 年風況（發電量最高）較 2012 年佳，2012 年風機最況最佳（可用率最高）。由於臺灣風況特殊冬天東北季風盛行風速強勁，春夏兩季風況較差主要風向為南風，因此臺灣風力發電機轉換風能的月趨勢圖會呈現出兩端發電量高的極端情形，由於臺灣東北季風旺盛，每年 1~3 月及 10~12 月的發電量約占整年度之 70%。

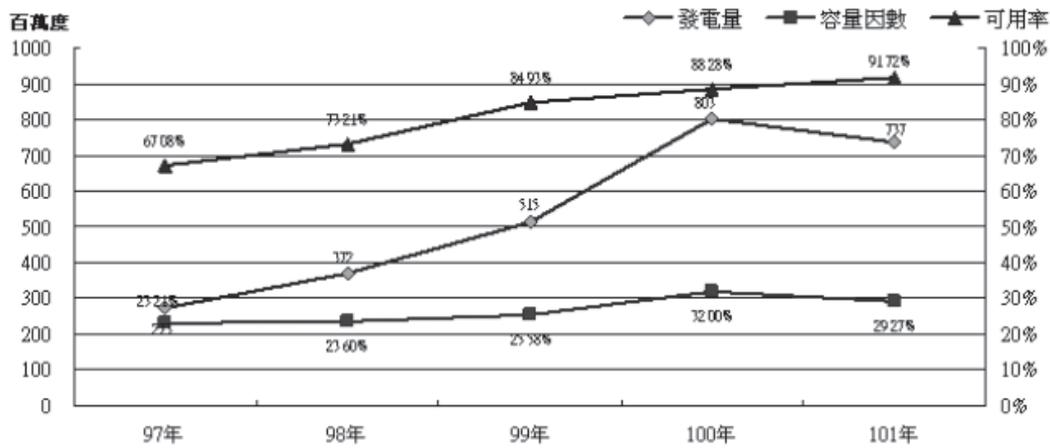


圖 4-4 台電風機近五年運轉情況

資料來源: 陳一成、徐文科 (2013: 76)

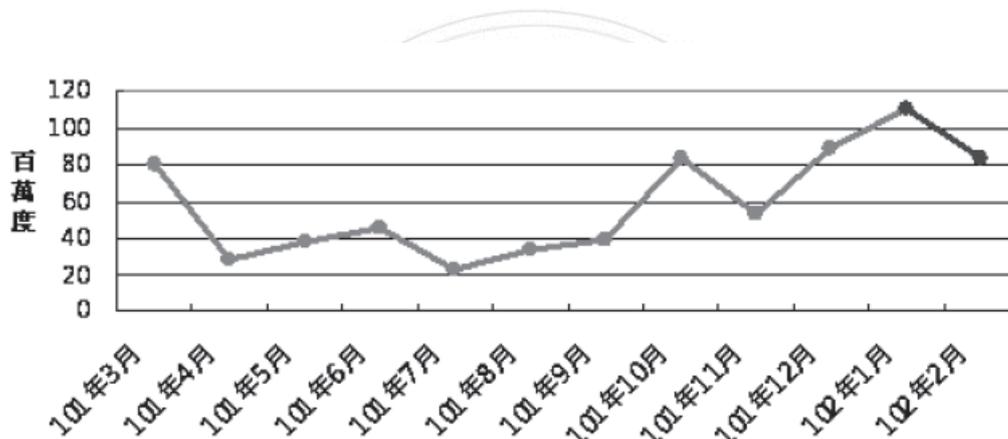


圖 4-5 台電公司 2012 年度風力發電量月分佈情形

資料來源: 陳一成、徐文科 (2013: 77)

(二)日本風力發電產業政策

(1)日本風力發電裝置容量分析

日本風力發電裝置量依據日本風力發電協會(JWPA)統計資料至 2012 年底累計裝機容量為 22,614MW，共有 1,887 座設有 431 發電所，相較之於 2011 年增加機組量 78MW，共 32 座設 12 個發電所成長率 30%，顯示日本從 311 地震引起福島核能電廠事故後，對於再生能源之推動更為積極而有較高的成長。

表 4-4 日本歷年風力發電機裝置情形

年度	累計裝置容量 (MW)	風力機座數 (座)	當年度增加容 量(MW)	當年度增加機 座數(座)
2006	1,490	1,316	405	257
2007	1,674	1,413	184	97
2008	1,882	1,533	208	120
2009	2,186	1,682	304	149
2010	2,472	1,826	286	146
2011	2,557	1,835	85	27
2012	2,649	1,904	92	49

資料來源： <http://jwpa.jp/news_pdf.php?i_news_content_id=232>。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

(2)日本風力發電與各國比較分析

日本風力發電裝置容量與世界主要風力發電裝置容量較多之國家比較，目前約排於第 13 名以過去 10 年比較如圖 4-7 所示，如以近五年比較幾乎都在 13 名。目前全球風力發電迄至 2012 年底止共有 282.5GW，當年度增加容量為 44.4GW。目前全球主要風力發電國家裝置容量排列依大小分別為中國、美國、德國、西班牙、印度、英國、義大利、法國、加拿大、葡萄牙、丹麥、瑞典、日本，如圖 4-7 所示。

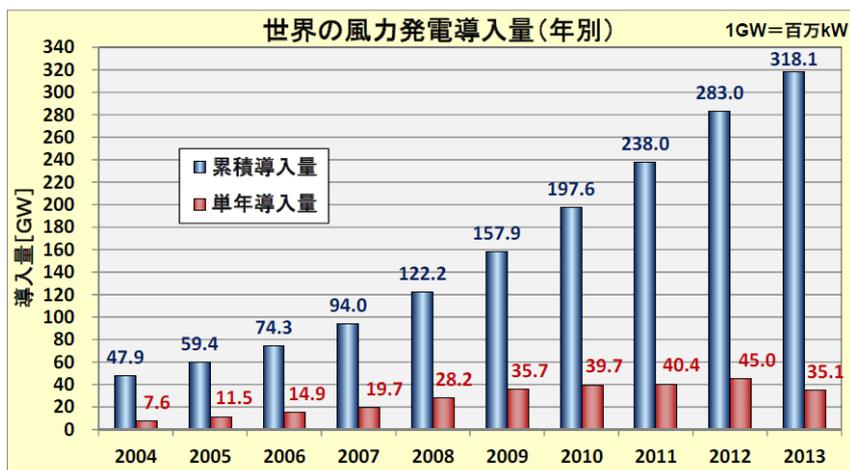


圖 4-6 全球風力發電導入量(2004 年-2013 年)

資料來源： <http://jwpa.jp/news_pdf.php?i_news_content_id=232>。

瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

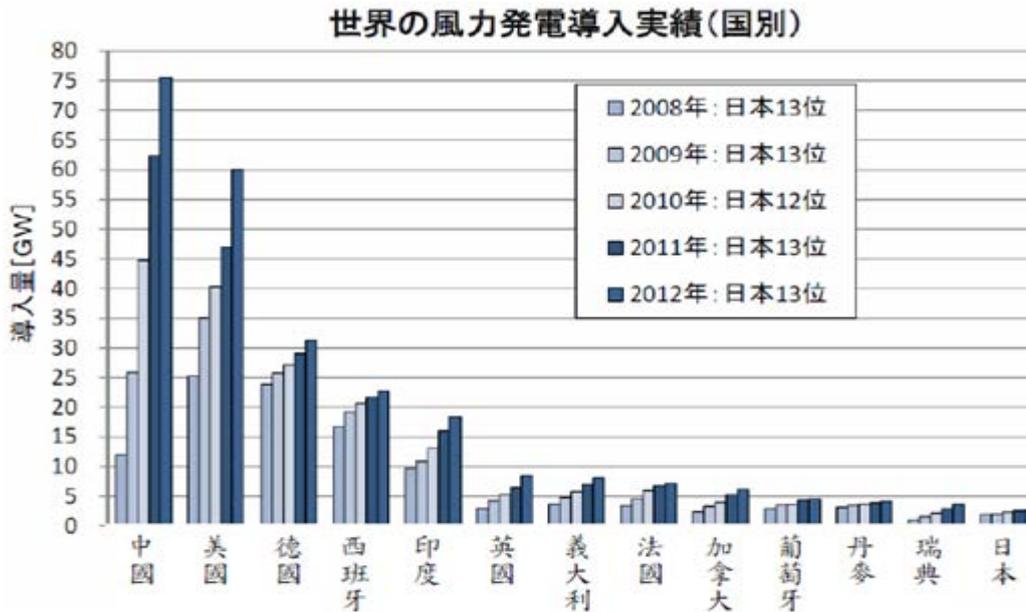


圖 4-7 世界各國風力發電導入量(2004 年-2012 年)

資料來源： <http://jwpa.jp/news_pdf.php?i_news_content_id=232>。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

(3)日本 10 家電力公司投入設置風力發電機組於 2012 年底止共有 2,449MW 佔日本全部風力發電機組之 92.4%，其中以東北電力、九州電力、東京電力三家容量和為 1,402MW，就佔全部電力公司裝置容量之半以上，各電力公司裝量統計如圖 4-8 所示。

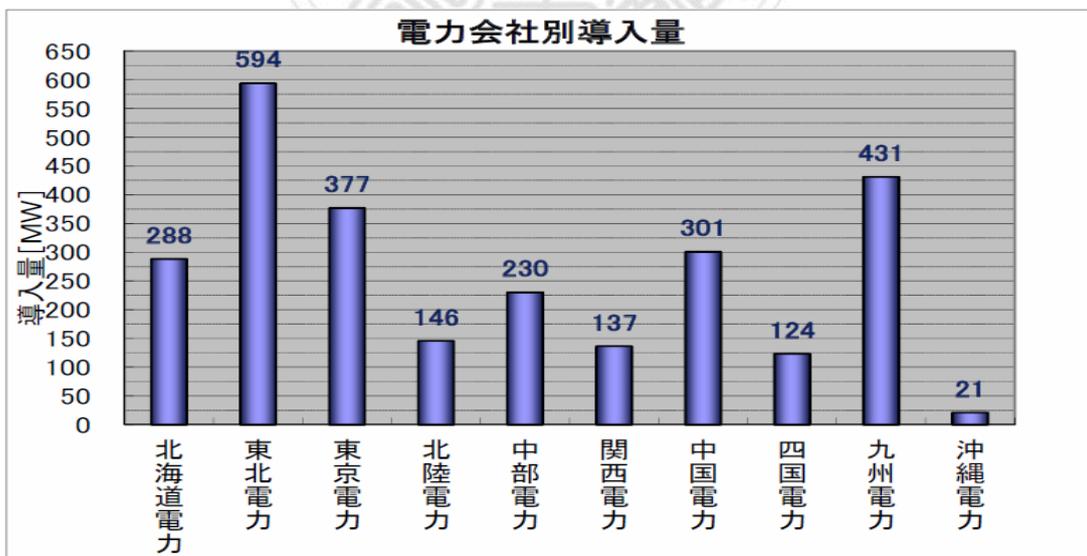


圖 4-8 2014 年電力公司裝量統計

資料來源： <http://jwpa.jp/news_pdf.php?i_news_content_id=232>。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

(4)日本風力發電機製造廠家

日本幾家生產風力發電機組之廠家如三菱重工業、富士重工業等在全球風力發電機生產廠商仍佔有一席之地，以 2012 年全球累計裝設容量 2,649MW 而言，仍以 Vestas 生產 615MW、GE 生產 476MW 排名一、二名，日本製造廠商三菱 325MW、日本製鋼所 213MW、富士重工 107MW，亦是生產風力發電機組之重要廠商，各廠生產機組容量比較如圖 4-9 所示。

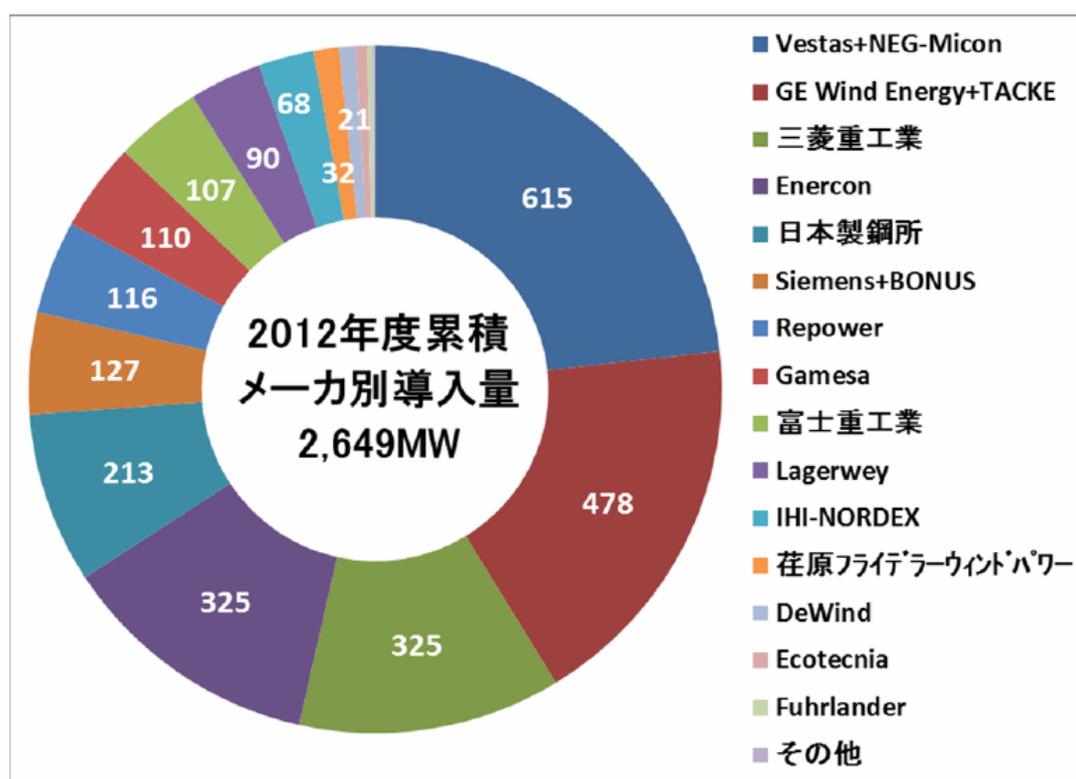


圖 4-9 日本風力生產機組容量比較

資料來源:http://www.powerinstall.org.tw/page/file/t4_1.pdf

瀏覽日期:2015 年 3 月 8 日

(5)依地區別分析

日本裝置風力發電機組之地區，仍以風場較佳之都道府縣裝置較多，如北海道、青森縣、鹿兒島縣此三地區裝置量排名前三名。

Japan has plenty of Wind Energy Resources at onshore & offshore

Available Energy;

Onshore: 210GW
 Fixed offshore: 156GW
 Floating offshore: 300GW
 Total: 666GW

Conditions;

Average wind speed
 at 80m height:

Onshore: 6.0m/s >
 Fixed offshore: 7.0m/s >
 Floating offshore: 7.5m/s >

Capacity/area conversion
 at 10,000 kW/1km²

Considering particular
 social conditions

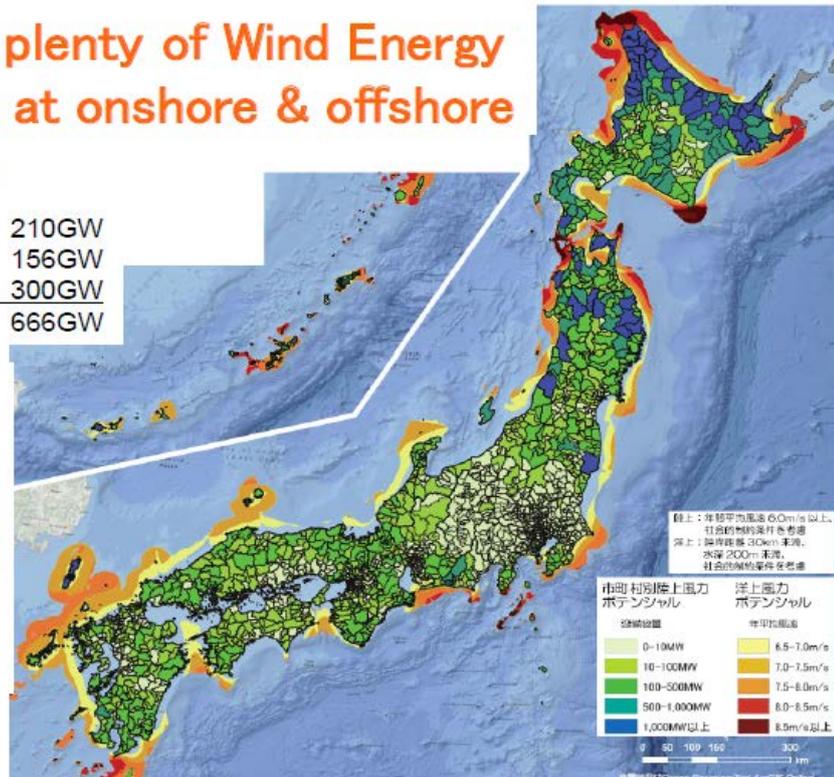


圖 4-10 日本風力資源分布

資料來源：<http://jwpa.jp/pdf/20140729_GRE2014_00995_TargetRoadmapforJapaneseWindpower.pdf>。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

(三)綜合比較

(1)最新風力發電產業現況之比較

台灣方面—永冠 2 年內花 25 億擴產回台中港建廠 3 年後產能爆發(鉅亨網，2015)，鑄件能源大廠永冠目前仍持續增加產能，2 年內資本資出將達 25 億元，其中泰國廠明年將取得環評並動工，後年產能貢獻，另外原鋼銳 2 廠擴產計畫，將拉回台中港，預計砸下 10 億元投資，2016 年下半年完工投產，2016 年產能將達 15.8 萬噸，2017 年則在 2 新廠挹注下，產能將會大爆發。目前年產能達 14.64 萬噸，從模具設計、鑄造、焊接、塗裝、加工到組裝，提供一站式服務，上半年能源風力類、注塑機、產業機械與醫療設備應用營收占比分別為 47%、24%、24%與 5%。其中風力能源類前 3 大客戶包括西門子集團、GE 能源與 Nordex。2016 年能源類訂單仍維持相當高幅度成長，但營收比重仍會維持 5 成左右。目前泰國新廠

將在 2015 年 5 月取得環評建造，預計 2016 年下半年量產，單月產能將達 4,000 噸鑄鐵產線，另外原本鋼銳擴產計畫停擺，將拉回台中港，預計投資 10 億元，向台中港務局租下兩塊 5 公頃共計 10 公頃，也是同樣規劃單月 4,000 噸鑄鐵產線，以 3MW 產品為主，在 2016 年下半年同步完工，明年因都在擴產，因此產能僅會增加 8%-10%，約為 15.8 萬噸，2017 年在 2 座新廠帶動下，產能將會大爆發。

上緯斥資 6 億轉投資海洋風力發電 (中時電子報，2014)，公告董事會決議轉投資海洋風力發電投資案，資本總額訂為台幣 6 億元整，授權董事長分次投入，第一次投入資本額為 4 億元；推估 2015 年 2 座示範風力機就可建置完成，屆時將成為亞洲第一個離岸風場。看好替代能源風力發電的發展潛力，上緯切入離岸風力發電開發。100%投資的海洋風力發電股份有限公司已取得政府風力發電離岸系統示範獎勵的申請資格，預計可獲得示範機組設置費 50%獎勵外，並可獲得每案示範風場作業獎勵費用上限為新臺幣 2.5 億元之補助。上緯規劃於 2020 年前完成風場建置，總投資規模達 170 億元。苗栗竹南鎮外海 2015 年先架設 2 座風力機；2018 年底前再建 34 座風力機，總裝置容量為 130MW，儲備長期營運商機。

日本方面—日本風力發電產業脫離低迷 2015 年規模達千億日圓，日本矢野經濟研究所公布 2014 風力發電產業現況與展望報告，2011 至 2013 年日本風力發電市場處於低迷狀況，平均市場規模為 200 至 300 億日圓，2014 年可望成長至 740 億日圓，2015 年預估可達千億日圓，顯示日本風力發電市場已逐漸走出谷底。2011 至 2013 年因原先的風力發電導入補貼縮減或廢止，而新的躉購電價尚未正式開始產生風力發電系統安裝的空窗期，使得市場處於低迷狀況。此外，因「環境影響評估法」通過，一些大型風電項目開發進度也因此延長。2014 年環評通過後，各項風電項目建設亦陸續開工，新增裝置容量也可望提升，將從 2006 年 407MW 增加至 2016 年的 500MW。預估之後離岸風電將會大幅開發，2025 年市場規模為 5,600 億日圓，2030 年將達 1 兆日圓。⁷

⁷ 網路資源:台灣風力發電產業協會，http://www.twtia.org.tw/Industry_List_m.aspx?id=5351

(2)風力發電政策之比較

台灣方面—「再生能源發展條例」於 2009 年 6 月 12 日立法院三讀通過，2009 年 7 月 8 日總統令公告，三日後生效，全文 23 條，主要立法精神，突破再生能源市場競爭及設置障礙；義務：電業負併聯及收購義務／公共工程優先設置；獎勵：固定費率收購再生能源電能／提供設置補助；鬆綁：放寬土地使用限制／自用發電設置資格及條件限制，傳統能源外部成本內部化；基金：化石能源及核能發電業者繳交基金為獎勵財源；使用及污染者付費：業者繳交基金費用可反應至電價。

立法宗旨—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，增進國家永續發展，再生能源獎勵總量，發電：650 萬瓩至 1000 萬瓩，每 2 年訂定發展目標，熱利用：推廣目標及期程另定之；認定單位：中央主管機關（經濟部），經認定之再生能源發電設備；適用本條例有關併聯、躉購之規定。電業併聯、躉購義務，再生能源發電設備及其所產生之電能，應由所在地經營電力網之電業，予以併聯、躉購，併聯點為現有電網最接近再生能源發電集結地點，且成本負擔經濟合理，既有線路外，加強電力網之成本，由電業及再生能源發電設備設置者分攤。

再生能源電能躉購費率，訂價機制：相關部會、學者專家、團體組成委員會，審定後公告，每年檢討，必要時召開聽證會，考量因素：各類再生能源發電設備之平均裝置成本、運轉年限、運轉維護費、年發電量等，費率下限：不低於國內電業化石燃料發電平均成本，適用資格：條例施行後與電業簽訂購售電契約者，排除適用條款，條例施行前已與電業簽訂購售電契約者，依原訂費率躉購，有下列情形者，以迴避成本或公告費率取其較低者躉購，條例施行前已運轉，且未曾與電業簽訂購售電契約，運轉超過 20 年，全國再生能源發電總裝置容量達獎勵總量上限後設置者。

再生能源發展基金，財源：電業及一定裝置容量以上自用發電設置者，每年

按不含再生能源部分總發電量，繳交一定金額，用途：再生能源電價補貼、設備補貼、示範補助及推廣利用，業者繳交基金之費用得附加於售電價格，電業躉購、自產再生能源電力補貼，時機：電業於達到獎勵總量上限前躉購或自產者，補貼基準：公告費率與電業迴避成本的價差。

原則：量出為入、收支平衡

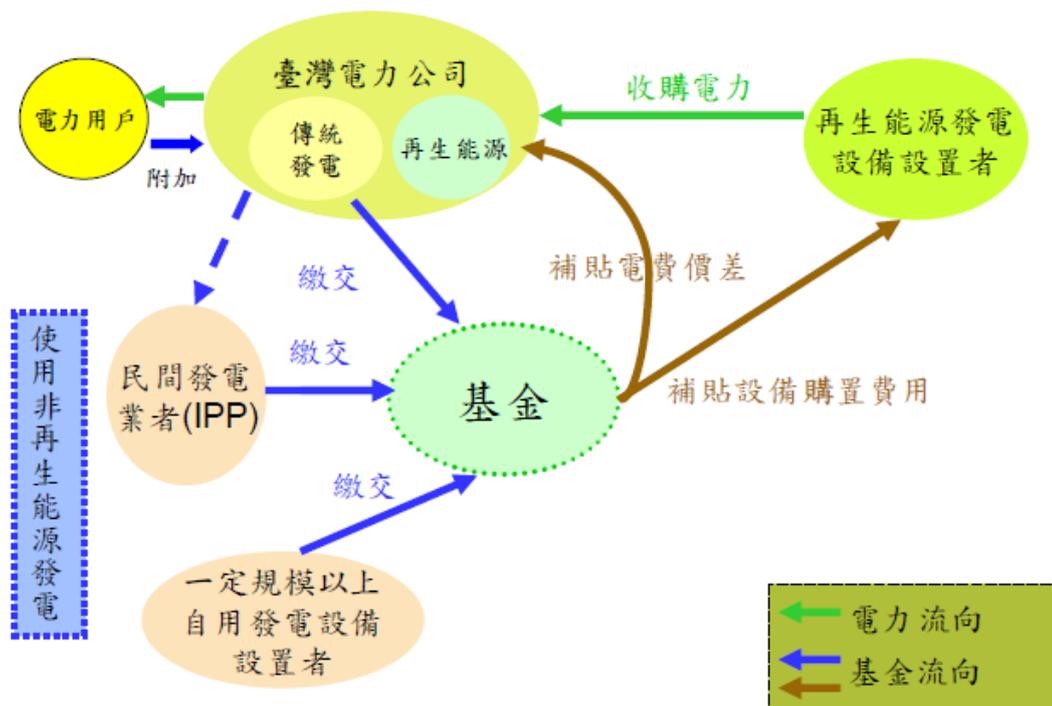


圖 4-11 再生能源發展基金運作機制

資料來源： <<http://www.twtia.org.tw/upload/4116/20131211640246085.pdf>>。
 瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

示範獎勵：對象為技術發展初期、具發展潛力的再生能源發電設備，政府新建、改建公共工程或公有建築物，工程條件符合時，應優先裝置再生能源發電設備。鬆綁其他法律規範，電業法，對象：容量不及 500 瓩之再生能源自用發電設備，排除之限制：自用發電設備設置資格、餘電方可躉售、核備登記、報告程序，建築法，對象：裝置容量、高度或面積未達一定規模的再生能源發電設備，排除之限制：免請領雜項執照，免徵關稅，公司法人、自然人進口再生能源設備等，於國內未製造供應者，且用途屬實。

預期效益與電價影響，達成再生能源發電獎勵總量 650 萬瓩計之，估計 2009 至 2047 年累計生產電力 3,946 億度，能源效益：新台幣 10,498 億元，進口原油每桶 50 美元計算（按 98 年 4 月之國際原油平均價格），再生能源每度可節省新台幣 2.66 元支出，累計節省進口能源支出新台幣 10,498 億元，環保效益：新台幣 7,540 億元，以 96 年度電力排放係數 0.637 公斤/度，累計減少二氧化碳 251.4 百萬公噸；假設二氧化碳減量成本每公噸 100 美元，可減少減量支出達新台幣 7,540 億元，產業效益：新台幣 3,000 億，保守估計（不含外銷）應可創造國內太陽光電（2,160 億）及風力機產業（756 億）合計約 3,000 億之產值。

日本方面－日本再生能源發展政策之基本戰略－經產省資源能源政策方針檢討報告，對於再生能源發展策提出九點戰略，分別說明如下：1.瞭解各項再生能源之發展潛力與面臨課題。2.建立固定價格收購制度－日本的再生能源收購制度採取餘電收購方式，目前只針對太陽光電，亦即政府購買設有太陽光電設備的用戶所使用剩餘之電力，躉購期間為十年。為鼓勵家庭用戶普遍安裝太陽光電，家戶餘電收購費率為每度電 48 日圓，相當於新台幣 16.96 元，為企業費率的兩倍。若是住宅用太陽光電搭配輔助性能源（例如燃料電池），其費率為 39 日圓，非住宅費率為 20 日圓。3.確保電力系統穩定－許多再生能源如風力、太陽能發電等，由於地域性條件之限制、併聯於電網的位置，以及天候等自然狀況未能準確掌握，致使再生能源併聯電網運轉的效益打了很大的折扣。因此，如何確保再生能源併網後是否能維持電網高品質及穩定供電極為重要，相關政策措施包括再生能源出力控管、蓄電池的設計、電力系統運用規則的檢討、輸配電系統的強化與系統安定化的對策。4.導入補助對策－泛實施各項再生能源補助政策措施，以降低初期投資成本，提高民間投資意願，並進行再生能源潛力評估與技術可行性之研究。5.促進技術開發和示範項目－加強太陽光電、離岸風力、生質能發電、海洋能能源技術與蓄電池研究研發技術與示範計畫。6.放鬆法規管制－日本國內風力發電與地熱發電之土地取得規範給予法令鬆綁（例如放寬國家公園內設置再生能源之

限制)，並鼓勵小水力發電應用。

表 4-5 日本再生能源政策時程規劃

項目	2011年	2015年	2020年
普及擴大再生能源利用措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽光電收購制度開始(2009.11.1~) 2. 再生能源全量收購制度法制度整備 3. 離岸風力發電技術開發可行性研究 4. 新世代太陽光電研究 5. 達成2020年電氣事業零排放 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 擴大推廣家庭用戶使用太陽能光電 2. 再生能源全量收購制度法制度整備 3. 電力系統運用的檢討 4. 擴大使用再生能源 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生能源大幅導入措施 2. 離岸風力發電技術開發 3. 新世代太陽電池研究
其他配套措施	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推動相關法令鬆綁，以促進再生能源發展 2. 太陽光電系統穩定化對策與蓄電池設計之檢討 3. 電力系統運用之檢討 4. 擴大使用再生能源熱利用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 持續推動相關法令鬆綁，以促進再生能源發展 2. 建立太陽光電施工技术認證制度 3. 太陽光電出力控管以及蓄電池設置普及化 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽光電普及化以及低碳住宅標準檢討 2. 開始啟動太陽光電出力控管與蓄電池設置作業

資料來源：(馬公勉，2010：78)。

日本政策措施:根據日本「新國家能源戰略」對於新能源的具體發展措施，其具體目標希望在 2030 年前能夠將太陽能光電的發電成本降低至接近火力發電的成本；而生質能與風力能可以大幅的提供該電廠設置範圍內的能源供應，提高地域性的能源自主率；擴大油氣混合車和燃料電池車輛市場規模。除此之外，日本對於能源研究開發亦十分重視，該報告指出日本需要公私部門一同合作來解決中程（2030 年）、長程（2050~2100 年）的能源需求與問題，對於能源科技研究規劃完整的發展計畫，透過政府的資源優先分配以及能源技術人才的養成來進行，並對於民間產業在新世代的能源開發上給予獎勵(馬公勉，2010：78)。

表 4-6 日本再生能源 FIT 制度

太陽能		10kW 以上		10kW 未滿		
	收購價格	42 日圓		42 日圓 (消費稅除外)		
	收購期間	20 年		10 年		
風力		20kW 以上		20kW 未滿		
	收購價格	23.1 日圓		57.75 日圓		
	收購期間	20 年		20 年		
水力		1,000kW 以上 30,000kW 未滿		200kW 以上 1,000kW 未滿		200kW 未滿
	收購價格	25.2 日圓		30.45 日圓		35.7 日圓
	收購期間	20 年		20 年		20 年
地熱		15,000kW 以上			15,000kW 未滿	
	收購價格	27.3 日圓			42 日圓	
	收購期間	15 年			15 年	
生質能		沼氣發電	廢木材燃燒發 電	一般木材等燃 燒發電	廢棄物燃燒發 電	燃燒發 電
	收購價格	40.95 日圓	33.6 日圓	25.2 日圓	17.85 日圓	13.65
	收購期間	20 年	20 年	20 年	20 年	20 年

資料來源：(蘇顯揚、呂慧敏，2013：18-22)。

風力發電方面在日本引進的潛力是相當大的。根據日本環境省的調查，日本潛在風力發電在陸地大約 2.8 億 kW，在海洋大約 15.7 億 kW，如果依據日本的 FIT 制度，20kW 以上風力發電每度是以 23.1 日圓來收購，不滿 20kW 之小型風力以 57.75 日圓來收購，保證收購 20 年，據此估計投資收益率約在 8% 以上。不過，風力發電除了可能的噪音問題外，主要就是設備利用率恐怕不會太高。風速太弱無法發電，同樣地，風速太強也不行，加上還有亂流以及落雷問題可能造成機械故障等，風險高且維修費時，這些均造成風力發電的設備利用率低落。如何將風力資訊進行適當的觀察及掌握，是引進風力發電的前提條件。日本經驗的啟示，日本的再生能源有朝地區自主性發展的趨勢。日本各縣市依據日本〈能源政策基本法〉、〈新能源利用等特別措施法〉、〈地球溫室效應對策推進法〉，由地方政府制定「新能源展望」計畫，目前約有一半的縣市制定有此項發展策略。大部分地區將再生能源定位為公共基礎建設，以地方政府為單位，設定再生能源自給率目標，

甚至由地方政府發行地方公債以籌措必要的設備費用，並向中央政府申請補貼。地方政府也可以與大企業合作，利用行政手段（例如租稅方面的優惠措施或是融資保證、投資補貼、發行綠色證書、透過政府媒體宣傳等等）來推動再生能源的發展。這也是創造地方政府與企業在發展再生能源方面雙贏的方式。台日同屬火山帶國家，地熱豐富，水力也因地形落差大，小型水力發展有其潛力，溫泉發電作為自用或是地區性電力供給也有其功能，至於太陽能發電技術也已成熟，惟需有整體的規劃措施配合，還有生質能發電的種類極多，也較適合小型及地區性的發展。惟台灣的再生能源比例仍舊相當低，加上受限於土地面積狹小，發展成為主力電源可能性不大，目前只能作為輔助性電源使用。不過，台灣發展再生能源還是有其積極意義，首先是讓民眾了解電源開發不易，而且再生能源發電成本也高，只有積極節能才是王道。其次，隨著智慧電錶的開發，電力供需數據較容易掌握，若能搭配再生能源的使用，將有利於降低基載電源的備用容量率。北九州智慧社區透過智慧電錶的使用，可以達成電力供需的最佳配置，值得追求能源多元化發展的台灣借鏡。日本經驗顯示，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價格的合理化也極為重要，否則並不利於再生能源的發展。

日本的風力發電產業主力廠商為三菱重工、日立、東芝三家大廠，跨足上、中、下游設備市場，日本尤其專注於次世代的大型風機與海上浮體式發電機的研發，與亞洲其他國家有明顯的技術區隔。日本政府 2012 年起大幅提高風力發電的費率補貼，使得日本成為目前全球風力發電補貼費率最高的國家，吸引許多廠商積極投入。

日本與台灣皆朝向離岸風電發展，然而離岸風電特色為裝置在外海，牽涉到運輸、吊裝及輸電等成本所以設置成本高，此外風力發電機還涉及海底電纜鋪設與基礎地基建設工程，水下海事工程風險高，成本不易下降。近年離岸風電逐漸朝外海發展，考慮水深增加、距離遠等因素，風險與成本將增加。2011 年全球離

岸風電約占全體風電市場的 2.3%，預計 2016 年時將達 10.7%。日本新的環保法規規定 2012 年 10 月之後，超過 10 MW 的風力發電場，要進行環境評估，在評估下可能需要幾年時間，如此一來將阻礙日本風力發電的發展。日本風力發電協會預估，日本在 2030 年底之前，至少要開發 25 GW 的風電，約日本電力供應總量的 5%。

日本風力發電快速成長主因為日本政府大幅提高風力發電補貼費率，使得日本成為目前全球風力發電補貼費率最高的國家，也吸引國內外廠商積極投入。然而日本風電市場需求成長，對於台灣風電產業之影響並不顯著只有部分零組件廠商受惠，但歐美大型風力機系統供應商，音具有國際競爭力而接獲日本系統商之訂單而受惠。台灣由於地理位置在風力發電具有相當之潛力。在離岸風力上，國際機構 4C Offshore 評定台灣海峽為全世界風力資源最佳區域，風能達到 3 GW，但因成本與技術的問題，使得離岸風電發展緩慢，直到近年台灣才有海洋與福海兩家廠商通過政府審核得標，準備投入離岸發電。

台灣在經濟部公告實施「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」之後，由於業者積極參與，帶動國內風電投資熱潮，預計 2020 年離岸風力機裝置容量可達 300 MW 以上，為因應當前經濟挑戰及掌握台灣後續離岸風力發電關鍵成功因素，經濟部已展開因應規劃策略，提報「綠色能源產業躍升計畫」配合離岸示範機組及示範風場開發，積極協助受獎勵業者進行示範機組設置。

比較日本離岸風場的作法之後，針對專用碼頭、海事工程、風場運維、專案融資及離岸風電產業發展策略原則等，台灣可行作法如下：

(1)設置台灣風電產業園區與碼頭

離岸風力發電機之構件屬大型重件，離岸示範風場皆規畫。於西部海域，而西海岸尚缺乏合適之重件碼頭，以滿足風力機運輸、施工及安裝船隻作業需求，將影響離岸風場建置時程。經濟部考量整體海域風能開發時程，已完成專用碼頭初步可行性評估及選址規劃，近程以改建既有碼頭，中長程則以興建離岸風力發

電專用碼頭及風力發電產業園區為規劃，已有三個場址正進行評估中。

(2)由台船與中鋼公司領軍建立維修子公司與船隊

鑑於國內缺乏深海海事工程設備與技術能量，在推動策略上，配合離岸示範機組及示範風場開發進度，引進國際合作進行設計及施工規劃，並結合我國既有海事工程產業，針對海底機座、鋼管結構等海事基礎工程，以達成海事工程在地化目標。由於離岸風力發電海事工程船隻多在歐洲，近程先以改裝既有船隻進行建置，中長程則以協助我國海事工程業者建造水下基礎施工船、風力機安裝船主規畫。目前正協助示範獎勵業者進行各項工作展開，並建立海事工程團隊。

(3)培養台灣離岸風電產業鏈

台灣目前缺乏專業施工、運維團隊，將配合離岸示範機組及示範風場開發，規劃推動國際合作及相關標準作業規範(SOP)，培訓國內運維專業師資，健全國內相關風力機運維證照制度，帶動國內運維服務產業。國科會離岸風電主軸計畫亦已積極協助規劃，結合國內大學展開人才培訓工作。

(4)金融機構之協助

據國外經驗，財務為離岸風力發電計畫成功關鍵，在國外離岸風力發電計畫皆以專案融資方式進行。專案融資以投資案建設完成後之預期財務效益，作為融資還款之主要來源與保證，是以風場開發計畫之獲利能力為銀行提供專案融資之重要依據。專案融資銀行聘有風力發電投資評估專業人才，從風力資源、計畫可行性、公司執行能力、投資風險到回收獲利等，進行一系列之投資效益評估。為推動台灣離岸風場建置，經濟部後續亦規劃輔導開發業者進行專案認證，並結合如台灣金融研訓院等金融機構，培養國內風力發電投資評估專業人才，協助業者順利解決資金問題。金管會亦已同意圈內保險業者，以專案報准方式可把注資金投入綠色能源產業。

表 4-7 風力發電離岸系統示範獎勵辦法查核點及撥付比例

工作項目內容	完成環境影響評估作業	完成海氣象觀測塔建置	取得示範機組或示範風場當設許可	完成風力機組設備購置並運抵陸上準備場	取得示範機組電業執照
示範風場作業獎勵費用(至新台幣 2.5 億元)撥付額度	20 以下	40 以下	30 以下	5 以下	5 以下
示範機組設置獎勵費用(小於期初設置成本*50%) 撥付額度				50 以下	50 以下
單位:%					

資料來源：(歐嘉瑞，2013：120-126)。

(5)公部門的政策協助

在離岸風力發電產業發展策略方面，以推動風電服務業為主，帶動風電製造業發展。藉由離岸示範風場計畫，協助國內風電產業經由國際合作，引進關鍵技術，開發並進入關鍵零組件市場，擴大風電產業自主化比例，並逐步建構自主海事工程技術，建立國內離岸風電海事工程、風力機系統及運維技術能量，期成為亞太地區離岸風電產業主要服務業者之一。「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」之公告與推動，為政府推展離岸風場開發的第一步，後續將積極推動簡化風場申設開發之行政作業程序、由行政院新能源發展推動會進行跨部會協商、進行相關規範修訂與建立審查標準，並致力發展綠色能源產業。在離岸風力發電產業方面，推動海事運維在地化與關鍵零組件國產化，健全我國風電技術能量。

第二節 比較台灣與日本太陽能產業政策

一、台灣太陽能產業發展歷程

台灣政府自 2000 年起積極扶植太陽能光電產業的發展，逐年推動相關補助專案，包括 2000 年的「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」，2002 年~2006 年 7 月的「太陽光電發電示範系統設置補助要點」及 2006 年 7 月之後的「太陽光電發電示範系統設置補助作業要點」，並通過陽光電城及太陽光電建築等相關專案。此外，立法院於 2009 年 6 月 12 日通過「再生能源發展條例」，規定政府機關、公立學校、公營事業之辦理新建、增建、改建或修建之公共工程達一定規模以上者，應設置太陽光電發電設備，其所需費用，由工程採購單位編列預算支應。此外，在政府實施多年的「促進產業升級條例施行細則」及「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」等法規中，亦對廠商購買太陽光電設備廠商享有綜合所得稅減免之優惠，顯示我國政府對太陽能光電產業積極扶植之態度。在看好未來產業發展前景下，太陽能光電業的扶植政策亦成為經濟部推動重要政策方針，其具體作法包括擴大內需市場、強化矽晶太陽能光電競爭能量、加速薄膜太陽光電整合發展、建立模組亞太檢測驗證服務、開發太陽光電生產設備，以及研發太陽光電系統併聯技術，提升發電效益等。

目前太陽能發電之電價仍遠高於一般的火力發電，因此產業的發展仍必須依靠政府的扶植，才可望使廠商的經營績效維持不錯的表現，儘管部分國家已出現補助減少的情形，不過多數各國仍積極推動相關補助措施與訂定相關法規扶植，尤其太陽能應用已開始大量推廣，因此預估太陽能光電產業的發展仍極具發展潛力。

二、以台灣電力公司太陽能發展為例

太陽能光電裝置現況，截至目前為止台灣電力公司已依照規劃完成太陽光電一期計畫，總計完成安裝總裝置容量為 10,432.04 KWP；另有目前規劃施工中的太陽光電一期修正計畫，預計安裝總裝置容量為 9,200 KWP

太陽光電一期計畫（2008～2011）：本期相關場址、裝置容量、模組廠牌/額定容量、INVERTER 廠牌/額定容量及成本等詳圖 4-12。

場址	裝置容量	模組廠牌/額定容量 (WP)	INVERTER/廠牌 /額定容量 (WP)	Unit kW cost (US\$/KW)
臺中電廠 D-E生水池	1,508.64	Kyocera KD210GH-2P/210	Xantrex Technology Inc GT100-480/100	0.4
興達電廠 #3-#6生水池	953.19	Kyocera KD210GH-2P/210	SOLECTRIA PV195kW/95	0.36
金門金沙	528	Apollo KAP-200/200	Power-One PVI-CENTRAL-100-US-480/100	0.46
中部儲運 嘉義民雄	91.8	Apollo KAP-200-54/200	PHOENIXTEC Sunville	0.35
東勢新伯公	115.8	Sun Well Solar WD-A-CC-0872/85	10000/10	
永安鹽灘地	4,636.8	SUNTECH STP280-24vd/280	SE (Xantrex) GT280-480/250	0.27
核三廠 (水池區)	1,209.6	SUNTECH STP280-24vd/280	Satcon PVS-50/50	0.23
核三廠 (車棚區)	248.64		Satcon PVS-250/250	
路北E/S	60.06	AUO PM220P00/220	PHOENIXTEC Sunville	0.31
興達電廠SCR 尖山電廠	70.62		10000/10	
卓蘭會館	41.9	SUNNER SOLAR SA-100/100		
中大D/S	40.26	AUO PM220P00/220	PHOENIXTEC Sunville	0.4
澎湖七美	155.25	KENMEC TKSA-23001/230	10000/10	
大潭電廠 #1、#2生水池	651.42	a2 Peak PEAKON P230-60/235	Power-One PVI-CENTRAL-100-US-480/100	0.32

圖 4-12 太陽能光電一期計畫設置情形統計表

資料來源：(陳一成、徐文科，2013：75)。

太陽能光電發電現況，以臺灣地域性來看臺灣南部因為太陽光日照較為充足單位裝置容量也較佳，依據台灣電力公司太陽能光電可行性研究我國北部地區平均發電量 2.3～2.7 度/KWP·Day、中部地區 2.7～3.2 度/KWP·Day、南部地區 3.3～3.7 度/KWK·Day [1]，截至 2012 年底目前為止台灣電力公司已設立太陽光電總裝置容量約達 10.4 MW（非同一年度完工），自 2010 年至 2012 年累計發電量已達 25,709,914 度，其中 2012 年共計發電 13,206,306 度，本年南部廠址的

永安鹽灘地太陽光電發電量達 6,526,455 度，平均每千瓦每日可發電 3.86 度；中部地區臺中電廠 D-E 生水池發電量達 1,904,342 度，平均每千瓦每日可發電 3.46 度，比較原可行性評估與 2012 年台電公司中部與南部大型廠址發電情形，兩廠址知實際發電量皆略高於可行性評估之發電量。

由於臺灣地小人稠，大型太陽光電發電站須採地面型設置，將會占用大量土地，因此台灣電力公司將會陸續在公司自有土地及建物屋頂設置相關發電設施，預訂於 2020 年太陽光電發電設備裝置容量達約 34.6 MW。

(二)日本太陽能產業政策

日本從 1994 年至 2005 年這段時期，藉由政府補助金的發放推動民間太陽能的普及，直到 2005 年後暫停補助金政策，一度被積極實施高額補助的德國所超越。日本經濟產業省 2009 年推出太陽能產業強化綜合對策，目標是 2020 年將太陽能發電能力提高，佔全球的三分之一強。2012 年 7 月後再推出「再生能源特別措施法案」，規定日本電力公司必須義務地以固定的價格收購民間藉由太陽能、風力、地熱等綠色能源所產生的電力，由於日本政府的帶頭作用，在該補貼政策上路之後帶動日本國內太陽能電池需求及數增加。

日本「再生能源特別措施法案」所規定的收購價格為每千瓦小時 42 日圓(42/kwh 日圓)，預估收購的期限約 20 年，就同時期而言，日本所設定的太陽能發電收購價格(42/kwh 日圓)位居於全球最高水準，其次為加拿大安大略省的 35 日圓。根據日本經濟產業省公布的數據顯示，日本政府再生能源特別措施法案在 2012 年 7 月 1 日政策實施之後 6 個月內，符合收購要求的非住宅用太陽能發電設備達 253 萬 kw，較半年前所增加的太陽能發電量可比擬一座核能電廠。

根據日本太陽光電協會(JPEA)所公布的統計數據顯示，2012 年 7 月至 9 月期間日本太陽能電池出貨量較 2011 年同期大幅增加，出貨量創季度別史上的新高水準。尤其以住宅用太陽能電池出貨量較 2011 年同期暴增，主要就是因為非住宅用太陽能電池出貨因「再生能源特別措施法案」政策實施後引發民間的太陽能發電

熱潮。

因為價格考量，2013 年日本資源廳針對可再生能源固定價格收購制度作了調整，住宅及商用太陽能發電的收購價格均較 2012 年度微幅下調，而其他綠色能源風力、水力、地熱發電則與 2012 年度保持不變，除此之外資源廳還對電價的附加費進行估算，以便往後的能源政策調整。關於 2013 年度的太陽能發電收購價格，住宅發電每千瓦小時從 2012 年度的 42 原下調至 38 日圓，商業發電的收購價格從 42 日圓降至 37.8 日圓，其他綠能方面由於採用風力、水力、地熱及生物質能發電的項目較少，因此收購價格仍與 2012 年度相同，風力為 23.1 日圓，地熱為 27.3 日圓。如此一來將增加電價的附加費，日本各大電力公司的平均金額為每千瓦 0.4 日圓，月用電量為 300 千瓦的標準家庭每月須承擔的費用將增至 120 日圓比 2012 年度的 87 日原為高，其中北海道電力為 111 日圓，東北電力為 117 日圓，東京電力為 120 日圓，中部電力為 126 日圓，北陸電力為 108 日圓，關西電力為 120 日圓，中國電力為 123 日圓，四國電力為 129 日圓，九州電力為 132 日圓，沖繩電力為 126 日圓(胡仕儀，2012:12-19)。

2013 年，日本經濟產業省向借用住宅屋頂空間發展太陽能的公司提供低息貸款。根據此一政策，這些太陽能公司將出售安裝在家庭屋頂上的太陽能電池板產生的電力，而房屋所有人將獲得 10000 日元到 20000 日圓的租金。由於補助政策終止，自 2006 年後日本國內的太陽能系統市場出現停滯，隨著 2009 年的補助政策重啟，市場需求再次點燃，而 2011 年的 311 核災，更讓當地人民與政府重視再生能源之必要性，隨著 2012 年 7 月日本政府正式啟動「再生能源特別措施法案」，該國太陽能內需市場出現驚人動力，2030 年日本太陽能系統累積發電量達 100GW 的目標，已踏上實現之路。

(1)日本太陽光電市場現況與預估

2011 年日本太陽光電市場達 1,404MW；和 2010 年的 1,063MW 相較，年成長率達 32%。2012 年 7 月推動的「再生能源特別措施法案」再次調升躉購電價，主

要針對 10KW 以上的中大型商用市場收購電價提高至 42 日圓／度電，收購期限 20 年，採全電回購制度，而小於 10KW 規模的發電裝置將有設備補貼，如表 4-8 所示。更優渥的補貼政策已使 2012 年前三季的住宅用太陽能發電系統裝機容量大增，內需市場擴大，預估 2012 年全年市場上看 2GW。

(2)日本擬於 2030 年太陽能累積發電量達 100GW

再生能源的推動向來需要政府補助與強力執行，日本政府規劃至 2030 年的太陽能累積發電量將達 100GW。住宅用市場是其中重要的成長動力。根據日本太陽光電協會統計，2011 年日本國內住宅用市場達 1.2GW，占國內市場比重八成以上。以日本住宅用太陽光發電系統補助金申請件數來看，2011 年全年申請件數達 25 萬件，這是因為 2012 年上半年政府啟動「再生能源特別措施法案」的氣氛發酵，使得每季的申請件數逐步增加，直至 7 月正式啟動該法案後，第三季的單季申請數超過 7.6 萬件，和去年同期相比成長 42%。

此外，2012 年前三季的累積申請件數已達 2011 年全年申請件數的 95%，2012 年住宅市場則為 1.68GW。政策補助帶動內需市場，亦提升國內廠商銷售比重。2005 年停止補助政策後，國內太陽電池約七～八成出口，但自 2009 年政府重啟補助計畫，國內銷售比重遂逐年增加；2011 年國內銷售比重已超過五成，2012 年上半年的國內銷售比重更高達七成。

表 4-8 日本太陽光電補貼政策變化

系統規模	2011 /4~2012 /6		2012 /7~2013 /3
<10KW	住宅	非住宅	<ul style="list-style-type: none"> • 42 日圓／ KWh(餘電買回) 期限 10 年 • 有設備補貼，見備註
	42 日圓／ KWh	40 日圓／ KWh	
10KW~500KW	40 日圓／ KWh		<ul style="list-style-type: none"> • 42 日圓／ KWh(全電買回) 期限 20 年
>500KW	與電力公司協商簽訂合約		
備註：設備補貼如下 <ul style="list-style-type: none"> • 3.5 萬～ 47.5 萬日圓／ KW，每 KW 補助 3.5 萬日圓。 • 47.5 萬～ 55 萬日圓／ KW，每 KW 補助 3 萬日圓 			

資料來源<http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf>。

瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

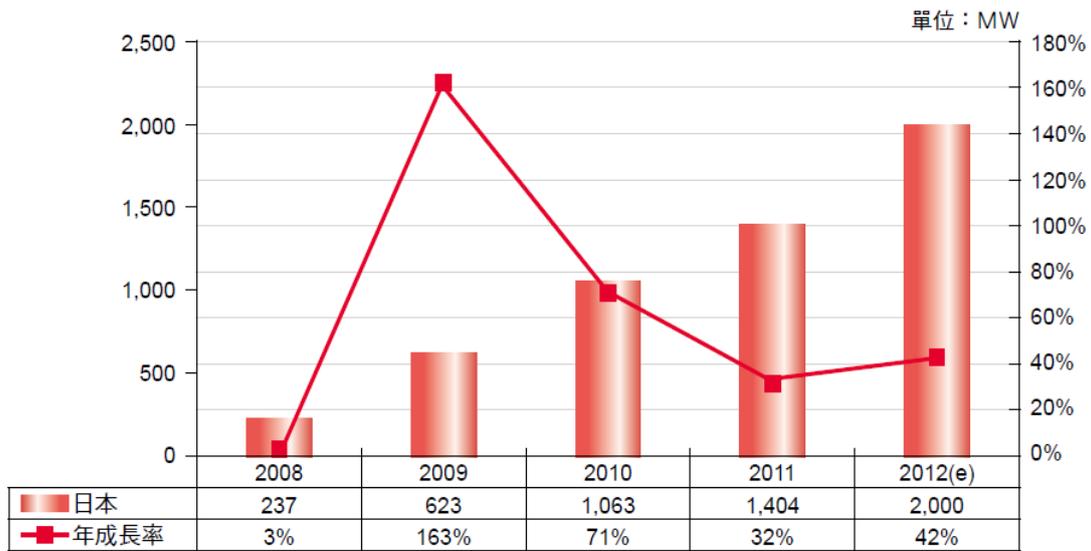


圖 4-13 日本太陽能光電國內市場成長趨勢

資料來源<http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf>。

瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

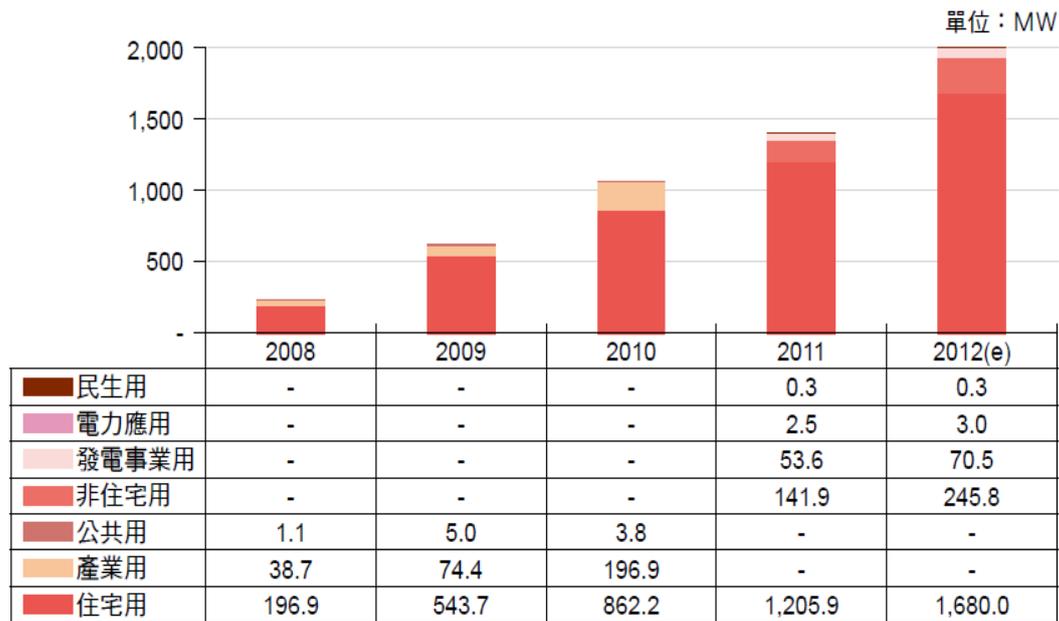


圖 4-14 日本太陽光電系統應用類別比重

資料來源<http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf>。

瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

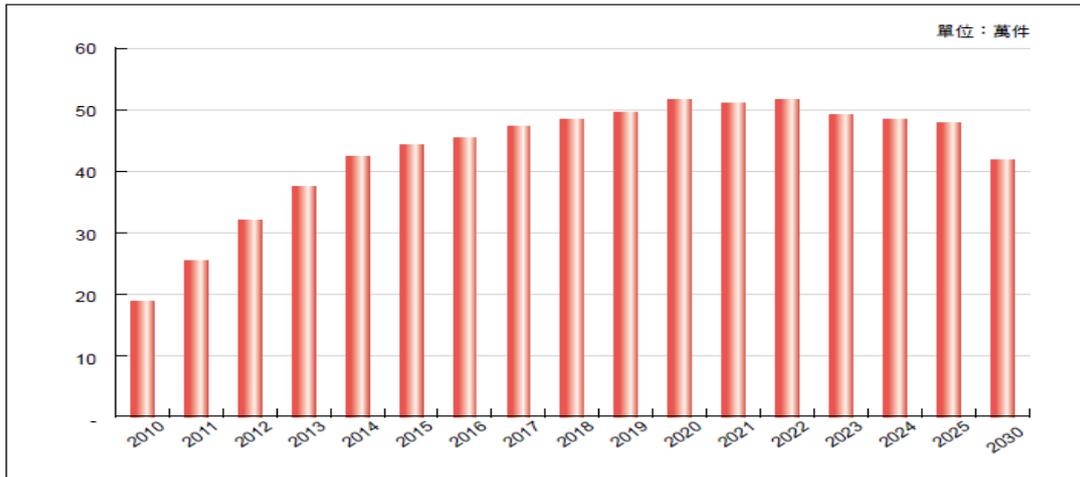


圖 4-15 日本住宅用太陽光電市場規模 (導入件數)

資料來源<http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf>。

瀏覽日期：2015 年 3 月 8 日。

占國內市場比重超過八成的住宅用市場分為四個區塊：1.新建獨立式房屋、2.新建住宅公寓 3.既有獨立式房屋，以及(4)既有住宅公寓。2011 年整體住宅用太陽光發電市場約導入 25 萬件，與 2010 年相較成長 36%，2012 年將持續成長約導入 32 萬件，如圖 4-15 所示，共計 1.68GW 發電量。

表 4-9 日本住宅用市場各區塊發展情境之太陽能光電市場預估

系統規模	獨立式房屋	公寓住宅
新建	至 2020 年市場急速擴大 2020 年之後將達 22 萬件/年	新技術產生，市場緩慢增加，再擴大市場約 1.5~2 萬件/年
既有	至 2020 年市場急速擴大 2020 年之後將達約 30 萬件/年 屋頂租賃蓋電廠營利模式激增	全部電量買回市場續行 市場約 0.5~1 萬件/年

資料來源： < http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf >。

瀏覽日期：2015 年 4 月 3 日。

根據最新的太陽光發電協會 (JPEA) 報告，新建住宅 (包含獨立房屋與公寓) 因為可考量最佳日照方向做建構，因此太陽能發電系統的成本較低，發電效率高。目前日本的新建獨立式房屋超過半數搭載太陽能發電系統，而且漸漸以此為發展方向。

表 4-10 日本發展太陽能產業所面臨的挑戰資料來源

新營利模式的挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1 租賃屋頂蓋電廠的市場形成 2 通過 IT 技術發展（如監控）工具提供服務 3 太陽能發電系統所提供新的附加價值
金融面的社會制度挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1 通過信託基金，消費者可以廣泛參與的機制 2 風險管理工具（如保險）的發展 3 自給自足的消費金融模式，振興地區發展
以太陽能發電作為電力 供需之基礎設施挑戰	<ol style="list-style-type: none"> 1 電力設備放置點的成本考量 2 根據需求端所整合出的太陽能發電系統電價 3 電力控制與儲存可雙方向進行 4EV（電動汽車），PHV（插入式混合動力汽車）

資料來源： < http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/1011110203.pdf >。

瀏覽日期：2015 年 4 月 3 日。

日本意識到再生能源之重要性，為確保能源安全、經濟效率與保護環境，日本長年透過制定法令規範、能源技術研發計畫及獎勵補助措施等方式，積極發展與研究各項再生能源之技術，目標為在 2020 年時，達成再生能源占總能源供給的 10%以上。以下分別就日本法律制度、能源技術研發計畫與獎勵推廣措施說明(馬公勉，2010：79)。

1. 法律制度

日本於 1974 年頒布「新能源開發法」、1978 年頒布「節能技術開發計畫」、1989 年頒布「環境保護技術開發法」，1994 年地球永續高峰會在里約召開後，同年 12 月日本總和能源對策推進內閣會議即通過「新能源導入大綱」，成為日本再生能源發展之政策基礎。在此基礎下，國家層級要求政府全面總動員努力去導入新能源和再生能源，在地方層級上，則要求當地縣市政府全力配合宣導推廣。1997 年通過「能源與環境綜合技術開發促進計畫」，以上法令運用稅收、財政等手段，促進太陽能、風力、地熱、潮汐發電與沼氣等新能源的開發。1997 年，為促進新的能源和再生能源之導入，促使新能源利用特別措施法(簡稱新能源法)之制定。新能源法強調的基本觀點係促進新能源的積極利用，除明定國民、事業體及政府等主體的角色外，並規定對採用新能源之事業體所提供之補助措施。日本政府於

2002 年制訂能源政策基本法，揭示了日本能源政策之理念，其基本方針為「供給安定」、「環境友善」及「市場機制」，並明確規定國家、非營利機構，及企業的社會責任和國民所應盡之努力。該法並規定，日本政府應每年定期向國會就能源政策之措施提出報告，於是日本政府於 2003 年 10 月擬定「能源政策基本計畫」向國會報告。

日本地球暖化對策基本法於 2009 年 12 月 11~28 日公開徵詢意見，2010 年 3 月 12 日經閣議決定後，已提至第 174 回國會（該會期自 2010 年 1 月 18 日~6 月 16 日）審議中。該法制訂之目的為將各項減量政策工具全面納入考量，其相關具體作法規劃於該法實施一年內成案，明示日本地球暖化對策之基本方向，有利於 2013 年後之國際談判交涉；該法明定 2020 年再生能源占總能源供給的 10% 為目標，並規範日本政府在一定價格、期間及條件下，以固定價格收購所有再生能源。如前文提及，目前僅針對太陽光電提供餘電收購，經產省未來將採取所有能源別的全量收購制度，以鼓勵國內再生能源之發展。

2. 能源技術研發計畫

日本政府為因應 1974 年發生的石油危機，提出新能源技術開發計畫，亦稱「陽光計畫」；接著又分別於 1978 年和 1989 年提出了「節能技術開發計畫」和「環境保護技術開發計畫」；隨後於 1993 年將上述三個計畫合併成「新陽光計畫」。該計畫之主要目的是結合政府、業界和學界的力量，共同進行新能源之開發，以實現經濟成長、能源安全和環境保護平衡。為推動「新陽光計畫」，日本政府每年編列 570 多億日圓，其中約 362 億日圓用於新能源技術之開發。「新陽光計畫」的研究課題大致可分七大領域，即再生能源技術、化石燃料應用技術、能源輸送與儲存技術、系統化技術、基礎性節能技術、高效與革新性能源技術、環境技術等。其中再生能源技術研究包括太陽能、風能、海洋能、溫差發電、生質能及地熱利用等技術，其中最受重視的是太陽能，此外亦積極開發潮汐、波浪、地熱與廢棄物發電示範計畫。

2008年7月，日本內閣提出「建立低碳社會行動計畫」，以2005年為基礎，設定2050年溫室氣體減量60~80%之承諾。為達成目標，陸續推出革新技術開發計畫，包括2008年推出「CoolEarth 50」計畫，其核心重點有二：第一為京都議定書承諾執行期（2008~2012年）結束後，藉由科學方法累計各產業可能產生的溫室氣體減排量，並公平設定各國的總量目標；二是重新修改京都議定書已確定的溫室氣體減排目標基準年，將原先設定1990年改為2000年。經產省已選定了20項可大幅削減溫室效應氣體排放量的創新技術，並將進行重點輔導。這20項技術是從Cool Earth—能源革新技術計畫之「專家會議」選定，與再生能源相關的技術包括：燃料電池車、太陽光電、生質能發電、氢能等技術研發。不同於以往單純提供補助金的方式，日本政府對於此20項節能新技術，將採取立法措施或編列預算的方式加強輔導。

表 4-11 日本實行太陽光電餘電收購費率表

項目	費率(JPY/kWh)	新台幣費率(NTD/kWh)
非住宅用戶（純天然能源）	24	8.48
住宅用戶（純天然能源）	48	16.96
非住宅用戶（搭配輔助能源）	20	13.8
住宅用（搭配輔助能源）	39	13.78
註：新台幣費率係以2009年新台幣對日匯率0.3534計算。		

資料來源：馬公勉，(2010:78)。

根據經產省指出，日本對於新能源的研究補助 2008 年與 2007 年的年度政策總計補助了約 225 億日圓，補助政策主要可分為兩個構面，分別為新能源技術開發與新世代儲電系統應用技術開發。

3.獎勵補助

為進一步支持引進新能源之利用，日本政府也制訂了一系列獎勵及補貼制度，對國家或個人層級之利用者、事業體，及地方公共團體提供設備補助金與稅收抵

減獎勵。在設備補助部分，目前對於太陽光電設備補助金額為 7 萬日圓/kW，非住宅之公共建設與非營利組織單位（例如學校、醫院），以及民間事業或地方政府附屬事業機構給與 1/2 事業費補助，其餘給與 1/3 事業費補助，目的在於導入新能源並培養能源事業成為標竿事業，以達商業化之效用。

根據日本風力發電協會的統計，目前日本設有 1,887 座風力發電機，至 2012 年 12 月底止，累積發電量為 2,614MW，但因日本沿岸淺灘較少，風力發電站成本很高，占用的土地面積也大，因此，最近日本企業主要以開發漂浮體式風力發電系統為主。日本九州大學的新創企業 Windlens 公司甚至開發出「風透鏡風車」，在相同風速下可獲得原有小型風力發電 2-3 倍的發電量。雖然日本積極開發再生能源，並透過 RPS 或是 FIT 制度來支援再生能源的發展，不過，再生能源的發展除了最近的太陽能發電外，進展並不大。依據大分縣資料顯示，以再生能源發電運轉期間相對於能源投入量的能源產出比例，亦即以能源回報率來看，小型水力發電為 80-100，比其他再生能源，包括太陽能發電 3-5、風力發電 10-30、太陽熱 20-50 都高，而且對環境的影響最小，也可以長期使用，如果能獲得來自政府在設備投資的補貼，是潛在可行的再生能源，但要進行地形、水流、水量的調查，以便估計出可能的發電量。此外，由於小型水力發電可以成為下一代的共用財，即使是利用政府財政進行補貼，也大致能獲得國民的諒解。根據日本 FIT 制度，發電不滿 200kW 的小型水力發電收購價格每度 35.7 日圓，保證收購期間 20 年。

(三)綜合比較

台灣方面－台灣太陽能光電產業相關政策有 1.綠色能源旭升方案 2.能源、國家型科技計畫 3.關鍵產品登峰造極計畫 4.台南市陽光電城推動計畫 5.標租高雄市市轄公有建築物屋頂設置太陽能光電設施計畫 6.金融業協助貸款等。計畫重點在於 1.五年新台幣 250 億元進行再生能源與節約能源裝置設置及研發補助 2.五年投入新台幣 150 億元進行能源技術之研發。3.太陽能光電部分包含 CIGS 技術、微型逆變器、模組背板及封裝材料與應用面如照明、3C 與電廠之整合應用。4.偏遠地

區防災、公有房舍之屋頂裝置太陽能光電系統，利用經濟部自設每度電新台幣 10.3185 元之購電機制與補助住宅設置太陽能光電系統。5.推動高雄市公有及住宅屋頂設置太陽光電系統並補助，目標為 5MW 。6.針對購置節約能源設備、利用新能源與潔淨能激設備之投資計畫或更新車輛與其相關車內設施進行提供貸款協助（陳佳宏，2013）。

台灣目前雖推動不少綠色相關政策，但各有其問題存在。針對技術研發與產品發展之政策包含綠色能源旭升方案、能源國家型計畫與工業局推動之關鍵產品登峰造極計畫，與 IEA 所揭露其他國家投入之研發經費相較規模相差甚多，以美國為例，共投入 222.9 億美元進行研發，與韓國相較 93.9 百萬美元也相差甚遠，較少之丹麥也略高於台灣。在下游市場推動部分，相關計畫為綠色能源旭升方案、台南市陽光電城推動計畫、標租高雄市市轄公有建築物屋頂設置太陽能光電設施計畫以及購置貸款等，這些計畫由於中南部地區屋頂違建嚴重，使得需求量無法提升。綜合以上，可整理出台灣太陽光電產業在發展上之 SWOT 分析(表 4-12)。

表 4-12 台灣太陽能產業 SWOT 分析

優勢	劣勢
1.台灣廠商財務較健全安全 2.台灣廠商在矽晶圓、矽薄膜太陽能電池及矽晶太陽能電池製造技術佳品質優。 3.半導體製程人力資源充沛。 4.太陽能電池全球市佔名列前茅。	1.上游矽材料產量較其他主要國家少，生產成本不易降低。 2.關鍵材料與設備多為進口，容易受到牽制。 3.公部門研發投入較主要國家少，無法展現政府主導角色。 4.缺乏本土性國際企業，無法與國際大廠競標。 5.國內市場太小，無法發揮規模經濟。
機會	威脅
1.除已開發市場外，未來中國、中東、非洲、及美洲預估將會大幅成長。 2.中國遭到歐、美、加反傾銷、反補貼調查，對台灣有警訊與機會。 3.市電同價約落於 2019-2025 年間，屆時需求將大幅增加。	1.頁岩油技術突破將可能使能源價格偏低。 2.便宜頁岩油可能使市電同價時間點往後延。 3.日本提高輸入日本太陽能電池效率規定，廠商打進市場難度升高。

資料來源：(陳佳宏，2013:127)。

由此分析，台灣在產能及製程品質、人才上相對於其他國家(尤其是中國)占優勢，但在材料、公部門研發投入以及終端需求上相較於其他國家處於相對劣勢，但目前保護主義盛行下中國遭美國課徵反傾銷與反補貼稅，以及未來中東、非洲、中國與美洲預期將大幅成長下，整體產業仍有發展空間。而頁岩油技術突破之影響未定，加上日本提高輸入日本太陽能電池效率，未來廠商們仍需持續觀察後續動向。

產業未來發展方向與策略透過前述分析，可發現台灣弱勢在於產業結構前後缺乏，政策上雖有相關措施在進行推動，然而百萬屋頂卻因建築法規等因素無法達成，因此建議未來應改變推動方式以達成效。此外透過標竿研究，得知應掌握設備、材料與終端應用，其地面電廠仍為目前最大出海口之應用，但國內具電廠經驗者僅台電，因此建議由台電帶頭至國外參與電廠競標與經營。另外可透過台灣上中游優勢打造品牌，結合各地區僑胞二代與當地廠商對當地政治之影響力，切入國外市場。技術方面的未來市場發展關鍵在製造成本與轉換效率，CIGS 投資大且設備具障礙，國內雖有研發能量但不在設備及關鍵材料上，加上目前國內公部門研發投入相較主要國家少很多，因此建議應如標竿廠商，在材料與設備等基礎領域進行深入研究並適度增加公部門研發投入。最後，由於頁岩氣之發展狀況對產業發展相當重要，目前缺乏系統性觀察，未來政策上須深入監視頁岩氣技術與市場發展狀況。

日本方面為了推動再生能源的發展，各國無不採取相關對策。先進國家主要以「再生能源配額制度（RPS: Renewable Portfolio Standard）」以及「固定價格收購制度（FIT: Feed-in Tariff）」兩項政策為主來推動再生能源的發展。2010年，EU27國平均利用再生能源發電量占電力消費比重已達21%。至於FIT制度，例如德國在2000年制定〈再生能源法〉，引進FIT制度，美國歐巴馬總統也於2009年1月就職演說中提出「綠色新政」（Green New Deal），表明積極利用再生能源的政策。不過，FIT政策由於必須進行價格轉嫁，消費者電費支出增加或是政府財政負擔

增加是可以預期的。儘管如此，對於再生能源設備給予債務保證或是租稅減免等政策支援措施，也是大部分國家積極引進再生能源所採取的措施。日本在 1990 年代初期泡沫經濟破滅後，至 2011 年東日本大震災發生前的 20 年間，電力供應政策主要是向核電傾斜，使日本能源自給率（能源生產／能源消費）可以達到二成弱。但如果去除核能發電，則日本能源的自給率不到 5%。這比起美國的七成弱、英國的七成強、德國的三成弱以及 OECD 整體的六成強低得多。日本的再生能源政策雖可追溯至 1990 年代的「促進石油替代能源之開發及引進的相關法律」，事實上，再生能源並沒有因此而受到應有的重視。再說，當時日本對於替代石油的能源首先考慮的就是核能發電。一直到 2002 年 6 月「京都議定書」生效後，才制定〈能源政策基本法〉及〈新能源等電氣利用法〉。前者除了規劃未來能源發展計畫外，也確定新能源的引進目標。後者則是規定電力事業單位每年須有一定比重利用小型水力或是地熱等新能源來發電的義務，這也就是前述「再生能源配額制度」(RPS) 的精髓(蘇顯揚、呂慧敏，2013：15-25)。

不過，日本的再生能源利用一直是不很積極。甚至在 2003 年 10 月和 2007 年 10 月的法律修正案中，還是把再生能源視為「附屬」地位，有關 RPS 制度的修正實施，也只是將 2003 年的 0.4% 提高至 2010 年的 1.2% 而已，比起歐美國家來相對消極。一直到 2008 年日本公佈〈新能源等利用特別措施法〉，將小型水力發電與地熱發電視為新能源的一環加以普及，以及 2009 年 11 月制定太陽能等固定價格收購制度，日本的再生能源利用制度才獲得強化。2011 年 8 月並進一步公布〈再生能源特別措施法〉，2012 年 7 月實施 FIT 制度，未來並將公佈最佳能源組合方案等等，日本的再生能源發展才受到應有的重視。從日本各項再生能源的發展情形來看，太陽能發電自從 2012 年 7 月實施 FIT 制度以來，快速成長，2012 年第 4 季引進量超過 1GWp (p 表示尖峰值，意指「最高輸出功率」)，尤其是以規模超過 1MW 的大型太陽能發電廠 (Mega Solar) 的進展最為快速。

日本太陽能發電方面的 EPR 一般較低，主要是面板生產需要投入較多的能源所致。惟比起其他再生能源來說，其投資的前置作業期間較短，像大規模太陽能發電設備，只要獲得政府的認可，短短幾個月內就可以完成施工進行發電。只不過，太陽能發電成本高，包括太陽電池模組、相關設備以及安裝工程均需大規模投資，而且還有模組耐用年限、光電轉換效率低等課題。

日本在 2012 年起實施 FIT 制度，太陽能發電收購價格是每度 42 日圓，但是隨著科技進步，成本降低，2013 年度起，每度收購價格降為 37.8 日圓，這也符合 FIT 制度收購價格逐年遞減的設計精神，以促使相關技術不斷的提升。以大分臨海工業區 6 號地的太陽能發電用地來看，其面積極大，整體有 160 公頃左右，目前已設置有 11 萬片之太陽能面板，生產能力為 26,540kW。由於太陽能面板設置需有間距，需要較大的面積，也需有完備的輸送電設備是其限制。

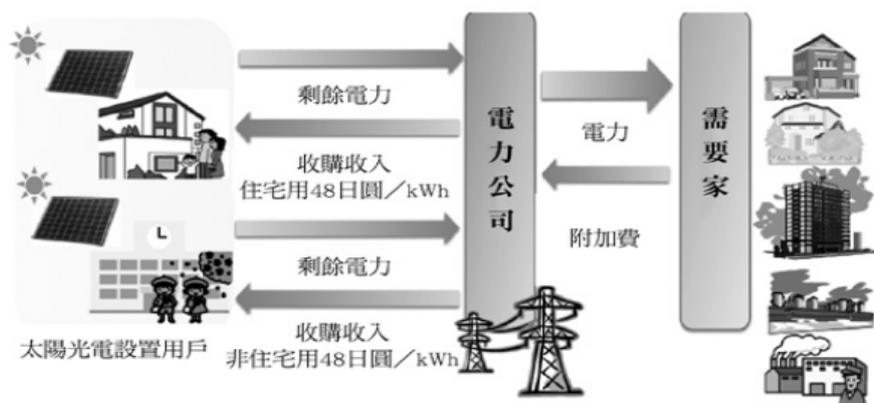


圖 4-16 日本太陽光電餘電收購制度

資料來源：(馬公勉， 2010：79)

為了保障能源安全，日本因此積極加速推動再生能源發展。以日本九州地區來說，大分縣的再生能源自給率就達 25.24%，居日本第一位。另外，遭受東日本大震災核災之害的福島縣，也在 2013 年 2 月公布行動計畫，預計在 2040 年之前達成再生能源發電 100%滿足其縣內電力需求的目標。

表 4-13 日本實行太陽光電餘電收購費率表

項目	費率(JPY/kWh)	新台幣費率(NTD/kWh)
非住宅用戶（純天然能源）	24	8.48
住宅用戶（純天然能源）	48	16.96
非住宅用戶（搭配輔助能源）	20	13.8
住宅用戶（搭配輔助能源）	39	13.78

資料來源：(馬公勉， 2010：79)

表 4-14 日本太陽光電設置補助與稅收抵減制度

住宅用	非住宅用
補助金額(太陽光電 7 萬日圓/kW) 1.條件：轉換效率在一定水準以上 2.電力系統品質確保，系統成本（含施工費）須低於 70 萬日圓/kW 3.民生用燃料電池補助 140 萬日圓/台	公共建設與非營利組織單位（例如學校、醫院），以及民間事業或地方政府附屬事業機構給與 1/2 事業費補助，其餘給與 1/3 事業費補助。
1.太陽光電房貸抵減稅額 一般住宅：1%優良住宅：1.2%優惠期間 10 年 優惠額度上限一般住宅為 500 萬日圓，優良住宅為 600 萬日圓 2.住宅節能改善投資抵減稅額 建設費用 10%可用以抵減所得稅，上限不得超過 300 萬日圓	設置 10kW 以上太陽光電給予前三年 2/3 比例稅收減免。

資料來源：(馬公勉， 2010：82)

太陽能光電系統在應用上呈現多樣化之利用，除了 75%為住宅使用外，根據 NEDO 的補助範圍，其應用還包括作為各種產業及通訊用電源、獨立照明及號誌、泵浦、淡化廠、船舶等一般電源；太陽光電車、太陽光電船等移動體；防災系統及各種車載電源等。至 2008 年底止，太陽光電裝置容量為 2,198MW，由於日本政府自 2005 年中斷家戶單位太陽光電設置補助，改由 300 個縣市繼續補貼，成長率自該年起開始下降。

表 4-15 台灣與日本能源供需與研發投入現況比較

國家	日本	台灣
化石能源進口比率	全部化石能源皆仰賴進口。	99.3%化石能源仰賴進口。
產業結構	產業結構以製造加工業為主，特別是電子產品與汽車，農業部門占很少比率。	台灣的產業結構中服務業約占 GDP 的 68%，工業約占 31%（主要為電子零組件製造業），農業僅占 1%。
能源供給結構	TPES 527.6 Mtoe，能源來源較平均，石油 4.6%、煤 21%、天然氣 15%、核能 15%、水力 1%、生質能 1%、其他再生能源 1%	TPES 107.9 Mtoe，石油 4.2%、煤 38%、天然氣 9%、核能 10%、生質能 1%。
發電結構	1,090.5TWh，石油 11%、煤 27%、天然氣 23%、核能 28%、水力 8%、生質能 2%、其他再生能源 1%。	231.5TWh，石油 9%、煤 54%、天然氣 17%、核能發電 17%、水力 2%、生質能 1%。
能源消費組成	TFC351.8Mtoe，工業部門 40%、交通部門 26%、住宅部門 14%、商業及其他部門 20%。	TFC64.5Mtoes，工業部門 34.0%、運輸部門 2.3%、住商及其他部門 43%。
研發經費與主題%	約 36 億美元，核能 62%、節能與能源效率 12%、化石燃料 9%、再生能源 7%、發電與儲存技術 3%、其他技術 7%。	5.4 億台幣（約 1.6 億美元）。政府研究資訊系統（GRB）收錄行政院體系約 29 億台幣，其中發電與其他儲存技術 5%、新能源與再生能源技術 51%、節能與能源效率 24%、潔淨能源使用 3%、其他 17%。
註：TPES 為總初級能源供應量，TFC 為最終能源消費總和，Mtoe 為百萬公噸油當量，TWh 為兆瓦小時。		

資料來源：（蔡宛栩、徐玉梅、高秋芳，2009:62）

第三節 雁行理論再修正

台灣過去長期受惠於雁行理論國際分工與產業遞移，在日本經濟的引領與產業轉移下，從而締造經濟奇蹟並晉身亞洲四小龍。然而，中國大陸在 2010 年取代日本成為世界第二大經濟體，這可能標示著過往以雁行結構國際分工的產業模式將面臨重整或轉型。另一方面，當今的區域經濟整合風起雲湧，台灣則在這整合過程中相對落後，且有經濟邊緣化與產業轉型瓶頸等危機。

一、雁行理論之回顧

日本經濟學家赤松要 (Kaname Akamatsu) 在 1930 年代，根據日本機械業與紡織業的統計與經驗，提出了古典版雁行理論，成為古典雁行理論的創始者與奠基者。其實雁行理論是習慣稱呼，也有稱為雁行論題 (flying geese thesis) 或雁行模型 (flying geese model)。本質上，古典雁行理論的基本要素有三(江和華、林香吟，2014 : 67-78)：

(一) 世界各主要國家可分成東亞、歐洲與美洲等三大雁群。每個雁群各有其雁首或先進國 (advanced or leading countries)，如東亞的日本、美洲的美國與歐洲的西歐。雁首之後，分別是新興國 (middle or newly rising countries) 與後進國 (follower countries)。

(二) 雁群內，各國依其產業發展層級，將形成「人字形」或倒 V 字形的階梯或階層。然而，先進國、中間國與後進國所構成的階層並非僵硬不變，而是依結構因素而變換位置。先進國可能被中間國或後進國趕上，中間國也可能被後進國趕上，但這種「趕超」並非定律，亦即雁行理論並非論斷後進國一定能超趕前面國家，至於能否超趕則取決於許多因素，包括產業政策與國際經濟情勢等。

(三) 新興工業國家要推動產業發展，通常有一定順序亦即先進口勞力密集產品，再透過進口替代工業化，生產原先進口的勞力密集產品，最後則因技術成熟與市場飽和，再透過出口導向工業化，輸出國內生產的勞力密集產品，甚至進入產業外移階段。



圖 4-17 赤松要古典雁行理論示意圖

資料來源：(江和華， 2014 : 67-68)

日本在 1970 年代跨足高科技部門後，南韓與台灣便承接日本原先在紡織業的角色；接著，當後者也進入電子部門後，東南亞國家則跟著承接紡織部門進一步發展。1980 年代，當中國大陸改革開放並與世界經濟接軌後，當時依雁行理論之意涵，中國大陸是處於「雁尾」地位，亦即生產勞力密集產業。然而，1985 年廣場協議 (the Plaza Agreement) 後，日本的「失落十年」與政經停滯。尤其，在 2010 年，當中國大陸取代日本成為世界上第二大經濟體時，依雁行理論之意涵，中國大陸似乎已超越日本成為「雁首」了(陳宏易，2009 : 188-198)。

在雁行理論中，一旦追隨者的發展速度與程度超過領先國家，後者的領導位置便可能遭到根本取代，例如韓國在許多電子業領域方面，便超越日本成為領先者，從這角度看來，台灣、日本、中國大陸之間的綠能產業到底是從日本到中國大陸的核心移轉，還是整個階層結構的崩潰與重組，應是未來可繼續觀察與研究的目標。就日本而言，其雁行機制是由四個基本要素組成，亦即：(1) 由政府支撐的銀行財務體系與受壓抑的資本市場；(2) 財閥模式與交叉持股的影響；(3) 內部依賴性產業部門與政治保護措施；(4) 工作優先與效率原則的社會契約概念(蔡東杰，2004: 10-17)。這些要素都對日本經濟有深厚影響。就某層面而言，這些因素是造成雁行理論之重要基礎也可能是日本經濟遲滯危機的根源，從而導致制

度解體的結果。

就理論質疑而言，1990 年代，東亞區域有幾件大事，如日本的「泡沫經濟」與長期經濟停滯、中國大陸加速與世界經濟整合、1990 年代末期東亞金融危機等國際政經結構轉變等等，這引起雁行理論是否仍適用之質疑。持修正或調整論點的學者認為，時移勢易，雁行理論的描述力、解釋力越來越有限。1990 年代後，FDI 大量流向中國大陸。

二、雁行理論再驗證

就歷史性回顧，從二次大戰後到1990 年代，東亞的經濟發展符合雁行理論的描述與解釋，但90年代初期，日本的泡沫經濟與90年代後期的東亞金融危機，加上中國崛起（China rise）已造成雁行理論解釋的侷限(王佳煌，2006：122-124)，例如經濟上，日本充當「雁首」的領航角色恐有被中國大陸超越之虞，尤其當中國大陸已成為世界最大貿易國時，更強化與鞏固這角色。更有學者斷言，雁行理論將因中國大陸崛起、東亞金融危機、日本經濟衰退而破產，韓國的崛起，使得「雁行模式」將不再成形，而它是否已破產，雁行編隊是否已七零八落？都是值得學界與業界關注與探討的，換言之，日本是否能繼續扮演東亞雁行結構的領先者，以及中國大陸或韓國是否將取代日本的角色與地位等。在日本已有許多人將中國大陸與韓國視為強大的國際競爭對手與主要的貿易威脅；他們認為，中國大陸與韓國在東亞的崛起已打亂本來由日本帶領之有序的雁行結構，加上美國歐巴馬宣示美國製造將從返榮耀，使得日本在高科技產業與許多綠能產業不再居於領先，進一步說，在四小龍與中國大陸、美國的夾擊下，東亞地區原來的「技術性階層體系」特徵已逐漸出現「平行性整合體系」發展跡象。亦即，日本雖仍在許多技術層面居於領先地位，但已優勢不再(江和華 林香吟，2014: 67-78)。

第四節 頁岩氣對綠能產業之衝擊

一、頁岩氣革命

由於美國頁岩氣開採技術的突破，帶動全球能源的革命與轉變。頁岩氣主要具有低排碳、低成本與儲量高的優點，然其開採對環境的影響、前景是否被高估、各國的保守態度等風險仍需要進一步評估。美國頁岩氣出口目前受限於法規、設施與市場區隔等因素，短期內大量出口不易，然其對全球能源的間接影響已經造成。此外，在全球對溫室氣體減排的壓力下，頁岩氣的革命對再生能源的影響成為重要的課題(徐昕煒，2014：229-244)。短期內頁岩氣對再生能源發展影響有限，然長期恐延緩再生能源市電同價時程。台灣在頁岩氣革命下，應以天然氣作為能源轉型的過渡能源，長期來說仍應積極推廣再生能源，積極投入再生能源相關技術的研發。

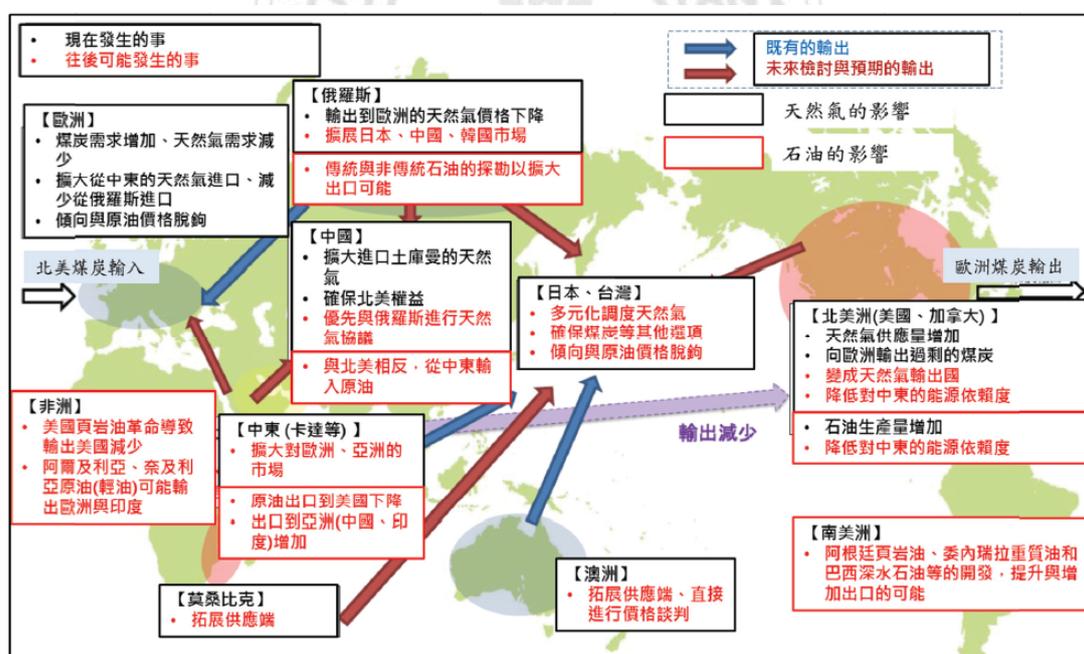


圖 4-18 頁岩氣革命對全球的影響

資料來源：(徐昕煒，2014：235)

二、頁岩氣對再生能源之影響

由於低碳價廉的頁岩氣興起，對於目前成本仍高的再生能源發展形成一種挑戰，因此頁岩氣的持續發展，有可能延緩到再生能源發展，不過，現階段的美國在成功開採頁岩氣後，其能源成本下降有助其國力以及改善其財政狀況，而美國在乎環境保護，其國力向上後將會更挺再生能源，對太陽能及再生能源皆有正面幫助。；美國是當前全球唯一大量商業化開採頁岩氣的國家，根據美國能源資訊署 EIA 公布的「2013 年度能源展望早期報告」，因開採技術的進步及頁岩氣探勘的持續投入，美國天然氣產量將由 2011 年之 23.0 tcf (trillioncubic feet, 兆立方英尺) 成長到 2040 年 33.1 tcf，成長幅度為 44%，而成長的主要來源即為頁岩氣。另以比例來看，頁岩氣之生產量在 2011 年佔全國天然氣總生產量之 34%，EIA 預測在 2040 年，頁岩氣產量比重將可達 50%（如圖 4-19 所示）。非傳統天然氣（尤其是頁岩氣）的崛起，也使美國有機會由天然氣進口國轉變為出口國進而促使美國天然氣發電的比率逐年升高。

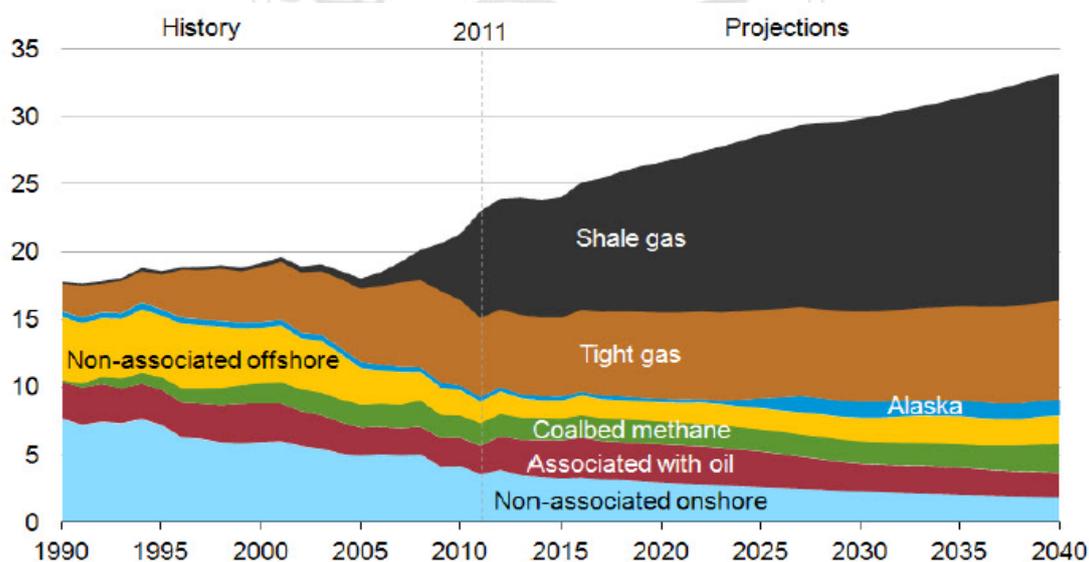


圖 4-19 美國天然氣產量預測

資料來源: 美國能源資訊署 EIA

網址:[www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/er/pdf/0383er(2013).pdf)

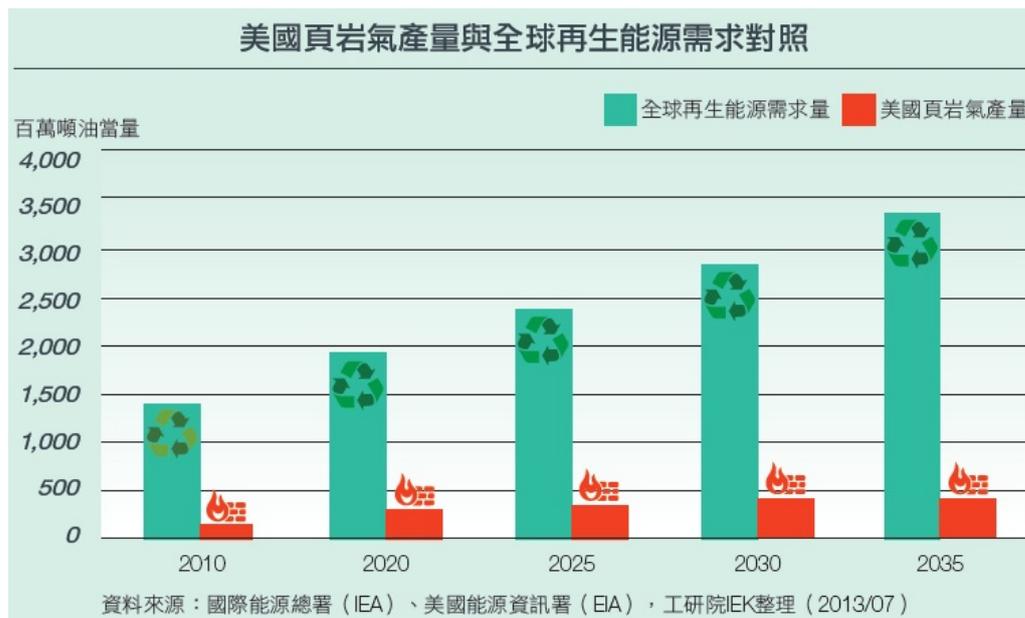


圖 4-20 美國頁岩氣產量與全球再生能源需求對照

資料來源: Taiwan Electrical and Electronic Manufacturers' Association

網址:<http://www.teema.org.tw/industry-information-detail.aspx?inoid=8375>

美國歐巴馬政府承諾打造清潔、便宜，提供更多就業機會的新能源產業，並朝太陽能成本在2020年減少75%努力，推廣能源效率研究，減少石油依存度。為進一步開發複雜度區的天然氣資源，保護空氣、避免水資源污染，預算中有120萬美元用於改善天然氣安全性研究。同時，比較美國能源部2012會計年度與2013會計年度財政預算，節能與再生能源的預算增加29.1%，顯示美國歐巴馬政府持續發展再生能源的決心（徐昕煒，2014:235）。此外，美國能源部科學研究經費亦將優先補助再生能源研究、開發、示範和部署。美國能源部指出，頁岩氣的大量開採幫美國爭取開發綠能技術的緩衝時間，期許未來能大量仰賴綠色能源，而非會產生二氧化碳的能源。

由再生能源的發展趨勢來看，頁岩氣與再生能源的發展政策尚不衝突。美國雖發展頁岩氣，然歐巴馬總統在2013年1月22日就職演說中仍續挺再生能源，預期將為太陽能市場帶來新利多；中國於2013年1月7與8號的全國能源工作會議中亦明確提出，2013年要大力發展頁岩氣與分散式太陽能發電。顯見，頁岩氣與再生

能源在各國能源政策上應不衝突，因此，再生能源將持續成長，至2035年，由於新興市場的推動下，全球電力需求將成長70%；其中一半的新需求產能將來自於再生能源，接近煤炭發電量(蕭述三，2013: 197-211)。

三、頁岩氣與台灣之關聯

目前許多國家都對頁岩氣提出國家方略政策，然而無論從節能減碳或能源新佈局，台灣在頁岩氣的發展年代中也不應缺席，應提早擬訂因應策略方案如開採關鍵技術、天然氣儲存設備建置以及進口國家合作等。如此將可改善目前我國整體能源發電結構，以便宜與安全的天然氣，取代目前的石油，乃至於目前引起社會紛爭的核能發電問題。頁岩氣雖為低排碳化石能源，然仍無法取代幾乎不排碳之再生能源減排優勢。因此，應將頁岩氣視為再生能源發展的過渡能源，加速再生能源推廣與技術研發。我國為海島型國家，能源多仰賴進口，且為獨立型電網，長期仍應著重具自主性的再生能源。然再生能源具有不穩定性，其占比提升恐影響能源調度，倘若未來天然氣成本下降，將有助於電力彈性調度。同時，由於地理因素，相較於美國頁岩氣的開發，我國應持續關注中國是否成功開採頁岩氣，其成果對我國的影響將更為直接。

第五章 結論

第一節 研究發現與成果

日本經驗顯示，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價格的合理化也極為重要，否則並不利於再生能源的發展，由前文可知日本相當重視能源技術之研發，尤其著力於確保電力系統穩定，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。我國與日本均屬能源依存度高的海島國家，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，由日本經驗得知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；台灣與日本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。

第二節 研究建議

台灣風力及太陽能發電除了需要強而有力的跨部會整合協調支援，建立一致的步調來協助業者排除法規、融資、環保等障礙外，更需要合理的電力價格誘因，如此才可能使國內綠能產業具有國際競爭力，筆者提出以下建議：

一、風力發電方面：

- (一)跨部會整合協調國防部、交通部、農委會、漁業署、環保署等部會，輔助風電產業在法規、融資、環保等問題的解決。

- (二)台灣公告實施「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」之後，已有業者投入離岸風電，因此必須協調各產業鏈，加速離岸風電發展。
- (三)融資方面，金融業、服務業與政府部門多支持風電產業，尤其是關鍵核心技術的研發。
- (四)台灣海峽有全球公認的優質風場，由於成本與技術問題使得離岸風電發展緩慢因此可借鏡日本經驗，提供優惠的躉構費率來促進加速發展。
- (五)培養離岸風電主力廠商，由於離岸風電設置成本高，包括運輸、吊裝、輸電、地基、電纜鋪等工程，若無具有經驗之廠商，建置風電設備是很困難的。
- (六)垂直整合國內風電產業，解決關鍵技術問題，提升國際競爭力。

二、太陽能發電方面:

- (一)針對台灣太陽能產業結構前(關鍵材料稀少)後(國內市場太小)缺乏提出對策。
- (二)透過標竿研究，掌握設備、材料與終端應用。
- (三)建議由台電輔助台灣上中游優勢打造品牌，切入國外市場。
- (四)太陽能產業的關鍵在成本與轉換效率，建議公部門增加研發投入。
- (五)展開系統性觀察，未來政策須注意頁岩氣技術與市場發展狀況。

參考文獻

一、中文書目：

大紀元報 (2014)，「打造綠色發展環境」，綠能相關文章，網址：<http://www.epochtimes.com/b5/10/10/25/n3064609.htm>

大澤順子 (2003)，《日本能源政策之研究》，台北：國立臺灣大學政治學研究所碩士論文。

日本資源研究會 (2012)，《圖解世界資源真相》，台北：大是文化。

王玉民 (1994)，《社會科學研究方法原理》，台北：洪葉文化。

王佳雯 (2010)，《初探日本新能源整體法律架構與政策之發展》，雲林：雲林科技大學科技法律研究所碩士論文。

王佳煌 (2006)，「雁行理論的研究軌跡：兼為雁行理論駁誤」，《思與言》，第 44 卷第 4 期，頁 122-124。

王保鍵 (2011)，《圖解政治學》，台北：五南圖書。

王革華 (2008)，《新能源概論》，台北：五南圖書。

方端言 (2012)，「從開始到廢止」，《經濟前瞻》，第 157 期，頁 108-114。

中時電子報 (2014)，「研究報告」，網址：<http://money.chinatimes.com/>。

丘昌泰 (1995)，《公共政策：當代政策科學理論之研究》，台北：巨流圖書。

丘昌泰 (2010)，《公共政策：基礎篇》，台北：巨流圖書。

江和華、林香吟 (2014)，「東亞區域經濟整合」，《東亞論壇》，第 486 期，頁 67-78。

朱奕豪 (2013)，《花蓮地區發展綠色能源社區是否可行之探討》，花蓮：國立東華大學經濟所碩士論文。

安德雷 (2012)，《加勒比海地區開發中國家發展風力發電之經濟評估：以聖文森的風力發電場計畫為例》，桃園：國立中央大學國際環境永續發展碩士在職專班國際專班。

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

- 曲德林 (2013),《能源與環境：中日能源政策的反思與展望》，新竹市:清華大學出版社。
- 李棕盛 (2013),《行政學》，台北:保成。
- 余致力 (2008),《公共政策》，台北:智勝文化。
- 吳永猛 (1998),《經濟政策》，台北:國立空中大學。
- 吳尚宣 (2013),《研發投入與績效對綠色能源產業股價的影響》，雲林:雲林科技大學會計所碩士論文。
- 吳定 (2008),《公共政策》，台北：五南圖書。
- 杜逸龍 (2009),《風力發電機發電量之推估》，台北:臺灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文。
- 林水波、張世賢 (1990),《公共政策》，台北：五南。
- 林宜慶 (2013),《二氧化碳排放、核能消費、可再生能源消費與經濟成長之關聯性分析-台灣實證研究》，高雄:國立中山大學經濟學研究所碩士論文。
- 林怡秀 (2014),《研發支出對企業經營績效的影響-以綠能產業為例》，雲林:雲林科技大學會計系碩士班碩士論文。
- 林薇真 (2011),《氣候變遷下我國能源稅制之整合與建構》，台北: 國立臺灣科技大學科際整合法律學研究所碩士論文。
- 尚榮安 (2001),《個案研究法》，台北：弘智。
- 柯佩姍 (2012),《台灣與新加坡綠能產業政策之比較》，高雄:國立中山大學中國與亞太區域研究所碩士論文。
- 胡仕儀(20102),「政策簇擁日本太陽能發電 2030 年衝 100GW 目標更明確」,《光電產業與技術情報》，第 102 期，頁 12-16。
- 胡貝蒂 (2003),《台灣租稅獎勵與產業發展》，台北:國立政治大學行政管理碩士論文。

- 胡榮裕 (2012),《市場與技術特性對太陽能光電產業發展之影響——以日本太陽能光電產業為例》,高雄:國立中山大學中國與亞太區域研究所碩士論文。
- 馬公勉 (2010),「日本再生能源政策發展現況與趨勢」,《臺灣經濟研究月刊》,第33卷9期,頁76-82。
- 柴田明夫 (2014),《一小時看懂全球資源布局》,台北:商周出版。
- 徐昕煒 (2014),「頁岩氣對我國再生能源發展之影響」,《臺灣能源期刊》,第1卷第2期,頁229-244。
- 陳一成、徐文科 (2013),「台電公司電力供應面再生能源之發展」,《興大工程學刊》,第24卷2期,頁65-78。
- 陳立誠 (2012),《能源與氣候的迷思》,台北:高寶國際出版。
- 陳宏易 (2009),「亞洲地區產業競爭優勢的更迭:雁行理論的再驗證」,《經濟論文叢刊》,第37卷第2期,頁188-198。
- 陳佳宏 (2013),「太陽光電產業未來發展方向與策略」,《臺灣經濟研究月刊》,第36卷2期,頁119-128。
- 陳維新 (2014),《綠色能源》,新北市:高立。
- 袁運開 (2005),《自然科學概論》,頁275-295,台北:五南圖書。
- 蔡宛栩 (2009),「台灣與其他能源進口國之能源研發現況比較」,《科技發展政策報導》,第4期,頁51-65。
- 郭位 (2012),《七彩能源一鑑開:從日本福島事故看能源與環保》,香港:天地圖書。
- 郭雋 (2010),《行政學測驗題庫深論解析》,台北:志光出版社。
- 張中祥、柏雲昌(2006),《海峽兩岸能源經濟與政策》,北京:中國環境科學出版社。
- 張育萱 (2014),《再生能源與環境監控系統》,彰化:大葉大學資訊工程學系碩士班碩士論文。
- 張家華 (2011),《中國大陸風能產業政策及法制分析》,台北:國立臺灣科技大學科技管理所碩士論文。

- 張傑瑜 (2014),《太陽能節能玻璃建築之節能與環境效應研究》,台北:國立臺灣科技大學營建工程系碩士班碩士論文。
- 張嘉玲、陳明義 (2009),「綠色產業發展趨勢」,《科學與工程技術期刊》,第 5 卷第 1 期,頁 11-17。
- 許志義、陳澤義(1993),《能源經濟學》,台北:華泰書局。
- 曹哲璋 (2013),《專利趨勢分析—以綠色海洋能源科技為例》,台北:國立臺北科技大學服務與科技管理研究所碩士論文。
- 國際能源署 (2012),《世界能源趨勢》,新竹:國立清華大學。
- 莊水榮、張彥輝、李鴻文 (2011),「綠能創新企業之技術鑑價—以宇春綠能源科技公司為例」,《商管科技季刊》,第 12 卷第 1 期,頁 79-112。
- 黃佳傑 (2011),《低碳綠能執行政策之效益分析與比較—以「歐盟之德國、英國、丹麥、瑞典及我國」為例》,彰化:國立彰化師範大學生物學系碩士論文。
- 湯俊湘(1990),《經濟政策》,台北:三民圖書。
- 楊輝雄 (2011),《綠能產業在金門地區開發可行性分析》,新竹:國立高雄大學國際高階經營管理碩士在職專班(IEMBA)。
- 鈴村興太郎、関口末夫、伊藤元重 (1986),《產業政策與產業結構》,台灣經濟研究所編譯。
- 鉅亨網 (2015),「科技新聞」,網址: <http://news.cnyes.com/tech/list.shtml>。
- 葉秋蘭 (2003),《日本能源安全戰略之研究》,高雄:國立中山大學中山學術研究所碩士論文。
- 葉師辰 (2013),《我國推動綠能汽車政策之研究:政策行銷的觀點》,宜蘭:佛光大學公共事務研究所碩士論文。
- 經濟部能源局 (2005),《能源政策白皮書》,台北:經濟部出版。
- 經濟部能源局 (2009),「綠能產業資訊」,綠色能源產業資訊網頁,網址:<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/>

- 經濟部能源局 (2014),《2014 年能源產業技術白皮書》,台北:經濟部出版。
- 廖崇志 (2009),《太陽能光電設備產業競爭力分析：以德國、日本、台灣為例》,台北:世新大學經濟學研究所碩士論文。
- 鄭宇真 (2013),《公司治理與供應鏈連結效能－以綠色能源產業為例》,台中:逢甲大學商學博士論文。
- 蔡東杰 (2004),「東亞雁行結構的調整與變遷」,《全球政治評論》,第 7 期,頁 10-17。
- 蔡麗敏 (2010),《全球太陽能光電產業技術與市場預測》,新竹:國立交通大學科技管理研究所碩士論文。
- 歐嘉瑞 (2013),「台灣海上風力發電之啟動作法」,《臺灣經濟研究月刊》,第 36 卷第 6 期,頁 120-126。
- 劉雪明、鐘貞茂(1999),「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,頁 48-50。
- 戴德炫 (2010),《綠色能源之風力發電機成本效益評估研究:以春風發電機示範系統為例》,新竹:國立交通大學工學院碩士在職專班永續環境科技組碩士論文。
- 蕭述三 (2013),「全球頁岩氣之發展情形及其對經濟之影響」,《前瞻科技與管理》,第 3 卷第 1 期,頁 197-211。
- 蕭峯雄、黃金樹,(1997),《產業經濟學》,台北:空大。
- 蘇偉業(2008),《公共政策入門》,台北:五南。
- 蘇顯揚、呂慧敏 (2013),「日本再生能源發展經驗之啟示」,《經濟前瞻》,第 150 期,頁 18-22。

二、英文書目：

Birchenhall, C., and Windrum, P. (2014). “Global Warming: Technology, Preferences and Policy”. *Jahrb Natl Stat* ,234, 366-387.

El-Sharkawy, M.A. (2014).“Global Warming: Causes and Impacts on Agroecosystems Productivity and Food Security With Emphasis on Cassava Comparative Advantage in the Tropics/Subtropics”. *Photosynthetica* ,52, 161-178.

Fujita Kuniko and Richard Child Hill.(1997)“Auto Industrialization in Southeast Asia National Strategies and Local Development.” *ASEAN Economic Bulletin* ,13,312-33.

Happer, W. (2014). “Why Has global Warming Paused ?” *Int J Mod Phys A* ,29,152-173

Harold D. Lasswell and Daniel Lerner (1951), *The Policy Sciences* ,Palo Alto, CA: Stanford University Press.

Hogwood, Brian W. and Gunn, Lewis A. (1984), *Policy Implementation for the Real Word* ,Oxford: Oxford University Press.

Lowi, T.J., and Nicholson, N.K. (2009). *Arenas of Power*. Boulder: Paradigm Publishers.

Pal, Leslie A.(1992). *Public Policy Analysis: An Introduction*. Ontario: Nelson Canada.

Solomon, Anthony.(1988). “Economics, Ideology, and Public Policy,” *Challenge*, 29, 11-17.

Schmidt, G.A. (2014). “Behind the Curve Science and the Politics of Global Warming”. *Science*, 344, 256-256.

Wallace, J.M., Held, I.M., Thompson, D.W.J., Trenberth, K.E., and Walsh, J.E. (2014).“Global Warming and Winter Weather”. *Science*, 343, 729-730.

Westgard, R. (2013). “Global luke-warming”. *Oil Gas J*, 111, 16.

- Yang, J., and Chen, B. (2014). “Global Warming Impact Assessment of A Crop Residue Gasification project A Dynamic LCA Perspective”. *Appl Energ*, 122, 269-279.
- Yang, S.H., Peng, S.Z., Hou, H.J., and Xu, J.Z. (2014). “Controlled Irrigation and Drainage of A Rice Paddy Field Reduced Global Warming Potential of Its Gas Emissions”. *Arch Agron Soil Sci*, 60, 151-161.
- Yergin, D. (2011). *The Quest : Energy, Security and the Remaking of the Modern World* .New York: Penguin Press.
- Yonk, R.M., Simmons, R.T., and Steed, B.C. (2013). *Green vs. Green : the Political, Llegal, and Administrative Pitfalls Facing Green Energy Production* .New York: Routledge.
- Zhou, Y., and Savijarvi, H. (2014). “The Effect of Aerosols on Long Wave Radiation and Global Warming”. *Atmos Res*, 135, 102-111.