

德國城鄉再生能源發展與使用之研究 ——規劃、實踐、評估與台灣的省思[#]

劉書彬*

一、前言：計畫緣起

台灣 2015 年時，國民黨政府一方面要大力發展再生能源作為替代能源，要解決台灣嚴重的缺電問題；另一方面，台電認為「再生能源有著易受天候影響、高技術性和高價、無雙向電網及鄰國電網支援等問題，所以仍需要以火力和核能為基載電源發電」(黃郁棻，2014)。國民黨政府這樣對再生能源發展的矛盾認知，隨著 2016 年 5 月 20 日民進黨政府上台，全面推動綠能政策，進行經濟轉型後已經消失。時隔三年多，執政黨的綠能政策透過電業法 2017 年初的修法，雖然已建立綠電發展的根本法源，不過待改進處也不少，尤其遭遇 2018 年 11 月 24 日三項能源公投的挫敗，我國的綠電政策期待更多縝密思考與國外參考經驗的提供。

再生能源發展上，離岸風電因為風場關係以彰化縣、桃園市為主；太陽能發展則以屏東、雲林的發展最快。由於全球都市人口已經超過農村人口，預計 2050 年時，更有 70% 以上居民住在城市；加上諸多地方政府組成的「地方政府永續發展理事會」(ICLEI- Local Governments for Sustainability, 簡稱 ICLEI)，在 2015 年巴黎氣候高峰會時，提出永續城市的倡議行動，凸顯了地方政府在減碳進程上的積極角色，特別是在交通、低碳、綠能經濟、綠色財務等實務領域上。

筆者認為：以再生能源發展為主的能源轉型具備能源分散的在地化特質，和傳統集中式的能源產銷流程大不相同。若能比較 2011 年起快速推展再生能源發展的德國城鄉和台灣能源轉型落實於地方的路徑差異，或許能對台灣提出突破性的建議。本研究就是以德國 2011 年加速進行能源轉型實施後，德國第一個獲得歐洲綠色首都榮銜的城市——漢堡市 (Hamburg) 為研究對象。在它於能源

[#] 本研究為科技部專題研究計畫「德國城鄉再生能源發展與使用之研究——規劃、實踐、評估與台灣的省思」(MOST 105-2410-H-031-061) 所補助。

* 東吳大學政治學系教授兼系主任

治理已有成就的基礎上，研究其如何善用國際化與研發能力、資金和高度支持再生能源發展的民意，發展出擴大的再生能源使用市場，並形成再生能源群聚產業。最後，本案例中，針對台灣同樣具有地狹人稠條件，如：雙北兩市，提供發展再生能源的參考建議。

二、漢堡市的再生能源發展

漢堡市現今人口 180 萬，面積約 755.3 平方公里¹，是德國第二大城市、最大港口，因為地利之便，是集海空交通、能源公司匯聚的工業城，聚集了 500 家工業型公司。1990 年代起，漢堡面對嚴峻的全球暖化和工業化壓力，開始了改造港灣老城區的工作。經過 10 年努力，漢堡在 34 個城市競逐中，因大力發展減碳都市設施與再生能源，獲得歐盟執委會頒發 2011 年「歐洲綠色首都」(European Green Capital) 殊榮。

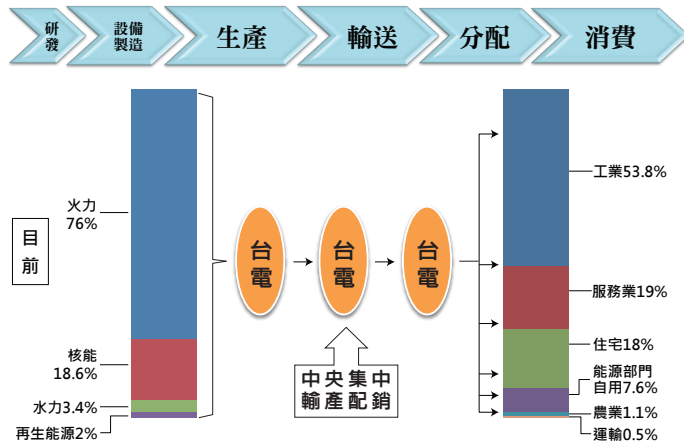
其成果除了 ICELI 讚揚地將垃圾轉化為能源外，還包括：興建生態建築 (HafenCity Hamburg GmbH, 2010: 2) 和推廣便捷電動大眾交通工具、智慧型電網設置等；並透過公投將能源管線完全公有化，為當地發展再生能源提供公共輸配管線作準備。另外，漢堡有超過 300 家的公司積極參與再生能源的生產，截至 2017 年底已占有全市 17% 的發電量，預計在 10 年後增加到 50% (European Commission, 2011)。發展再生能源的減碳效果驚人，估計漢堡 2020 年、2050 年將分別達到比基準年 1990 年降低 40% 排碳量、80% 排放量的目標。

三、研究假設與發現

根據本研究計畫初期當時 2014 年台灣發電結構和電力消費資訊，加上前端的研發和產輸配銷形式，筆者繪製出圖一，呈現我國能源轉型前的電力系統結構。

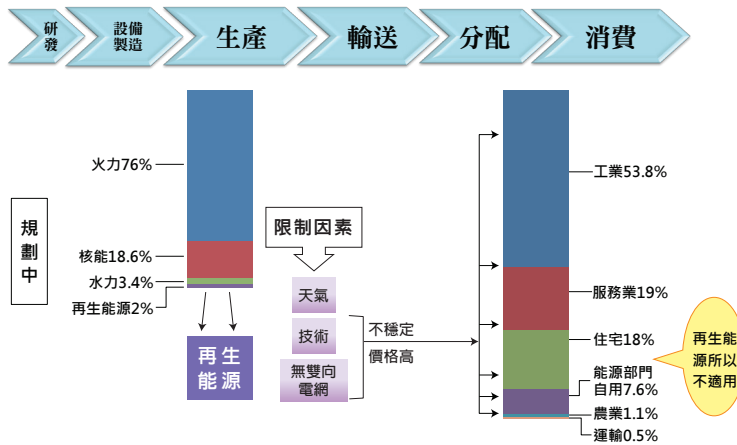
筆者依據科技部國家型計畫能源辦公室 (黃郁芬, 2014) 和台電 2015/11/27 的新聞稿內容製作出圖二，顯示：再生能源將因為一直持續的「氣候」不穩定、高「技術」性而價格高昂、台電的單向輸送電網也將無法支應越來越多的再生能源輸配，除了很快會面臨發展瓶頸外，還會因無法滿足工業所需的持續性電力，所以評估再生能源不適合作為主要電力。對照圖一後顯示：當時的政府並不願真正發展再生能源。

¹ 依賴大漢堡市生活、工作的群聚人口達 430 萬。



資料來源：能源局（2015）。劉書彬製圖

圖一：2014年未轉型前台灣的發電結構與電力產輸配銷形式



資料來源：劉書彬製圖

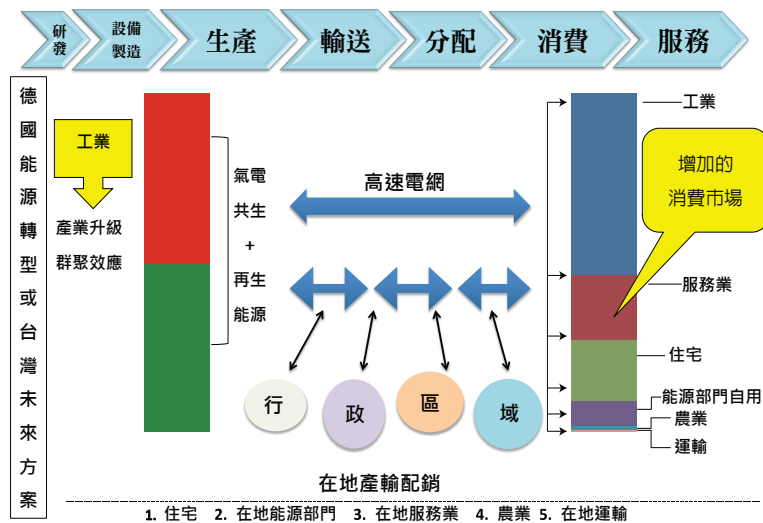
圖二：2014年國民黨政府加入再生能源發展後的電力規劃

筆者根據近年對德國能源轉型的研究，認為能源轉型的「去集中式」電力發電與再生能源的在地化產銷推展息息相關，所以電力產銷輸配的供需過程中，如何分散擴增再生能源在地消費市場是促進德國再生能源發展的關鍵。因此如何創造並建構合宜的再生能源發展法規與條件，使得地方的鄉鎮市政府和民眾樂意參與並資助再生能源的在地化發展，為本國再生能源產業提供充分的國內支持，這過程將促使再生能源產業研發和產製能力有效提升，是本研究計畫的重點。為此，本研究計畫提出兩點假設：

假設一：「擴增德國地方層級再生能源消費市場」的策略，將使德國再生能源產業創新升級，並有助於該產業的在地群聚效應。

假設二：合宜的再生能源參與機制與法規（如：完善設計的公民參與和財務規劃架構），將鼓勵當地民眾參與並支持再生能源發展，是突破既有化石性能源結構限制的關鍵。

為此，筆者繪製出德國目前能源轉型在電力技術設備研發、產輸配銷過程的示意圖，如圖三。如此可理解：當地方城鄉所需的民生、服務業和交通設施電力能夠透過再生能源自給自足，在德國較為真實反映電價成本的高電價結構下，減少的輸配費的在地再生能源電費，就會比來自電力集中市場的電價具備競爭力。這個基礎，將是促成德國再生能源在地發展的利基。



圖三：德國能源轉型或台灣再生能源未來方案下再生能源的產輸配銷圖

筆者透過（一）文獻檢閱、以及對（二）深度訪談²、（三）田野調查後，依據再生能源研發、設備製造（再生能源產業）、生產、輸配、消費與服務的流程，發現以下現象：

1. 當地高校引領產業研發：漢堡市幾所大學，如：漢堡大學（Universität Hamburg）、漢堡應用科學大學（Hochschule für Angewandte Wissenschaften）、漢堡科技大學（Technische Universität Hamburg）、黑姆特－施密特大學／漢堡聯邦軍大學（Helmut-Schmidt-Universität）/ Universität der Bundeswehr Hamburg，與漢堡港市大學（HafenCity Universität）的相關系所，合作成立

² 筆者訪談對象：（1）漢堡綠黨籍市議員 Ulrike Sparr 女士、（2）漢堡市再生能源群聚服務公司（Erneuerbare Energie Hamburg Clusteragentur GmbH）Jan Rispons 總經理、（3）德國「環境和自然保護聯盟」（BUND, Hamburg）漢堡市分會副主席 Dr. Manfred Koerner；並至能源山的資訊中心（Informationszentrums des Energiebergs）參加導覽與談。

「漢堡能源研究協會」(EFV)，與「漢堡市再生能源群聚服務公司」(CLUSTER RENEWABLE ENERGY HAMBURG, EEHH)，有著密切來往，這群高等教育學府的產業研發能力成為漢堡發展再生能源重要的助力。

2. 再生能源製造產業群聚：在漢堡看得到如：陸上風機、生質能、有機生物發電、地熱或水力等公司。2015 年底，漢堡的再生能源發電量已占有全市 17%，預計在 10 年後增加到 50%。其中最大型的發電來源，來自於和北方什列斯威·霍爾斯坦 (Schleswig-Holstein) 邦的合作，透過輸配線將其離岸風電輸送至漢堡，克服地狹人稠等不利再生能源發展條件。
3. 再生能源產業創造在地就業機會：漢堡市設有「再生能源群聚服務公司」，除了太陽光電之外（因為產業外移），再生能源在漢堡都找得到製造與應用的產業。尤其全球 60% 的風力發電公司，在漢堡市方圓車程 2.5 小時內就可以發現蹤跡，目前整個風能群聚產業約有 200 家，在有紀錄的 2012 年從業人員至少有 2.5 萬人。
4. 公辦民營的能源輸配和銷售、服務：漢堡政府成立的能源公司 (Hamburg Energie GmbH) 之下，有漢堡電網公司 (Stromnetz GmbH)、漢堡管線公司 (Hamburg Netz GmbH)，擁有電網和燃煤電廠之管線配輸線，為公辦民營的經營方式，兼顧了公共利益和競爭績效。
5. 多元擴展再生能源與其電力之應用與市場：
 - (1) 宏大且明確的減碳目標：以再生能源替代化石性能源，減碳目標設定在：2020、2050 年將達到比基準年 1990 年各自降低 40%、80% 排放量的目標。
 - (2) 擴展公私再生能源電動車使用：2015 年底電動車已經登記了 3,712 輛；2017 年 10 月中旬，漢堡市政府在全市設立 600 座電池加電站，供電動車加電；並提供電動車租借服務，增加市民使用電動車的誘因；再廣建自行車道，使 99% 的居民可在其住家 300 公尺內使用到大眾交通工具。增擴再生能源公車路線至四條，並加入零碳排放公車「精美城市 18 號」(ExquiCity 18) 在最頻繁公車線上行駛。漢堡計畫 2020 年時，所有的公車將替換成當地製造、使用專用充電池，由車頂上充電的電動巴士，達到巴士系統零碳排放目標。
 - (3) 建築領域應用：漢堡市政府與「港口和港區開發公司」基於港市發展所需，一舉於 2007 年建立「港市生態標章」(The HafenCity Ecolabel)，為後來 2009 年「德國綠建築標章」(DGNB) 的出爐奠定基礎，要在漢堡港市內達到超過兩百萬平方公尺總樓板面積符合德國綠建築標章的目標。

前述實際研究顯示：漢堡市的確出現再生能源使用範圍擴大，且有再生能源產業蓬勃發展的群聚現象，假設一獲得證實。

繼續探究假設二：合宜的再生能源參與機制與法規，可從兩面向探究：一是 2013 年 9 月 22 日，漢堡舉行能源管網市有化公投，公投結果以同意票占有有效票的 50.9% 過關成功。這次公投的法制意義為：公部門依法義務提供諮詢、較低的公民成案和合理的通過門檻有助於公民參與公共決策，連署和成案過程中加入市議會的法案審議程序，有機會加速完成立法。另外，漢堡能源管線公投和其後續發展過程中，展現的是高度的公民參與能源轉型政策，促進政府採取新型態的電力經營模式，透過資訊公開透明，在地公民監督，將公共利益、永續環境、公平正義等變成電網公司要落實的價值與經營義務，因此帶來高品質的電網效能與服務，更因為將公司盈餘投入電網和漢堡當地自行生產的再生能源，再進一步強化再生能源與其電力的生產，形成良性的能源轉型，落實能源民主優點（劉書彬、鄭乃瑄，2016）。

簡言之，漢堡市政府擴大再生能源應用於消費市場，引導市民將減碳行為、再生能源的使用進入日常生活中，在源源不絕的市場需求下，促使位於再生能源產業鏈前端的研發、和製造有市場誘因，而能串聯起從研發、製造設備、產輸配售、服務全包的一條龍產業。

四、結論與對台灣發展再生能源的建議

經過研究漢堡市的再生能源發展歷程後，筆者的研究兩個假設獲得證實。台灣正在加快能源轉型腳步，於修訂溫減法、電業法等相關法制後，對於類似漢堡市地小人稠的都會區，如：雙北兩都而言，若欲發展在地的再生能源，幾項建議供參考：

1. 可藉由自治條例或相關市政計畫，擴增再生能源與減碳實施的領域，如：(1) 成立公辦民營市有的能源和電力售電公司，透過市政府擔保的市民集資或銀行融資，投資如：彰化縣、雲林縣等離岸風機集中的風電廠區，提供北市和新北的研發和資金，企望在雙方合作下，共同推動地方層級的再生能源發展，化解該兩市因地狹人稠不利發展再生能源的劣勢。(2) 擴增當地公共運具和私人電動車的應用；(3) 廣為興建綠建築，增加樓板面積來提升再生能源使用和減碳的效率。
2. 積極吸收再生能源研發和產業人才與產業，希冀在雙北形成再生能源群聚效應。於再生能源研發上，雙北兩地因為首都地利之便，並有各項資源匯聚、

國際化特性、加上中研院研究、台大、台科大和能源國家型科技計畫下各類召集人多位在台北的優勢，再加上桃園市位於航空國門的特色，若積極吸收再生能源產業與人才，即可擴增再生能源電力使用於公共電動運具、個人電動汽車、和綠建築樓板面積之增加。這樣的規劃，對照前瞻計畫「綠能科技產業推動方案——建構沙崙綠能科學城」重新建構生態新城市，建立新生活機能，將較易讓民眾接受再生能源。

3. 公開透明資訊和參與溝通有助於再生能源推動。能源轉型的主要目的是改變能源產業由台電獨占，轉向在地分散化，因此各項再生能源相關事宜和設置均應向在地民眾提供透明資訊，並和其進行有效溝通，如此才能於最早的籌劃階段，就因和在地公民奠立良好的信賴基礎，容易獲得在地支持發展再生能源。

參考文獻

經濟部能源局 (2015)。電力消費統計表。

黃郁棻 (2014)。〈未來能源願景下我國面臨的挑戰及因應對策〉，科技政策觀點，科技政策研究與資訊中心。

劉書彬、鄭乃瑄 (2016)。〈德國漢堡市的「能源管線市有化」公投研究〉，《臺灣民主季刊》第 13 卷第 4 期，頁 43-92。

European Commission. (2011). "Hamburg: European Green Capital". In <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Hamburg-Leaflet-Final-Printed-EN-Sept-2011.pdf>. Latest update October 27, 2017.

Hafen City Hamburg GmbH. (2010). "Sustainable Construction in HafenCity and Ecolabel". In http://www.hafencity.com/upload/files/files/Sustainable_Construction_1.4.pdf. Latest update November 28, 2015.