

國際城市氣候行動案例探討

工研院 綠能與環境研究所

摘要

本報告蒐整國際城市層級之氣候行動相關資訊，包含美國波特蘭市與姆爾特諾默郡、日本島根縣、加拿大艾德蒙頓市，研析這些不同類型的城市，整理並歸納其所涵蓋之架構、機制、相關方案與目標等相關資訊，以做為我國未來欲研擬氣候行動相關架構參考。

一、前言

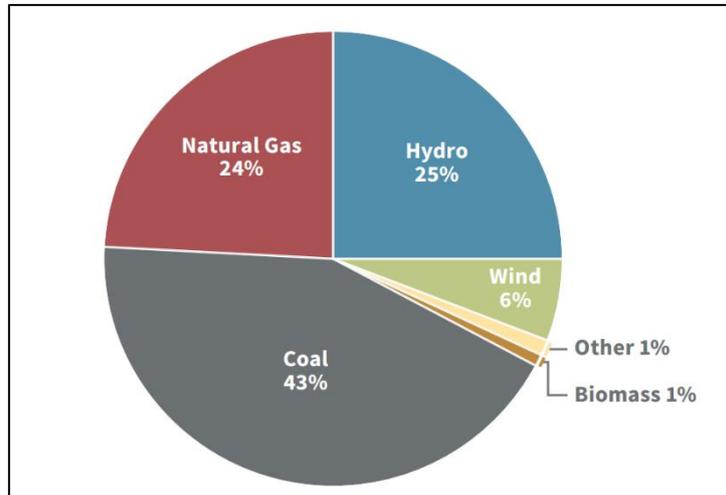
美國能源效率經濟理事會 (American Council for an Energy-Efficient Economy, ACEEE) (2012)認為，地方能源效率相關政策可有效改善社區的自給率、節省消費者與市民的費用、創造當地就業、促進地方經濟的投資且有助於環境保護。此外，地方政府亦可以身作則，透過提高自身的設施及營運之能源效率，成為領頭羊之角色。地方的節能行動可產生可觀的經濟效益，並有助於達成許多地方之目標。下面就幾個國際城市探討其相關目標與策略。

二、國際城市案例探討

(一)、美國-波特蘭市與姆爾特諾默郡

波特蘭市與姆爾特諾默郡位於美國西北部，座落在奧勒岡州(Oregon)。姆爾特諾默郡主要的碳排放貢獻部門為建築部門，其占比超過其郡內總排放量的 40%，而化石燃料在其電力組合上仍為主要部份，約有三分之二的電力來自煤炭及天然氣，其發電組合如下圖 1 所示。而為減少建築部門所造成之碳排放，其 2015 年的氣候行動計畫(Climate Action Plan 2015)報告提出，

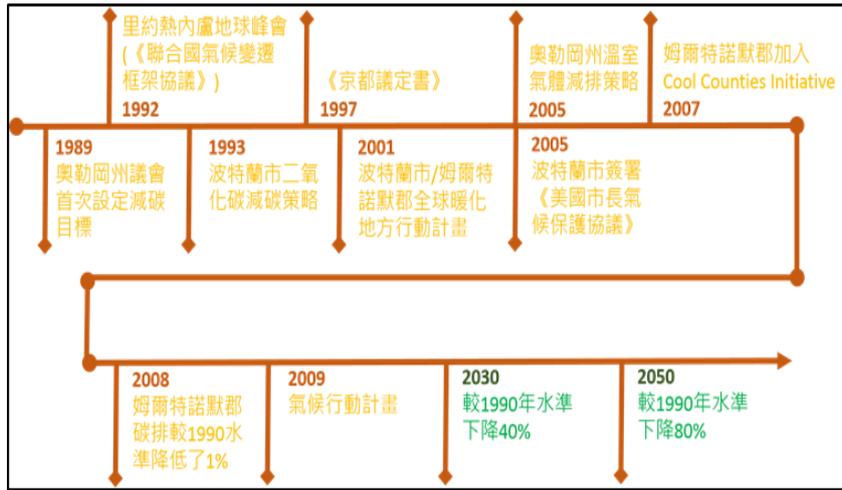
建築能源使用需要作出兩項改變，分別為：能源效率改善及降低能源供給的碳密集度(逐步淘汰燃煤電廠及增加再生能源發電)。



資料來源：City of Portland and Multnomah County, 2015. Climate Action Plan 2015.

圖 1、姆爾特諾默郡電力組合

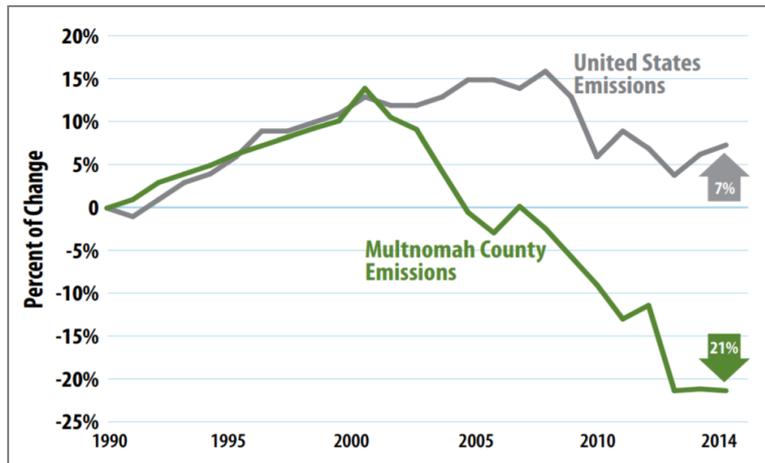
波特蘭市與姆爾特諾默郡在數十年前即開始針對氣候變遷制定一系列相關政策，其中包括：1993 年波特蘭制定二氧化碳減量策略、2001 年波特蘭市/姆爾特諾默郡全球暖化地方行動計畫；2005 年波特蘭市簽屬美國市長氣候保護協議、2009 年氣候行動計畫…等，另外，波特蘭市與姆爾特諾默郡亦提出其減量目標：2030 年相較 1990 年水準減少 40%；2050 年相較 1990 年水準減少 80%，相較奧勒岡州目標：2050 年相較 1990 年水準減少 75% 更為積極。波特蘭市氣候變遷相關政策時間軸與目標如下圖 2 所示。



資料來源：City of Portland and Multnomah County, 2010. Climate Action Plan 2009.

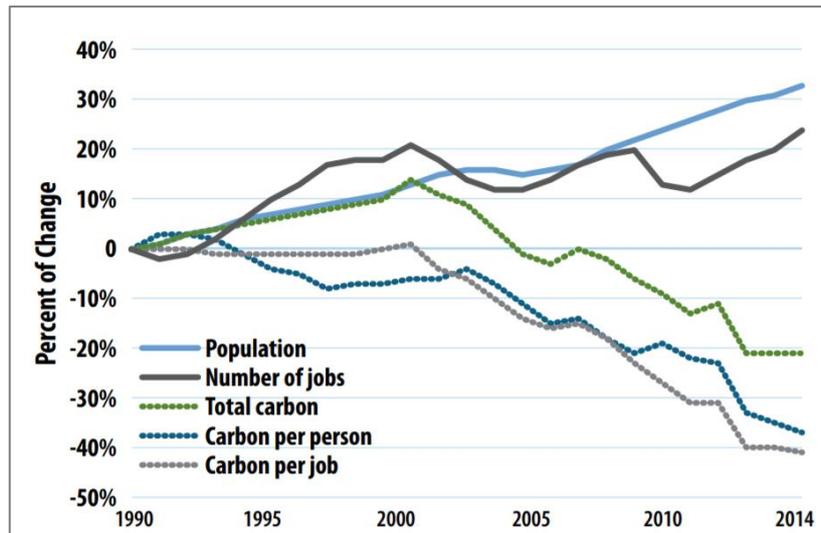
圖 2、波特蘭氣候變遷相關政策時間軸與目標

波特蘭市與姆爾特諾默郡在減量上，為美國國內領先之地區，如圖 3 所示，在 2014 年，相較於 1990 年水準，其當地碳排放已經下降 21%，在此同時，美國整體的碳排放相較 1990 年水準上升了 7%，2000 年為其當地碳排放之巔峰，之後便呈現下降之趨勢。此地區達成這些減量之因素分別有：1.建築、電器及運具效率之改善；2.能源使用轉移至低碳能源，如風力、太陽能及生質柴油；3.步行、腳踏車及大眾運輸使用之增加；4.減少因廢棄物掩埋產生之甲烷，並做好回收。



資料來源：City of Portland and Multnomah County, 2017. Climate Action Plan Progress Report.

圖 3、姆爾特諾默郡與美國碳排放趨勢(1990-2014)



資料來源：City of Portland and Multnomah County, 2017. Climate Action Plan Progress Report.

圖 4、姆爾特諾默郡人口、就業及碳排趨勢

另外，觀察上圖 4 可發現，在同一時間，其人口成長 33% 及就業增加 24%，顯示在此地區，碳排放與人口成長及經濟成長已逐漸脫鉤，且氣候變遷相關政策創造了更多就業機會。

波特蘭市與姆爾特諾默郡在 2009 年的氣候行動計畫中，承諾了相較 1990 年碳排放水準，2030 年減少 40%，2050 年減少 80% 之目標；而在 2015 年的氣候行動計畫報告中，提出了該地區 2050 年的碳預算(Carbon Budget)，分別針對達成 2030 與 2050 年目標之情境進行模擬，根據情境模擬結果，欲達成目標，2030 年建築能源與運輸部門相較於 1990 年水準，須減量大概 40%，波特蘭市與姆爾特諾默郡欲達成未來目標，各部門所需減少之溫室氣體排放量如表 1 所示。

表 1、波特蘭市與姆爾特諾默郡各部門未來減量目標(百萬噸 CO₂e)

	1990 年	2013 年	自 1990 年占比 變化	2030 年	自 1990 年占比 變化	2050 年	自 1990 年占比 變化
Building energy	5,512,000	4,772,000	-13%	3,707,000	-33%	1,112,000	-80%
Transportation	2,979,000	2,830,000	-5%	1,661,000	-44%	655,000	-78%
Waste disposal	498,000	93,000	-81%	40,000	-92%	10,000	-98%
Total	8,989,460	7,695,000	-14.4%	5,408,000	-40%	1,777,000	-80%

資料來源：City of Portland and Multnomah County, 2015. Climate Action Plan 2015.

參與研擬 2015 年氣候行動計畫之單位，除了波特蘭市與姆爾特諾默郡相關局處外，亦邀請外部顧問成立「氣候行動計畫指導小組(Climate Action Plan Steering Committee)」，並在計畫草案研擬時，召開多次會議給予評論與建議。此外，波特蘭市與姆爾特諾默郡亦相當注重公民參與，其在計畫草案公民意見徵詢期(2015 年 3 月 1 日至 2015 年 4 月 10 日)，藉著開放日活動、社區活動、利害關係人會議，透過線上或紙本調查蒐集意見，而蒐集回來有參考價值之意見，亦將影響計畫文件之修正。

為達波特蘭市與姆爾特諾默郡所設定之目標，報告也提出必須要與其他政府單位、非營利組織、學界、住宅與商業社區共同合作。而 2015 年氣候行動計畫也針對了各部門規劃了在接下來幾年須完成的行動方案，之後每 5 年亦會針對地方之年度碳排放進行報告並提出新的行動方案。

(二)日本-島根縣

島根縣擁有歷史、文化、自然遺產，且其擁有豐富的自然資源蘊藏量，島根縣整體能源自給率僅有 10.57%，而電力自給率(包含太陽能、風力、小水力、生質能發電)則為 13.96%。此外，島根縣同時也是個人口外流嚴重、少子高齡化的地區，為解決上述問題，故島根核能發電與能源問題之縣民連絡會於 2014 年向議會提出「島根縣能源自給地區推動基本條例(島根県エネルギー一自立地域推進基本条例)」，希望未來透過積極推動

再生能源並使其普及，創造新產業及工作機會，使其形成資源豐富的自給自足之地區，藉以讓該地區經濟活化，同時也實現將來不需依靠核能及化石燃料，達成永續循環之目的。然而多數議員認為能源獨立在實現上具有一定困難，且再生能源之規劃在近期亦會有相關之基本計畫進行推廣，故最後該基本條例遭到議會否決。

島根縣政府為了促進以太陽能及風力發電為首之新能源導入，於1999年3月策劃訂定「島根縣地區促進新能源導入計畫」，且在2008年6月進行修訂，持續致力於促進新能源導入的工作。2014年4月日本政府為因應自311福島核災後國家能源環境之轉變，訂定了第四次的能源基本計畫，而島根縣政府以國家能源基本計畫的方向為基礎，為了在該縣導入再生能源並推廣節約能源，在2014年7月設立由19位外界知識分子所組成之「新再生能源和節約能源相關的縣計畫策劃訂定評估委員會」，此評估委員會針對縣內的現況、議題以及國家政策之動向等，參考相關人士(發電事業、相關省廳)之意見，並於2015年3月提出縣政府未來進展方向之最終報告書。

由於導入再生能源可產生能源供給多樣化、提升自給率、防止地球暖化、藉由運用地區資源活化地區等多重效益，故2015年2月在其縣議員提案下制定了「島根縣可再生能源導入推展相關條例」，期望藉由縣民、業者、縣府、市町村等同心協力，加深對再生能源導入之理解，以達再生能源推展之目的。根據該條例第九條：縣府為達成綜合且有計畫性的推展再生能源導入相關政策，需策劃訂定推展再生能源導入之相關基本計畫，故縣府亦提出「島根縣可再生能源與節能推展基本計畫」，此計畫目的為展示後續5年島根縣應達成之目標，而計畫之目標與具體對策，主要以2015年3月評估委員會所提出之報告為

基礎，確認其與 2015 年 7 月國家所決定的電力結構和溫室氣體減量目標之一致性，並將縣內近期之導入成果穿插加入其中調整而成。

「島根縣可再生能源與節能推展基本計畫」主要目的為幫助島根縣的地區特性活化、振興地區、振興產業及安全安心的生活，而不僅是增加再生能源之導入量。另外，再生能源之導入量亦會受到躉購價格制度、併網接收量、以及 2016 年實施之電力零售全面自由化等國家政策影響，因此，再生能源目標必須要因應當下之需求重新審視。島根縣再生能源目標依裝置容量與發電量如表 2 與

表 3 所示

表 2、島根縣 2019 年再生能源導入目標-裝置容量

類別	平成 26 年度底実績 (2014 年度底実績)	平成 31 年度底目標 (2019 年度底目標)
太陽能發電 (住宅用、不滿 10kW)	53,377kW	~83,000kW
太陽能發電 (大型太陽能等、10kW 以上)	79,536kW	~170,000kW
陸上風力發電	128,254kW	~240,000kW
小水力發電 (1,000kW 以下)	7,335kW	~7,853kW
木質生物質能發電	0kW	~18,950kW
太陽能系統	0TJ	~6TJ/年 (相當於一般家庭 500 戶的熱水供應)

資料來源：島根縣，2015。再生可能エネルギー及び省の推進の推進に関する基本計画。

表 3、島根縣 2019 年再生能源導入目標-發電量(億 kWh)

類別	平成 26 年度底実績 (2014 年度底実績)			平成 31 年度底目標 (2019 年度底目標)		
	輸出	設備 使用率	年間 發電量	輸出	設備 使用 率	年間 發電量
太陽能發電 (不滿 10kW)	53,377kW	0.12	0.6	~83,000kW	0.12	0.9
太陽能發電 (10kW 以上)	79,536kW	0.13	0.9	~170,000kW	0.14	2.1
陸上風力發電	128,254kW	0.20	2.2	~240,000kW	0.20	4.2
小水力發電 (1,000kW 以下)	7,335kW	0.6	0.4	~7,853kW	0.6	0.4
生物質能發電	0kW	0.7	0	~18,950kW	0.7	1.2
大中水力發電 (超過 1,000kW)	159,040kW	0.45	6.3	159,040kW	0.45	6.3
其他 (廢棄物生物質能、 三隅火電)	10,290kW	0.60	0.5	10,290kW	0.60	0.5
年間發電量合計		A	10.9		A	15.6
中國電力島根分公司 管內電力消耗量	(2014 年度)	B	51.4	2014 年度電力消 耗量為前提	B	51.4
消耗電量中可再生能 源發電的比例		A/B	21.2%		A/B	30.4%

資料來源：島根県，2015。再生可能エネルギー及び省の推進の推進に関する基本計画。

島根縣的節能政策，以國家的政策為基礎，對縣民、業者進行普及啟發，獎勵促進節能行動和環境配合型的事業，另外也致力於對未來要承擔下個世代的孩童進行環境教育。為了推展節能，必須令家庭和企業從事節能行動以及使用能源效率較佳的機器、汽車、住宅、建築物隔熱等，特別是將有必要重點性進行普及啟發的具體行動設定成「節能行動目標」，以強化家庭和企業的節能行動。表 4 與表 5 分別為島根縣針對家庭與企業節能目標設定規劃。

表 4、島根縣家庭節能行動目標設定規劃

	行動項目	行動目標
廚房	外出時或就寢時應把電熱水瓶的插座拔掉等 10 項	1.依據行動項目將行動等級分成： A:80%以上、B:40%~80%、C:未滿 40% 2.將行動等級低的項目提高，行動等級高的項目則保持現狀。 3.針對「單身家庭」、「高齡家庭」、「育兒家庭」，設定特別需要促進的行動項目。
起居室	不看電視時應把主電源關掉等 19 項	
浴室、廁所	洗澡時家族成員間的時間不要太久等 9 項	
汽車	注意提早放開油門等 8 項	
購物	隨身攜帶購物袋等 3 項	

資料來源：島根県，2015。再生可能エネルギー及び省の推進の推進に関する基本計画。

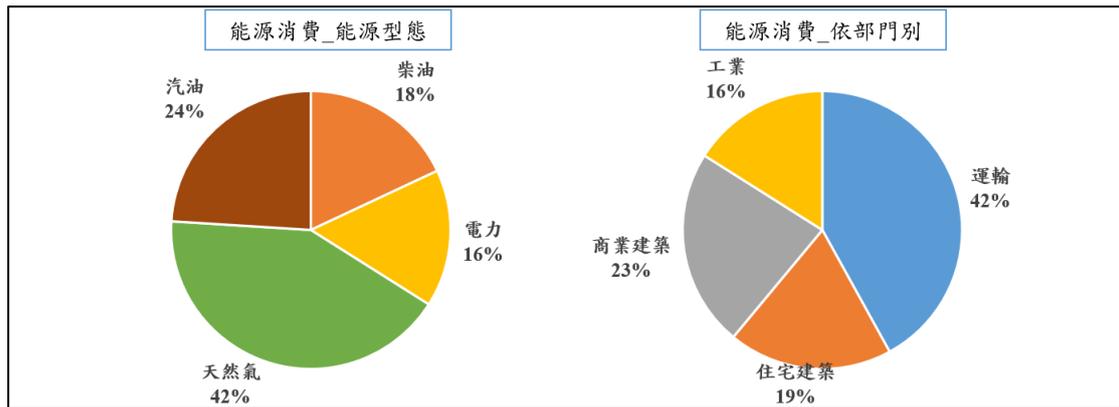
表 5、島根縣企業節能行動目標設定規劃

	行動項目	行動目標
設施	對室外機噴水、明亮的窗邊熄燈等 18 項	1.依據行動項目將行動等級分成： A:80%以上、B:40%~80%、C:未滿 40% 2.將行動等級低的項目提高，行動等級高的項目則保持現狀。
汽車、運輸	指導以經濟速度運轉等 6 項	
資源的有效運用	推展 3R (抑制產生、再利用、再生利用) 等 13 項	

資料來源：島根県，2015。再生可能エネルギー及び省の推進の推進に関する基本計画。

(三)加拿大-艾德蒙頓市

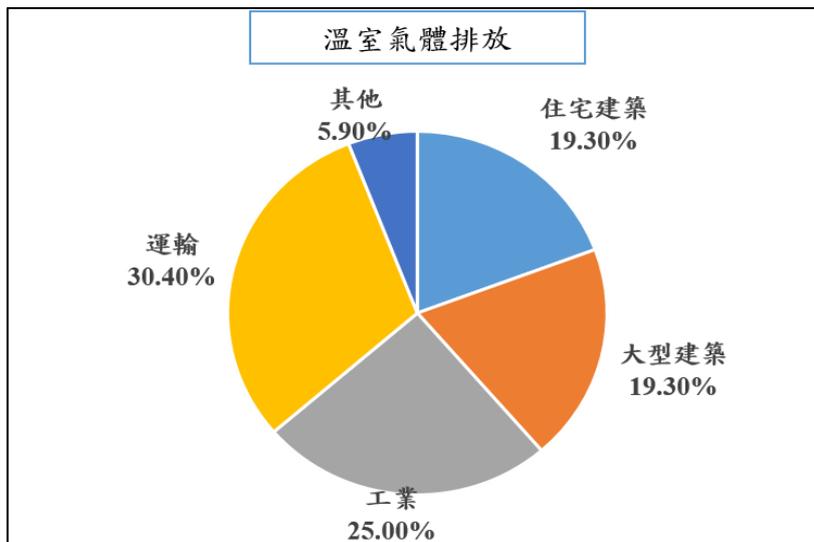
艾德蒙頓市位於加拿大亞伯達(Alberta)省北部，為其經濟中心和石油、天然氣工業中心，有加拿大石油之都的稱號，其減量目標為 2035 年溫室氣體排放相較 2005 年水準降低 35%。艾德蒙頓市能源消費(2012 年)依能源類型主要為電力(16%)、柴油(18%)、汽油(24%)及天然氣(42%)；能源消費依部門別主要為運輸(42%)、商業建築(23%)、住宅建築(19%)及工業(16%)。如圖 5 所示。



資料來源：The City of Edmonton, 2015. Edmonton's Community Energy Transition Strategy.

圖 5、艾德蒙頓市能源消費概況(2012 年)

2010 年，艾德蒙頓的溫室氣體總排放量為 15,270 ktCO₂e，運輸部門排放量占比最大，其次為工業、大型建築、住宅建築等，如圖 6 所示，若以能源型態而言，電力為排放占比最大的來源。



資料來源：The City of Edmonton, 2015. Edmonton's Community Energy Transition Strategy.

圖 6、艾德蒙頓溫室氣體排放部門占比(2010 年)

艾德蒙頓於 2015 年發布「社區能源轉型策略」，其中設有能源轉型諮詢委員會，該委員會委員任期兩年，主要協助實行、推廣轉型策略中相關計畫，並提供諮詢意見。此外，轉型策略中藉由模型進行情境模擬，指出目前的能源組合(參考情境)無

法達到顯著溫室氣體減量之效果，若要達到低碳情境的目標，則須做出下列努力；

1. **氣候變遷減緩**：相較 2005 年水準，2035 年溫室氣體排放減少 35%(較參考情境減少 23%)
2. **能源效率**：相較 2009 年水準，2035 年人均能源消費減少 25%
3. **能源自主**：2030 年艾德蒙頓 10%的電力來自再生能源。

藉由低碳(能源)情境分析，證實透過以下的措施，具有進一步減量與降低化石燃料依賴度的技術可行性：

- 提升建築能源效率與安裝再生能源，在 2035 年前 GHG 排放可減少 6%；
- 改善地區工業能源效率，在 2035 年前 GHG 排放可減少 3%；
- 減少汽車汽柴油使用在 2035 年前 GHG 可減少 2%；
- 改善環境與運輸系統在 2035 年前 GHG 可減少 4%；
- 加速亞伯達省(Alberta)電網的綠化在 2035 年前 GHG 可減少 8%。

艾德蒙頓社區能源轉型策略指出，有鑑於仍有許多不確定因素存在，如地理政治因素、經濟、市民期許、國際法規與協定、能源供需…等，要明確訂出長期的能源轉型策略每一步要做什么是不可能的，因此，艾德蒙頓將八年行動計畫分為 2014-2017 年及 2018-2021 年兩階段，第一階段計畫將做為示範，取得相關經驗，為第二階段計畫做鋪陳。八年行動計畫中界定了七個具減量機會的領域，將其進一步分成 49 個聚焦的項目，約有 150 個策略。

三、結論與建議

本報告針對不同類型之城市進行資料蒐集，歸納前述三個城市資訊如表 6 所示，觀察表 6 所整理地方氣候行動相關策略資訊，在策略研擬初期，宜訂定具雄心且務實之短中長期目標，根據訂定之目標，展開對應的行動方案與其應達成之時程，並以滾動式檢討方式定期檢視目標或行動方案達成情形，如有落差應提出修正方案或強化措施。而相關委員會宜於目標與行動方案研擬前期即成立，委員會成員應廣納不同領域、團體之專家學者以及利害關係人，使政策內容訂定或修正時更加全面性。在公民參與部分，地方政策之實施將直接影響市民，故在政策草案研擬期間，亦可考量納入公民參與機制，以收集民間團體及一般民眾意見，除了可使政策內容更加透明化外，若政策之內容於草擬期間即可與民間達成共識，對未來推動將更有助益。

表 6、國際城市層級氣候行動策略資訊整理

	類型	目標	委員會	公民參與	檢討期間	行動方案
波特蘭市 與 姆爾特諾默郡	商業	<ul style="list-style-type: none"> • 2030 年相較 1990 年水準減少 40%； • 2050 年相較 1990 年水準減少 80% 	氣候行動計畫指導小組	於計畫草案徵詢期間蒐集公民意見。	每 5 年報告地方碳排放量並提出新的行動方案	20 個計劃 171 項行動方案。
島根縣	農業	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 年再生能源發電量占比達 30%； • 針對家庭與企業設定節能行動目標。 	新再生能源和節約能源計畫相關縣訂定評估委員會	公民團體所提之地區能源獨立條例雖被否決，然基本計畫訂定時有將其內容納入參考。	基本計畫為 5 年內應達成之目標。	<ul style="list-style-type: none"> • 依不同再生能源項目提出發展目標； • 家庭節能行動目標 39 項； • 企業節能行動目標 37 項。
艾德蒙頓	工業	<ul style="list-style-type: none"> • 2035 年溫室氣體排放相較 2005 年水準降低 35%。 	能源轉型諮詢委員會	籌措能源與氣候挑戰公民小組，以專門製作的手冊與相關材料，讓其了解氣候變遷與能源脆弱的內容，該小組亦提供相關建議與意見回饋。	八年計畫分為兩階段，第一階段取得經驗並做第二階段之鋪陳。	7 大領域，49 項措施，約 150 個策略。

資料來源：本研究整理。

其中，波特蘭市與姆爾特諾莫郡以其目標提出碳預算，並研提應採取之行動及量化其減碳貢獻。此外，波特蘭市與姆爾特諾莫郡在公共事務上，其公民素有積極參與及監督之傳統，藉由觀察該地區之案例，可深入了解整個氣候行動計畫中，其公民參與及監督之機制，以及其政府如何取得公民共識，使得各項行動方案皆可順利執行。

島根縣為日本較偏遠之山區縣份，有人口外流及少子高齡化之問題，其藉由配合國家發展再生能源之目標，活化振興當地經濟，希望吸引年輕人口回流，在縣內再生能源設置補助上，規範需新僱人力，且當地企業須注資 30%，以及電力販售之利益需有一部分回饋至當地，以提振當地經濟，島根縣之執行狀況可做為我國規劃原住民或偏鄉地區推動再生能源裝設之參考。

艾德蒙頓市在其社區能源轉型策略中，除了以模型進行情境模擬，研提達成其減量目標之應有作為與具體措施，在報告中，亦利用模型估算各項措施的效益成本比(Benefit/Cost)，根據評估結果，決定措施實行之優先順序。未來地方政府研擬執行方案時，亦可參考此模式，將各項措施之效益成本比列出，在地方資源有限時，決策者可將資源做最適配置。

参考文献

- (1) American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), 2012. Energy Efficiency Policies for Local Governments.
- (2) City of Portland and Multnomah County, 2010. Climate Action Plan 2009.
- (3) City of Portland and Multnomah County, 2015. Climate Action Plan 2015.
- (4) City of Portland and Multnomah County, 2017. Climate Action Plan Progress Report.
- (5) The City of Edmonton, 2015. Edmonton's Community Energy Transition Strategy.
- (6) 島根原発・エネルギー問題県民連絡会，2014。島根原発・エネルギー問題県民連絡会が提案した条例の解説資料。
- (7) 島根県，2015。再生可能エネルギー及び省の推進の推進に関する基本計画。