

都市 自己綠

The Guide to

Greening
Cities

六都再生能源
治理評比

RE Performance
Evaluation for 6 Cities

目錄

Content

前言：都市 — 全球暖化戰役的決勝點	2
全球都市能源轉型現況	4
國際再生能源都市案例	7
都市再生能源治理和發展策略	10
國際都市與六都再生能源發展比較	15
六都再生能源發展潛力	18
六都再生能源治理成效	22
都市自己綠，帶動能源轉型	24
附錄	25

前言

Introduction

都市 - 全球暖化戰役 的決勝點

全球人口一半集中在都市，依照人口增長的速度推估，2050 年都市裡的人口將超過 60 億，占全球人口的三分之二¹。都市作為人類活動的中心，是溫室氣體排放和資源消耗的熱點，全球最終能源需求與溫室氣體排放量有四分之三來自於都市²，在經濟發展、人口成長的趨勢下，未來都市的能源需求只會增加不會減少。

在暖化的威脅下，改變以化石燃料為主的能源結構是首要之務。國際再生能源總署（The International Renewable Energy Agency, IRENA）推測，若人類維持目前使用能源的方式，至 2050 年全球將升溫 2.6-3.0 度 C³。全球升溫若超過 2 度 C，將造成不可逆轉的生態災難⁴。能源轉型勢在必行，也是當今世代最大的挑戰。

國際社會中，以都市為主體的能源治理計畫已成趨勢。地方政府相較中央而言，更貼近地方脈絡，也是與公民電廠等社區型能源關係最為密切的公權力組織⁵。國際組織「21 世紀再生能源政策網絡」（Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, REN21）2018 年研究報告指出，都市政府是再生能源發展的關鍵力量，都市政府可以透過政策工具將再生能源整合到電力設施、建築、運輸系統；同時可以運用監督管理權限及各種支持、獎勵機制，推動都市再生能源的發展⁶。

面對氣候變遷 臺灣沒有 置身事外的本錢

臺灣有近 8 成的人口聚集在都市，中南部都市的發展緊鄰沿海及河川周邊的易致災區。近年來，臺灣極端氣候發生的頻率與強度均有增加的趨勢⁷，未來臺北、臺中、高雄三大都會區每年極端高溫出現的天數及連續高溫事件將明顯增加⁸，極端高溫將成為新常態。面對暖化威脅，臺灣沒有置身事外的本錢，然而，臺灣地方政府似乎仍未意識到能源轉型的急迫性。

德國看守協會 (Germanwatch) 2018 年發布的國際能源表現評比中，臺灣的整體表現吊車尾⁹，在緩解氣候變遷的減碳策略上，我們雖然已經在溫室氣體減量及管理法明定「2050 年溫室氣體排放量需降為 2005 年百分之五十以下」的目標，但政府能源轉型的相關計畫只規劃到 2025 年¹⁰，缺乏宏觀的中長期計畫，許多地方政府首長仍將「能源使用」視為中央政府的政策，與市政規劃無關。

臺灣六大都市—臺北、新北、桃園、臺中、臺南、高雄，占全臺電力使用的七成¹¹，能源要轉型，都市不能缺席。綠色和平將盤點六大都市目前的能源規劃與再生能源發展現況，比較六都能源政策的進步程度；並透過情境分析，計算六都發展再生能源之後，減緩碳排放的成效及預期的經濟效益。報告中也列舉國際先進都市再生能源治理的亮點，透過政策比較和案例分析，提供臺灣都市發展再生能源的參考路徑。

能源要轉型 都市不能缺席

主要發現

1. 以再生能源政策、再生能源發電占比成長、再生能源裝置容量成長綜合評析，臺南市再生能源治理成效最佳，臺中市墊後。
2. 六都再生能源發電占比極低，有相當大的成長空間。屋頂型太陽光電為都市內再生能源發展的重點，六都中尤以桃園、臺中、臺南和高雄市發展潛力較大。
3. 透過投入產出分析，以六都中用電量最高的臺中市為例，若將其屋頂潛力裝置量 1173MW 全數發展太陽光電，推估將帶動約 3.1 萬人次就業機會，並帶來約 2 千億產值。
4. 六都應提出並落實完善的用電大戶管制和輔導裝設再生能源發電設備之方案，其中桃園、高雄和臺中應將工業用電大戶視為優先列管對象。
5. 從再生能源治理的角度，六都缺乏再生能源目標的設定，同時在資訊公開，民眾意識提升等工作，也有很大的精進空間。

Chapter 01

全球都市 能源轉型現況

根據 21 世紀再生能源政策網絡 (REN21) 「再生能源 2018 年度全球概況報告 (Renewables 2018 Global Status Report)」¹²，光是 2017 年單一年度，全球再生能源的投資額就超過新臺幣八千億元，其中太陽能占約六成，風力則近四成。若從全球電力部門能源使用來看，同樣在 2017 年，全球近三成 (26.5%) 的電力生產即來自再生能源。「再生能源是趨勢」這句話，不是未來預測，而是現在進行式。

隨著再生能源設施的建置成本愈來愈低，價格愈來愈具競爭力，在這股全球能源轉型的浪潮中，世界主要的大都市早已開始投入再生能源的發展和規劃。都市首長基於居民健康、空氣品質、在地就業、能源獨立、能源效率¹³和永續發展等理由，紛紛從政府採購、空間利用、建築法規、交通運輸政策等面向，驅動並健全當地的再生能源發展。本章節將回顧國際上已宣示再生能源發展目標的都市現況，看看這些綠能都市，如何透過首長意志、政策制定和公民參與逐步往 100% 再生能源都市願景邁進。

全球再生能源 承諾都市

全球已經有多少都市設定了再生能源發展目標，甚至承諾使用百分之百再生能源？10 個？50 個？正確答案超出很多人想像，根據「國際再生能源總署」(IRENA) 2019 年的報告¹⁴，目前全球已有 247 個都市和 33 個州，做出 100% 使用再生能源的承諾。這些都市或州，五分之四集中在歐美國家，近年來，亞洲都市急起直追，有 10 個都市立下了相同的目標。

圖 1：全球再生能源都市地圖



圖 2：全球主要都市再生能源目標

都市名	再生能源目標
倫敦	2030 年 能源使用 15% 來自再生能源
紐約	2040 年 電力使用 100% 來自再生能源
北京	2035 年 能源使用 20% 來自再生能源
新加坡	2025 年 尖峰用電 1/4 來自再生能源
雪梨	2030 年 能源供應 50% 來自再生能源
杜拜	2020 年 7% 電力來自再生能源 / 2030 年 25% 電力來自再生能源
東京	2030 年 電力 30% 來自再生能源

不是只有地大物博、天然資源充沛的地區才有潛力發展再生能源，諸如倫敦、紐約、北京、東京等國際都市，都在首長領銜下提出了長期的再生能源規劃，這些都市未必擁有特別突出的自然條件，和多數都市一樣，具有地狹人稠、工商業高度發展、用電尖峰時間密集的特性，然而，這些國際都市仍舊積極為能源轉型尋求解方，立下明確的再生能源及綠電發展目標。

舉例來說，倫敦市長薩迪克·汗（Sadiq Khan）在 2016 年競選時就提出了都市能源發展政見：「倫敦人能源」（Energy for Londoners）計畫¹⁵。當選後，薩迪克善用公共建物與都市計畫，在土地資源有限的條件下，將太陽光電發展最大化，以增加再生能源發展解決倫敦市民詬病已久的空污、能源貧窮問題¹⁶。

腹地有限的舊金山市，也提出 100% 使用再生能源電力的目標。市府主要透過政策制定和企業認購綠電的方式，推動都市再生能源發展（San Francisco Mayor's Renewable Energy Task Force, 2012）¹⁷。現任市長布里德（London Breed）更在 2019 年世界地球日公布了一項新政策，要求符合特定條件的私有商業建築，在 2022 年前使用百分之百再生能源電力¹⁸。

全球金融重鎮紐約，在市府部門成立市長永續辦公室，除了訂定 2025 年公共建築太陽能發電量新增 100MW，私有建築太陽能發電量達 250MW 的目標，也積極推動公民參與，將社區型的太陽能電廠視為都市減碳重要策略¹⁹。

亞洲各大都市，近年來也相繼提出了能源轉型目標。以日本為例，包含東京、長野和曾受 311 核災衝擊的福島，都設定了轉型時間表（見圖 2）。

東京	2030 年，電力使用 30% 來自再生能源
福島	2040 年，能源使用 100% 來自再生能源
長野	2020 年，電力使用 10% 來自再生能源 / 2030 年，電力使用 20% 來自再生能源 / 2050 年，電力使用 30% 來自再生能源

圖 3：日本都市再生能源目標

人口密集的南韓首爾市也提出了具有前瞻性的再生能源發展方案。2017 年，首爾市長朴元淳宣誓在 5 年內，要將首爾打造成「太陽能都市」，達成 2022 年前，太陽能發電量成長十倍，太陽光電用戶達到 100 萬戶的目標。

國際再生能源都市案例



照片來源：維基百科

東京

東京為日本首都，也是全球人口最多的都市，在 2014 年提出的「世界頂級都市」計畫中，東京除了訂定都市未來的減碳目標，也提出了 2024 年再生能源使用量達 20%，2030 年再生能源使用量達 30% 的長程目標²⁰。

東京的再生能源主要以太陽光電、水力和風能為主，但近幾年再生能源的成長，幾乎全來自太陽光電。2012 年東京都太陽光電的發電量僅占全市能源使用量的 6%，但到 2017 年卻已成長至 14%，短短 5 年增加超過一倍。目前，東京都設有 2024 年太陽光電裝置容量達 1000MW，2030 年達 1300MW 的具體目標²¹。其中，公共設施太陽光電的裝置量，比如公立學校、博物館或溫泉池等，也希望在 2020 年前，達到 22MW 目標²²。

為了達成預期目標，東京市府對民眾安裝太陽能光電設施，採取相當高的補助。東京市府除了向轄區外其他都市躉購再生能源電力外，也相當注重再生能源自產自銷的成效，以增加都內再生能源的發電量。東京市府特別鼓勵能源業者（比如天然氣公司等）或企業，採用或投資再生能源發電事業，每隔一段時間會公布業者評比結果，產生社會制約力²³。

東京市自治條例中，對新設建物，也設計了綠屋頂條款，目標設定為東京市五成的新建物都必須架設太陽光電設施。

東京市府也利用都市特性，在公共場域中充分利用空間設置創能設施。比如停車場上方設置太陽能車棚、太陽能充電站，除了發電也有遮陰效果，擴大導入太陽能的各種可能。東京市府也在不少都市地標中推廣再生能源使用，比如東京地標晴空塔的電力來源，一部分就是來自地熱發電；東京市府也宣布，將在 2020 東京奧運會場，百分之百使用再生能源，打造東京節能、綠能、環保的都市意象²⁴。

東京市府的太陽能推廣教育也做得相當完善。除了設計類似「太陽能潛力地圖」的公開資訊網，和產業團體合作推廣太陽能；在市府設計的入口網站中，也有完整的太陽能教學影片、太陽能設施安裝方法、太陽能營運模式等公開資訊，除了即時更新東京市再生能源的供電狀況，也會定期舉辦研討會、座談會，增加民眾對再生能源的認知和理解。

首爾

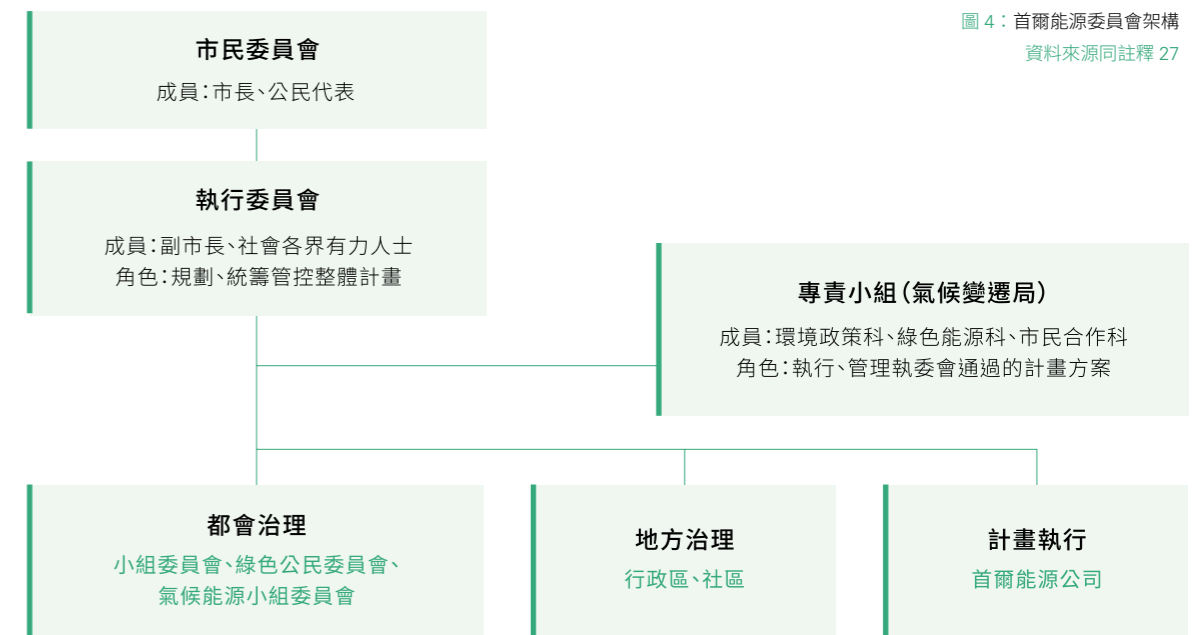


照片來源：pixabay

南韓和臺灣的能源需求、經濟結構及產業發展情況相當類似，境內缺乏天然資源，石油和天然氣都須仰賴進口。南韓過去以燃煤、燃氣、搭配核電作為主要電力供給來源，但在日本 311 地震發生後，用電量占全國三分之一的首爾市，開始大力發展太陽光電，降低對核能的依賴，希望成為使用再生能源的綠色首都。

韓國上位的能源法規為「低碳綠色成長基本法」和「能源法」，明訂地方政府每五年必須提出未來五年以上的能源計畫並施行之。為了滿足中央法規的要求和進行結構性的能源轉型，首爾於 2012 年頒布施行「首爾特別市能源政策條例」²⁵及「減少一座核電廠」計畫，作為能源政策的主要依據²⁶。

首爾市府首先成立專責的能源委員會，委員會轄下設立「首爾能源公司」，負責計畫執行。能源公司上層，則有負責計畫構想的執行委員會，此委員會由 46 位民間團體代表和副市長共同組成，另設幕僚單位「氣候變遷局」，負責將能源計畫提報到市長領銜的市民委員會，拍板定案²⁷。這樣跨部門、由下而上、強調公民參與和目標導向的運作模式，是首爾市提高再生能源自給率、發展永續能源結構的第一步。



運作機制建立後，首爾市開始進行都市內部的開源節流。除了能源需求面的管理措施（比如節電），市府也開始進行供給面，也就是增加再生能源裝置容量的工作。

2017 年底，首爾市長朴元淳率先公佈了「2022 太陽都市，首爾」計畫，打算在首爾全力衝刺太陽光電發展，要在未來五年內增加十倍太陽能發電量。市府先是在所有可設置太陽光電的公共建築與腹地，如政府機關、學校、交通設施、河川與公園、道路橋樑等，全面設置太陽能板，也將能源發展和都更政策結合，在新開發區建置「太陽能特區」，比如麻古新都市區，就將太陽能與物聯網（IoT）、人工智慧（AI）等尖端資訊產業相結合，有效預估並因應能源需求。

除了公部門帶頭做，首爾市也透過各種政策擴大再生能源的公民參與。市府以首爾設籍居民為對象，每 3 戶選出 1 戶發放能源補助金，協助民眾裝置太陽光電，並規定新建建物有安裝迷你太陽光電設備的義務。

為了減少民眾參與能源轉型的阻礙，首爾陸續營運了 5 個「太陽能諮詢中心」，為市民及企業提供太陽能設置及維護的一條龍式服務。首爾市也頒佈了「能源自主社區」制度，社區只要通過審核，就可以獲得每年 1,000 萬韓圓（約 26 萬臺幣）的資助以推廣能源環保²⁸。

首爾在 2015 年成立了「太陽能發電市民基金」，由市民入股，政府提供場地安裝大型太陽能板，成功認購的市民未來三年內保證獲利 4%。這種由市府帶頭提供誘因的方式，不但能擴大民眾參與，更讓首爾市民由上到下凝聚發展太陽光電的共識，讓政策推行更順利，更有效率。



英國一直致力提升再生能源發電占比，根據倫敦帝國理工學院的調查，英國再生能源發電量已在 2018 年 7 至 9 月超越化石燃料發電量²⁹。英國政經中心倫敦為了達到零碳排目標，也在 2018 年 6 月提出了市府旗艦級的「太陽能行動計畫」，目標在 2030 年前，讓太陽能裝置容量成長十倍，達到 1GW。

倫敦市民長久以來飽受空污所苦，倫敦發展太陽光電的其中一個目的，就是為了解決日益嚴重的空污問題。市長薩迪克·汗（Sadiq Khan）在計畫中開宗明義指出，雖然倫敦能發展大型地面太陽光電的案場有限，但還是可以透過屋頂型太陽光電和都市零碎空間，比如建築外圍、鐵路周邊土地等，達到預期的太陽光電發展目標³⁰。具體作法包括：大型倫敦公有建物裝設太陽光電，鼓勵新建案裝設太陽能設施，大力扶植社區型公民電廠，透過團購降低民眾的太陽能裝置裝設成本（仿照紐約市）等。



黑衣修士橋的太陽能設施
照片來源：Jiri Rezac/ Greenpeace

為了最大限度發揮都市內公共建物的太陽光電潛力，倫敦市府除了在市政廳、運輸局、主要的公車站和地鐵站、消防隊、警察局，裝設太陽能設施外（市府盤點後倫敦市有安裝潛力的公共設施超過一千處），還刻意打造都市內的太陽能地標，比如泰晤士河南岸的「黑衣修士橋」，內建 4400 個太陽能光板，每年可生產九十萬度的電力³¹，不但增加發電量，更有教育和宣誓作用。

倫敦市府也把發展太陽光電納入都市整體空間發展策略—倫敦計畫 (London Plan) 中。在新版的計畫方案中，倫敦市府直接將裝設「現地太陽能設施」(on-site renewable energy technologies) 列為新建案或大型都市計畫的建議項目，確保未來倫敦的新建築或新生地都有符合都市願景的太陽光電規劃³²。倫敦市府發展太陽光電的積極態度，同時激勵了轄內個別的行政區跟進，倫敦 33 個行政區之一的倫敦金融城（City of London）便決議，達到行政區百分之百使用太陽能發電的目標。

都市再生能源 治理和發展策略

都市發展再生能源，雖然不可能完全脫離自然條件限囿，但並非成功與否最重要的因素，許多都市選擇太陽光電，作為發展都市再生能源的重點。根據國際能源總署（IEA）的「2016 能源技術與展望」報告³³，2050 年前，光是屋頂型的太陽光電，最多即能滿足 32% 的都市用電需求，顯見都市發展屋頂型太陽光電有足夠利基和必要性。

以下就都市發展太陽光電的制度和做法進行評析，供臺灣都市借鏡。

1. 地方政府明確制定再生能源發展目標並訂立相關政策

首長的政治領導力和決心，是再生能源發展的條件之一。**國際都市的成功案例多取決於首長是否有能力和意願展現能源轉型的決心，將計畫目標納入都市自治條例、政策白皮書或行動計畫等，並訂立相關政策或方案來帶動整體發展。**比如倫敦的「太陽能行動計畫」、首爾的「2022 太陽都市計畫」、德國柏林的「能源氣候計畫」、美國華盛頓特區「人人共享太陽能（solar for all）計畫」等，都屬這類案例³⁴。

除了由上而下的政策指導外，也有都市是透過公民參與，由下而上地凝聚社會共識，共同擬定都市未來的能源方向。比如荷蘭第四大都市烏特勒支，就是由市府召開都市能源對話，邀請市民利用三周時間討論整合意見，再由市府擬定一份「能源計畫詮釋書」，送議會通過，作為能源政策的參考依據³⁵。無論採用上述哪一種模式，都市的再生能源發展目標要能落實，首長和市府的決心是必要條件。

有了政策目標，如何執行也是決定成敗的關鍵。多數矢力發展再生能源與太陽光電的都市，多半成立了專責部門或任務小組。都市能源轉型牽涉到跨部門、跨局處的業務，這些都市成立的能源或氣候辦公室、多半由市長擔任召集人，彰顯政策優位性。首爾、倫敦、紐約等都市，市府內部都設有專責再生能源發展的部門。

目標和執行方到位後，各大都市發展太陽光電的具體作法，分為下列幾種策略：

① 公部門帶頭做

都市發展太陽光電，最常遇到的困難就是空間限制。因此多數都市都從權屬單純、開發比較容易的「市屬建築」開始著手。比如大力推展屋頂型太陽光電的雪梨，就在百年歷史的市政廳屋頂鋪設大規模太陽能板³⁶；而日本京都，則是由市府免費提供機關設施及公立學校屋頂，開放民間團體申請做為公民電廠廠址；西班牙的巴塞隆納市政府更是成立公有的公共電力公司「巴塞隆納能源公司」，整合市屬的 41 座建物，發展屋頂型太陽光電³⁷。

六都再生能源發展現況

② 太陽光電設施結合都市設計

要在人多擁擠的都市內部，發展地面型太陽光電雖然較困難，但若能和都市設計搭配，就可以在兼顧土地相容性的前提下，發揮良好示範作用。比如紐約市就在史坦頓島公園建設全市最大的太陽能發電站，作為都市綠能發展的示範據點³⁸。倫敦的太陽能行動計畫則盤點鐵路沿線的閒置土地或市內廢棄公用地作為潛在的地面型太陽光電案場。整體而言，公園、閒置或廢棄土地、污水處理場、停車場，溫室建築，或港口設施等都是都市可以充份利用發展太陽光電的場域³⁹。

③ 建築規範

除了利用公共空間，也有很多都市把再生能源和建築規範結合，達到相輔相成的效果。比如德國的海德堡，在新的城區開發案中納入 100% 再生能源的建築規劃，在都市翻新升級的同時，也刺激再生能源的發展。倫敦市則鼓勵新建案裝設太陽能發電設施，藉此提升太陽光電發電量。

④ 地方政府財政補助

財政補助也是推廣都市內太陽光電發展的常見作法。市府透過「生產稅額減免」或「投資稅額減免」，鼓勵能源業者或民間參與或投資再生能源，並降低民眾的參與門檻。以紐約州為例，當地居民若提供屋頂空間作為太陽光電案場，就可以得到房屋稅減免⁴⁰。

2. 推動公民電廠 提升公民參與意識

能源轉型需要充份的社會溝通，成熟的公民電廠制度，有利於民間資訊與共識的建立，因此國際各大都市皆以公民參與作為的努力方向，以太陽能公民電廠為例，通常有以下幾種模式：

太陽能板團購制度	透過社區大量團購並和太陽能板廠商斡旋，優點在於可幫參與民眾取得較優惠的價格，增加參與誘因。採行此模式的都市有紐約及倫敦 ⁴¹ 。
公民電廠媒合制度	市府提供媒合平臺，讓市民參與「公民電廠」的投資營運。紐約市即採取此模式。
市府發起的公民電廠制度	由市府提供公共場域讓市民參與「公民電廠」的營運。日本的京都市（「市民協働發電制度」）、蘇格蘭的愛丁堡「愛丁堡社區太陽能合作社」都採行此種模式。
公民電廠認股制	擁有電廠的政府主導公民電廠的建置，並開放民眾認股。擁有維也納能源（Wien Energie）的維也納市政府，在民意支持下主導公民電廠建置，並開放民眾認股。
公債認購制	以市民認購的公債為財源經營電廠並回饋民眾。採行此模式的有福岡縣北九州市。

推動公民電廠的方式不盡相同，但共同的特徵是，市政府積極提供資源，從政策制定者，轉變為政策推動者或是行動者，主動建立並協調利益關係人參與機制，整合資源並提昇市府、產業界和市民間的資訊交流和互動，是都市公民電廠成功的基礎。

臺灣自 2009 年再生能源發展條例立法後，再生能源逐步發展，2017 年電業法修正後，再生能源成為能源轉型的重點。長久以來，臺灣的能源業務掌握在中央政府手中，地方政府缺乏能源及電力規劃的經驗，在暖化加劇，氣候危機步步近逼的時刻，地方政府應該積極培力，發展再生能源。

在此，我們依照國際推動再生能源的策略和方案的分類標準，盤點臺灣六都的再生能源發展政策，評析六都能源業務推動的成效。

一、現行政策的盤點

綜觀國際都市推動再生能源的策略和方案，我們參考「21 世紀再生能源政策網絡」劃定的都市推動再生能源政策類別（見圖六），將相關施政作為區分為以下五類：(1) 設定目標，(2) 法律義務規範，(3) 市政基礎設施，(4) 地方政府給予支持，鼓勵民間自願行動，(5) 提高再生能源使用意識，逐一盤點六都現行政策。

政策 / 方案種類	內容	政策 / 行動方案描述
設定目標	設定目標	二氧化碳減量目標
		未來全市消費者使用再生能源或再生能源電力的比例或數量
		未來政府營運或建築物使用再生能源電力的比例或數量
		未來所有建築物或住宅安裝再生能源所占的比例與數量
		未來生質燃料用於公務車與大眾運輸交通工具的比例 / 數量
		其他種類的目標，例如零化石燃料或者”碳中和”
法律義務規範	都市規劃	透過都市規劃整合地方再生能源發電、配電與使用，包括結合大眾運輸系統與電動車輛的基礎設施。
	建築物	建築法規規範。例如，規定建築物必須設置太陽能熱水器和太陽光電系統、低碳社區
	其他	其他規範，包括市政部門推動再生能源計劃，規定汽車必須使用生質燃料或使用混合生質能源的燃料，以及強制性的碳排放交易。
市政府基礎設施	購買	地方政府採購(和其他都市或私部門聯合採購)，市政府投資基礎設施必須納入再生能源。
	投資	地方政府投資再生能源於市政府所轄建築物、學校與大眾運輸系統。
	公共事業	公共事業再生能源使用規範，包括再生能源使用目標設定、再生能源利用比例，並規定民營事業比照辦理。
由地方政府給予支持，鼓勵民間自願行動	示範計畫	示範計畫，包括配合中央政府以及與私部門合作。
	補助	給予民眾或企業界再生能源投資上的資助、補貼與貸款的投資
	土地	提供地方政府土地或資產設置再生能源的設施(租賃/銷售/許可)。
資訊的提升與提高再生能源使用意識	資訊傳播/推廣	都市透過教育訓練、降低社區參與障礙、建置能源查核與地理資訊系統、公共媒體活動和計畫；表彰活動和獎勵；分析再生能源的潛力；建立再生能源輔導資訊中心。

① 設定目標

六都雖有訂定溫室氣體減排的目標，但在其他重要的範疇，如「都市再生能源電力占比」、「再生能源裝置量或發電量目標」等，並沒有制訂中長期的目標。此外，新建案、新市鎮的綠能潛力也沒有納入整體能源規劃中。臺灣的地方政府在缺乏能源轉型的目標下，都市的零碳行動還有很長的一段路要走。

② 法律義務規範

六都目前皆有受到法律義務規範要求發展再生能源，主要分為「強制用電大戶安裝再生能源」和「建築法規規範」。

1) 強制用電大戶安裝再生能源

中央和地方政府都有相關的法源依據來要求用電大戶義務安裝再生能源設備。2019年五月剛通過的〈再生能源發展條例〉⁴²規定政府機構、公營事業新建、增建、改建公共工程且條件允許的情況下優先裝置再生能源；且要求用電大戶要設置一定比例再生能源發電。然而目前針對「用電大戶」及「一定比例」仍未有明確規範⁴³。

六都中，桃園、臺中、臺南等地方政府在再生能源發展條例修法前，早有地方自治條例規範一定規模的用電戶須使用或建置再生能源，並規範在地性的適用。臺南市、臺中市分別依照「臺南市低碳城市自治條例」、「臺中市發展低碳城市自治條例」規範契約容量800kW以上的用戶，應強制設置契約容量百分之十以上之再生能源設備。桃園市的標準較臺南和臺中市寬鬆許多，桃園市規範契約容量達5,000kW以上用電大戶，才需設置與上述相同比例的再生能源設備，高雄市曾設立環境維護管理自治條例，卻從未公布後續執行情況。⁴⁴臺北市和新北市更是未有任何類似的規範。

2) 建築法規規範

六都各地方政府為推廣綠建築和再生能源發展，紛紛制定地方自治條例與相關都市計畫和建築法規，規範既有建築或新建物設置太陽光電(六都建築法規規範請見附錄一)。然而，六都的法規通常是規範一定的建築開發面積須安裝一定比例之等面積的再生能源設備。和國際都市案例相比，倫敦市直接要求新建物或新社區整體電力的綠電占比，並將此視為都市減碳策略中的關鍵，相較之下，六都的規範缺乏企圖心。

③ 市府基礎設施

市政府應該充份利用公有建物設置再生能源裝置，做為能源轉型表率。目前六都皆已提出公有建築加裝再生能源設施的計畫(詳見附錄二)。

④ 由地方政府給予支持，鼓勵民間自願行動

1) 示範計畫

目前，六都皆有類似示範區的再生能源案場規劃，比如臺北市就將山豬窟垃圾掩埋場，轉型為生態公園，建置太陽光電，取名「能源之丘」。新北市則將三峽垃圾掩埋場，導入太陽能發電系統，轉型為「碳中和樂園」，每年發電預計達140萬度。桃園市府則有在埤塘種電的「光電埤塘計畫」。臺中市府的文山綠光計畫，打算將復育完成的文山一二期掩埋場，轉做地面型太陽光電。臺南市府的「陽光電城2.0計畫」，則積極利用水域空間，比如滯洪池，發展太陽光電。高雄市的「百座市運、光電計畫」同樣在滯洪池、掩埋場建置太陽光電，高雄市府也和高雄港務局合作，打造高雄港成為水岸光電示範區。

2) 補助與其他策略

整體來說，六都都有相關政策，鼓勵民眾和企業進行再生能源投資。目前的政策方向以提供設備貸款、經費補助為主。六都的補助策略詳見附錄三。

⑤ 資訊的提升與提高再生能源使用意識

六都為配合中央政府發展再生能源政策，市政府皆有建立網頁嘗試整合再生能源相關訊息，但是大部分的資訊列在經發局的網站分頁中，且不同都市在網頁內容、介面設計和後續資料的更新維護上有非常大的差別。新北市、桃園市和臺南市在資訊整合上表現較佳，尤以新北市表現最優異，除了在經發局和環保局底下皆設置再生能源專頁外，每年度也辦理數場的推廣說明會和媒合會；桃園市政府成立專責的綠能專案推動辦公室，並透過臉書專頁和民眾互動；臺南市則有陽光電城專頁⁴⁵，再生能源資訊非常詳盡。

二、國際都市與六都再生能源發展比較

六都雖然在基礎設施和法律義務上有相應的行動，但是與國際都市相較仍有很大進步空間：

都市別		舊金山	倫敦	東京	首爾	紐約	臺北	新北	桃園	臺中	臺南	高雄
明確設定目標		○	○	○	○	○	X	X	X	X	X	X
法律義務規範	都市規劃	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	建築規範	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	其他	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
市政府基礎設施結合再生能源	購買	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	投資	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	公共事業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
自願行動 / 政府提供示範計畫	示範計畫	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	補助	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	土地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
資訊提升與提高民眾 RE 使用意識	資訊傳播和推廣	○	○	○	○	○	△	○	△	○	△	

圖 6：國際都市與六都再生能源發展政策與活動比較

註：○ 有做到 X 未做到 △ 待加強

以國際推動再生能源的政策與活動來看，六都再生能源治理的問題在於：

缺乏整體再生能源使用或裝置量目標，以發展零星的示範計畫為主。

雖有地方自治條例要求新建物安裝太陽光電，但成效遠不及國際都市強制要求新建案、新市鎮再生能源電力使用占比的政策。

六都皆有制定鼓勵民間參與的政策，但地方政府多以單向的補助為主，缺乏打造公民培力的機制，雙向溝通的機制不足。

再生能源公開資訊不夠充足，缺少都市能源使用、電力來源等必要資訊；也未提供民眾如何安裝太陽能、媒合平臺、再生能源潛力地圖等資料。

Chapter 03

六都 再生能源 發展潛力 分析

延續上一章節的政策評析，都市盤點再生能源發展現況和潛力，為都市再生能源治理的首要之務。了解臺灣六大都市的用電量和再生能源發展潛力為何，是分析都市能源使用、評價政策表現和擘劃未來發展的重要依據。因此，我們統整台電的公開統計資料並回顧國內相關研究，期能了解六都再生能源治理狀況和發展方向。

一、六都用電量⁴⁶

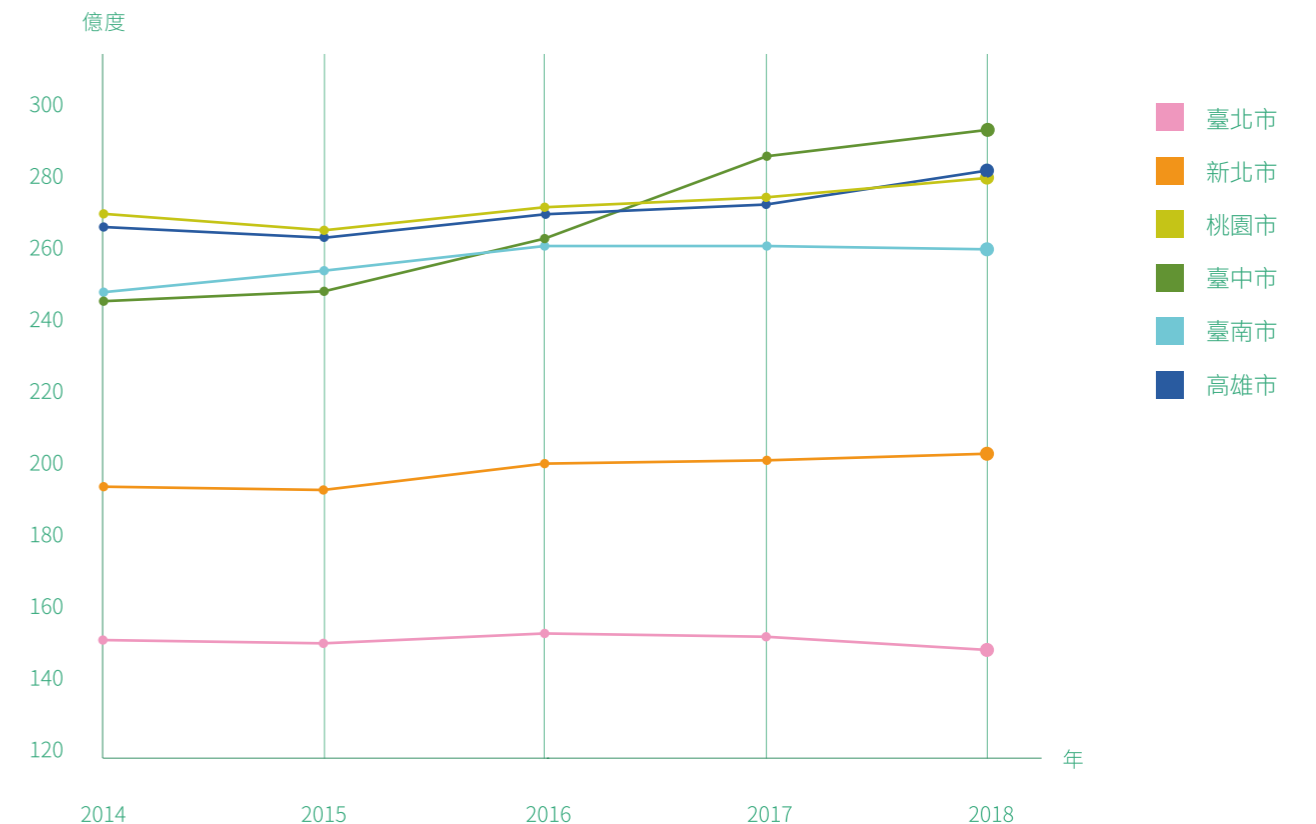
在用電量部分，我們整理了過去五年（2014 至 2018 年），台電向六都售出的總電量以代表六都個別的用電量。以下將分別就都市總用電量、工業和服務業 800kW 以上用電大戶之用電量分別進行說明。

① 六都總用電量

六都過去五年都是臺灣用電量的前六名，用電量總和占全臺約七成。光就 2018 年來看，六都用電量排名依序為：臺中市、高雄市、桃園市、臺南市、新北市與臺北市。值得注意的是，臺中市 2018 年整體用電 298.4 億度，占全臺用電量約 14.1%，為全臺用電量最大的都市，更是六都近五年來用電量成長最大（約 50 億度）的都市⁴⁷。

整體而言，六都除了臺北市用電量呈負成長，其他五都的用電量都呈現持平或增加的趨勢。

圖 7：六都年用電量



② 六都轄區內 800kW 以上用電量分析

由圖 8 可知，六都的用電量主要源自 800kW 以上的用電大戶，也就是契約容量 800kW 以上的工業和服務業廠家。桃園、臺中、臺南和高雄市的用電量主要皆來自工業用電大戶，占各市總用電量一半以上。過去五年，六都用電量的成長主要皆源於這些用電大戶用電量的增加。

根據能源局統計資料^{48 49}顯示，位於六都的 800kW 以上用電大戶家數排名依序為：桃園 827 家、高雄 640 家、臺中 533 家、臺南 485 家、臺北 481 家、新北 359 家，桃園市家數最多，臺北市最少。

若以產業類別區分，工業用電大戶（生產性質行業）位於六都的家數排名依序為：桃園市 705 家、高雄市 479 家、臺南市 406 家、臺中市 377 家、新北市 205 家、臺北市 21 家。桃園市、臺中市、臺南市和高雄市用電大戶有超過一半以上都是工業，其中桃園市工業用電大戶最多。若以都市能源治理的角度來看，用電大戶為都市內碳排放量的主要來源，應致力提升再生能源使用比例，在減碳行動中，用電大戶責無旁貸。因此，為提升再生能源比例，桃園、臺中、臺南和高雄，應提出工業用電大戶使用再生能源之輔導管制方案，將工業用電大戶視為優先列管對象，嚴格控管，提昇總體執行率。桃園、臺中、臺南和高雄，應提出工業用電大戶使用再生能源之輔導管制方案，將工業用電大戶視為優先列管對象，嚴格控管，提昇總體執行率。



二、六都再生能源發展潛力

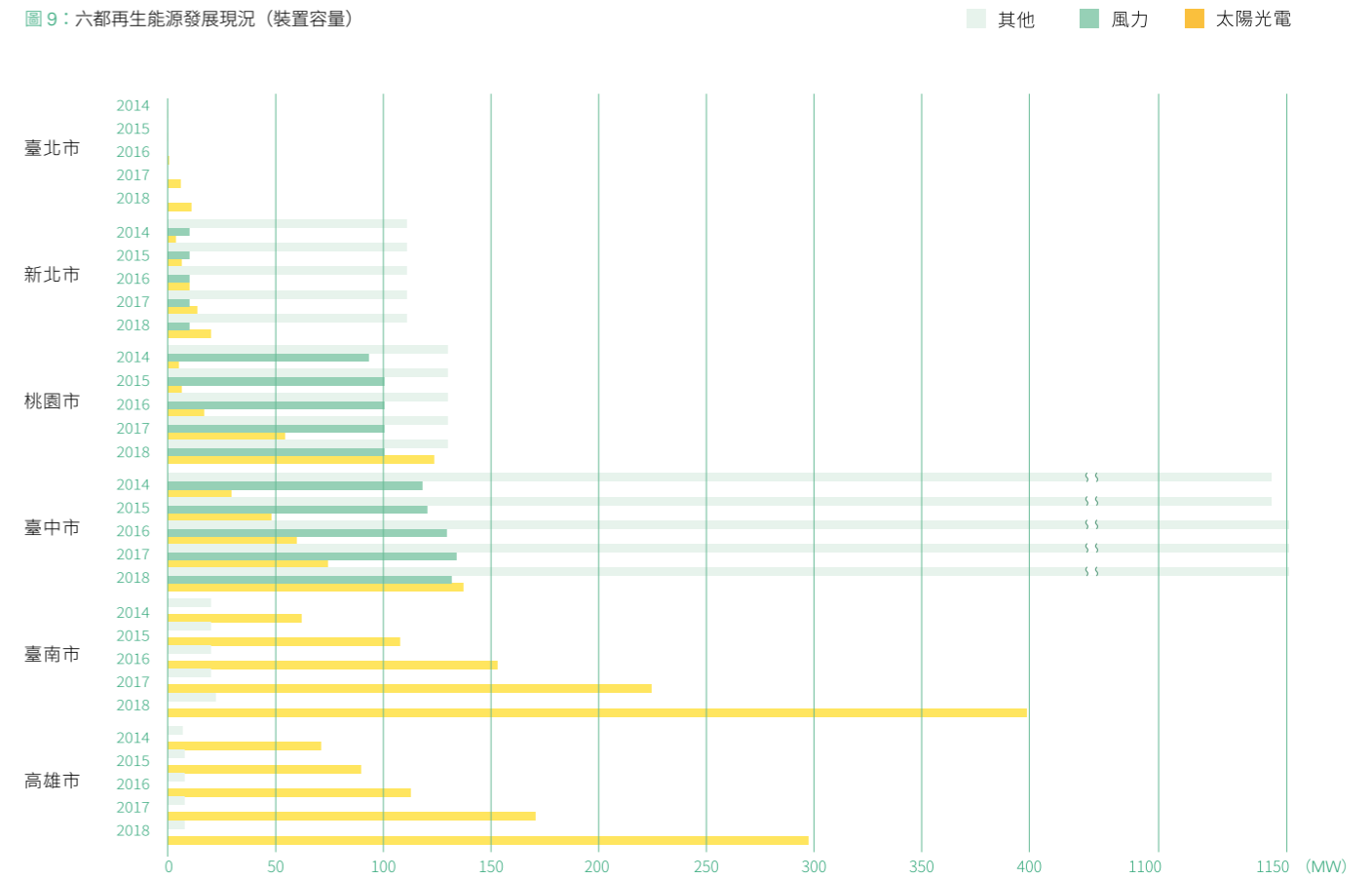
① 六都再生能源發展現況⁵⁰

整體而言，六都的再生能源發展仍處於起步階段，但從過去五年再生能源裝置量和再生能源電力占比兩個面向，可以看出六都發展再生能源的企圖心與積極程度。

1) 六都再生能源裝置量

目前臺灣六都的再生能源裝置主要分為太陽光電、風力和其他（包括水力、生質能等）三種發電設施。

圖 9：六都再生能源發展現況（裝置容量）



由圖 9 與附錄五可知：

六都的再生能源裝置量發展在過去五年來以太陽光電裝置量的成長最為顯著，太陽光電為地方政府較易透過都市自治手段發展的再生能源之一。地方政府透過中央政府能源局「陽光屋頂百萬座」計畫申請補助，在轄區內找尋合適的屋頂安裝太陽光電。相較於其他再生能源如水力發電和風力發電較易造成環境衝擊且開發困難，太陽光電為地方政府能夠大力推動的方向。

六都之中，臺中市再生能源裝置量最高，達 1419MW，也是全臺都市中最高的。但是其中約八成來自水力發電（1150MW）。

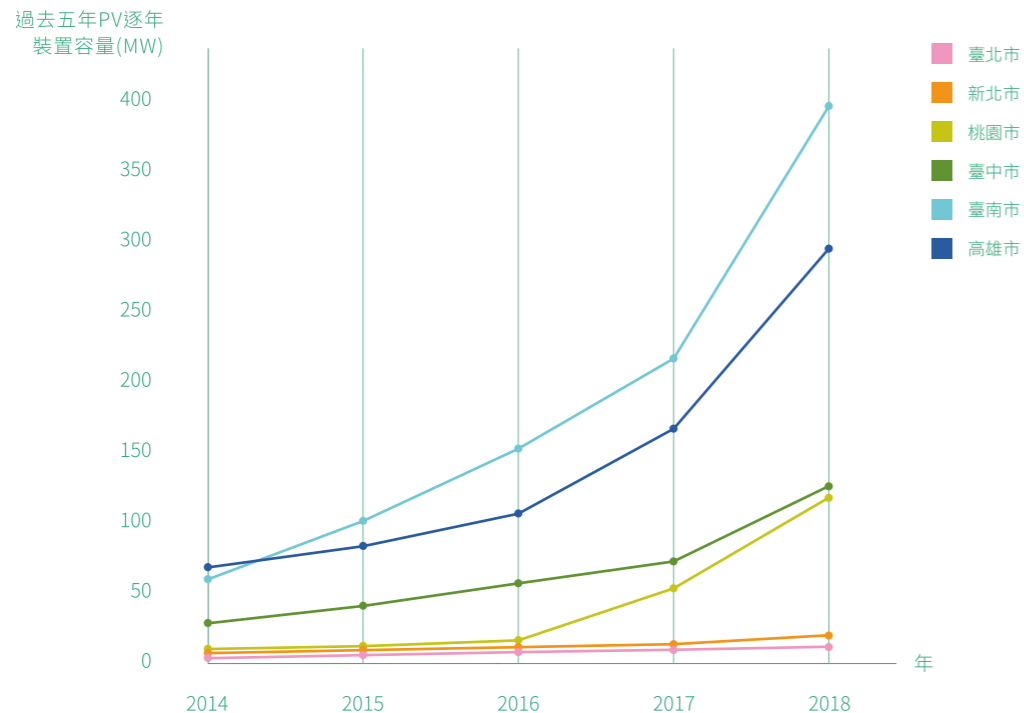
以太陽光電裝置容量來看，臺南市最高 398.16MW（同時也是臺灣最高）、高雄市次之 297.03MW、臺中市第三 137.35MW、桃園市第四 123.70MW、新北市 20.23MW 和臺北市 10.90MW 最低。

過去五年來太陽光電成長最快的六都都市為臺南市，增加 336MW；高雄市第二，增加 226MW。桃園市和臺中市各成長 118.49MW 和 107.69MW；新北市和臺北市的成長量極低，僅 16.26MW 和 10.62MW。

六都當中，臺中市和桃園市風力發電發展較佳，裝置量為 131.70MW 和 100.66MW。過去五年來分別成長 13.8MW 和 7.25MW。臺北市、臺南市和高雄市則完全沒有發展風力發電。

由於每個都市的自然條件並不相同，再生能源的裝置容量無法齊頭類比，但從前述六都的再生能源發展政策來看，太陽光電為六都共同發展的目標。據此，就太陽光電裝置的成長量來看，臺南市裝置容量增加最多；反觀用電量最大的臺中市，太陽光電裝置成長量相對低，更是中南部都市的最後一名。以中南部日照條件相對較佳的標準來看，殊為可惜。

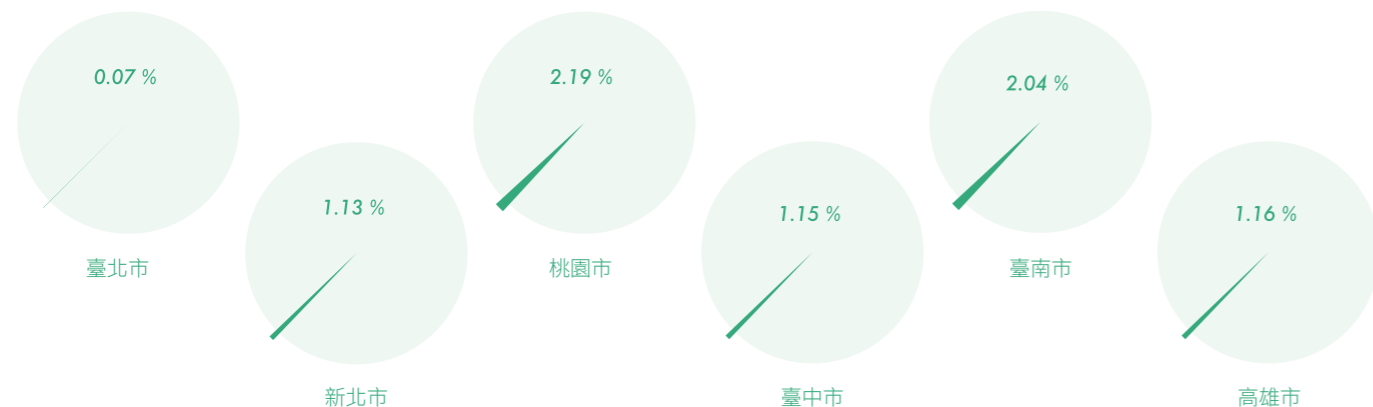
圖 10：六都太陽光電裝置量發展



2) 六都再生能源電力占比現況

將台電 2018 年各縣市再生能源購電量⁵¹ 和 2018 年各縣市售電量相除，便能分析出六都 2018 年的再生能源電力占比。分析結果顯示，六都再生能源電力占比以桃園市最高、臺南市次之；分別為 2.19% 和 2.04%。新北市、臺中市和高雄市皆約 1.15%。臺北市最低僅 0.07%。也就是說，六都目前的再生能源電力占比都低於 3%，臺北市甚至未達 0.1%。顯示六都電力的主要來源仍是來自化石燃料（煤、天然氣）等傳統能源，再生能源具有相當大的成長空間。

圖 11：六都再生能源電力占比現況



② 六都再生能源（太陽光電）發展潛力

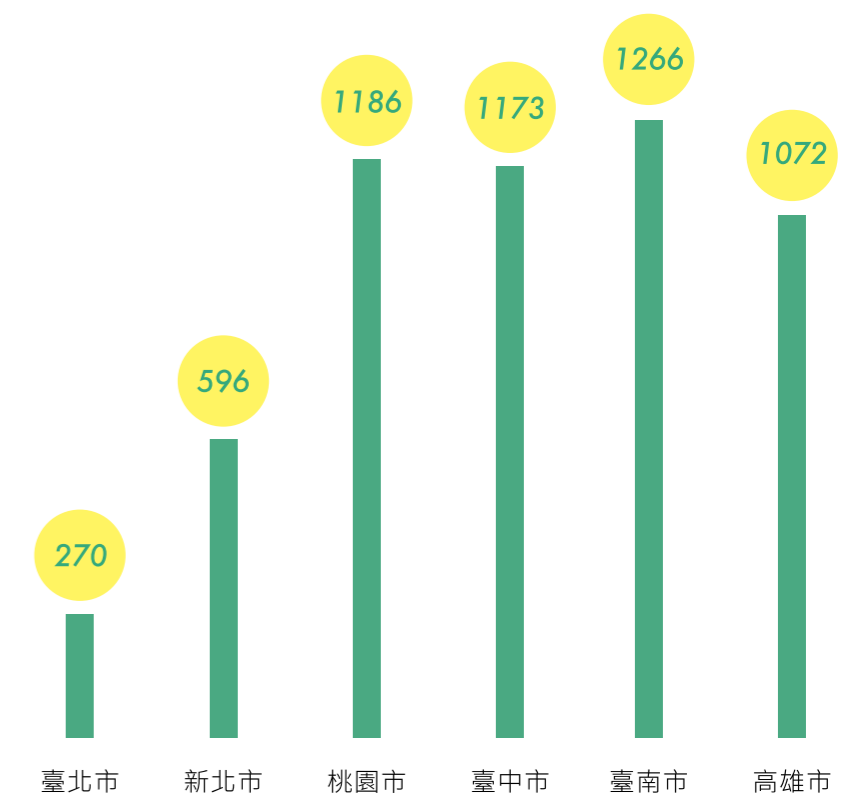
國際能源總署 (IEA) 《2016 年能源技術展望》⁵² 以都市永續能源為主題，指出屋頂太陽光電是都市政府可採行的再生能源策略，合乎經濟效益且具備潛能。該報告估計 2°C 情境下，2050 年前，光是屋頂型的太陽光電最多能滿足 32% 的都市用電需求。

在寸土寸金的臺灣都市環境中，屋頂太陽能亦可視為再生能源發展之主要領域。臺灣近年來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，亦是原因之一⁵³。

1) 六都屋頂型太陽光電潛在裝置量

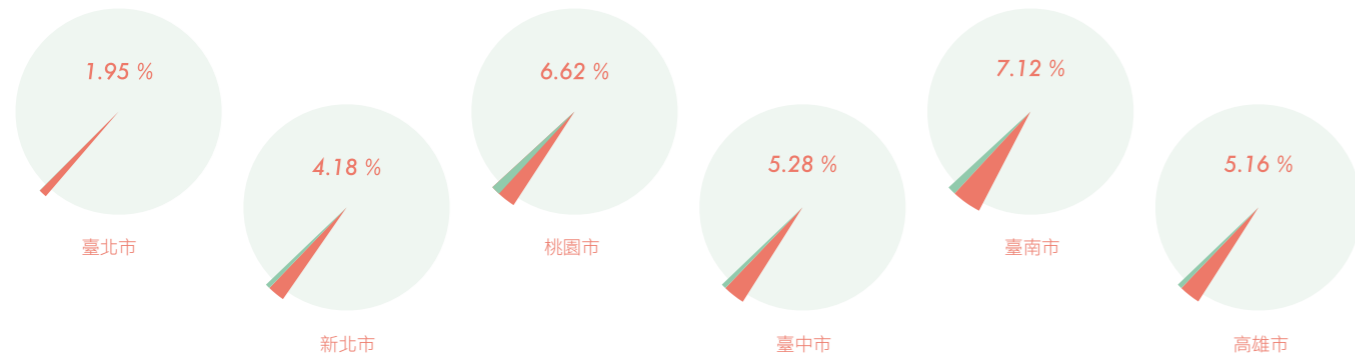
六都屋頂型太陽光電潛在裝置量，參考黃孔良等人的研究資料統整⁵⁴，考量公有屋頂（含機關及公共設施屋頂）、工廠屋頂、其他屋頂（行政、文教、商業區及一般住宅屋頂）和農業設施的屋頂面積後，六都屋頂型太陽光電潛在裝置量如下表。

圖 12：屋頂型太陽光電潛在裝置量 (MW)



以屋頂類型來看，六都若要發展太陽光電設施，以「其他屋頂」的潛在裝置量最高，「工廠屋頂」次之。在考量建物的屋齡條件下，桃園市、臺中市、臺南市和高雄市都有超過 1000MW 的屋頂型太陽光電潛在裝置量（詳細資料請見附錄六）。屋頂型太陽光電是都市發展再生能源的重點，潛在裝置量更需要地方政府加強盤點並且擬定策略來發展。

圖 13：發展屋頂型太陽光電後
再生能源發電占比



■ 屋頂型 PV 發展後再生能源發電占比
■ 現有再生能源發電占比

假設六都轄區內的屋頂型太陽光電潛在裝置量中「20年新屋頂與農業設施」全數發展，在不考慮實際遮陰影響發電條件下，六都中將有四都的再生能源電力占比可望提升至5%以上（詳細資料請見附錄七），將趕上甚至超越首爾市的目標⁵⁵。

2) 管制 800kW 以上用電大戶衍生的綠電需求

由於臺灣六都目前的電力來源主要仍來自化石燃料（燃煤、燃氣電廠），因此都市裡的用電大戶間接成為了主要的碳排放製造者。就都市能源治理角度來說，這些用電大戶為都市碳排放量主要製造者，理應負擔較大的減排義務。事實上，目前六大都市中，有三大都市（桃園市、臺中市和臺南市）已有地方自治條例規範用電大戶裝置再生能源發電設施的義務，惟規範的用電大戶標準並不一致。又再生能源發展條例於 2019 年四月十二日完成修法，法條中明確規範用電大戶必須強制設置再生能源設備，以盡使用綠電的義務。然而法規對於「用電大戶」標準仍尚待釐清。以現有資訊判斷，能源局預計將參考現行地方自治條例的規範，以契約容量 800kW 為基準，超過者需有 10% 用電來自再生能源⁵⁶。

根據本研究估算，六都內 800kW 以上用電大戶的契約容量總和約 8380MW⁵⁷。假設再生能源發展條例規範 800kW 以上之用電大戶需安裝契約容量 10% 的再生能源裝置量，在六都內就可帶動 838.01MW 的再生能源裝置量。根據估算，838MW 的太陽光電，每年將可減少 466 千噸的碳排放量⁵⁸。

	2018 年 售電量 (億度)			推估 800kW 以上用戶契約容量總和 (MW)	假設 10% 契約容量需安裝 RE (MW)
	800kW 以上總售電量	工業 800kW 以上	服務業 800kW 以上		
臺北	34.3	2.4	31.9	391.55	39.16
新北	37.5	27.9	9.6	428.08	42.81
桃園	172	161.4	10.6	1963.47	196.35
臺中	157.4	147.0	10.4	1796.80	179.68
臺南	170	164.4	5.6	1940.64	194.06
高雄	162.9	150.6	12.3	1859.59	185.96
合計	734.1	653.7	80.4	8380.13	838.01

圖 14：用電大戶衍生的綠電需求

Chapter 04

六都再生能源治理成效

綠色和平就六都再生能源政策（見圖 6）、用電成長率（見圖 7）及再生能源裝置容量成長量（見圖 9、10），評析地方政府再生能源治理的成效。由於各都市地理條件有別，我們僅比較太陽光電和風力的裝置容量，成長量愈高，得分愈高。過去五年，六都中再生能源成長量最高的為臺南市，若以再生能源潛力較大的四都桃園、臺中、臺南、高雄相較，臺中市的用電量居冠，再生能源成長量卻是四都中最低，能源治理積極度尚待加強。

	用電成長率	再生能源成長量	再生能源政策	再生能源治理成效 (前三項總合)	名次
臺北	4	1	2	7	3
新北	3	1	3	7	3
桃園	3	2	3	8	2
臺中	1	2	2	5	6
臺南	2	4	3	9	1
高雄	2	3	2	7	3

圖 15：六都再生能源治理成效

整體而言，六都再生能源發展都有很大的進步空間，聯合國跨政府氣候變遷委員會 (IPCC) 強調，人類必須在 2030 年之前減少至少三分之二的燃煤用量，才有可能將暖化控制在 1.5 度 C 以內。六都以節能作為減少溫室氣體排放的策略，將無法達成全球暖化壓力下的減碳目標。**能源轉型需要整體思考，我們不只要從需求端上節流，更要從電力供給端上重新檢視電力來源，開發乾淨的再生能源取代傳統化石燃料。**

據本研究推估結果，六都屋頂型太陽光電潛力不容小覷，桃園、臺中、臺南和高雄市只要大力發展屋頂型太陽光電，都市的再生能源電力占比可望提升至 5% 以上。都市若朝向 100% 再生能源目標前進、推動再生能源發展，除達成減碳發電目的外，也將帶動綠能產業發展、提供就業機會。

六都發展再生能源的經濟效益

都市推動再生能源發展，除達成減碳目的，投資再生能源也將帶動產業發展。例如提出太陽光電裝置容量目標，將增加購買太陽能發電模組的需求，也將投入勞工、原物料、以及機器設備等。本研究使用「投入產出法 (Input-Output Analysis)⁵⁹」進行產業關聯分析，以了解擴大再生能源發展對經濟效益之影響。

以六都發展屋頂型太陽光電潛力為例，如果臺中市將其屋頂潛力裝置量 1173MW 全數發展，經過估算，這些裝置量將可能帶動約 3.1 萬人的就業機會，推估帶動約 2 千億的產值。主要帶動電子零組件業、化學材料業、其他金屬業、電力設備業、礦業和鋼鐵業發展。

圖 16：臺中市發展 1173MW 屋頂型太陽光電推估帶動之經濟效益

就業帶動效果

太陽光電帶動 3.1 萬人就業

300 人

太陽光電



產值帶動效果

太陽光電帶動產值 2 千億元

20 億

太陽光電



由此可知，在都市推動能源轉型，將連動帶來政策創新、經濟模式改變及知識技能升級的附加價值⁶⁰，是邁向未來都市或所謂「智慧都市」的必經之路。

結論

Conclusion

都市自己綠，帶動能源轉型

全球知名的諮詢機構德國全球變遷諮詢委員會 (German Advisory Council on Global Change) 在能源轉型策略中特別強調都市及地方政府參與重要性——都市可以決定能源轉型的成敗⁶¹。綜觀國際都市成功的再生能源發展案例，都具備了下列條件：

地方政府具備中長期的能源政策規劃能力並且明確設立目標、成立整合跨局處的專家委員會或執行單位以完成中長期計畫，提出不被任期限制所影響的政策以及檢核機制。

提高市民發展再生能源的共識，強化經濟與技術可行性，降低公民電廠與綠電投資參與門檻，並提倡發展綠電的公共效益，讓市民成為市府推動能源轉型減碳的重要助力，耕耘民眾意識，產生更廣泛的社會支持，做為能源轉型的後盾。

提高市民發展再生能源的共識，強化公共參與，拉近民眾與能源的距離。例如，支持公民電廠類型的發展，讓市民身歷其境，一方面耕耘民眾意識，產生更廣泛的社會支持，做為能源轉型的後盾。

綠

色和平期待六都地方政府展現永續決心，與國際社會看齊，就提升「再生能源電力占比」積極研擬相應的中長期目標與行動方案，並配合《再生能源發展條例》嚴格執行轄內用電大戶使用再生能源的規範；更重要的是，展現政策溝通的積極度，與市民充份溝通、宣導再生能源相關知識，擴大參與，建立社會信任與共識。全球暖化的危機步步近逼，地方政府唯有展現能源轉型的魄力，才能打造真正的宜居都市，成為國際永續都市的典範。

附錄五 六都再生能源裝置量變化 (MW)

年份	2014 年				2015 年				2016 年				2017 年				2018 年			
	PV	風力	其他	合計	PV	風力	其他	合計	PV	風力	其他	合計	PV	風力	其他	合計	PV	風力	其他	合計
臺北	0.3	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.4	0.5	0.0	0.0	0.5	6.0	0.0	0.0	6.0	10.9	0.0	0.0	10.9
新北	4.0	10.0	110.7	124.6	6.6	10.0	110.7	127.2	10.0	10.0	110.7	130.7	13.6	10.0	110.7	134.3	20.2	10.0	110.7	140.9
桃園	5.2	93.4	130.0	228.6	6.7	100.6	130.0	237.3	16.8	100.6	130.0	247.4	54.4	100.6	130.0	285.1	123.7	100.7	130.0	354.4
臺中	29.7	117.9	1142.3	1289.8	47.9	120.2	1142.3	1310.4	59.8	129.4	1150.3	1339.5	74.5	134.0	1150.3	1358.8	137.3	131.7	1150.3	1419.3
臺南	62.2	0.0	20.3	82.5	107.5	0.0	20.3	127.8	153.0	0.0	20.3	173.2	224.3	0.0	20.3	244.6	398.2	0.0	22.5	420.6
高雄	71.2	0.0	7.2	78.4	89.7	0.0	8.0	97.6	112.6	0.0	8.0	120.6	170.6	0.0	8.0	178.6	297.0	0.0	8.0	305.0

資料來源：台電 https://www.taipower.com.tw/tc/chart/b26_%E7%99%BC%E9%9B%BB%E8%B3%87%E8%A8%8A_%E8%B3%BC%E5%85%A5%E9%9B%BB%E5%8A%9B%E6%A6%82%E6%B3%81_%E5%90%84%E7%B8%A3%E5%B8%82%E6%AD%B7%E5%B9%B4%E5%86%8D%E7%94%9F%E8%83%BD%E6%BA%90%E8%A3%9D%E7%BD%AE%E5%AE%B9%E9%87%8F.html

附錄六 六都屋頂型太陽光電潛在裝置量

	屋頂型太陽光電潛在裝置量 (MW)				
	公有屋頂 (含機關及公共設施屋頂)	工廠屋頂	其他屋頂 (行政、文教、商業區及一般住宅屋頂)	農業設施	20 年新屋頂 + 農業設施
臺北市	122	201	850	16	270
新北市	144	171	11189	74	596
桃園市	150	1191	2582	163	1186
臺中市	192	1021	5238	127	1173
臺南市	146	1873	3430	362	1266
高雄市	612	1566	2370	197	1072

資料來源：黃孔良等人 (2018)。屋頂型太陽光電潛力及策略評估。107 年中華民國能源經濟學會年會暨學術研討會。

附錄七 六都再生能源發電占比

縣市	2018 年再生能源電力購入 (億度) ⁶²	2018 年用電量 (億度) ⁶³	現況再生能源發電占比 ⁶⁴	發展屋頂型太陽光電後的發電量 (億度) ⁶⁵	發展屋頂型太陽光電後之再生能源發電占比 ⁶⁶
臺北	0.11	154.50	0.07%	2.84	1.83%
新北	2.32	205.20	1.13%	6.27	4.18%
桃園	6.15	281.40	2.19%	12.47	6.62%
臺中	3.42	298.40	1.15%	12.33	5.28%
臺南	5.34	261.80	2.04%	13.31	7.12%
高雄	3.28	281.80	1.16%	11.27	5.16%

1 UNter Nations. (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>

2 德國全球變遷諮詢委員會 WBGU (2011)。變遷中的世界：一份永續社會契約。https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2011/pdf/wbgu_hg2011_z_CHN.pdf

3 IRENA (2019). Global Energy Transformation: A roadmap to 2050. <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition>

4 IPCC 出版的特別報告指出未來與氣候相關的風險，取決於暖化速度、峰值和持續時間。以總量來看，地球暖化超過 1.5°C 並於 2100 年前恢復到該水準的情況下，特別是如果峰值溫度又很高時 (例如大約 2°C) 的情況下，其氣候風險大於穩定於 1.5°C 時的情況 (高信心水準)。部分影響可能是長久持續的或不可逆轉的，例如某些生態系統消失 (高信心水準)。(來源：IPCC. 2018.Global Warming of 1.5°C. <https://www.ipcc.ch/sr15/>)

5 林子倫、李宜卿 (2017)。再生能源政策在地實踐之探討：以高雄市推動屋頂型太陽光電為例。公共行政學報，52，39-80。

6 REN21 (2018). Renewables 2018 Global Status Report. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018-FullReport_web_final_.pdf

7 童慶斌等人 (2017)。臺灣氣候變遷科學報告 2017 — 衝擊與調適面向。<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/v2/upload/book/20180410112523.pdf>

8 鄭兆尊等人 (2018)。全球暖化下，臺灣只會越來越熱。國家災害防救電子報第 157 期。<https://www.ncdr.nat.gov.tw/Files/NewsLetter/New/20180912152806.pdf>

9 Burck J. er al (2019) Climate Change Performance Index Results 2019. <https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/CCPI2019-Results.pdf>

10 經濟部能源局 (無日期)。能源轉型白皮書，取自 <https://energywhitepaper.tw/news/?p=3>

11 台灣電力公司 (2018)。107 年統計年報。https://www.taipower.com.tw/upload_userfilesfiles/107%E5%B9%B4%E5%B9%B4%E5%A0%B1.pdf

12 REN21 (2018). Renewables 2018 Global Status Report. http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018-FullReport_web_final_.pdf

13 過去集中式電網因應需求的方式是建造大型集中式發電廠，因此需要龐大的輸配電力網路，來將越來越多的電力，經長距離複雜的輸配系統分配給消費者，將導致中間的輸配損耗。但分散式能源的觀念恰相反，其一方面提升能源效率，使得終端需求直接減少；一方面以分散式的發電方式來供電，在消費端，如大樓本身就有現址發電，包括屋頂太陽能電板，以及熱電共生等等，直接抵銷需求；如此一來，大部分的供需平衡無需經過輸配網路，也就不會為輸配網路帶來負擔，也就可省下大筆輸配網路擴張與維護的費用，更能避免輸配過程的損耗。(來源：Tweed K. 2014. New York Launches Major Regulatory Reform for Utilities. <https://www.greentechmedia.com/articles/read/new-york-launches-major-regulatory-reform-for-utilities#gs.cys0fj>)

14 IRENA (2019). Towards 100% Renewable Energy: Status, Trends and Lessons Learned. https://coalition.irena.org/-/media/Files/IRENA/Coalition-for-Action/IRENA_Coalition_100percentRE_2019.pdf

15 Mayor of London.(n.d.). Energy for Londoners.Retrieved May 15, 2019, from <https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/energy-londoners>

16 Ibid.

17 Murray D. (2012) San Francisco Mayor' s Renewable Energy Task Force Recommendations Report. https://sfenvironment.org/sites/default/files/fliers/files/sfe_re_renewableenergytaskforcerecommendationsreport.pdf

18 Fracassa D. (2019, April 22). SF' s big buildings to take big step in reducing city' s emissions. San Francisco Chronicle. <https://www.sfchronicle.com/bayarea/article/SF-s-big-buildings-to-take-big-step-in-reducing-13784121.php>

19 NYC. (2016, April 21) OneNYC: With NYC Solar Capacity Tripled Since 2014, Mayor de Blasio Announces Launch of Citywide Solarize NYC Program to Further Expand Access to Lower-Cost Solar. <https://www1.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/378-16/onenyc-nyc-solar-capacity-tripled-since-2014-mayor-de-blasio-launch-citywide>

20 施沛宏 (2018)。日本地方能源治理探討與借鏡。<https://www.slideshare.net/DoEnergy/1071023-121014238>

21 東京都環境局 (2014)。東京都再生可能エネルギー拡大検討会報告書。http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/renewable_energy/renew-kakudai/renew-kakudaihokoku.files/hokoku.pdf

22 せたがや (2017)。公共施設の「屋根貸し」による太陽光発電事業の実績について。<http://www.city.setagaya.lg.jp/kurashi/102/126/829/d00128816.html>

23 東京都環境局 (2018)。東京都「グリーン電気」入札等参加条件取扱要領。http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/policy_others/tokyo_green/green_electricity.files/H30nyuusatsusankayouryou.pdf

24 工藤宗介 (2018, June 15)。東京五輪・7 会場に太陽光導入、主要施設を「100%再エネ」に。<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atc/news/16/061511207/>

25 「首爾特別市能源政策條例」內容包括 (1) 每年年末出版「能源政策白皮書」，提供市民檢驗能源政策內容和推動情形 (2) 成立專責單位，能源組織委員會 (3) 提供輔助之政策工具 (4) 規定行政和財政之獎勵措施

26 張景淳 (2016)。亞洲城市能源轉型趨勢觀測。<https://www.slideshare.net/DoEnergy/20160831-98193204>

27 張景淳 (2017)。南韓首爾市成立能源政策綜合執行機構「首爾能源公司」，為持續執行「減少一座核電廠」計畫，未來將推動 4 大核心業務以達到首爾市能源自主。能源知識庫。

28 孫賢亮 (2016 年 3 月 11 日)。一位韓國 OPPA，一個自主社區，一場節能韓流。端傳媒。<https://theinitium.com/article/20160311-hongkong-nuclearpower/>

29 Reuters. (2018, Nov 6). Britain's renewable electricity capacity overtakes fossil fuels - report. <https://uk.reuters.com/article/uk-britain-electricity-renewables/britains-renewable-electricity-capacity-overtakes-fossil-fuels-report-idUKKCN1NB1E3>

- 30 Mayor of London.(n.d.). Solar Action Plan for London .Retrieved May 20, 2019, from <https://www.london.gov.uk/WHAT-WE-DO/environment/environment-publications/solar-action-plan>
- 31 數位生活誌 (無日期)。全球最大的太陽能大橋 - 倫敦黑衣修士橋。 <http://www.fourtasy.com/?p=915>
- 32 Mayor of London.(n.d.). New London Plan .Retrieved May 20, 2019, from <https://www.london.gov.uk/what-we-do/planning/london-plan/new-london-plan>
- 33 International Energy Agency, IEA (2016). Energy Technology Perspective 2016.
- 34 謝雯凱 (2018)。他山之石 - 國外縣市的能源治理策略。 <https://www.slideshare.net/DoEnergy/20180920-115575336>
- 35 張瓊之 (2017)。荷蘭烏特列支市針對區域再生能源發展議題發起都市對話，採取網路和實體圓桌兩種管道，邀集市民參與討論。能源知識庫。 <https://km.twenergy.org.tw/Data/share?dtEYTSmd21GSnRCuKBgYTQ==>
- 36 能譜網 (2016年7月1日)。雪梨：全澳首個碳中和都市。壹讀。
- 37 謝雯凱 (2018)。他山之石 - 國外縣市的能源治理策略。 <https://www.slideshare.net/DoEnergy/20180920-115575336>
- 38 綠色貿易資訊網 (2013年12月1日)。垃圾掩埋場再「綠」用！紐約將建大型太陽能發電廠。 https://www.greentrade.org.tw/zh-hant/purchasing_info/ 垃圾掩埋場再「綠」用！紐約將建大型太陽能發電廠
- 39 即使沒有大型閒置土地，太陽光發電設備分散式的特性，也很適合和公共設施結合，作出創意的發電設計。比如日本東京的東京都地球溫暖化防止活動推動中心與區、里公所合作，在公園綠地、公共場所、學校和避難疏散場所等打造能獨立供電的太陽能燈柱。東京都政府也發展太陽能公車亭或公車柱，除了太陽能發電外也搭配儲能電池，提供公車亭電力所需 #。這些太陽能設施除了自發自用外，餘電還可以透過躉購制度躉售回電網，增加都市整體的太陽能發電量。(來源：地方能源治理平台，2018。東京補助各區政府設立獨立型太陽能充電柱。 https://localforenergy.blogspot.com/2018/05/blog-post_21.html)
- 40 New York State (n.d.). Community Solar. Retrieved May 1, 2019 from <https://www.nyserda.ny.gov/All-Programs/Programs/NY-Sun/Solar-for-Your-Home/Community-Solar>.
- 41 此種模式常見的型態為「太陽能採購合作社」。社區聯合居民，一起向太陽能安裝公司議價以取得更有利的價格。這些合作社如俄亥俄州的「常青能源方案」(Evergreen Energy Solutions)、科羅拉多州的「感恩太陽能」(Namaste Solar)以及麻州的「光電平方」(PV Squard)方案等。
- 42 第 12 條：「政府機關（構）、公立學校或公營事業於新建、增建、改建公共工程或公有建築物時，其工程條件符合再生能源設置條件者，應優先裝置再生能源發電設備。」、「電力用戶所簽訂之用電契約，其契約容量在一定容量以上者，應於用電場所或適當場所，自行或提供場所設置一定裝置容量以上之再生能源發電設備、儲能設備或購買一定額度之再生能源電力及憑證；未依前開規定辦理者，應向主管機關繳納代金，專作再生能源發展之用。」
- 43 能源局長林全能於修正案審查中說明，未來將參考地方自治條例，以契約容量大於 800kW 的業者為對象，估計五、六千家企業受到影響。
- 44 為解決空污問題，高雄市府環保局曾訂定「環境維護管理自治條例」，推動再生能源，規範排放量大的近百家工廠，需設置用電契約容量一成以上之再生能源發電設備。然而此條例後續施行情況不明，並未公告受規範的用戶資訊以及設置再生能源發電設備的狀況。
- 45 台南陽光電城資訊網 (無日期)。 <http://solarcity.tainan.gov.tw/>
- 46 本研究整理自地方能源治理分享平台 <https://localforenergy.blogspot.com/2018/05/leat-local-electricity-analysis-tool.html>
- 47 其中增加的用電量主要來自工業 800kW 以上的用電大戶，約占 80%(40 億度)。
- 48 政府資料開放平台 (2018)。年度列管能源用戶名單—生產性質行業。 <https://data.gov.tw/dataset/32690>
- 49 政府資料開放平台 (2018)。年度列管能源用戶名單—生產性質行業。 <https://data.gov.tw/dataset/32692>
- 50 懂能源 Blog (2018年11月20日)。各縣市再生能源裝置量。 http://doenergytw.blogspot.com/2017/10/blog-post_50.html
- 51 台灣電力公司 (2019年5月13日)。購入電力概況。 <https://www.taipower.com.tw/TC/page.aspx?mid=207&cid=164&cchk=1878dc90-ab48-4069-b940-2014dd410bef>
- 52 International Energy Agency, IEA (2016). Energy Technology Perspective 2016
- 53 謝雯凱 (2018)。先進國家城市政府推動太陽能策略分析。能源知識庫。 https://km.twenergy.org.tw/DocumentFree/reference_more?id=193
- 54 黃孔良等人 (2018)。屋頂型太陽光電潛力及策略評估。107 年中華民國能源經濟學會年會暨學術研討會。
- 55 韓國首爾市計畫太陽光發電占比由 2016 年 0.3% 提升至 2022 年 3%，增加 10 倍，裝置容量 1GW。 <https://localforenergy.blogspot.com/2017/12/2022.html>
- 56 環境資訊中心 (2019年4月12日)。再生能源發展條例十年大翻修 六大修法重點解析。 <https://e-info.org.tw/node/217428>。
- 57 不同都市的用電大戶契約容量推估方法是將該市 800kW 以上總售電量除以 8760 小時。
- 58 碳排放量計算的方式是用 838MW*8760 小時 *0.12(全臺太陽光電平均容量因數)*0.529 公斤(台電電力排放係數)
- 59 投入產出分析 (Input Ouput Analysis) 是由著名經濟學家 Wassily Leontief 提出的一套分析經濟系統中各個部門之間商品和資金流動的分析方法。它主要通過構建真實系統的投入產出表，利用線性代數的基本方法，分析某一個部門的需求波動會對其它部門以及整個經濟系統產生何種影響。
- 60 Ager B. and Renner M. (2016). Is 100 Percent Renewable Energy in Cities Possible? In State of the world, Island Press, Washington, D.C, pp. 161-170
- 61 WBGU. (2016). Humanity on the move unlocking the transformative power of cities, p6 <https://www.wbgu.de/en/publications/publication/humanity-on-the-move-unlocking-the-transformative-power-of-cities#section-downloads>
- 62 <https://www.taipower.com.tw/TC/page.aspx?mid=207&cid=164&cchk=1878dc90-ab48-4069-b940-2014dd410bef>
- 63 詳細資料請見附錄四
- 64 現況再生能源發電占比是用 2018 年再生能源電力購入 / 年用電量
- 65 發展屋頂型太陽光電後的發電量是用 20 年新屋頂 + 農業設施的潛在裝置量 *8760*0.12。容量因數設定為 0.12。
- 66 發展屋頂型太陽光電後之再生能源發電占比是用 (發展屋頂型太陽光電後的發電量 + 再生能源電力購入) / 用電量

著作權及免責聲明

本報告為綠色和平東亞分部臺北辦公室（以下簡稱「綠色和平」）於環保公益工作中形成的資料。閱讀本報告即表示您已閱讀、理解並接受下列著作權和免責聲明條款的約束。請認真閱讀。

著作權聲明

本報告由綠色和平發佈，綠色和平是本報告的唯一合法著作權所有人。

免責聲明

本報告作環保公益和資訊分享目的使用，不作為公眾及任何協力廠商的投資或決策的參考，綠色和平亦不承擔因此而引發的相關責任。

本報告為綠色和平於研究期間內基於各種公開訊息獨立調查研究產出的成果。

綠色和平不對報告中所涉及資訊的及時性、準確性和完整性作擔保。

綠色和平是一個獨立的全球性環保組織，致力於以實際行動推動積極的改變，保護地球環境與世界和平。綠色和平具有政治獨立性，不會介入關於疆域議題的辯論。綠色和平發佈的示意圖均遵守當地法律規範的要求，不代表綠色和平的政治立場。

如您有任何問題或建議，請聯繫 inquiry.tw@greenpeace.org

綠色和平臺北辦公室 2019 年出版

臺北市中正區重慶南路一段 109 號

☎ +886 22361 2351

www.greenpeace.org/taiwan/zh

GREENPEACE 綠色和平