

關鍵議題評析：

REN 21 城市版特別報告研析

—全球城市層級再生能源政策綜合分析

謝雯凱

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

21 世紀再生能源政策網路研究機構於 2019 年底發布《2019 全球城市再生能源現況報告》，首次針對地方政府或城市層級再生能源政策現況發布獨立報告，進行整體性且全面性的再生能源政策盤點。報告兼論電力部門、供暖與運輸的再生能源使用，亦分別針對再生能源政策與目標、誘因機制、市場現況、財務工具與民眾參與這幾個面向進行分析。

由於再生能源成本降低，能源遂由集中式的技術獨占轉而成為分散式再生能源，促使城市在能源轉型中找到前所未有的重要位置，過去能源政策緊握在中央政府手中，現在城市可透過都市規劃、水電基礎公共服務重新主導能源業務，並用以支持在地經濟、改善空氣污染。城市同時坐擁在地網絡，熟悉社會節點與文化習慣，能夠帶動廣泛的民眾、企業參與能源轉型。愈來愈多城市設置再生能源目標，市場也愈發熱絡，許多財務與策略工具已廣泛應用，例如購電協議、設備補助、公民電廠等。

關鍵字：城市、再生能源、能源轉型

一、 前言

2018 年時城市人口已達全球總數 55%，約為 42 億。其為人類活動社交、經濟中心，若拆分國民生產總額可占全球八成，直接與間接的能源消費佔全球三分之二，溫室氣體排放占 75%。有別於火力電廠與核電廠集中式發電，再生能源分散式特性使城市政府更有機會參與決策，並結合攸關市民的經濟、空汙與生計議題，設立再生能源願景目標。因此當前世界各國推動能源轉型時，都可以看見城市愈來愈有所發揮，可見度也提高。

有鑑於此，21 世紀再生能源政策網路研究機構 (REN21) 於 2019 年 11 月 27 日發布《2019 全球城市再生能源狀況報告》(Renewables in Cities – 2019 Global Status Report) [1]。REN21 研究團隊每年推出全球再生能源現況分析與推估，此次為第一次針對地方政府或城市層級再生能源政策現況發布獨立報告，進行整體性且全面性的再生能源政策盤點。

報告中除兼論電力部門、供暖與運輸的再生能源使用，亦分別針對再生能源政策與目標、誘因機制、市場現況、財務工具與民眾參與這幾個面向進行分析。各國地方治理模式不同，部分國家能源政策權限下放給城市層級極少，部分國家則是能源統計沒有城市別，如再生能源發電、供暖與運輸燃料的縣市別數據；此外，許多政策工具與融資機制，城市不一定能夠援引使用，報告中也羅列這些城市能源治理上的侷限。REN21 過去每年的再生能源現況報告中，即已注意到城市政府在政策制定與推廣上愈來愈吃重的地位，以及不同地區城市間的不同作法。但此次特別報告，除篇幅更多外，議題也較廣泛與深入。

本報告於 2018、2019 年期間籌畫、撰述，REN21 於 2019 年邀集各國城市、學者填寫問卷，訪談專家，並與碳揭露專案(CDP)、地方政府永續發展理事會(ICLEI)鏈結會員資料庫，廣泛蒐集到眾多城市的再生能源數據、政策與案例，報告並透過同儕審查與數據驗證，以確保資料之準確性。根據報告中統計，2019 年版本共獲得 380 位專家的投入，50 篇來自城市或部門別的專家審定。2020 年初已開始進行 2020 年版本之問卷徵集，預期此報告將會是每年出版的系列出版品，REN21 表示此系列有助於彰顯城市在能源

轉型中的角色，讓在地行動與有效的案例、財務機制與商業模式能被看見，進而影響決策。

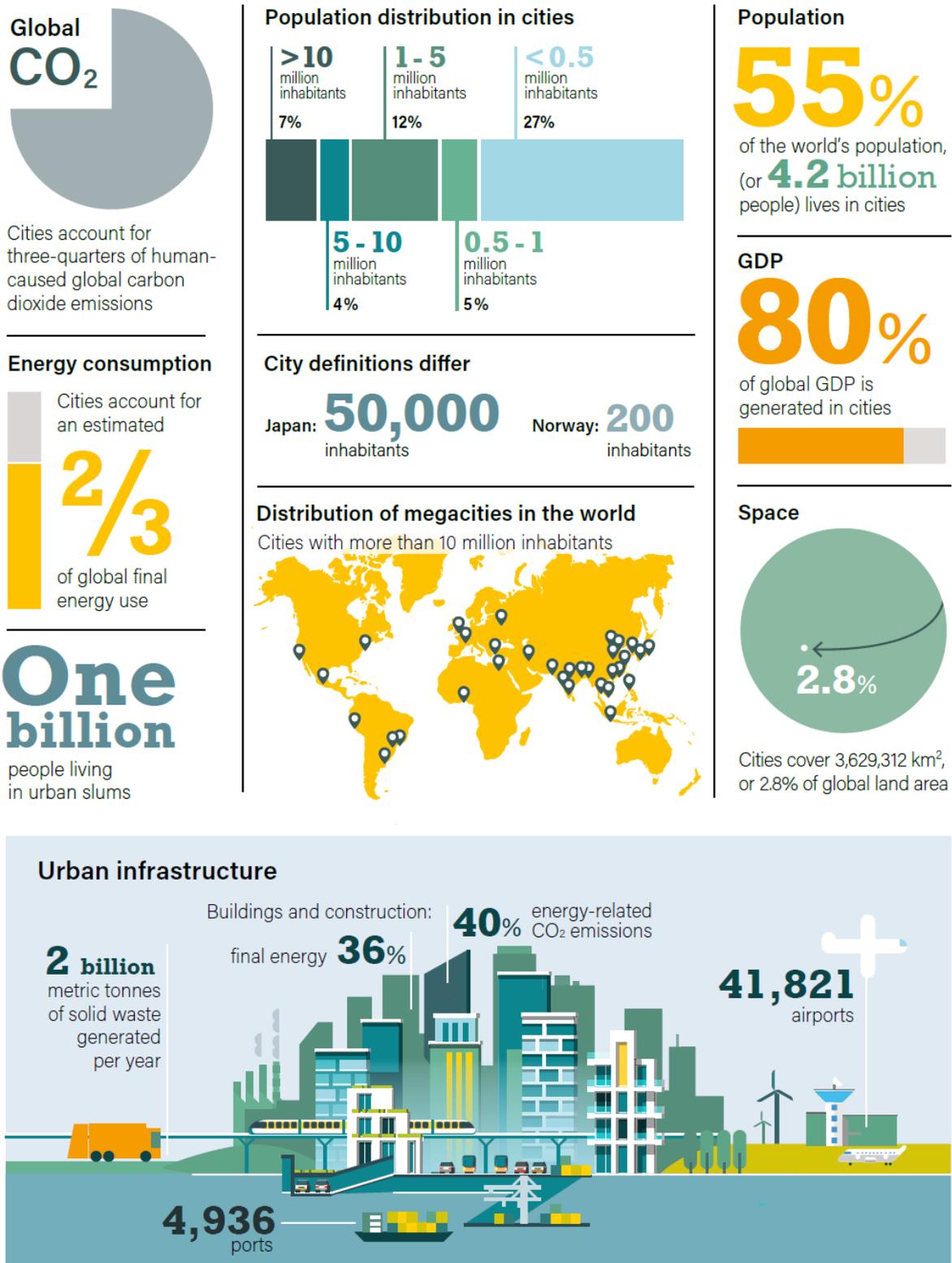


圖 1、城市與能源轉型的相關數據[1]

二、 城市在能源轉型中的角色

再生能源成本逐漸降低，使得裝置容量快速增加，成為各國能源與減碳政策中的核心，這為城市帶來前所未有的契機。過去集中式的發電設備、龐大的電網，往往使得能源政策緊握在中央政府手中。隨著分散式的再生能源裝置容量大幅提高，城市可透過都市規劃、水電基礎公共服務、環保管控、低碳推廣、大眾運輸等既有市政服務能量，逐步把能源業務收回，並用以支持在地經濟、改善空氣汙染。

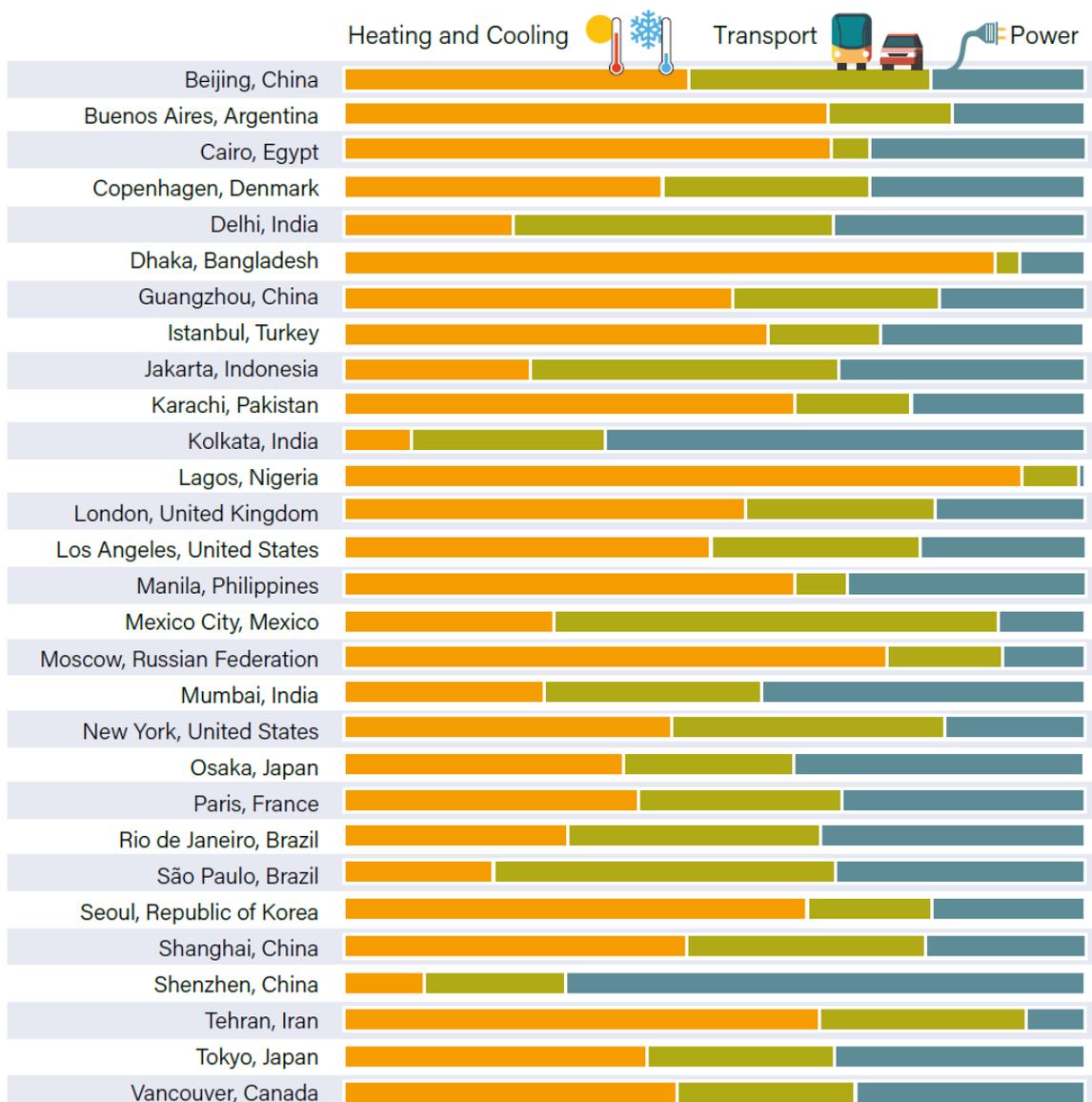


圖 2、全球城市能源需求結構[1]

城市的能源需求面主要著重在建築(供暖與空調製冷)、運輸與電力消費，圖 2 列出不同城市在這三個部門的能源消費占比。多數城市以供暖和製冷為主要能耗，溫帶城市使用暖氣，但許多熱帶城市也有冷氣需求，但建築物能耗受到節能技術與供暖設施的影響；運輸能耗則受到不同運具的影響，電力來源則受限於國家或區域的能源結構，有時難以改變。這三個領域的能源消費都有機會以再生能源取代，但也有現存障礙。除了直接的能源政策，城市同時能或透過都市區域計畫、推廣單車與步行等策略來減少能源消費，進而減少溫室氣體排放。

城市另一重要性在於，其坐擁在地網絡，熟悉社會節點與文化習慣，掌握空間、建築、交通、財務等政策工具，能夠帶動廣泛的民眾、企業參與能源轉型。本報告分析城市具有多種特殊角色，得以形塑城市的能源轉型，分別是：

- (一) **目標制定者 (Target setters)**：設立氣候與能源的政策目標願景，涵蓋範疇可能限於市政機關，或適用全市，以彰顯市府決心。
- (二) **能源消費者 (Energy consumers)**：公共建築、學校、路燈等是主要能源消費部門，有些城市要負責監管、採購能源或電力公司所提供的公共服務，故而有動機洽談再生能源採購協議。
- (三) **能源生產者 (Energy producers)**：許多城市於市政機構屋頂裝設光電擁有再生能源電力，垃圾焚化爐也可為市區供熱或發電。
- (四) **公共基礎設施擁有者與營運者 (Owners and operators of infrastructure)**：市府提供眾多公共服務，其中許多可引入再生能源，如大眾運輸運具、區域供熱網路。如果天然氣與電力服務非中央掌控，也往往是區域、州政府所管轄，但有越來越多城市尋求主導電力業務的趨勢。
- (五) **監管機關與政策制定者 (Regulators and policy makers)**：市府利用既有的國家與區域能源法規，如躉購制度或建築限制，或在地方自治權責下新創本地的特殊規範，以鼓勵再生能源。
- (六) **促進者/整合者 (Facilitators/aggregators)**：作為直接與市民接觸的層級，城市能與社會對話、共享知識、開放參與等方式，讓市民

提供對再生能源的認識與接受度，進而促進公民和利益相關人發聲，有助於相關政策研擬。

(七)**財政融資提供者 (Financing entities)**：透過市政稅收，或是公債、規費等，轉而投入再生能源，或以補助、貸款或抵稅方式鼓勵民間與企業。

(八)**都市規劃者 (Urban planners)**：發揮協調角色，縱向聯繫中央、區域乃至鄰里的多層次治理，橫向聯繫跨局處。中央—地方的整合性能源規劃有效協調，可促進再生能源的推廣。

(九)**先鋒、潮流引領者和倡議者 (Champions, trendsetters and advocates)**：城市可以身先士卒，擔任潮流引領者，成為能源轉型之灘頭堡。例如，可成為創新政策與商業模式的實驗基地，測試新概念或方法。其經驗可影響上級區域層級，同時擴及其他城市。

另一方面，城市在推廣再生能源上仍有一些挑戰。通常上級政府的政策和法規對市政層級偶有衝突和限制、市府局處之間缺乏協調、在地缺少積極參與再生能源議題的夥伴，而有時候城市層級無法掌控資金或法律工具，或根本無法擁有能源相關之權責。不同城市則有各自的能源難題，如巴黎須面對市區的歷史建築群如何引入潔淨與再生的供暖燃料，台南則是在推動漁電共生上須尋找共識。城市的再生能源推動，因需求、經濟成長方向到地方發展主軸、行政官僚文化都不盡相同，本報告按亞洲、歐洲、北美、南美等不同區域的地方自治行政文化差異、城市發展與治理挑戰提出分析。後續篇章提出的市場機制、誘因上也都有區域差異。

三、 城市推展再生能源之誘因

城市推動政策須考慮經費、行政優先順序、議會支持與民意，因此推動再生能源需考慮與城市切身相關的誘因。本報告中整理出多個城市推展再生能源的誘因，包括：

(一)**空氣污染與健康福祉**：據估計，2018 年全球 10 人中有 9 人經常受到空氣污染。2016 年，全球城市人口中有 91% 暴露於空氣污染（以

PM2.5 推估)中，更有超過半數的城市人口暴露於 PM2.5 濃度較世界衛生組織的安全標準高 2.5 倍地區，帶來心臟、呼吸道疾病甚至精神疾病的風險。這些空污的主要來源包括建築供暖與運輸排放，另外煉油廠、礦場開採即使位於城市外圍，其污染物也會對城市造成影響。因應的改善案例包括，北京逐步漸少或關閉城市範圍內的燃煤電廠與供暖設備，並在 2018 年宣布，2020 年前該市能源消費中須有 8%的再生能源。波蘭的科希切日納 (Kościerzyna) 則利用歐盟資金在住宅建築上設置 125 件太陽能熱水器，減少供暖的污染。

(二)氣候變遷：城市的溫室氣體排放占全球總量的四分之三。2018 年，排放量居前的 100 個城市，其燃料燃燒的溫室氣體排放總計便達全球五分之一，排放量最高的包括首爾、廣州、紐約、洛杉磯與上海。城市應對氣候變遷的策略中往往兼容減緩與調適，案例包括紐約在 2012 年艾琳 (Erene) 與珊迪 (Sandy) 颶風重創後，透過競賽獎項鼓勵區域再生能源微電網的建置，藉以提高社區的韌性。

(三)降低能源消費：除降低市政機構的能源支出外，特別是供暖與運輸使用的化石燃料，相對而言，再生能源的裝置成本則日益減少。另一方面，投資再生能源也能從發電獲得長期收益，以墨爾本為例，市府與另外 14 個組織合資，購買了市區外西北方 180 公里的 39 座風力電廠的綠電，以供應市政府、銀行與路燈用電。

(四)社會經濟發展：利用能效提升、再生能源的投資，開創新的商業模式，創造在地收入。城市有能順勢打造綠色品牌，增加綠色就業機會，也等於增加地方稅基。同時，若是城市的再生能源電力占比較高，可吸引標榜使用綠色能源的企業進駐，如斯德哥爾摩打造數據園區，以再生能源電力與廢熱供暖，吸引許多公司進駐。

(五)能源安全：由集中式傳統發電方式轉向分散的再生能源，有助於提高能源自主性，確保能源安全，不受到能源價格不穩定、地緣政治等外部因素影響。2018 年，洛克菲勒基金會的 100 個韌性城市(100 Resilient Cities)計畫曾發起「10%韌性承諾」，全球 30 個城市簽署 [2]，包括法國巴黎、紐西蘭奧克蘭、巴西的里約熱內盧等。該倡議

呼籲城市提高能源安全與應變能力，將 10% 年度預算投入城市韌性工作，包括設置在地的再生能源。

(六) **能源治理**：分散式的再生能源給了城市新的治理挑戰，舉凡再生能源設置的土地衝擊與協調，與能源效率、電網政策的結合、能源服務的改變，以及新的政策工具導入，市民團體溝通與推廣等。

(七) **能源的可及性 (Access to Energy)**：發展中國家的城市中供電點品質不穩定，許多市區貧民窟甚至無法獲得電力，但透過區域的再生能源設置，可大幅提供能源的可及性。歐洲先進國家的城市則面臨能源貧窮問題，因而導入建築能效翻新、再生能源等策略紓緩困境。

四、 目標與政策藍圖

(一) 目標設定：

設置具有雄心的再生能源目標，可彰顯城市的政治企圖心。此目標通常會包裹在氣候計畫中，或是減少空污、刺激綠色經濟的工作一環。考慮多數城市無法改變國家層級的發電結構、燃料再生能源標準等，城市層級所喊出的目標，多數是以再生能源電力為主，市府可彈性透過再生能源電力價購，但也有許多城市將供熱、運輸的能源消費導入再生能源。此外，目標設定尚會區分範疇，可能僅設定市政府機構、設施先導入再生能源，進一步再設定全市的再生能源占比。

此外，再生能源目標尚有「發電量」與「裝置容量」，法定義務或自願性質，長程目標年或按階段目標達成等不同細節，或是特定的策略目標，如電動運具數量等。企圖心更強的目標如淨零能耗城市(net zero energy city)，欲使該城市再生能源供應量超過能源使用量，此類城市往往需要搭配儲能設施，設置區域供暖系統並建構綠色運輸體系。

值得一提的是，近年國際上發起 100% 再生能源目標的城市行動，有 250 個城市已經響應。如圖 3 所示，多數城市訂定的為全市的再生能源目標，真正涵蓋全部門再生能源目標的城市不到一半，多數僅以 100% 再生能源電力為主。

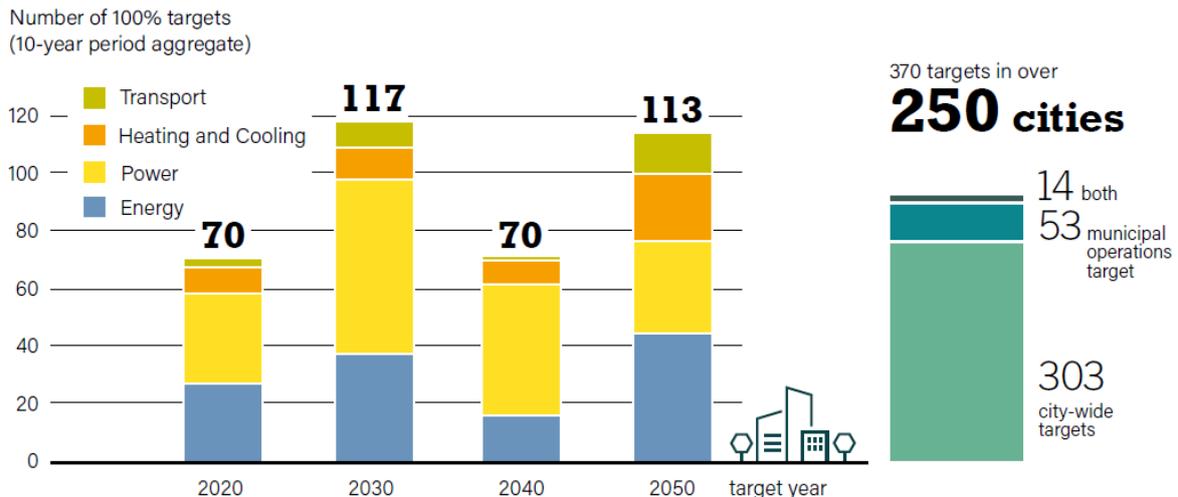


圖 3、提出 100% 再生能源目標的城市數量與範疇分析[1]

(統計至 2019 年中旬)

(二) 政策規劃：

由目標轉化為行動、政策領域，往往有諸多困難，包括裝設地點與空間、歷史建築景觀限制了光電裝置、申裝程序、民眾反對，或是市府權責不足。此外有些障礙具有地方特色，例如有些城市中，市民多居住於多層的公寓建築中，許多城市則無法影響電力或能源公司的決策。報告中按再生能源電力、供熱與運輸三個部門分別羅列政策工具，以下以電力為例說明：

1. **市府採購 (City Procurement)：** 透過自設再生能源裝置，或是與其他再生能源發電業簽署購電協議(PPA)，市府則利用競標或拍賣、淨計量電價折抵(Net Metering)、躉售費率、綠電憑證等政策工具來鼓勵。
2. **法規工具：** 透過自治法規，強化建築相關規範。2016 年間，加州的舊金山、聖塔莫尼卡(Santa Monica)等城市陸續要求新建築需安裝太陽能發電設備，因而促成加州政府於兩年後採納，將此義務定為全州法規。
3. **財政與金融方案：** 城市層級可引用的財政和金融方案措施包括補助、扣抵、減稅，與低利貸款，可用於正面鼓勵或轉而減少某些行

為。通常可見的是光電與太陽能熱水器的設備補助，較特殊的形式則以美國 2008 年提出的潔淨能源資產估價計畫 (Property Assessed Clean Energy, PACE) 為代表性，幫助民眾融資購置再生能源，並逐步推廣到歐洲、北美、澳洲與南非。

4. **有利的政策環境：**簡化申裝與審查程序、訂立指引、去除都市計畫中無謂的限制等，或是提供多元的工具讓民眾與企業得以投入再生能源發電。後者如團購太陽能方案，一般俗稱為「solarise」，透過批次團購可向光電廠商取得較優惠的建置成本，並由市府派員提供免費的現場評估。



圖 4、全球城市電動車目標範疇分析[1]

(統計至 2019 年中旬)

而在運輸部分，隨著運輸電氣化趨勢日熾，以及為了減少都市中交通空污，近年各城市積極布局電動車充電設備並鼓勵購置電動運具。然而，僅推動電動運具或氫燃料運具並不是再生能源政策，必須要確保該運具使用的電力有一定比例來自再生能源。但無可諱言，一旦運具改由電力供應動力，相較於再生能源燃料的發展遲滯不前，以沼氣作為動力的運具也不多，提高

再生能源的電力占比顯得更具潛力。

另一方面，由於市政部門所屬的運輸車隊較容易掌握，其能源消費的整體規模相較全市要小得多，因此許多城市的電動運具推廣計畫往往先由市府車隊、大眾運輸開始，所投資的充電基礎設施若有餘裕，再逐步擴大，服務一般市民、企業等。圖 4 中可以看見，在所有推動電動運具政策的城市中，只有 6%的城市在電動車政策中同時提出再生能源供電的目標，另有 52%的城市則各有電動車與再生能源電力目標，並未彼此扣連。

五、 再生能源市場

隨著全球再生能源市場蓬勃發展，建置成本降低，以及國家層級的鼓勵，市政府、企業、市民等，有愈來愈多的市場與財務工具可以取得綠電或設置再生能源，例如購電協議、設備補助、公民電廠等。

本報告「再生能源市場」章節按再生能源發電、供熱與運輸三大部門，分別分析市場概況與潛力，與目前各城市可見的相關政策工具。

(一)電力部門：

大多數的城市均逐步提升再生能源在發電結構中的比例，若無法在境內裝置更多再生能源設備，也會購買綠電或簽署購電協議。主要的策略如，在市政廳或公園等可見度高的地點設置光電示範項目，藉以提升市民的能源意識，或是提高供暖廠中的生質燃料比例。

此外，鼓勵企業對再生能源的承諾亦可擴大再生能源電力市場，如芝加哥市府規劃「再生能源挑戰賽」，鼓勵企業在 2035 年前制定並推動 100%再生電力，以彰顯企業社會責任，市府也會給予協助支援。截至 2019 年，在 140 多個國家營運的 200 多家企業加入了 RE100 計劃，承諾儘快(最遲到 2050 年) 使用或採購 100%再生電力。根據統計，這些企業在 2018 年對再生能源電力的需求總計約達每年 188 TWh，到 2030 年前將投入約 900 億美元設置再生能源電力。

FIGURE 12. Number of Cities by Share of Renewable Electricity, 2017

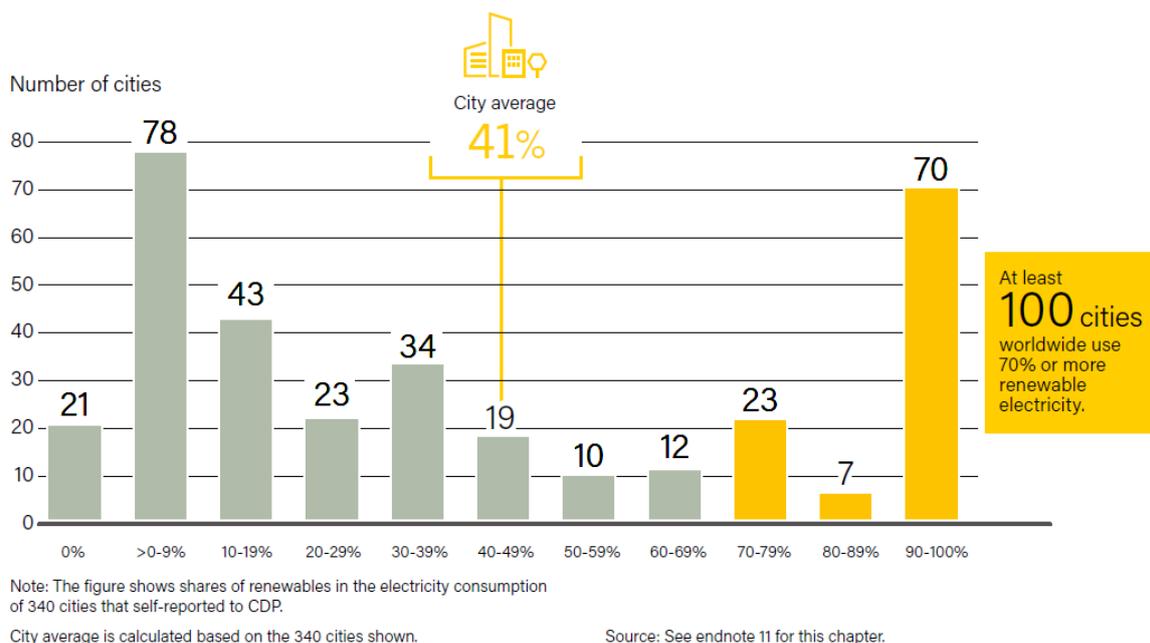


圖 5、全球城市電力結構中再生能源比例分析[1]

(分析回報 CDP 的 340 個城市，資料年為 2017 年)

不過，報告分析參與 CDP 計畫中，有提交再生能源配比資料的 340 個城市，其 2017 年的再生能源占比(如圖 5)有極大的差異。雖然有 100 多個城市已經擁有 70%以上的再生能源電力，包括奧克蘭、奈洛比、西雅圖。回報達成 100%再生能源電力的城市有 40 多個，30 個位於水電資源豐富的南美洲，其他則包括美國佛蒙特州的勃林頓(Burlington)、德州的喬治城(Georgetown)，冰島的雷克雅維克等。但由圖 5 可見，為數眾多的城市其再生能源電力占比在 20%以下，分布成 M 型化趨勢。

(二)供暖部門：

城市建築的供暖系統分為獨立型與區域供熱。以煤炭等作為燃料為各建築物供熱逐漸因為空污問題而被禁止，部分改為電熱泵或生質燃料鍋爐；此外，許多住宅、工商業建築則已經使用太陽能熱水器，提供熱水或結合供暖。

而既有的大多數區域供熱和製冷系統，幾乎都不依賴再生能源供應，整

體而言，再生能源僅佔全球區域系統所用熱能的一小部分，主要是來自太陽熱能、生質燃料，或焚化爐與工廠廢熱，其中 95%的再生能源是源自木材、木質屑相關的原料。不過區域供暖形式快速改變，直接使用地熱能(直接供熱或製冷)的案例正在增加，主要在歐洲。區域型製冷系統則引用河水、湖水或海水來冷卻建築物，如新加坡榜鵝數據園區（Punggol Digital District, PDD）所開發的形式。

(三)運輸部門：

城市交通運輸導入再生能源，可包括再生能源燃料，與藉由運輸電氣化，提高再生能源電力的供給，或是提供瓦斯運具加氣站，可參見本報告整理城市層級於運輸部門可導入再生能源的數種切入點（如圖 6）。

其中，在汽油中加入生質燃料，多半是國家層級的政策與標準，但以再生沼氣取代天然氣，提供瓦斯運具使用，成為一個新的市場。運輸用的生物沼氣應用集中在美國和歐盟，美國的消費量在 2014-2017 年間增長超過 7 倍，2018 年再成長 13%。

電動運具日益普遍，以及導入再生能源電力的示範計畫日益增加，進一步有城市鼓勵設置智慧微電網模式的電動車充電網路。例如設計彈性價格機制，讓電動運具在再生能源豐沛的時候，或是在用電離峰時刻充電，在尖峰時候放電。

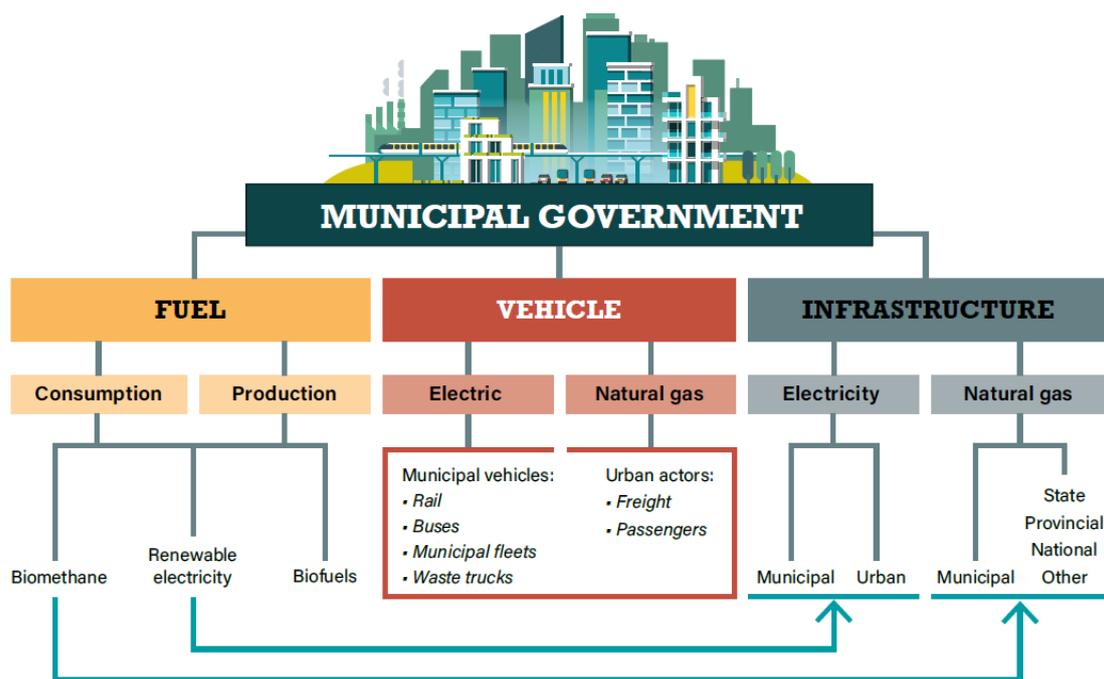


圖 6、城市於運輸部門導入再生能源的切入點分析[1]

以再生電力生產的氫氣，亦有助於運輸部門的減碳，特別是氫能運具可用於長途運輸的軌道與重型貨運。全球目前僅有少數區域設置氫燃料的充氣站，其他多是試驗計畫。

目前全球電動公車仍舊以碳排放量較高的柴油為主，2019 年僅有 4.1% 會摻用生質柴油，電動公車比例為 18%，壓縮天然氣占 10.5%，而大多數的電動公車在中國大陸。部分城市透過規範，要求市屬公車車隊需採購一定數量或比例的電動運具，但多數並未同時扣連再生能源電力的需求。較有規模的案例有挪威卑爾根(Bergen)的 136 輛電動公車車隊，預計將於 2020 年開始使用 100% 再生能源電力。

電動汽車銷售量雖有成長，但占整體市場比重仍少。目前各國城市的策略中，包括推動計程車改用電動汽車，共享電動汽車計畫等，都有助於推廣。市區中的物流與郵政運輸服務於市區需求，近年這些公司也陸續提出電氣化與再生能源承諾，如表 1 所示，其亦為低碳運輸的先行者。

表 1、物流或郵務公司運輸電氣化或導入再生能源目標 [1]

廠商	所在區域	2019 年初期現況	目標
Amazon 亞馬遜	全球，以美國為主	訂購 10 萬輛電動貨車 (2021 年 1 萬台上路、2030 年全數上路)；電動三輪車與人力車；壓縮瓦斯運具	2024 年前，所有營業據點能源消費的 80% 為再生能源，2030 年達到 100%；2030 年前 50% 海運零碳排，2040 年達到 100%
Carrefour 家樂福	法國	200 輛生質甲烷卡車	2025 年前每次運送減少 30% 溫室氣體排放(相對於 2010 年)
DHL DHL 快遞	全球，以歐洲為主	7,000 輛電動傳動系統、3,200 電動自行車與 9,000 輛其他電動自行車與三輪車；傳動系統使用 100% 再生能源；全公司 63% 電力使用源自再生能源	2050 年達到零排放
La Poste 法國郵政	法國	35,000 輛電動運具	2018-2020 年間為民眾提供的服務，戶均減少碳排放 20%；同時 2020 年達到 100% 再生能源電力
Post CH 瑞士郵政	瑞士	6,000 輛電動三輪車	2030 年前達到碳中和與 100% 再生能源；超過 4,600 輛郵車與 180 輛服務運具 100% 電氣化
PostNord 瑞典丹麥聯合郵政	瑞典	5,000 輛電動自行車、電動機車與汽車 (約佔總車隊的 28%)	2020 年前減少 40% 溫室氣體排放(相對於 2009 年)
Waitrose 維特羅斯超市	英國	10 輛生質甲烷卡車	2045 年前運輸車隊零碳排；2050 年前整體營運淨零排放。

六、 財務機制

2018 年，全球對再生能源和燃料的投資(不包括規模超過 50 兆瓦的水電工程)總計達 2,889 億美元，其中包括對城市基礎設施的投資。預計城市對再生能源和清潔基礎設施項目的投資將持續增長，根據國際金融公司

(International Finance Corporation) 2018 年估計，到 2030 年全球城市與氣候相關的投資總額可能達到 29.4 兆美元，其中主要投入在綠色建築、電動運具與公共運輸等。推估到了 2030 年，都市區域的再生能源直接投資額將達 8,420 億美元。

就各國城市而言，此意義在於有機會通盤規畫城市再生能源的基礎設施與計畫，未來得以加速再生能源發展，如屋頂太陽能光電與熱水器，或是儲電技術、電動車等，或是其他複合式的應用。市府可透過兩種方式吸引到相關的資金流：

(一)利用市政經費或公債等方式，擬訂再生能源計畫：

不同城市投資再生能源的能力通常取決於其可挪用的經費規模，或是尋找額外經費的能力，且經費的運用往往受到許多規範所限制。為了尋求彈性應用的方式，在城市財政範疇下，可利用**公共債券**取得長期資金融資，或是與區域內的不同市鎮共同融資(municipal pooled financing mechanisms)，後者在北歐較為流行。近年許多國家金融銀行發售**綠色債券**，亦可提供市政機關取得融資，用以挹注再生能源計畫。

群眾募資是另一種近年流行的工具，不光是市民透過合作社募資，市府也可運用群眾募資快速獲得再生能源設置之資金，儘管多數是應用於光電，但加拿大新斯科舍省一處潮汐發電計畫便應用群眾募資獲得資金[3]。

(二)引入創新的商業模式，以支持民眾、企業與其他參與者 (如大學與公民社團)投資：

本報告羅列幾項促進城市再生能源投資計畫的重要創新商業模式，均已有應用實例，常見包括再生能源購買協議、能源技術服務(ESCO)。其他方式有點對點的綠電直供，在一定時間內以租賃(Leasing)方式使用特定區域的再生能源電力或租用電動汽車，即用即付 (Pay-as-you-go, PAYG) 則讓消費者以低門檻預付款購買再生能源系統，爾後以分期付款方式付清，類似台灣的 PV-ESCO 模式。

七、 再生能源推廣與民眾參與

讓民眾、企業能參與能源轉型，一齊投入再生能源設置，或支持運輸與供熱系統導入再生能源，需要誘因與政策工具。目前沒有可用的數據呈現全球民眾如何參與城市能源轉型，一方面是某些國家缺乏縣市數據，再者各方對公民參與的定義不同，例如社區能源/公民電廠(community energy)之定義範疇常有差異，因此此議題較難跨國比較與統計。

(一)投資再生能源：

在此章節中，重點在於如何讓民眾更容易跨過門檻，參與再生能源設置。這包括是否能夠選擇不同的電力或供熱業者，或是選擇不同結構的綠電方案。如果民眾要成為綠電的產銷合一者(Prosumer)，部分城市已設置法規給予支持，透過淨計量電價折抵或躉售制度獲得合理收益。除此之外，亦可在建築法規、商業模式上給予選擇，讓民眾更容易裝設再生能源到家中或商家屋頂。紐約市開放部分公共建築屋頂出租給能源合作社或私人公司設置大規模光電，首爾則同時提供太陽光電的設備補貼、租賃方案與優惠貸款。

近年來，以再生能源為主的社區電廠(或譯為公民電廠)或供暖公司計畫增加，雖然各國定義不一，但基本上包括：由社區民眾集體發起、開發與擁有，具有投資獲益的這些特色。除了歐洲，目前在北美、日本、澳洲、泰國都已經有社區電廠出現，雖然在農村地區可以有較廣泛的屋頂或土地可以安裝光電，或是有小水力可開發，但城市居民因屋頂面積有限，反而有集資投資的誘因，部分案場的收益則可回饋折抵電費，降低民眾的能源費用。

(二)參與式規劃

參與式規劃與治理(Participatory planning and governance)可用於滿足當地社區找到再生能源發展的需求與偏好，藉此讓民眾真正參與地方政府能源策略的規劃與決策。透過這種方式，能及早理解或化解衝突和反對意見，並讓民眾主動打造在地的再生能源系統，強化能源民主。類似的政策工具包括公民參與氣候減碳路線圖的討論，或是參與式預算。如巴黎每年預留 5% 的市政預算用於參與式預算計畫，其中 20%會用於氣候相關的議題。

(三)公用能源公司重新市政化

過去電力自由化浪潮下，許多城市合作的能源、電力公司往往不能滿足再生能源的積極目標，因此開始有公用能源公司重新市政化的籲求 (Remunicipalisation)。2005 年至 2017 年間，全球共計有 835 件再市政化案例，其中 311 例與能源部門有關，多數發生在 2010 年之後，其中 284 件發生在德國，其他案件發生在美國、英國與日本。

相對於柏林、漢堡買回公用能源公司的舉動，巴塞隆納成立自己的能源公司，以確保能提供民眾低廉、可負擔的能源服務；2015 年英國諾丁漢 (Nottingham) 成立了非營利性的羅賓漢能源公司，除推出 100%綠電的銷售方案，也投入於消除能源貧窮。

八、 結論與建議

REN21 首次針對地方層級的再生能源政策進行全面性的盤點，因為銜接到 ICLEI、C40 與 CDP 的城市數據與案例，加上許多城市透過問卷進行回饋，因此擁有豐富的政策案例，得以彰顯出各種新的政策工具應用、趨勢分析，而這可能是目前各地城市層級的策略規劃者所急需的。

如同報告中所提，台灣的城市能源治理中面臨到的幾個困境包括，經費運用有多處限制，公務人員必須在年初時提案，在使用範疇上缺乏彈性。部分財務方面的政策工具較少縣市運用，例如公有屋頂目前只能公開招標，不能像維也納、京都一樣設置公民電廠供市民認股。但大致上，報告中將目前再生能源在城市層級推動的策略，有架構性的展開，能促成更多優良案例擴散。

然而此報告版本仍有所限制，其各章節分析中，部分為國家層次的現況，但若深入城市層級則會有障礙，報告中較少分析文化制度、社會體系的差異所造成的再生能源推廣上的問題。例如，台灣地方政府常花非常大的心力進行再生能源廠商與民眾、企業的媒合，但外國一些案例中，可以看見他們打造能源相關的社群，在社群中推動再生能源。最後一章節的參與式規劃方面，也未提到城市的能源委員會相關組織，如何能幫助政府形塑能源策略。就台灣的地方政府而言，許多再生能源政策進展的遲滯，往往肇因於治

理層級與社會文化上的問題，例如地面型光電政策推動上須有跨局處的協調、法規整合、農民耕作權與生態環境保護，與文化景觀上的衝突爭議，日本近年也有類似的討論。後續版本的報告應該強化社會、文化上的政策工具，尋找優良案例經驗以供學習。

再者，通篇報告由於同時敘述電力、供熱與運輸三個部門，各部門的權責授權給城市的狀況不一，不同國家狀況更是差異極大，雖然已按區域別來論述，但仍容易混淆。這說明「多層次治理」是世界許多城市都遭遇到的問題，許多重要的能源轉型工作因事權難以劃分而窒礙難行，這也是台灣地方政府所面臨的主要挑戰之一。因此，2020 年版本可能須對多層次治理的困境有更多地說明，並提出中央與地方整合或協調機制、案例。

參考文獻

- [1] 2019 全球城市再生能源狀況報告，REN21，2019/11/27。
<https://www.ren21.net/reports/cities-global-status-report/>
- [2] 洛克菲勒基金會的 100 個韌性城市計畫已於 2019 年 8 月暫告中止，因此「10%韌性承諾」倡議暫無後續。
<https://www.100resilientcities.org/10percent-resilience-pledge/>
- [3] Nova Innovation 潮汐能公司，於 2019 年底發起群眾募資投入加拿大計畫。
<https://www.novainnovation.com/>