

# 先進國家城市政府推動太陽能策略分析

## —創新、多方合作並獲得廣泛社會支持的地方能源優異案例

謝雯凱

國家能源發展策略規劃及決策支援能量建構計畫

工業技術研究院 綠能與環境研究所

### 摘要

隨著太陽能應用日趨普遍、價廉，全球先進國家的城市均致力於推廣太陽光電，同時追求空汙減量、自主能源占比提高、綠能就業等多種共同效益，以獲民意支持。在常見的財務誘因、潛能地圖、廠商名單、諮詢窗口等輔助型策略之外，各城市政府也提出許多旗艦型的太陽光電推廣策略，包括鼓勵民間設置公民電廠，或自行發起公民電廠，號召更多民眾投身再生能源；提出太陽能團購制度、藉由都市更新時引入再生能源概念，或是提出整體的太陽能行動計畫與願景目標等。

2016年我國經濟部推出《直轄市及縣（市）政府推廣再生能源補助作業要點》，鼓勵地方政府從整體觀點進行再生能源之推動，包括法規檢討與修正、地方獎勵機制研擬、民眾溝通，到目標與策略規劃，期望地方政府可扮演更積極的角色。在此背景之下，本文主要介紹先進國家城市政府所發起與規劃、跳脫既有框架、甚至跨局處合作的太陽能推廣策略，簡述其背景與特色，以作為我國地方政策研擬策略時參考。

**關鍵字：**地方能源治理，太陽能、再生能源、地方政府

## 一、前言

國際能源總署(IEA)《2016年能源技術展望》以都市永續能源為主題，指出屋頂太陽光電、市屬固體廢棄物與汙、廢水沼氣的發電是城市政府可採行的再生能源策略，合乎經濟效益且具備潛能。該報告估計 2°C 情境下，2050 年前，光是屋頂型的太陽光電最多能滿足 32% 的城市用電需求[1]。在寸土寸金的台灣城市環境中，屋頂太陽能亦可視為再生能源發展之主要領域。

在多數國家，過去再生能源政策多半由中央政府主導，地方政府可參與的部分較少。隨著太陽能板價格大幅降低，同時亦為了追求空汙減量、自主能源占比提高、綠能就業等多種共同效益，近年來全球有諸多城市政府積極投入太陽能發電，且逐漸找出城市政府可著力的政策領域。除光電設備補助或折扣(rebate)等價格誘因，許多城鎮或區域政府提供太陽能潛力地圖、合格契約商名單、專門諮詢窗口、投資效益評估、與金融機構談妥綠能貸款等服務性補助。許多城市更進一步設定市級再生能源目標，或藉由採購談判，要求能源公司提高再生能源占比，或利用市屬公共建築的太陽光電裝設，來揭示城市發展綠能與減碳的政策決心。

相較於前述多個輔助型能源服務工作，各城市政府也提出許多旗艦型的太陽光電推廣策略或計畫，不乏跳脫既有框架，跨局處合作並獲得市民參與的策略者。本文旨在介紹這些具有指標性或多重效益性質的太陽能策略，簡述其背景與特色，以作為我國地方政策研擬策略時參考。

## 二、推出太陽能板團購制度

城市政府為了增加太陽光電裝設，多半提供設備補助或折扣措施，減輕市民負擔，但這類財務支援通常源自中央(聯邦)政府或區域(省、州)政府，僅有少數城市擁有穩定自有財源挹注。因此，由美國能源部 2011 年提出名為「Solarize」的社區團購太陽能制度模式，利用此機制壓低廠商光電板售價，而政府並不需增加補助。此模式目前已經逐漸應用於美國多個地方政

府，英國倫敦也在 2018 年採用。

以紐約市的「Solarize NYC」計畫為例[1]，其主要概念是讓某一塊街區範圍內有意願申裝太陽能的屋主或商家，共同團購太陽能的安裝服務，太陽能設備商透過競價方式爭取標案，因而可為屋主壓低設置成本 10-20%。目前紐約市採行的作法是由某個社區團體先發起，承辦團隊紐約市立大學評估後，再於專案網頁上宣告這次發布團購的社區範圍；接著，在此範圍擁有屋頂且有意願的市民、企業均可加入團購，團購設有限期，達標後再由計畫團隊公開對外啟動競價程序，得標且合格的廠商進行後續的簽約、安裝與維護。而參加團購的屋主若不滿意競標後的價格，亦可決定退出。

這計畫除了透過團購壓低設備價格外，紐約市民尚可以申請紐約州政府提供的 NY-Sun 太陽能安裝補助(適用一般市民、低收入戶、小商家)，市府也鼓勵多家戶型的合宜住宅公寓住戶一起申請。「Solarize NYC」計畫成功之處，在於市府網站上有清楚的媒合平台，由紐約大學擔任計畫整合與諮詢窗口，型塑信賴感；主打限期折價、鄰居揪團的誘因，並獲取價格折扣，亦符合大眾普遍熟悉限時搶便宜的購物行為，有利於推廣太陽能裝設容量。

英國倫敦市借鏡此制度，2018 年推出「Solar Together London」計畫，作為倫敦太陽能行動計畫(Solar Action Plan)中的重點，第一、二期的太陽能競價後價格，分別較市場壓低 35%與 20%。[2][3]

### 三、鼓勵民間設置公民電廠

並非所有想投入再生能源的民眾，都擁有適合安裝太陽能設施的屋頂或土地；另一方面，也有屋主擁有屋頂，但缺乏裝設太陽能板的資金。因此社區型「公民電廠」應運而生，能讓有意願投資的市民只要付出少數資金，便能入股公民電廠，而屋主則能獲得裝設資金。而公民電廠的營運形式則包括能源合作社，或是私人公司。在人口密度較高的城鎮、大都會市中心等地區，市民往往居住在集合式住宅中，難自行安裝太陽光電，因此部分地方政

府會積極鼓勵公民電廠在當地發展。

### (一)地方政府設置平台提供公民電廠媒合

紐約州政府為達成 2030 年 50% 的電力來自再生能源的目標，提出許多太陽能推廣的方案，其中包括社區太陽能 (Community Solar) 模式，由系統商、營運商或建物業主找到適合設置太陽能電廠的屋頂，讓沒有屋頂的市民或公司能認購加入；每個月電廠的發電量依照認購比例，讓市民折抵電費，通常為 10% 的折抵。依照不同案場與營運公司，細節可能不同，包括折抵比率、可否即時解約、是否可抵換現金回饋等，但多數採折抵電費的方案。

政府在此計畫中扮演平台的角色，在州政府的網頁上介紹州內各郡、各城市範圍內的太陽能公民電廠，但市民須進到營運商的招募網頁上洽問與登記[4]。針對提供屋頂的市民，州政府會提供房屋稅務減免，同時協助宣傳，鼓勵市民認購該案場的股份。此策略降低參與太陽能發電的門檻，讓更多民眾從太陽能直接獲得利益，也鼓勵小型營運商在紐約州順利發展業務，進而提升全州裝置容量。

另一方面，紐約市的社區太陽能共享計畫 (Community Shared Solar) [5] 與紐約州方案類似，但有多方媒合的設計：有屋頂的市民可以直接在網頁上登記，讓營運公司反向找屋主合作；單純想認購的市民，則可以在地圖上直接找到現有的社區太陽能案場，進行申購。

### (二)市府提供屋頂供公民電廠使用

較前述的「媒合」更進一步，部分城市釋出公共屋頂或土地，供民間設置公民電廠，但方式各有不同，在此提出三個案例。

日本的京都市在 2012 年提出「太陽能公民協作發電制度」(市民協働発電制度)[6]，透過遴選程序，免費將市屬中小學、政府機關

場所閒置的屋頂提供給當地從事環境活動的法人團體成立公民電廠，邀請市民入股投資。獲選的環境團體負責公民電廠的資金(股份)招募、設置與維護，依市府要求需將全數發電量躉售給電力公司，賣電收入一定比例由環境團體利用其專業，投入社區的公益活動，例如舉辦環境教育，其餘收益再如同一般坊間的公民電廠，按比例回饋給投資的市民。

市府於計畫初始已盤點 31 處公家機關屋頂，每年只核撥 2-3 處發包給環境團體規劃作為公民電廠使用。經遴選委員會選出的承接團體直接與京都市府簽訂協議書，而非與屋頂所屬的單位簽約，協議期限 20 年。協議書內文提及管理單位有定期向市府報告的義務，遇到大型災難時，則需無償將電力提供給所有公眾使用。京都市目前正規劃釋出市有閒置土地，邀請社區團體、商店街自治會、民間團體等提案設置各種不同再生能源方式的公民電廠，稱為市民協作發電制度社區版[7]。

英國蘇格蘭的愛丁堡為配合蘇格蘭政府 2020 年較 2005 年減碳 42% 的目標，以及當地執政黨團「鼓勵發展社區公民電廠」的政見，2013 年底市府遂與「愛丁堡社區太陽能合作社」(Edinburgh Community Solar Cooperative)籌辦方簽署備忘錄，預計讓該合作社在市屬的 25 個公共建築物屋頂裝設太陽能版，且開放市民認購股份。[8]

此計畫中，最後有 24 棟完成，多數是中小學，少數為社區中心與身心障日托中心，裝置容量共計約 1.38MW，每年約發出 110 萬度電。2016 年全數完工，以供應公共機關自用為主，餘電以 FIT 制度躉售給國家電網。這些公共機關需向合作社購買電力，因免除輸配電成本而較市電便宜。此公民電廠依照合作社員的認購股份，每年分配盈餘，但另設立一筆公基金—社區福利基金，由社員規劃推動能源方面的社會服務。

第三個案例乃設置於公共住宅屋頂。紐約市在社區太陽能共享計畫下，2018 年 4 月啟動「加速社區培力共享太陽能電廠」(ACcelerating Community Empowered Shared Solar, ACCESSolar) [5]，預計釋出所屬 300 多處公共住宅公寓的屋頂作為市民可投資的公民電廠，第一階段為試驗計畫，預計 2019 年夏季才安裝。申請的營運廠商需要撰擬計畫書，並且讓公共住宅的中低收入戶住戶也得以成為認購的成員，且能培訓他們進行維護電廠的有給職工作。也由於公共住宅屋頂的面積有限，每個案場約僅有 40kW 裝置容量的規模，因此市府專門招募小型與在地的營運商來申請此計畫，希望能給在地綠能新創公司機會。

#### 四、市政府自行成立公民電廠

同樣是採公民電廠方式，但部分地方政府是自行籌設、發起公民電廠，甚至自行營運，亦存在幾種不同態樣。

##### (一)要求地方能源公司設置公民電廠

地方政府通常是透過採購合約或自治法規，藉以要求轄內配合的能源公司必須提供再生能源占比達一定規模的電力，例如美國華盛頓特區 2016 年通過自治法規《擴大再生能源比例標準修正法案》中，提高對電力公司的再生能源電力比例義務要求；或是要求供電業者公開發電來源結構，鼓勵民眾選擇較綠的方案。

維也納市府所屬並主導的當地能源公司—維也納能源 (Wien Energie) 作法稍有不同，他們除了出資在境內架設許多地面與屋頂型光電廠，2012-2013 年間更規劃並啟用第一批四處讓公民投資的太陽能電廠[9]。市民頗歡迎此計畫，因而發動公民投票要求維也納能源公司繼續推出新的公民電廠計畫。此計畫由維也納能源自行設置與營運，居住在奧地利或擁有奧地利銀行帳戶者即可認股。截至 2017 年中，維也納能

源公司在維也納市與周邊鄉鎮共推出 26 個太陽能發電站與 4 個風力發電機組作為公民電廠，10,000 公民投資，光電板累計共有 19 公頃面積。電廠設立的地點包括市府公有建築屋頂與私人產業：廢水處理廠、農藝溫室上方、荒地、農電共構、墓園、停車場、學校、港口設施等。

## (二) 市政府自行設置公民電廠

日本福岡縣北九州市於 2013 年創市 50 周年紀念活動期間，販售「北九州市 50 周年紀念債」取得經費，投入市民共同太陽能電廠的建置計畫，讓更多市民能以實際行動投資綠能[10]。此計畫本質上為市政公債，而非一般的公民電廠；公債發行額為 5 億日圓，稅前利率 0.5%，居住在北九州的個人、法人與團體均可認購，此次公債專門針對市民太陽光電廠的建設，市府利用公債承購與回饋的機制，與公民電廠之流程類似，營運者為場址所屬的市府總務課港口機場管理局，案場發電資訊也都放在該單位網站。

該案場裝置容量 1,500kW，年發電 135 萬度，於 2013 年 9 月併聯，全數賣給九州電力公司，進入大電網。除了透過公債回饋售電利潤給市民，市府也將部分售電收益拿來用在植樹、環境教育等市民環境福祉的工作。主管機關並成立一個在地產、學、民團組成的 8 人小組，半年檢討一次市民回饋的事項。根據北九州財政局統計，約 34% 認購的市民是想參與市政建設，31% 是為了債券利息，23% 是著眼於 50 周年紀念有其特殊意義，由此看來，此方式成功觸及到一般再生能源公民電廠支持者以外的群眾。

第二案例是由地方政府自行發起能源合作社，鼓勵市民加入。位於德國科隆附近的西格堡 (Siegburg) 鎮，人口僅 4 萬，隸屬於萊因—西格郡縣 (Rhein-Sieg-Kreis)。為了落實再生能源發展，同時讓更多市民能參與，西格堡在 2010 年的城市圓桌會議中決議由市府發起能源合作社來推動再生能源發展，並且參與這些綠電後續的營運[11]。「萊因—西格市

民能源合作社」( BürgerEnergie Rhein-Sieg eG)創始成員中包括西格堡市、西格堡的 CDU、SPD 與綠黨三個黨團、水公司、市府公用事業機構(能源、文化場所經營、汗水等)，以及 10 餘名西格堡議會三黨團的成員，可見得市府跨黨派的政治共識與決心。其太陽能板設置於公共建築屋頂，至 2018 年累積至 9 案，合作社社員已累積破百，現已以一般市民為主，投資案場的範圍也擴充到鄰近的城鎮。

## 五、新建物與新開發區納入再生能源與節能建築概念

### (一)新開發區導入再生能源

部分城市將節能、多元再生能源等永續規劃原則導入新開發的城區，作為政策亮點。

以德國海德堡市為例[12]，市區西南隅閒置的鐵路調車與貨運場地，近年規劃為 116 公頃的鐵路城(Bahnstadt)新市區，以住宅與文教研究為主。市府將此處規劃成世界最大的被動建築 (Passive House) 區域，100%再生能源供熱與供電，成為整區淨零碳排放，再搭配永續城市規劃、綠色景觀、增設木質燃料電廠。市府在鐵路城都市開發原則中要求，在鐵路城營造的住宅建築、辦公大樓均須符合所謂的被動式房屋標準——通常指每平方公尺面積的每年能源消費(含暖氣)需小於 15 度(kWh)，僅為德國一般建築的 20%左右。此案例使用多樣的再生能源，不僅引入太陽光電，尚有太陽熱能、生質能、淺層地熱能等。

### (二)社區新建案導入再生能源

於新開發區中，可透過都市審議的政策工具要求建商增設再生能源，然而在既有市區中，則需藉由夥伴結盟、政策誘因等其他策略來推動。

德國西部的多特蒙德市(Dortmund)，該市規劃、建築與居住局在 2011 年推出「多特蒙德 100 間正能源房屋」(100 EnergiePlusHäuser für

Dortmund) 計畫[13]，邀請當地建商與建築師合作，希望在 10 年內，在全市打造 100 間發電量超過用電量的節能住宅建築，並且每年能增加生產 1000 度電。當地新社區建案若要認定為所謂節能住宅，需取得兩種認證之一：KfW 德國復興信貸銀行定義的高能效房屋 40 標準 (Effizienzhaus 40)或被動房屋(Passivhaus Plus)標準，並設置太陽光電在內的各種再生能源電力與供熱方式。

另一方面，有些城市會為新建的社會住宅設置太陽光電或太陽能熱水器，減少其能源消費，台北市近年完工的公共住宅即有安裝。美國佛蒙特州的案例較為特別，有一個民間團體發起太陽能拖車社區重建計畫。美國有許多低收入與弱勢家庭居住在拖車中，拖車住宅便宜但能效低，能源花費高，且易受災損，眾多拖車社區在 2011 年艾琳颶風侵襲美國東北時遭到毀損。

美國佛蒙特州 McKnight Lane 拖車社區在颶風侵襲廢棄後，2016 年由非營利組織 Addison County Community Trust 進行再開發，與當地的住宅模組公司 Vermod 合作，重建 14 個住宅，並引入地方政府、企業與社團多方資源，打造成近零能源模組住宅 (Zero Energy Modular Home, ZEM)，亦即發電大於電力消費，只租給具有租金優惠資格的中低收入戶[14]。此拖車社區採用平價的節能建築技術，每戶屋頂並設置 6kW 太陽能，搭配 6kW 智能鋰電池，預計可供應 100%住戶的電力需求，同時委請當地的電力管理公司處理需量反應的操作，幫助承租戶進一步消減尖峰時刻的電費。

此計畫特殊之處在於，其照顧到社會住宅以外的另一群弱勢居民的居住品質，且提供了更廣泛的能源服務，達成減少貧窮、確保居住權等共同效益。而此計畫的成功，促使佛蒙特州政府接力推廣，州政府合作的公用事業公司 Efficiency Vermont 已經推出近零能源模組拖車住宅的專案計畫。

## 六、以產銷本地綠電為基礎的政策設計

西班牙加泰隆尼亞自治區的首府與最大城市—巴塞隆納，為了逐漸擺脫能源業務受到西班牙大型能源財團的壟斷，2017年3月間，市政府通過成立公有的公共電力公司「巴塞隆納能源公司」(Barcelona Energia) [18]。該公司在2018年2月整合市府所屬或可掌握的再生能源發電來源 200GWh/年，7月1日起正式對市屬機關、市政府與路燈供電，提供100%在地的再生能源，預計每年可節省71萬歐元。預計於2019年1月起將可供電給一般大眾。

巴塞隆納能源公司目前是西班牙這類最大的公用電業，主要扮演本地再生能源電力的公共經銷商 (public distributor)，銷售41座市府建築物屋頂太陽能、Sant Adrià de Besòs 廢棄物焚化發電廠、Garraf 掩埋場沼氣發電廠等產生的電力。該公司除了經銷綠色電力外，也結合市府既有的綠能推廣與節能服務，並協助市府各局處的能源相關計畫，例如，推廣住宅節能改善的補助、能源培訓課程、民眾能源費率轉換之諮詢等。

## 七、提出整體的太陽能政策規劃

首爾、華盛頓特區、倫敦等城市提出整體太陽能政策，強化城市追求綠能的政治企圖，進而刺激再生能源安裝的動能。

首爾市於2017年底公開「2022太陽城市，首爾」計畫[15]，期望到2022年太陽光電裝置容量達1GW，共有100萬光電家庭，並加速發展光電產業、擴展公民參與。美國華盛頓特區於2016年修正相關自治條例，並成立太陽能推動工作小組，包含公務與民間部門，並於2017年提出「全民共享太陽能實施計畫」(Solar for All Implementation Plan) [16]，透過補助、夥伴關係、試點計畫等策略推廣太陽能設置；並進行跨局處合作，培訓太陽能職工、為低收入戶免費安裝太陽能以降低電費、於大學校園建築設置太陽能等。

倫敦的案例中，現任市長薩迪克·汗(Sadiq Khan) 在2016年競選時提出

「倫敦人能源」(Energy for Londoners)之政見，內含包括減少能源貧窮、增加太陽能發電、區域供熱、減少空汙等[17]。當選之後，「倫敦人能源」成為市政旗艦計畫，配合 2017 年間修訂的倫敦環境策略，進而於 2018 年提出倫敦太陽能行動計畫(Solar Action Plan for London)。倫敦環境策略訂立倫敦將在 2050 年達到零碳排，而推估太陽能應需在 2050 年前裝設 2GW，中期目標則訂 2030 年前達 1GW，亦即現有之 10 倍。此計畫著重發展本地的再生能源，而非外購綠電，因此提出公共建築物、鐵路沿線周邊與閒置之公用土地，在排除生態要素後盡量安裝太陽能光電或熱能；新開發建築會被鼓勵安裝再生能源，針對既有建築物也有補助計畫。其它措施包括社區太陽能團購競價、智慧節能綠能社區試驗計畫等。

## 八、結語

我國太陽能裝置容量快速增長，地方政府積極於公有建築屋頂、掩埋場等地裝設太陽光電，亦是原因之一。然而，由於過去能源業務掌握在中央政府手中，地方政府長期欠缺規劃能力，因此近年要建立在地夥伴關係、深入社區宣傳，乃至盤點潛能，均有待更多經驗累積與交流。

本文介紹十餘個先進國家城鎮政府的太陽能推廣策略，旨在為台灣地方政府提供範例參考。儘管有些策略有其環境背景，台灣可能較難複製，例如能源合作社模式在歐洲蓬勃發展，但台灣各界普遍對此模式尚屬陌生，應用上可能受限。然而整體而言，這些策略所展現的諸多原則、要素，都值得台灣地方政府借鏡，例如：這些城市太陽能策略多數為跨局處的整合性計畫，並在計畫中強化公共性。公民電廠類型的策略可拉近更多民眾參與再生能源，將產生更廣泛的社會支持；部分策略案例更是由市府與民間團體、在地企業緊密合作，共同規劃與推動。在此思維下所設計的策略，更能帶起社會動能，結合草根力量來支持城市再生能源發展，恰好為台灣當前能源轉型所需之關鍵要素。

## 參考資料

- [1] Solarize NYC  
<https://solarizenyc.org/>
- [2] Mayor expands solar panel scheme after 4,000 sign up to first phase, Greater London Authority, 2018/6/29.  
<https://www.london.gov.uk/press-releases/mayoral/mayor-expands-solar-panel-scheme>
- [3] Solar Together schemes deliver savings again as 10,000 more join group buying projects, Solar Power Portal, 2018/9/10.  
[https://www.solarpowerportal.co.uk/news/solar\\_together\\_schemes\\_deliver\\_savings\\_again\\_as\\_10000\\_more\\_join\\_group\\_buyin](https://www.solarpowerportal.co.uk/news/solar_together_schemes_deliver_savings_again_as_10000_more_join_group_buyin)
- [4] 紐約州社區太陽能計畫(Community Solar)網頁  
<https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Programs/NY-Sun/Solar-for-Your-Home/Community-Solar>
- [5] 紐約市的社區太陽能共享計畫  
<https://shredsolarnyc.org/>
- [6] 京都太陽能市民協作發電制度  
<http://doyou-kyoto.com/system/index.html>  
<http://www.city.kyoto.lg.jp/menu1/category/14-14-2-0-0-0-0-0-0-0.html>
- [7] 京都太陽能市民協作發電制度社區版  
<http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/page/0000235938.html>
- [8] 愛丁堡社區太陽能合作社網站  
<http://www.edinburghsolar.coop/>
- [9] 維也納能源公司公民電廠網站  
<https://www.buergerkraftwerke.at/eportal3/>
- [10] 說明 50 周年紀念債之發行，北九州市財政局簡報，2014/11/5。  
[http://www.jfm.go.jp/support/pdf/forum/forum2\\_5\\_resume2.pdf](http://www.jfm.go.jp/support/pdf/forum/forum2_5_resume2.pdf)
- [11] 萊因—西格堡郡市民能源合作社網站  
<https://be-rhein-sieg.de/>

[12]海德堡鐵道城計畫網站

<https://www.heidelberg-bahnstadt.de/953958>

[13]多特蒙德 100 間正能量房屋網頁

[https://www.dortmund.de/de/leben\\_in\\_dortmund/planen\\_bauen\\_wohnen/energieplushaeuser/start\\_eph/index.html](https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/planen_bauen_wohnen/energieplushaeuser/start_eph/index.html)

[14]佛蒙特州 McKnight Lane 車屋再開發計畫

<http://www.addisontrust.org/mcknight-lane.html>

[15]「2022 太陽城市，首爾」計畫網頁

<http://energy.seoul.go.kr/seoul/sun/sun.jsp>

[16]華盛頓特區 Solar for ALL 計畫

<https://doee.dc.gov/solarforall>

[17]倫敦太陽能行動計畫

<https://www.london.gov.uk/WHAT-WE-DO/environment/environment-publications/solar-action-plan>

[18]巴塞隆納能源公司網站

<http://energia.barcelona/en>