

澎湖低碳島下一哩路— 借鏡國際低碳智慧城市

黃麟傑 工業技術研究院綠能與環境研究所副研究員
劉家錚 工業技術研究院綠能與環境研究所副研究員
周承志 工業技術研究院綠能與環境研究所管理師
鄭孟寧 工業技術研究院綠能與環境研究所專案經理
洪明龍 工業技術研究院綠能與環境研究所經理

摘要

行政院於 2010 年 3 月 4 日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，經濟部積極規劃澎湖低碳島的設置內容，提報行政院於 2011 年 1 月 6 日核定辦理「建置澎湖低碳島專案計畫」。澎湖低碳島於 2011 年至 2015 年執行期間，在太陽光電、LED 路燈、節能家電、環境綠化、降低漏水率、雨水回收系統及垃圾零廢棄設施等項目皆已達成原訂目標，其中前五項建置成果更是超越既定指標，已為澎湖低碳島建置奠定良好基礎。借鏡國際推動低碳智慧城市案例，結合宏觀多元之創新思維，重新規劃執行策略，讓低碳島計畫落實於民眾日常生活中。

關鍵詞：澎湖低碳島、智慧城市、低碳生活

壹、澎湖低碳島推動經驗

澎湖每年 10 月到隔年 3 月是東北季風肆虐的季節，導致農作物不易栽種，因此過去澎湖素有「風島」之稱。早期農民為因應東北季風，在農地周圍築石牆，讓農作物得以順利生長，也就是俗稱的「菜宅」。東北季風不但影響農作物的栽種，亦降低旅客旅遊意願，使當地觀光產業發展受到限制。

自 2011 年行政院核定通過「建置澎湖低碳島專案計畫」（2011 年至 2015 年）後，考量澎湖的環境特性規劃八大推動面向，包括再生能源、節約能源、低碳建築、綠色運輸、環境綠化、資源循環、低碳生活及低碳教育，澎湖逐漸轉型為低碳島嶼，過去被視為阻礙觀光產業發展的東北季風，現在可是帶動觀光產業和提升當地經濟的新寵兒。未來將利用澎湖的風力優勢設置風場，可做為澎湖的主要電力來源，再生

能源供應將由目前占比 10% 提高至 56%，並藉著風場的特殊地標帶動綠色能源觀光，同時推動澎湖為世界級低碳島嶼之標竿。

目前在太陽光電、LED 路燈、節能家電、環境綠化、降低漏水率、雨水回收系統及垃圾零廢棄設施等項目皆已達成原訂目標，其中前五項建置成果更是超越既定指標，已為澎湖低碳島建置奠定良好基礎。雖然太陽能熱水器、智慧電表及電動機車仍未達原規劃目標，另風力發電（大型、小型系統）亦因海底電纜等因素，迄今無法新增設置容量，但相關權責單位皆已有配套措施持續推動。

一、遭遇問題

自 2011 年推動澎湖低碳島八大面向以來，再生能源、節約能源、綠色運輸、環境綠化等面向，由於澎湖地區經濟條件、氣候嚴苛、環境變動等因素，導致推動上發生阻礙，以下將說明推動所遭遇之問題：

（一）再生能源設備普及率低

雖然澎湖地區太陽能資源豐富（太陽光電每千瓦的年平均發電量可達 1,300 度以上），但澎湖居民擔心太陽光電板等設施過於脆弱無法承受澎湖嚴厲的氣候環境，導致澎湖地區設置意願偏低。

太陽能熱利用部分，因澎湖地區水質氯鹽過高易造成熱水器管線腐蝕，縮短澎湖地區太陽能熱水器的使用壽命，嚴重影響居民安裝信心與意願。

（二）環境綠化成效不彰

環境綠化遭遇的問題，除因澎湖約有半年的時間為東北季風肆虐的季節，加上澎湖地區蒸發量大於降雨量的氣候因素，導致植物生長不易，因此綠化比例較低。再者，澎湖地區可造林用地缺乏，且日治時期澎湖引進銀合歡種植，雖具有防風之效果，惟目前過度生長卻危害原生物種，當地已產生嚴重的生態平衡問題。經評估可做為環境綠化的用地除縣府持有的土地之外，還有國防部軍事用地可供利用，惟軍事用地涉及機敏地帶，尚須取得國防部許可等繁複之行政程序，無法直接進行綠化。

（三）綠色運輸使用率低

目前每年澎湖旅遊人次已突破 70 萬大關，旅遊人次攀升所帶來的觀光效益雖刺激澎湖地區經濟發展，但遊客往往會租用機車代步，大量的租賃機車所帶來的廢氣汙染，造成澎湖碳排放增加，對澎湖推動低碳島乃是一大障礙。在綠色運輸部分，規劃澎湖電動機車之推廣，希望鼓勵民眾及遊客使用較低碳的電動機車作為交通工具，惟電動機車電池成本較高造成整體售價過高，且民眾對電池的續航性仍有疑慮，因此購買意願不高。

二、改善成效

（一）打造太陽光電指標建築

太陽光電部分，政府藉由 2011 年度「公共建築太陽光電示範計畫」，補助澎湖縣政府設置太陽光電設施（合計設置 20 案，總容量 1,560 kW），期間協助澎湖縣政府取得專業諮詢資源，瞭解設置工程標準，協調交通部民航局配合馬公

機場太陽光電的設置工作，並協助縣府解決招標問題，已於 2012 年底全數結案。其中馬公機場公共藝術機車停車棚與第一漁港為指標性建築，分別榮獲 2013、2014 年國家卓越建設獎之最佳規劃設計類金質獎、最佳規劃設計類特別獎。

透過上述的太陽光電指標建築，成功帶動廠商與民眾的設置意願，統計 2013 至 2015 年成功帶動建置太陽光電系統 7.21 MW，與低碳島計畫 1.56 MW 相比大幅提升 4.6 倍以上，也讓澎湖邁向低碳島的目標躍進一大步，同時帶動當地太陽光電產業之發展。

（二）提高申設太陽能熱水器意願

針對太陽能熱水器管線腐蝕嚴重，政府協助業者研發適合當地環境之不繡鋼材，澎湖當地廠商將使用不繡鋼材之太陽能熱水器系統透過贈與公家機關及學校之方式來進行推廣，藉以帶動民眾設置意願。同時，澎湖縣政府並要求澎湖地區售出相關產品之保固期由原本的 1 年延長為 3 年。綜上，透過上述的改善作為，統計 2014 年度澎湖地區太陽能熱水器補助面積高達 844.28 平方公尺，相較 2011 年度僅 40.33 平方公尺，成長超過 21 倍，改善成效顯著。

（三）環境綠化用地取得

「建置澎湖低碳島專案計畫」規劃新增造林面積達 200 公頃，然澎湖地區可造林用地缺乏且銀合歡滋生破壞生態平衡，因此為填補環境綠化面積缺口及改善營區銀合歡入侵之問題，經濟部與行政院農委會、國防部達成合作共識，國防部同意提供營區土地，作為造林撫育之用。

經多方努力下，澎湖地區總計已完成植林 212 公頃，年減碳量達 3,090 公噸，相當於 7 座大安森林公園年二氧化碳吸附量。

（四）提高購買電動機車意願

電動機車原規劃推動 6,000 輛，由於電動機車成本仍偏高且民眾對續航性有所疑慮，而為解除澎湖當地民眾對於電動機車的續航力與充電方便性之疑慮，澎湖設置電動機車充電站計 612 座，除了馬公本島外，並延伸至望安、吉貝、七美、虎井等離島，且皆設置於住宅區、辦公區以及重要觀光景點，提升充電便利性。其中 27 處、330 座為「智慧型能源補充設施」，結合雲端科技與 RFID（無線射頻辨識）系統技術，採用悠遊卡感應充電扣款。另為提供民眾與遊客更多元的充電方式，與澎湖地區 7-11 門市（共 23 間）、中油加油站（共 5 間）合作，建構電池交換服務體系，減少民眾等待充電的時間，提升騎乘的意願。

目前澎湖地區共計補助 4,197 輛，澎湖地區平均每 3 輛新購機車即有 1 輛為電動機車，比例全國最高，以僅占全國 0.4% 的人口數的澎湖縣來說，其推動績效相當豐碩。

另外，澎湖低碳島建設成果亦包括：主要道路設置 LED 路燈 5,309 盞、補助節能家電（節能冰箱與空調）17,158 臺、智慧電表 1,105 戶（高壓用戶 105 戶及低壓用戶 1,000 戶）、雨水回收 2,500 噸、垃圾分選廠 50 噸、漏水率降至 23.09% 等，目前澎湖處處皆可看到並體驗「安全、效率、潔淨」的能源成果，創造澎湖

整體的低碳意象，為達成低碳島建置目標奠下良好基礎。

貳、國際低碳生活圈案例

本文蒐研國際間推動低碳生活圈（如低碳島嶼、低碳家園、低碳社區或低碳智慧城市等）之策略與發展現況，學習極具參考價值的國外發展經驗與推動成果，藉此強化我國低碳生活圈發展策略與配套措施。期望在既有澎湖低碳島建置情況下更進一步導入國際相關減碳策略。

一、丹麥珊索低碳島 2.0

丹麥珊索島位於丹麥地理中心（Kattegat 海峽中心），面積約 114 平方公里，南北長約 28 公里，東西寬約 7 公里，島上人口約 3,844 人（2013 年 9 月資料），分散於 22 個村落，農業與旅遊為主要產業。

珊索島於 1997 年參加丹麥能源署（Danish Energy Agency）舉辦的「永續能源島」計畫（Sustainable Energy Island），從五個競爭者中（四個島嶼與一個半島，分別為 Læsø, Samsø, Ærø, Møn, Thyholm）脫穎而出，成為「再生能源島」（Renewable Energy Island）的示範點；珊索島勝出關鍵在於規劃所有部門大幅地減少能源消耗，以及地方上居民、社區、企業、政府的支持；計畫目標為 2008 年完成百分之百使用再生能源。

珊索島轉換新能源的計畫，包括了五項主要課題：（1）以風能為電力基礎和分散能源政

策；（2）地區熱能以生質能、太陽能和其他熱能為主；（3）荒野地區 1,200 位住民和 800 間夏季度假小木屋，以太陽能、生質能以及熱能供應站提供；（4）離岸風電可提供運輸載具之電力來源，但仍待技術突破；（5）努力降低未來能源的消耗。

目前珊索島的電力供應 100% 來自風力發電，11 座陸域風力發電機提供全島的電力需求，島上住家熱能是利用生質燃料或太陽能。汽車的碳排放，則透過設置 10 座離岸風力發電機，來達成「碳中和」。珊索島已經完成百分之百使用再生能源，成為世界上第一個再生能源島，達到能源自給自足與碳中和的目標。此外，生產超過島上所需的電力則回售給丹麥本土使用。珊索島能源研究院在 2013 年 9 月所舉辦的研討會中，思索珊索島的下一步規劃，在會後提出了「Samsø 2.0」（珊索島 2.0）的計畫。

「珊索島 2.0」計畫乃說明改造珊索島成為一個永續發展社區的下一步驟。這些新措施包括個人意識覺醒，結合珊索能源研究院提供知識，並透過國家與國際合作進行經驗收集。珊索能源研究院將與合作夥伴共同著重發展三個領域：無化石燃料島、綠色教育、衛星島嶼和城市。「珊索島 2.0」不是一個短期的目標，而是持續規劃新策略並執行。茲將「珊索島 2.0」的發展建置介紹如下：

（一）珊索島不再使用化石燃料

預計在 2030 年用於能源和運輸用途的煤炭、石油或天然氣等化石燃料將逐漸被淘汰；

目前珊索島居民每人的溫室氣體總排放量為 -12 噸 CO₂e，這是藉由離岸風機進行碳中和的結果，若是扣除離岸風機貢獻，則每人每年排放量為 4.5 噸 CO₂e，珊索島長程目標希望在 2030 年達成限制在 0.6 到 2.5 噸間 CO₂e 的排放量。

（二）進一步發展再生能源與優化能源系統

將現有的再生能源系統逐步分批進行優化與更新，在風力發電部分，現有的陸域和離岸風力發電機將以更新、更高效的發電機取代。區域供熱系統將進行升級和調整，完成更有效率的操作。太陽能系統（太陽光電與熱能）建立，使消費者能使用自己生產的再生能源。而生質能部分，如有機廢物、糞便和各種能源作物將被有效利用，以產生能源或轉為土壤的肥料。

（三）珊索島上所有運輸燃料皆使用再生能源

規劃在 2020 年的珊索島車輛的電動汽車佔有比率提昇為 50%；另外 50% 則使用生質燃料。規劃至 2030 年將有 80% 的汽車為電動車，到了 2050 年則提昇至 100%。從丹麥本島至珊索島上的渡輪，規劃在 2020 年使用天然氣為動力，到 2030 年希冀使用電力為動力源，來源為島上所生產的電能。

（四）加重熱能節省力道

規劃到 2020 年，藉由提昇住宅隔熱能力使熱能消耗減少 30%；工業能耗則降低 5%。到 2050 年時住宅熱能與商業活動和 2009 年相比則降低 10%，總體能源消耗減少為 35%。在新建築規範上，將建立能源消耗標準，至少比現有建築低 25%。

（五）持續努力節電

熱泵功能為利用電來進行供暖和住宅用水加熱，和 2009 年相比，預計到了 2030 年島上住家用電產熱總量將不會上升。規劃從 2009 到 2030 年這段期間，公部門藉由更新設備達到用電節約，節約量相當於 2009 年消費量的 30%。此外，新的商業建築電力消耗標準將更嚴苛，至少比現行建築法規節省 5% 的電力。

（六）創造機會

融合過去發散的意見與想法，並且傾聽島上居民的聲音，共同找尋解決方案。方案即是機會，而機會就在珊索島的文化和自然資源。島上的居民的聲音包含：需要乾淨的水、廢棄物管理和動植物的多樣性。這樣的需求為了尋找解答，可以從內部或從世界各地得到啟發，也自然創造了就業機會。

（七）加強建立合作夥伴關係

當地居民將成為積極的參與者，共同參與運作以建立良好的合作夥伴關係；同時為促進島內共同意識以鄰居和社區分享的解決方案優先。透過強烈的合作夥伴關係，參照過去的經驗，會讓計畫執行有如「站在巨人肩膀上」。

綜觀「珊索島 2.0」的規劃，已經擺脫「開源」，不再藉由大量興建再生能源設施來達成降低 2030 年溫室氣體排放的目標。而改以「節流」方式先提昇耗電設施能源效率，再訂定不再使用化石燃料中長期目標，最後結合島內共識共同營造一個更優質的生活環境。

二、首爾「減少一座核電廠計畫」第二期

韓國首爾人口近 1,000 萬人（占韓國總人口五分之一），耗用韓國 7.5% 能源、10.3% 電力，但能源自給率在 2011 年只有 2.8%。2011 年能源使用量約 15.5 百萬噸油當量，占全國 7.5%，以住商占大宗約 56%，運輸居次約 30%，工業僅占 7.7%。電力消費以住宅與建築為主，占全市用電量的 83%，工業則約 11%。

「減少一座核電廠計畫」為首爾於 2012 年特別啟動的能源政策，旨在因應能源危機與氣候變化，與市民攜手節約能源，同時藉由太陽能發電等方式來生產新能源，冀望 2014 年減少 200 萬噸油當量的能源使用量，預計目標達成後可年減進口 150 萬桶油，降低 560 萬公噸二氧化碳排放。電力自給率自 2011 年度的 3%，至 2014 年達成 8%，至 2020 年達成 20% 的目標。

首爾 2014 年 6 月宣布以節省 204 萬噸油當量的成績，提前半年達成 200 萬噸油當量目標。當中改善能源效益省下 87 萬噸油當量、節約能源達成 91 萬噸油當量、加上開發 26 萬噸油當量再生能源。約 12.8% 來自 PV、燃料電池、廢熱回收與新建築自產能源；約 42.6% 來自新建築耗能標準、建物翻修、LED 燈與環境友善運輸系統，其餘來自市民的綠色里程機制、室內溫度控制與公部門節能等：

（一）能源生產領域：共開發 26 萬噸油當量再生能源，包括打造 3,762 座（70 MW）陽光發電所在內，以供 30 萬戶市民使用。

（二）提升能源效率領域：省下近 87 萬噸油當量。以低利息融資支援、先投資後回收等方式來推廣能源損耗率低、亮度更高更持久的 LED 照明，至 2012 至 2014 年間，已成功設置 679 萬盞 LED。

（三）節能領域：達成節省 91 萬噸油當量，當中市民參與節能項目綠色里程的會員已增加至 170 萬戶（約 47% 全首爾戶數），不管是在職場還是家庭之中，讓節能成為生活習慣的文化已逐漸擴散。2013 年更榮獲聯合國公共行政獎「市民參與促進領域」的優秀獎。

首爾市現在繼續推動「減少一座核電廠計畫」第 2 期目標，期於 2020 年節省 400 萬公噸油當量、提升再生能源電力占比至 20%、減少 1,000 萬噸二氧化碳溫室氣體排放量。第二期規劃內容如下所示：

（一）建構市民陽光發電城市

建立太陽能發電補貼制度，降低太陽能設施安裝費用。普及可安裝在陽台的迷你型太陽能板發電設施（約 250 W），任何人都可以安裝在家庭陽台，實現能源分散型城市。2014 年有 8,000 戶家庭參與，從 2015 年後每年增加 1 萬戶參與家庭發電，冀望普及到 4 萬戶家庭。成立市民可投資獲利的「首爾陽光發電廠市民基金」，到 2018 年計畫該基金可達 1,000 億韓元，其年收益率達 4%。

（二）公開公共建築物的能源消費狀況

上網公開公共建築物的能源消費狀況，包

括能耗量、能源效率等訊息；提供建築物能源評估系統，主動對耗能大戶進行分析，若發現改善後能達到 10% 以上的節能，就強制進行改造與更新。公開建築物的節能性能及能耗訊息資料，「建築物節能履歷」讓消費者買賣或租賃該建築物前瞭解相關訊息，把建築物的節能價值反映在建築物的市場價格上。為建立高能源效率、低耗能的社會，首爾針對占總能源消費量 56% 的建築物，對建築物保溫隔熱等提高能源利用效率的項目，提供低利率貸款，也提供量身訂制的能源評估服務。對新建的大型建築物，提高其環境影響評估審查的要求標準；對一般建築物則引進節能技術、加強節能設備。

（三）引進汽車里程積點制度

推動共乘或特定日不開車等措施，預計到 2018 年有 118 萬輛加入節約里程計畫，並逐漸把計畫重點由特定時間不開車，轉移到特定距離不開車。

（四）對弱勢族群協助能源轉型並提供補助

首先，制度上需保障市民使用能源的基本權利，市府訂定能源福利法令，成立市民自行運作及分配的「能源福利基金」，將節省下來的福利與他們分享，並以 10 萬市民參與為目標。具體而言，對安裝太陽能設施、換裝 LED 燈、提高住宅能源效率等節能措施的收益，部分用於補貼能源貧困的族群，如推動老人福利中心之建物改造，及補貼 12 萬戶貧困弱勢家庭換裝 LED 燈。由於首爾冬季寒冷及夏季炎熱，除新建築必需納入節能設計，對既有或老舊建築物也需進行建築物改造工作計畫（Building Retrofit

Program, BRP），以增進絕緣、隔熱能力等。政府也提供低利貸款以協助市民汰舊換新、節能設施。

（五）推動新能源產業的發展

發展及推廣生活中的能源技術、推動智慧電網、建立建築物能源管理系統（Building Energy Management System, BEMS），並根據地區特性，形成產業聚落。

（六）推動具強制性、分散式的再生能源生產制度

每棟建築物需自我生產其所消耗能源的 12%（逐年升高至 20%）；同時提升大型建築物的環境影響評估審查標準及環境檢查標準。新建建築物要強制安裝再生能源、分散式的發電設施，政府預計在 2018 年，讓這些建築物本身生產的能源達到其耗能量的 20%。

（七）建立市民主動參與的能源治理系統

建立地區共治系統，開發及落實地區議題。培育專業的「綠能技術士」，至家裡進行調查，協助、教導正確的能源知識及改善作法，並且是退休人士二度就業的一種方式。建立建築物能源管理系統，即時監控與分析建築物內能源使用設施，提供能源利用效率的各種訊息，俾以管理及改善。

（八）各村莊實施垃圾回收制度

預期設垃圾回收站 9,100 座，回收率達 66% 以上。

（九）公共場所的路燈與安全照明燈，全部換裝 LED 燈

在照明上，分階段執行，2016 年針對安全照明燈、2017 年針對各政府機關辦公大樓的燈具、2018 年針對所有路燈換裝 LED 燈。規劃到 2018 年，將公共場所的所有照明（路燈、安全照明燈，共 220 萬具）以及私人場所 65% 的照明（2,900 萬具）轉換為 LED 燈。

（十）設立 25 所能源樞紐中心，創造新工作機會

能源樞紐中心（Energy Hub center）提供的服務包括能源設施的安裝、監測與維護，LED 燈具與太陽能光電板的安裝設置，以及提供各種資訊、聯合採購與產品展示。

首爾 2014 年 7 月宣布推動「減少一座核電廠計畫」第 2 期，目標為 2020 年達成節省 400 萬噸油當量，截至 2015 年底已節省 91 萬噸油當量，當中改善能源效益省下 49.5 萬噸油當量（包含綠色建築設計基準 22.5 萬噸油當量、建築物能源效率 8.64 萬噸油當量、LED 普及 17.62 萬噸油當量、交通部門 0.73 萬噸油當量）。節約能源達成 35.1 萬噸油當量（主要來自綠色里程計畫）、加上開發 6.4 萬噸油當量再生能源（包含太陽光電 0.83 萬噸油當量、燃料電池 5.56 萬噸油當量）。

參、澎湖可借鏡之處

一、減少化石燃料使用

在現階段要求澎湖比照珊索島訂出 2030 年

不再使用化石燃料的長期目標是幾乎無法達成的。依據行政院於 2014 年 10 月 1 日核定之「智慧電動車輛發展策略與行動方案」（經濟部、交通部、環保署、農委會；10 年內逐步汰換全台約 10,000 輛大客車），可以敦請交通部與環保署優先考慮汰換澎湖地區現有約 60 輛各型公車及大客車轉為電動車。

另搭配班機（馬公機場）、船班（臺華輪、澎湖各離島間）時間規劃接駁電動車輛，並規劃不同熱門景點，規劃各路線的觀光電動公車（針對旅遊淡、旺季調整班次），藉以提升遊客的搭乘意願，降低飯店、民宿業者私家車接駁或遊客租賃汽、機車的頻率。

二、加強低碳教育

珊索島作為全球第一個再生能源島，其在教育部分著墨甚深，該島對內是大學生研究再生能源最佳場所，也是中低年級學生了解何謂再生能源最佳去處。對外則提供相關課程及展覽，讓參觀者瞭解其開發的經驗，以及再生能源於當地社區的實行成效。目前在澎湖推動的低碳教育僅著重在地推廣，未來或可考慮朝與各地方政府合辦澎湖低碳營活動，邀請各地中、小學生參與，了解澎湖再生能源發展與實際參與低碳生活。將再生能源知識藉由輕鬆實作中從離島帶回本島，放大影響力。

三、提昇共同意識

政策的推動必須仰賴支持，從珊索島的例子可以看出擁有共同的意識可使政策推動更加順暢。珊索島上風機以開放認股方式讓島上居

民認購；一旦在風機中擁有了股份，在認知上就像是自家的東西，也因此提高接納程度；甚至還會出主意讓其運行的更有效率。

澎湖縣政府為打造低碳島以「住民入股、利益全民共享」訴求，成立首座全民入股的「澎湖開發能源股份有限公司」，該公司實收資本總額為 1,400 萬元，以澎湖縣民 30%、縣府 25%、台灣汽電共生股份有限公司 25%與中興電工機械股份有限公司 20%股份成立，以開發風力發電（圖 1）為最主要營業項目，原定第 1 個中屯示範風場（1 部 2,300 kW、1 部 900 kW）已於 2014 年 3 月通過台電公司併聯審查，續取得能源局電業籌設許可，原預計於 2015 年底商轉，最後因增資不到位而宣布解散。

上述第 1 次增資由澎湖縣政府、台灣汽電

共生公司分別認股 25%、中興電工機械公司認股 20%、澎湖縣民認股 30% 出資 8,100 萬元。原定縣民每人認購股數固定為 1 萬股，每股新臺幣 10 元，應繳現金股款金額為新臺幣 10 萬元，總計 1,469 人回復認股意願書，超過原定 810 位名額，可見澎湖縣民認同且看好全民入股的商業模式，惟當初技術廠商評估投資報酬率過低宣告破局。

我國目前積極鼓勵公民參與發電，業於 2017 年 1 月 26 日修訂公布之「電業法」明定公民電廠及社區分散發電，允許採股份有限公司以外之形態（如合作社）經營；同時鼓勵再生能源在地發電、在地用電，放寬再生能源發電業售電條件，允許透過代輸或直接供電予用戶。參考珊索島認購模式，可以考慮增加政府參與的股份外，或許也可增加居民認購比例。



圖 1 風力發電場

資料來源：經濟部能源局「2013 低碳能源攝影甄選大賽」得獎作品

四、全民參與

在社區參與發展上，珊索島的再生能源被視為地方資源，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。

首爾則是整合產官學界與民間力量，成為支撐「減少一座核電廠計畫」的關鍵核心。邀請學界、業界、環保、教育、文化、宗教、媒體界等代表組成執行委員會，針對所有推動計畫進行規劃、提供執行建議。並成立「氣候變遷局」（Climate & Environment Headquarters）統籌由執行委員會交辦下來的所有執行計畫，而不是讓每個計畫散落在各局處、淹沒在傳統公務中。

秉持著「節電就是發電，人人都是發電廠」的信念，持續思考各種節能方式、提升能源效率、發展自給自足再生能源的方案，甚至極具開創意義的能源分享制度都依據這些信念而設計出來。「減少一座核電廠計畫」的目標透過行動方案落實。人民看到完整的市政願景版圖，以及依循不同時程將依序完成的行動方案，共同創造城市光榮感。

五、推動綠色里程（Eco-Mileage）點數機制

參考首爾市政府綠色里程（Eco-Mileage）點數機制，每 6 個月進行一次統計，若用電比上期減少 5%-10%，則可獲得 1 萬積分，若超過 15%，就有 5 萬積分，上述積分可以兌換節能產品。截止 2015 年底會員已增加至 170 萬

戶（約 47% 全首爾戶數），在 2014 年 7 月至 2015 年底就省下近 44 億度電。

我國可先選定小區域範圍內進行綠色里程點數機制的示範計畫，目前澎湖與金門刻正推動低碳島計畫，由於低碳島計畫已推動多年，當地民眾已有基本節能減碳的意識，對於相關政策接受度也較其他縣市來的高，因此可評估先行推動 Eco-Mileage Program，由澎湖與金門縣政府認證低碳行為，除每月節電獎勵外，亦可擴大包含安裝太陽光電板、小型風機、太陽能熱水器、認購綠電、購買節能家電與節水器材等，亦即只要參與與購買相關低碳行為或產品，即可累計 Eco-Mileage，藉以換取綠色商品，甚至可思考用於折抵水、電費帳單，提高市民參與感，使低碳意識落實於日常生活中。

由於澎湖與金門主要產業仍以觀光為主，為減少觀光產業帶來的碳排放，亦希望遊客共同響應澎湖、金門低碳島計畫與綠色里程點數機制，因此示範計畫第二期程可納入遊客共同參與，相關可集點的行為包括入住低碳旅宿、租用電動機車、參觀再生能源景點或參加低碳活動等，累計的 Eco-Mileage 除可換取節能商品外，亦可折抵住宿或交通等費用，吸引遊客落實低碳行為於旅途中。

假使綠色里程點數機制的示範計畫於澎湖、金門得到階段性成功後，可先複製相關成功的執行經驗至其他離島地區，最終目標是推展至臺灣本島其他縣市，由全民共同落實節電行為，逐步達到非核家園之願景。

肆、結論

「建置澎湖低碳島專案計畫」於 2011 年至 2015 年執行期間，已經完成許多硬體建設，行政院林全院長訪視澎湖低碳島成果時表示：「未來離島地區應朝向「綠能島」的方向發展，並以結合觀光業的角度來推動，包括對建築的改造、市容景觀的重塑等，期望能打造出國際級、具有特色的離島風貌」。

因此澎湖縣政府刻正積極規劃後續低碳島的推動內容，除建議積極擴大再生能源設置量外，應思考加重節能的推廣力道，包含汰換澎湖地區公車及大客車轉為電動車、研擬綠色里程（Eco-Mileage）點數機制等作為，從開源

及節流雙管齊下，早日型塑澎湖低碳島風貌。

過去澎湖低碳島推動政策大多由中央主管機關制定、地方政府實行，由上而下的施政作為雖較有政策績效，但缺乏當地居民參與感，較難以將低碳意識落實於日常生活中。由於持續推動低碳島計畫，涉及未來澎湖經濟發展、環境保育、永續家園等大方向，因此建議後續低碳島政策可擴大公民參與機制，由不同背景的與會者對低碳島相關議題的討論與意見分享，找出更多新思維、新觀念，使新計畫的目標能更加貼近在地居民反映現狀。亦可藉由參與式活動，增加居民間的感情及居民對社區的瞭解和情感，創造社區話題及價值，凝聚共同意識，朝向低碳島的目標發展。

附註

註 1：1 噸油當量表示燃燒一噸（1000 公斤）或者 7.4 桶石油所獲得的能量。

參考文獻

1. Initium Media。一場節能韓流。<<https://theinitium.com/article/20160311-hongkong-nuclearpower/>>（檢索於 2017 年 4 月 11 日）
2. 地球公民基金會。人人都是發電廠：談首爾市減少一座核電廠。<<https://www.cet-taiwan.org/node/2085>>（檢索於 2017 年 4 月 12 日）
3. 居芮筠。2009。風之島—丹麥珊索島的能源自主。《經典雜誌》134 <<http://www.rhythmsmonthly.com/?p=7163>>（檢索於 2017 年 4 月 2 日）
4. 看守台灣協會官網。2016。節約能源、自己發電、公民參與。<<http://www.taiwanwatch.org.tw/node/1135>>（檢索於 2017 年 5 月 5 日）
5. 首爾市官方網站。<<http://tchinese.seoul.go.kr/>>（檢索於 2017 年 4 月 15 日）
6. 減少一座核電廠官方網站。<<http://energy.seoul.go.kr/en/index.jsp>>（檢索於 2017 年 5 月 10 日）
7. 黃麟傑、周承志、鄭孟寧。2015。《澎湖低碳島推動問題研究及執行成效探討》：第 37 屆海洋工程研討會。

8. 經濟部能源局。2010。「建置澎湖低碳島專案計畫」核定本。
9. 經濟部能源局。2015。「低碳能源環境建構與整合計畫」期末報告。
10. 經濟部能源局。2016。「低碳能源發展策略整合研究與產業推動計畫」期末報告。
11. 低碳生活部落格。從丹麥新能源島看澎湖的低碳未來。<http://lowestc.blogspot.tw/2009/09/blog-post_21.html> (檢索於 2017 年 4 月 30 日)
12. 鄭一青。2013。未來型社會－丹麥驚奇。天下雜誌 267 <<https://www.cyut.edu.tw/~lschen/mgmt/paper-night/Denmark.pdf>> (檢索於 2017 年 4 月 23 日)
13. 鄭孟寧。2009。邁向永續能源之路 借鏡丹麥 Samsø Island。能源報導 4 月號：11。
14. From best to next practice symposium. 2013. Samsøe. <<https://energiakademiet.dk/6081/from-best-to-next-practice-symposium-documentation/>>(accessed Apr. 2017)
15. Lee T., Lee Y. 2014. An experiment for urban energy autonomy in Seoul: The One 'Less' Nuclear Power Plant policy, *Energy Policy*74, 311–318.
16. One Less Nuclear Power Plant, Phase 2. 2014. *Climate & Environment Headquarters*. Seoul Metropolitan Government.
17. One Less Nuclear Power Plant. 2015. *Phase 2 -Seoul Sustainable Energy Action Plan*, Climate & Environment Headquarters Seoul Metropolitan Government.
18. Peter Jacob Jørgensen. 2007. *Samsø a Renewable Energy Island 10 years of Development and Evaluation*: P.21-P.24, P.46-P.50.
19. SAMSØ 2.0. <https://energiakademiet.dk/282/samsø-2-0/>(accessed Apr. 2017)
20. World Green Building Council (WGBC) Government Leadership Awards. 2013. *In the category of Climate Action Leadership Award*.

