

建構以在地民眾需求為導向的低碳城市－澎湖低碳島之經驗分析

林子倫 國立臺灣大學政治學系副教授
徐幸瑜 國立臺灣大學政治學研究所博士生

摘要

為具體落實《巴黎氣候協議》之目標，全球許多國家及城市已陸續透過投資低碳基礎建設及擴大應用再生能源等手段，致力於打造低碳永續家園，而我國在受到國際氣候公約談判結果的影響下，亦從中央至地方分層設定減碳目標與具體行動計畫。本文依據我國「建置澎湖低碳島專案計畫（2011-2015年）」之推動經驗，並參酌國外丹麥珊索島（Samso）及冰島（Iceland）發展再生能源島之成功案例，強調在氣候政策的城市治理上，政策規劃階段之公民參與程度，主導了政策執行之成敗；而低碳永續家園之建構，應從滿足在地民眾需求為核心設計，如從基礎建設、經濟產業以及增加就業著手，將在地民眾所企盼的醫療資源、便利交通、基礎建設、就業機會、經濟活絡及環境保護等事項結合於低碳島或低碳城市之政策設計與推動項目中，滿足在地民眾深切的需求，方能使低碳家園能真正成為一項民眾有感且願意承受並實踐之政策。

關鍵詞：低碳島、澎湖、能源合作社、公民電廠、社區型再生能源

壹、前言

面對全球暖化與氣候變遷的嚴肅課題，從2015年全球197個國家所簽署的《巴黎氣候協議》（Paris Agreement）來看，可知致力於減少對化石燃料的依賴、減少排放溫室氣體，及加強應對氣候變遷影響的能力，已成為國際間之共識。而2016年1月1日正式生效的聯合國2030年永續發展議程（2030 Agenda for Sustainable Development），也將「採

取緊急措施以因應氣候變遷及其影響」列為17個永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDG）之一。未來發展綠色能源與低碳經濟，追求永續發展，將是各國的挑戰，同時也是新的契機。

為具體落實《巴黎氣候協議》讓地球氣溫上升幅度控制在攝氏1.5-2度間之目標，各國已陸續將因應氣候變遷的實踐，由中央層級落實至地

方政府乃至社區層級，呈現氣候治理「多層次」（multi-level）的特性（林子倫，2016）。從2016年全球兩大主要氣候倡議城市聯盟《全球市長聯盟》（Compact of Mayors）與《歐洲市長盟約》（Covenant of Mayors）宣布結盟，共同組成《全球氣候能源市長盟約》（Global Covenant of Mayors for Climate & Energy）可知，許多城市在採取氣候領導行動上積極程度遠高於國家政府，承諾將與全球地方領導人攜手聯盟，投入地方氣候行動、推動氣候正義、為社區的生活質量與經濟發展鋪路，突顯市長和地方領導人因應氣候變遷的主導力量與野心行動，是城市行動滿足甚至超越國際社會目標之關鍵。

低碳城市之建構，目標不僅在於因應氣候危機與能源安全之挑戰，更重要的在於能否透過能源轉型發展出低碳經濟（Low Carbon Economy）（註1）。而公民社會、私部門、金融機構、城市、地方社區及其他次級國家行動

者等皆為因應氣候變遷向低碳社會轉型邁進的重要解決方案之一部分（UNFCCC, 2016），如何使能源轉型議題的思考與因應，得以整合整體社會與在地脈絡的觀點，更為契合在地民眾的需求，以提升建構低碳城市的接受度，已逐漸受到許多國家或城市的關注。

貳、全球低碳能源發展與低碳城市建構現況

聯合國氣候變遷綱要公約（United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）第21屆締約國會議（The 21th Conference of Parties, COP21）於2015年年底落幕，提出獲得全體締約國共識的《巴黎氣候協議》（Paris Agreement），並由各國依其法制提出自願溫室氣體減量排放承諾的國家自定貢獻（Nationally Determined Contribution, NDC）（表1），使得全球低碳

表1 國外主要國家之國家自定貢獻（NDC）目標

國家	國家自定貢獻（NDC）目標
歐盟	到2030年，溫室氣體排放量將比1990年減少40%
瑞士	到2030年，溫室氣體排放量將比1990年減少35%
美國	到2025年，溫室氣體排放量將比2005年減少26-28%
澳洲	到2030年，溫室氣體排放量將比2005年減少26-28%
中國大陸	到2030年，溫室氣體排放量將比2005年減少60-65%
日本	到2030年，溫室氣體排放量將比2013年減少26%
韓國	2030年溫室氣體排放量為BAU（註2）情境下減排37%
新加坡	到2030年，溫室氣體排放量將比2005年減少36%

資料來源：氣候行動追蹤（Climate Action Tracker）網站，<http://climateactiontracker.org/indcs.html>（檢閱日期2017年4月）

能源發展與低碳城市建構已然持續發酵。

城市 (Cities)，占全球陸地面積約 2%，但卻消耗了全球 2/3 以上的能源，占溫室氣體排放量的 70% (UN-Habitat, 2011)，因此城市對於實現氣候安全的未來至關重要。為因應此問題，城市和地方政府組織 (United Cities and Local Governments, UCLG)、C40 城市氣候領導聯盟 (Cities Climate Leadership Group, C40) (註 3)、地方政府永續發展理事會 (ICLEI-Local Governments for Sustainability, ICLEI) (註 4) 發起，並在聯合國人居署 (UN-HABITAT) 的協助下，於 2014 年 9 月 23 日紐約聯合國城市氣候高峰會上由聯合國秘書長潘基文與聯合國氣候變遷特別大使彭博共同宣布成立全球最大抗氣候變遷組織 - 市長聯盟 (Compact of Mayors)。欲加入市長聯盟，城市必須在 3 年內分階段逐步達成聯盟之規範，包括：「減碳承諾」(Register Commitment)、「盤查清冊」(Take Inventory)、「設定減量目標及建立衡量體系」(Create Reduction Targets and Establish A System of Measurement) 及「建立行動方案」(Establish An Action Plan) 等要求，當城市達到聯盟所有要求，則可獲得完全達標 (Full Compliance) 的聯盟象徵徽章。

在《巴黎氣候協議》溫室氣體減排的目標下，各國及城市積極推動低碳能源之應用與增加永續基礎設施及再生能源投資。依據「碳揭露專案」(Carbon Disclosure Project, CDP) 組

織公布之資料，2011 年至 2015 年 C40 城市氣候領導聯盟在低碳基礎設施方案與計畫上投入了 15 億美元，現階段正在籌劃更多的永續基礎設施方案，總投資估計至少 155 億美元，並預計至 2050 年，C40 城市將需要投資超過 1 萬億美元的新氣候行動與更新、擴大基礎設施，而為了控制全球溫度上升在 1.5 攝氏溫度以內，在接下來的四年中可能就需要投資 375 億美元 (CDP, 2017)。然而，C40 城市政府並無法全面資助所需的低碳基礎設施投資，必須透過創造有利的條件以確保私部門能在投資方面發揮關鍵作用，為能源轉型確保有利的環境。因此，為了加速推動氣候行動，迫切需要針對城市投資者進行「能力建構」(capacity building)，例如加強讓金融業了解低碳技術及城市使用融資模式之經驗等。

在推動再生能源應用方面，截至 2015 年為止，全球電力供應來源約有 23.7% 來自再生能源，其中約有 16.6% 為水力發電、3.7% 為風力發電、2.0% 生質電能、1.2% 為太陽能發電、0.4% 為地熱、海洋及聚熱式太陽能發電 (REN21, 2016)。其中，全國可再生電力總裝機容量最高的國家分別為中國、美國、巴西、德國和加拿大，而中國占全球再生能源產能 1/4 以上，總計 495GW (Gigawatt/十億瓦)，其中有 296 GW 為水力發電；若僅考慮非水力發電來源，則全國可再生電力總裝機容量最高的國家分別為中國、美國、德國、日本、印度、義大利及西班牙 (圖 1)。

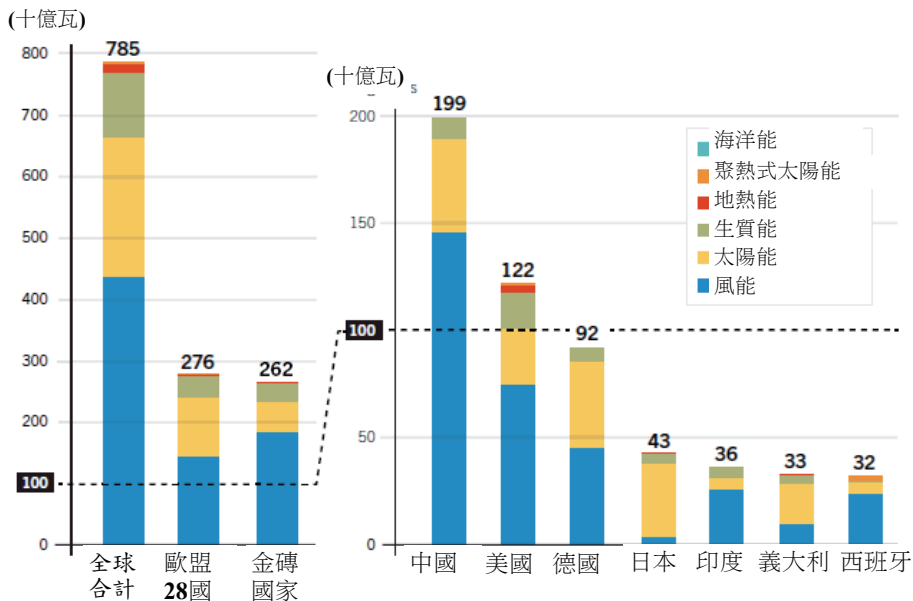


圖 1 截至 2015 年底全球再生能源發電容量統計 (註 5)

資料來源：REN21.2016. Renewables 2016 Global Status Report.

城市為持續擴大其作為全球能源轉型領導者之影響力，透過監管政策、命令或直接採購來支持再生能源之利用。2015 年一些城市如荷蘭阿姆斯特丹 (Amsterdam) 及奧地利格拉茲 (Graz) 致力於發展再生能源供熱領域；南非開普敦 (Cape Town) 及加拿大班夫 (Banff) 則採取管制措施促進再生能源之發展與應用；而肯亞、墨西哥及越南政府則推動生質燃料在城市運輸部門的試點應用 (REN21, 2016)。

參、國際低碳城市典範案例介紹

依據聯合國人居署 2015 年提出的城市氣候行動規劃指導原則 (Guiding Principles for City Climate Action Planning)，城市氣候行動規劃必須是：有企圖心的 (Ambitious)、包

容的 (Inclusive)、公平的 (Fair)、周延與整合的 (Comprehensive and integrated)、相關的 (Relevant)、可行的 (Actionable)、循證的 (Evidence-based)、透明可驗證的 (Transparent and verifiable) 等要素，同時必須經過一個健全的、開放及透明的多元利害關係者參與的過程，支持地方政府的氣候行動之規劃 (UN-Habitat, 2015)。此外，自然資源保護委員會 (Natural Resources Defense Council, NRDC) 聯合多個國際支持永續都市化的非營利組織，2016 年共同發布之「低碳城市發展十項重要原則」(Ten Key Principles of Low Carbon Urbanization)，其中一項重要原則亦提及包容性城市治理之重要性，即「從『城市管理』轉向『城市治理』，完善資訊公開，支援民眾參與和監督，培育多元共治的低碳社

區。」(NRDC, 2016)。

換言之，有關減緩氣候變遷倡議的解決方案應是以民眾需求為導向的低碳城市集體建設，透過所有整體部門和行動者的整合與合作，減少城市溫室氣體的排放量，以更有效地降低溫室效應。以下，本文以國際再生能源示範島—丹麥珊索島(Samsø)及冰島(Iceland)為案例進行介紹。

一、丹麥珊索島

丹麥珊索再生能源島位於丹麥地理中心，面積約 114 平方公里，南北長約 26 公里，東西寬約 7 公里，島上人口約 4,400 人，以「農業」與「旅遊業」為主要產業，每年過夜旅客數約 500,000 人次。

丹麥能源部(The Ministry of Energy)於 1997 年辦理一場島嶼能源轉型的競賽，由島嶼提出能實現利用再生能源轉變成 100% 能源自給自足的計畫。該計畫有兩項必要的準則，一是必須降低所有能源的消耗，例如熱能、電力及交通運輸；另一項是要優先考慮到在地參與(local participation)的程度，例如企業、社區、當地政府及組織的支持。丹麥能源局為制定這些轉型的計畫提供資金，當時有 4 個島嶼與 1 個半島參加此競賽，包括：萊斯(Læsø)、珊索、艾爾(Ærø)、默恩(Møn)和蒂霍爾姆半島(Thyholm)。最後由珊索島於 1997 年 10 月勝出，展開 10 年計畫，且早在預定進度之前就達成計畫的目標，成為全球第一個 100%

使用再生能源，達到能源自給自足與碳中和之「再生能源島」(Samsø Energy Academy, 2007)。

珊索島的 10 年能源轉型計畫，主要方法包括：第一，透過引進最新的能源技術和調整人們的行為模式，減少消耗熱能，提高電力和交通運輸的效率。第二，擴大地區供熱系統，結合利用當地生質資源。第三，使用熱泵、太陽能加熱，生質能電廠和其他方式擴大個別供熱系統。第四，建設陸上和海上風力發電廠。第五，將運輸部門從使用汽油和機油逐漸轉為使用電力，以後再轉變為使用氫氣。該計畫具有相當的企圖心，因為它試圖在十年內改變整個島嶼的能源生產和消費。在計畫啟動之前，珊索島並沒有自己的傳統能源，所有化石燃料都必須通過油輪運輸，並透過連接內陸電網進行電力運輸。

歸納珊索島能夠成功之因素，在於其具有不同行動者組成的大型網絡，包括當地居民、政府、丹麥政府、當地及外部的企業接參與並支持著此計畫。在計畫規劃之初始階段，民眾即被邀請參與規劃及發展工作小組，而透過參與會議，民眾獲得了有關成本、回收時間、可能的技術解決方案等資訊；同時，在地居民也具有挑選此計畫要應用哪些技術的權利，並於後續的計畫中對這些技術進行金融投資。該計畫進行了多次活動，旨在為當地居民提供節約能源及了解可再生能源技術的知識和實踐能力(Changing Behaviour, 2009)。再生能源被視為地方資源，社區能源協會負責從事與居民面對面說服、

溝通、達成共識的工作，如風力發電廠的用地取得，以及說服社區居民自願性的加入各式的再生能源供應計畫。地方群策群力有組織的推動全方位的環境政策，才能確保新能源發展過程中充份溝通，達成共識，進而推動百分百再生能源島（離島區域平臺，2015）。此外，再生能源計畫及完整性低碳措施規劃除引領改變珊索島上居民生活習慣外，同時也帶來了生態旅遊的發展契機，吸引更多遊客或國外團體參訪及學習，促進該島觀光產業的發展，提昇收入。

二、冰島

冰島是北歐五國之一，位於北大西洋和北冰洋的交匯處，北美和歐亞構造板塊之間，位處非常活躍的火山區，為其地熱系統提供動力。冰島面積約 103,000 平方公里，總人口數約 33 萬人（註 6），地廣人稀，人口主要集中在首都雷克雅維克（Reykjavik）。

20 世紀時，冰島屬於歐洲最貧窮的國家之一，依賴泥煤和進口煤碳能源；至 2008 年時，則已發展至將近有 82% 的主要能源使用再生能源，其中 62% 為地熱發電、20% 為水力發電，其餘能源則是用於捕魚和運輸的進口化石燃料。冰島地熱資源豐富，地熱能源主要使用於電力和區域供熱領域外，還廣泛應用於道路融雪、泳池供熱以及魚類養殖、溫室栽培和食品加工業供能等（Orkustofnun, 2010）。冰島人均能源使用量居世界前列，但再生能源比重超過其他國家，2015 年最終能源消耗約有 85% 來自於再生能源，已提前達成冰島 2020 年前最終能源消耗約

有 73% 來自於再生能源之國家目標。

冰島推動可再生能源之發展，原先並非是因為意識到可再生能源對於應對氣候變遷的重要意義，而是因世界能源市場遭遇多次危機，導致石油價格波動劇烈，令冰島無法承受。作為地處北極圈邊緣的一座孤島，冰島需要在本國尋求一種供應穩定且經濟上可行的能源。因此當地企業家首先邁出了開發冰島地熱和水力等再生能源的挑戰性一步。20 世紀初期，一位農民利用地下流出的熱水，為自己的農場建立了一套簡陋的地熱供熱系統。爾後，基於這個農民的成功做法，冰島各自治市逐漸更加系統地探索地熱資源，使得利用地熱區域供熱系統的地熱專案越來越大，達到商業化規模（HrundLogadóttir, 2015）。

1950 年代，冰島約有 25% 的家庭使用地熱、40% 使用煤炭及 20% 採用石油加熱。地熱低成本的特性吸引了民眾紛紛從農村遷移到首都，而冰島政府為了平衡此現象，議會於 1953 年批准了一項關於雷克雅維克以外社區的地熱供熱服務法案，提供國家保證制度的建設貸款，提供加熱公用事業鑽井和建造成本之 80% 的貸款。此外，為了進一步推動地熱能源的利用，冰島於 1961 年成立了地熱鑽探補助基金（1961 Geothermal Fund），為社區和農民提供地熱試鑽提供貸款，約占鑽井成本的 60%。若鑽探成功，貸款將在開採開始後 5 年內以最高允許利率償還；但若鑽井未能產生可利用的熱水，則該貸款將轉為贈款，不需退還。

以這種方式，基金鼓勵探索並分擔風險。歷經十多年來，冰島許多村莊利用這種支持，成功地找到了地熱水。1967年，該基金與電力基金（Electricity Fund）合併成為能源基金（Energy Fund）。電力基金自20世紀40年代以來一直支持農村電氣化和傳播。迄今已發出350多項地熱貸款，使得冰島能廣泛使用地熱能源（Gudmundsdottir and Ketilsson, 2015）。此外，冰島開始大規模開發水力發電，吸引了國際大型工業能源用戶。此舉旨在為冰島引進新產業，從而促進經濟多樣化、增加就業並在冰島建立全國性電力網絡。

由於冰島的化石燃料主要使用於運輸部門，因此在符合歐盟再生能源指令（DIRECTIVE 2009/28/EC）的目標下，冰島設定2020年前達到運輸部門使用再生能源的比例達到10%之目標，並提供經濟誘因（如碳稅及各式能源政策下的免稅措施）與積極方案以促進運輸部門採用替代燃料（Mili, 2014）。因此雷克雅維克於2001年至2005年間推出以氫能作為大眾運輸動力來源的「生態城市運輸系統」計畫（Ecological City Transport System, ECTOS），希望以此為開端，逐步將冰島的能源供給轉為以氫能為主的能源系統。ECTOS被視為冰島氫能源化的第一步，對於經濟發展與政治決策具有導引之效。計畫目標係了解運作氫燃料公共運輸系統的可行性，並評估未來若發展更大規模的能源系統時，可能帶來的影響。整個計畫推動歷程，除了引發公眾對於將氫能使用納入地方再生能源系統可能性的能源意識之外，

為整合各方期待而採取的「參與式決策過程」，被視為是整個計畫得以成功的關鍵因素（林子倫、李宜卿，2017）。

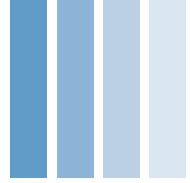
綜觀冰島推動再生能源發展之經驗，可提供幾項關鍵作為供現在和將來致力於能源轉型的國家參考（Hrund Logadóttir, 2015）：

（一）在轉型初期，冰島建立中央政府、地方自治市以及公眾協調一致的合作關係，透過對話產生了相互信任，形成了致力於克服困難的思維模式。

（二）地方授權（Local empowerment）以及公眾參與（public engagement）是成功的關鍵。冰島各自治市積極參與並向富有創新能力的企業家學習，促進了地熱和水力項目的快速發展，使地熱和水力資源的價值得到證明。

（三）積極的法律和監管框架（regulatory framework），以及政府的激勵和支持，有助於加快再生能源的開發。冰島的鑽探補助基金透過降低自治市開展地熱專案的風險加快了轉型的步伐。

（四）與其他任何行業的發展一樣，制定長期規劃對於實現可再生能源的發展至關重要。在電力開發後期，冰島對於應開發多少自然資源用於能源專案提出了疑問，從而圍繞未來的開發專案制定了包容性總體規劃，將利害關係人納入其中。



(五) 展示成功的每一步，及可能產生深遠的影響。民眾若能理解能源轉型為其所需，則自然會參與其中。冰島獲得了穩定的地熱水供應的自治市就是其他同類自治市之典範。政府利用圖片展示雷克雅維克在地熱開發前後的對比，從而吸引選民關注並使他們意識到，使用地熱資源替代化石燃料有助於空氣的淨化。

肆、臺灣推動低碳政策及發展低碳城市概況

對於海島地形的臺灣而言，氣候變遷所帶來的影響首當其衝。臺灣勢必需要採取具體行動以降低溫室氣體之排放，同時採取減緩（mitigation）與調適（adaption）策略以因應氣候變遷。

因此，我國中央政府層級之氣候政策，以 2015 年公布施行的《溫室氣體減量及管理法》為臺灣訂下長期減量目標：2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下。為求達成減量目標，政府亦透過跨部會擬定「國家因應氣候變遷行動綱領」、「溫室氣體減量推動方案」及「部門溫室氣體排放管制行動方案」，作為全國溫室氣體減量及施政之指導方針，並於 2016 年由行政院設立專責之「能源及減碳辦公室」，統籌整合跨部會協調與合作，滾動檢討執行成效。

至於地方政府層級氣候行動方面，2009 年 4 月召開之第三次全國能源會議，首次將「城

市」的角色納入整體氣候變遷的策略中，提出「低碳城市旗艦計畫」（規劃於 2010 年至 2014 年辦理）以及整合地方政府推動低碳城鎮之構想，規劃 2 年內建構 50 個低碳示範社區，5 年打造 4 個低碳城市與金門、澎湖 2 座低碳島，及至 10 年內形成臺灣北、中、南、東 4 個低碳生活圈。

行政院環境保護署為規劃與推動「低碳永續家園」建構工作，提出達成建構目標的「生態綠化」、「綠能節電」、「綠色運輸」、「資源循環」、「低碳生活」與「永續經營」等運作機能行動項目，於 2014 年 11 月公布「低碳永續家園認證評等推動計畫」，藉由社區（村、里）、城市（鄉、鎮、市、區）、地方政府（直轄市、縣市政府）推動成果逐層往上累積的設計機制，形成由下而上推動、自上往下輔導的推展模式，以動員全民共同參與低碳永續家園工作。環保署及地方政府自 2010 年起共同推動低碳永續社區，迄今全國已建構 114 個示範社區；在直轄市及縣（市）方面，則以新北市、新竹縣及宜蘭縣獲得低碳永續家園最高榮譽「銀級」認證獎。

另外在國際城市氣候行動連結方面，地方環境行動國際委員會（ICLEI）是目前對抗氣候變遷規模最大、會員最多的全球城市網絡，主要任務是集合全球地方政府，共同行動實踐全球永續發展，希望增加地方政府的夥伴關係，並透過行動、計畫、策略聯盟的方式，促使網絡中的地方政府合作。目前臺灣已有 11 個直轄市或縣（市）申請加入 ICLEI 成為正式會員（臺北

市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市、新竹市、新竹縣、雲林縣、嘉義市、屏東縣），成為國際城市氣候變遷治理網絡中的一環。

伍、澎湖推動低碳示範島經驗分析

在第三次全國能源會議之共識下，我國將朝向建構低碳永續家園方向邁進。2010年3月4日行政院通過「節能減碳總計畫」，將低碳島計畫列入35項標竿型計畫之一，規劃將「澎湖」及「金門」打造為低碳示範島，「綠島」及「小琉球」為低碳觀光旅遊島。其中，在澎湖縣政府積極爭取及經濟部能源局積極規劃下，行政院於2011年1月6日核定辦理「建置澎湖低碳島專案計畫（2011-2015年）」，使澎湖有機會成為臺灣第一個再生能源生活圈之低碳示範島。至於金門則是在行政院環保署與金門縣政府的規劃下，於2013年5月20日獲行政院核定推動「建置金門低碳島計畫（2013-2018年）」。

以下，本文將以率先推動低碳示範島建置之澎湖為案例進行分析。

一、澎湖建置低碳示範島方式

澎湖低碳島的示範建置，係將綠色能源的技術，設備及研發成果，全面性導入應用。經濟部能源局規劃「再生能源」、「低碳教育」、「低碳生活」、「資源循環」、「環境綠化」、「低碳建築」、「綠色運輸」、「節約能源」共八大推動面向，以擴大澎湖縣節約能源及再生能源產品應用，進而帶動產業發展，厚植低碳島軟實力及落實公眾參與。澎湖低碳示範島以全島

能源供應50%以上來自再生能源為目標，推動澎湖成為世界及低碳島嶼之標竿。預期完成後，溫室氣體減量將達60%，人均二氧化碳排放5.4噸/人-年降為2.1噸/人-年。此外，透過應用低碳生活服務與節能減碳科技，預計可催生澎湖低碳島的低碳觀光旅遊，帶動產業發展（經濟部能源局，2016）。澎湖縣政府在完成5年低碳島示範島計畫後，2017年以「國際觀光低碳島亮點計畫」接續推動，目前已向行政院提報審核中，將以創新亮點來迎接2018年世界最美麗海灣組織年會。

二、推動過程爭議

建設澎湖低碳島是一種追求地方永續發展之環境管理策略，目標希望透過將澎湖打造為以綠色旅遊與生態觀光為主的低碳島嶼，使澎湖綠能產業成為國際亮點。然而，在推動低碳島建設的過程中，卻因涉及環保設施的鄰避效應、民眾對低碳生活的認知與需求與政府的規劃方向不符，致生許多爭議與未積極配合情形，說明如下：

（一）風力發電及海底電纜鄰避效應（Not in my backyard）

澎湖地區能源仰賴進口、環境承載有限，但澎湖風能蘊藏豐富，設置大型風力發電將可做為澎湖未來主要電力來源（葉國清，2011）。臺電公司「澎湖低碳島風力發電計畫」，規劃於澎湖龍門、講美及大赤崁等3個風力場址，設置11部（龍門6部、講美2部及大赤崁3部）單機裝置容量3,000KW之風力機組，總裝置容

量 33MW。然而，風力發電機組基於噪音問題，在澎湖當地並不受到社區的歡迎（澎湖縣政府，2017）；此外，澎湖供電系統透過海底電纜併入臺灣本島電網進行互聯運轉，為澎湖低碳島再生能源推動之重要關鍵，惟因變電所、高壓電纜線等皆屬鄰避設施，目前雲林縣政府及台電公司仍積極與雲林在地居民溝通協調中。

（二）低碳環境與在地居民生活的關聯性

在低碳城市之建構上，計畫的包容性（inclusion）至關重要，因為關鍵利害關係人的支持、對民意的理解、以及制度基礎的建構等面向，均是影響新興能源科技與政策推動能否成功的關鍵要素（Jobert et al., 2007）。在行動計畫規劃階段就納入利害關係人參與，充分理解利害關係人之需求、想法與意見，同時提供必要且足夠之資訊以減輕利害關係人之疑慮，使政策能符合各界之利益，可降低政策執行時之阻礙（Khan, 2005; Szarka, 2006; IRENA, 2012）。然而，耗資新臺幣 80 億元之澎湖低碳島建設專案，於 2015 年最後一年經評估，成效未如預期。僅在電動機車及節能 LED 路燈等較有成果，其餘在綠色運輸、低碳建築、資源循環、低碳生活等都無法讓民眾有強烈的感受（澎湖縣議會，2015）。而在澎湖縣綠色運輸電動機車推廣方面，計畫原訂 5 年時程將推動使用電動機車 6,000 輛，至 2015 年僅銷售 3,685 輛，只達到預期目標一半。主要原因在於民眾普遍接受度還是不高，電動機車交換電池不便捷、電池續航力不足、爬坡馬力不夠、性能速度慢、製造廠商電池規格不統一，皆是讓人詬病並缺

乏購買意願的主要原因（陳可文，2015）。由此可知，低碳島之規劃與建構，除了由上而下的主觀意志及願景外，更重要的在於由下而上的民意需求與接受來凝聚共識。民眾需求導向式之政策設計，將會是澎湖真正邁向低碳示範島之成功關鍵。

三、澎湖推動低碳示範島經驗啟發

（一）政策規劃階段公民參與程度，主導政策執行之成敗

利害關係人對於公共政策之理解與認知是相當核心且重要的，一旦利害關係人認為政策是不具實質效益或無涉於自身利益，便可能不會去關心與支持此政策，而公共政策失去了公民的支持，自然難以推展並獲致成效。因此，澎湖居民對低碳島議題的理解程度與公共認知，可謂主導了整個低碳島計畫之成敗（陳永晉，2014）。誠如前述澎湖發展風力發電所引發之爭議，突顯新興能源的發展過程中，相關政策或推動方案的成功與否，除了技術、財務、法規方面的配合外，通過完善的公眾溝通計畫或機制設計，以深入了解公眾的考量與需求，並化解民眾對於發展再生能源之疑慮及拉進議題與民眾生活連結之重要性，促進多元行動者之間的交流，進而呈現背後多元意見與不同的價值思考，扮演決定性的角色（林子倫、李宜卿，2016）。風力發電所帶來之經濟效益並非澎湖推動低碳島之焦點，更重要的在於利用發展再生能源之手段，達成澎湖低碳生活的永續發展模式，此種公共價值與公共認知的型塑，是澎湖邁向低碳示範島面臨相當關鍵之挑戰，丹麥

珊索島之經驗值得我國參考。

（二）低碳永續家園之建構，應從滿足在地民眾需求為核心設計

觀諸澎湖縣近期重大議題焦點，包括博奕公投及金龍頭郵輪碼頭開發案等，皆是以促進澎湖經濟及產業發展為核心，而有關澎湖縣之交通、醫療、路燈、土地活用利用等問題，亦多次在澎湖縣長與居民的村里座談會場合中被提出（澎湖縣政府，2017）。離島地區永續發展之基礎，應是建立於滿足居民基本生活照顧及經濟需求上，在私領域獲得滿足後，進而才會參與並關注公共領域。低碳經濟必須要能創造更高的生活標準和更好的生活質量，同時透過發展、應用和輸出先進技術，創造新的商機和更多的就業機會，因此，欲與居民共創低碳永續家園，地方政府短期應從基礎建設、經濟產業以及增加就業著手，將民眾所企盼的醫療資源、便利交通、基礎建設、就業機會、經濟活絡及環境保護等事項結合於低碳島或低碳城市之推動工作，滿足民眾深切的需求，使低碳家園能真正成為一項民眾有感且願意承受並實踐之政策。

陸、結語

隨著全球主要國家溫室氣體減量效果逐漸顯現，儘管我國並非《聯合國氣候變化綱要公約》之會員國，但仍積極參與國際事務，共同投入實踐節能減碳之行列。我國城市之氣候治理，隨著各縣市自主財源多寡不同、在地民眾對低碳家園之認知與共識程度不同、地方首長支持

與投入程度不同等因素，而獲致不同的成效。

隨著各城市在低碳基礎設施持續投資，全球低碳能源應用與低碳技術之發展已愈趨成熟，人才、資金與能源科技發展終將能步入穩定軌道，帶入「能源民主」（energy democracy）之轉型思考反而成為各國在建構低碳城市上之應著力之重點。亦即，低碳城市的建構與新興能源應用之成功與否，除了技術、財務、法規層面之配合以外，尚須仰賴能解決再生能源科技與社會（Science, Technology and Society, STS）之爭議，而完善的民眾溝通計畫或機制之設計，對於深入了解公眾的考量與需求，降低後續爭議與抗爭處理的經濟與社會成本，建立各個行動者之間的信任關係，具有決定性的影響（林子倫，2014）。低碳城市之建構係著眼於長遠的未來與永續發展，因此公民在此過程中所扮演的角色，便不能僅僅只是配合參與（Participation）方案規劃、討論與採取行動的過程，而應是成為方案核心的一部份，在誘因條件下實質參與（Engagement）方案投資、設立目標與改善措施等，增加對於政策方案的影響力。

從歐洲推展低碳島的經驗觀之，在地居民的草根力量為推動再生能源政策之重要支柱，不論是促進太陽能、風能、地熱能或氫能等在再生能源系統的普及設置，皆必須重視使用者經驗、需求與意願，提出能促進公民參與的規劃設計與獲利機制，藉由與社區居民共享再生能源系統所有權及電力選擇權的模式，換取公民支持。澎湖縣政府在推動低碳島的過程中，亦曾試驗推

動成立「澎湖能源公司」，邀請縣民入股，與縣民共享風力發電所帶來之利潤，惟在當時的時空背景因素下未能成案，甚屬可惜。歐美等國推動公民參與再生能源發展之彈性模式已行之有年，例如丹麥由農民及投資者合股成立「社區型風電合作社」；美國麻州政府及風電開發業者與社區居民簽訂「社區利益協議」（community benefit agreements, CBA）等案例（林子倫，2014），我們可以了解到能源自主、分散及分權的社區型再生能源，將是未來低碳能源發展之重要趨勢。

現階段我國澎湖低碳示範島之推動經驗，提供我們反思低碳家園之建構，究竟能為百姓帶來何種效益，抑或變相限制人們的住居生活，而在地居民所關切且需要的基礎設施建設，是否能納入低碳家園的核心規劃中，讓低碳生活與民眾行為模式緊密連結，並能在建構低碳家園的過程中共享其帶來之利益。建構一個以民眾需求為核心、民眾和社區擁有自主權參與設計及運作之低碳家園，重新串連起綠能科技與在地社區的正向互惠連結，將是澎湖下一階段邁向低碳示範島可以努力之方向。

附註

- 註 1：英國 2003 年《能源白皮書》（Energy White Paper 2003）中首次正式指出低碳經濟（Low Carbon Economy）的概念：「低碳經濟是通過更少的自然資源消耗與環境污染，獲得更多的經濟產出；低碳經濟是通過創造更高的生活標準和更好的生活質量的途徑和機會，也是為發展、應用和輸出先進技術創造新的商機和更多的就業機會。」
- 註 2：BAU（Business as Usual）情境是政府放任自由市場力量來引導經濟成長時，溫室氣體增加的排放量。
- 註 3：前倫敦市長 Ken Livingstone 於 2005 年提議各大城市應針對減碳進行合作，並催生了以城市為單位的氣候領導聯盟 C40（Cities Climate Leadership Group）的誕生。目前 C40 已連結全球 80 個以上的城市，代表超過 6 億人口及全球 1/4 的國內生產毛額（GDP），工作重點為因應氣候變遷，推動城市行動，共同降低溫室氣體排放和氣候風險，同時增加城市公民的健康、幸福和經濟機會。
- 註 4：地方政府永續發展理事會（ICLEI）成立於 1990 年，迄今已在 100 多個國家建立了 1,500 多個地方和區域政府發展各種規模的全球永續發展網絡。ICLEI 主要目標在實踐 1992 年地球高峰會議所提出的《二十一世紀議程》第 28 章「地方二十一世紀議程」（Local Agenda 21, LA21），積極推動全球性的地方政府運動，致力於地方永續社區與城市計畫，強調居民參與及培力，以達成公平、安全、韌性、活力經濟及健康環境之目標。
- 註 5：此處不包含水力發電。
- 註 6：2017 年 1 月 1 日統計資料，資料來源：冰島統計局 <http://www.statice.is/publications/news-archive/population/population-1-january-2017/>（檢索於 2017 年 4 月）

參考文獻

1. 行政院環境保護署。2014。溫室氣體排放統計。〈<http://www.epa.gov.tw/ct.asp?xItem=10052&ctNode=31352&mp=epa>〉（檢索於 2017 年 4 月）
2. 林子倫、李宜卿。2016。歐盟能源政策之社會溝通與公眾參與：參與式治理的觀點。*臺灣能源期刊*第 4 卷第 1 期（3 月）：1-16。
3. 林子倫。2014。公民參與再生能源發展：社區風電的運作模式初探。*公民能不能？：能源科技、政策與民主*，初版。新竹：國立交通大學出版社。
4. 林子倫。2016。「臺灣城市氣候治理的困境與挑戰：多層次治理的觀點」。 *因應氣候變遷從地方做起 - 臺灣推動氣候變遷調適的過程、經驗與知識*，初版。臺北：詹氏書局。
5. 陳可文。2015。電動機車推不動低碳澎湖受阻，*中國時報*（8 月 18 日）。
6. 陳永晉。2014。永續發展的美夢？澎湖邁向低碳生活島之判斷與決策分析。碩士論文，國立中山大學公共事務管理研究所。
7. 經濟部能源局。2016。臺灣首座低碳島－「建置澎湖低碳島專案計畫」，〈https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=2804〉（檢索於 2017 年 4 月）
8. 經濟部能源局澎湖低碳島計畫網站，<http://penghu.re.org.tw/>（檢索於 2017 年 4 月）
9. 葉國清。2011。永續澎湖建塑綠能生活低碳島。*營建知訊* 346：32-35。
10. 澎湖縣政府縣政新聞。2017。尖山村里座談會陳光復面對面聆聽村民基層建設意見。〈http://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?mserno=201111070038&serno=201111070042&contlink=ap/pnews_view.jsp&dataserno=201703300002〉（檢索於 2017 年 4 月）
11. 澎湖縣政府縣政新聞。2017。烏坎村里座談會陳光復傾聽民意。〈http://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?mserno=201111070038&serno=201111070042&contlink=ap/pnews_view.jsp&dataserno=201704120001〉（檢索於 2017 年 4 月）
12. 澎湖縣政府縣政新聞。2017。陳光復參加竹灣村里座談聆聽基層心聲。〈http://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?mserno=201111070038&serno=201111070042&contlink=ap/pnews_view.jsp&dataserno=201704190004〉（檢索於 2017 年 4 月）
13. 澎湖縣政府縣政新聞。2017。臺電龍門風力發電機組協調會議陳光復承諾風機運轉的噪音超出規範容許值，臺電需立即停機。〈https://www.penghu.gov.tw/ch/home.jsp?mserno=201111070038&serno=201111070042&contlink=ap/pnews_view.jsp&dataserno=201704110002〉（檢索於 2017 年 4 月）
14. 澎湖縣議會。2015。第 18 屆第 2 次定期會暨第 4、5、6 次臨時會議事錄。頁 171，〈<http://www.phcouncil.gov.tw/attachments/councildata/18/1606240001.pdf>〉（檢閱於 2017 年 4 月）
15. 離島區域合作平臺。2015。管理百分百再生能源島－丹麥 SAMSO ISLAND。〈<http://www.co-islands.org.tw/tag/%E5%9C%8B%E9%9A%9B%E6%A1%88%E4%BE%8B>〉（檢索於 2017 年 4 月）
16. Carbon Disclosure Project. 2017. The Low Carbon Investment Landscape in C40 Cities. 〈<https://www.cdp.net/zh/reports/archive>〉（檢索於 2017 年 4 月）
17. Changing Behaviour. 2009. Case Study 18: Samsø - renewable energy island. 〈<http://www.energychange.info/casestudies/175-samsø-renewable-energy-island>〉（檢索於 2017 年 4 月）
18. German Watch. 2016. Global Climate Risk Index 2017. <https://germanwatch.org/en/download/16411.pdf>（檢索於 2017 年 4 月）

19. Halla Hrund Logadóttir. 2015. Iceland' Sustainable Energy Story: A Model for the World? UN Chronicle Vol. LII No. 3 2015. Publication date: December 2015. <<https://unchronicle.un.org/article/iceland-s-sustainable-energy-story-model-world>> (檢索於 2017 年 4 月)
20. IRENA. 2012. *Capacity building strategic framework for IRENA (2012-2015)*. IRENA, United Arab Emirates.
21. Khan, J. 2005. The importance of local context in the planning of environmental projects: examples from two biogas cases. *Local Environment* 10, no. 2: 125-140.
22. Maria Gudmundsdottir & Jonas Ketilsson. 2015. Iceland Country Report. IEA Geothermal. <<http://iea-gia.org/wp-content/uploads/2014/12/Iceland-country-report-IEAGIA-2015.pdf>> (檢索於 2017 年 4 月)
23. Ministry of Industries and Innovation (MII). 2014. The Icelandic National Renewable Energy Action Plan for the promotion of the use of energy from renewable sources in accordance with Directive 2009/28/EC and the Commission Decision of 30 June 2009 on a template for the national renewable energy action plans. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/dir_2009_0028_action_plan_iceland_nreap.pdf> (檢索於 2017 年 4 月)
24. Natural Resources Defense Council. 2016. Ten Key Principles of Low Carbon Urbanization. <<http://www.nrdc.cn/Public/uploads/2016-12-02/58416ca1cdc2e.pdf>> (檢索於 2017 年 4 月)
25. Orkustofnun (The National Energy Authority of Iceland). 2010. Geothermal Development and Research in Iceland. <http://www.nea.is/media/utgafa/GD_loka.pdf> (檢索於 2017 年 4 月)
26. REN21. 2016. Renewables 2016 Global Status Report. <http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf> (檢索於 2017 年 4 月)
27. Samsø Energy Academy. 2007. Samsø - a Renewable Energy Island 10 years of Development and Evaluation. <<https://energiakademiet.dk/wp-content/uploads/samsø-renewable-energy-island.pdf>> (檢索於 2017 年 4 月)
28. Szarka, J. 2006. Wind power, policy learning and paradigm change. *Energy Policy* 34: 3041-3048.
29. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2016. Decision 1/CP.21-Adoption of the Paris Agreement. <<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf#page=2>> (檢索於 2017 年 4 月)
30. United Nations Human Settlements Programme. 2011. Hot Cities: battle-ground for climate change. <http://mirror.unhabitat.org/downloads/docs/E_Hot_Cities.pdf> (檢索於 2017 年 4 月)
31. United Nations Human Settlements Programme. 2015. Guiding Principles for City Climate Action Planning. <<https://unhabitat.org/books/guiding-principles-for-climate-city-planning-action/>> (檢索於 2017 年 4 月)

