

環境首都ストックホルムの持続可能な都市の取り組み

Approach to the Sustainable City in Stockholm as a Green Capital

福田大輔*

By Daisuke FUKUDA

1 はじめに

スウェーデンの首都ストックホルム(図-1)は、EUの初代グリーン首都に選定されるなど、環境配慮型の多様な施策に取り組んでいる先進的な都市の一つとして知られている。地球温暖化対応に関しても、1998年という早い時期に最初のCO₂削減計画が策定され、CO₂排出量もそれ以降着実に減少している。

そうした動きをさらに加速させることを企図し、ストックホルム市は、化石燃料ゼロに向けた2050年までのロードマップ(Färdplan för ett fossilbränslefri Stockholm 2050) [Roadmap for a fossil fuel-free Stockholm] を2014年に新たに策定した。これは、市内における暖房用エネルギー、全ての交通、その他ガスや電気利用を起源とする温暖化ガスを対象に、市全体の総CO₂排出量を現状の3200キロトン(2010年)から450キロトンまで劇的に減少させようという試みである(市民一人当たりで換算すると3.8トンから0.4トンまで削減させる目標)。同程度の規模の都市(例えば仙台市[105万人]:7700キロトン(2010年)→6013キロトン(2030年目標)、北九州市[96

万人]:1941キロトン(2012年)→805キロトン(2050年目標))等と比べても、飛び抜けた目標設定であることが分かる。

具体的なまちづくりの取り組みとして、ハンマルビーショースタッド地区(市中心から5~6kmの距離に位置、人口約3万人)では、最新技術(処理排水熱利用)を導入した地区独自の浄水場、バイオガス発電設備、太陽光パネル、燃料電池等、自然エネルギーと廃棄物の徹底した利用を企図したまちづくりを展開し、住民の8割が公共交通、自転車、徒歩で通勤することを目指している。さらに、石油やガスタンク基地を移転させた沿岸地域の都市開発であるロイヤルシーポート(市中心から3~4kmの距離に位置)では、化石燃料使用量ゼロの実現を2030年に前倒し、エネルギー消費量全体の30%を自給自足するというさらに積極的な目標を掲げている。

このロードマップ策定直後の2014年スウェーデン総選挙では、中道左派の野党3党が勝利し、伝統的な高福祉政策への回帰志向となった結果、本ロードマップに関しても、目標年次が2040年へと早められた。今後の動向が大いに注目される。

本研究の目的は、ストックホルムにおける環境都市としての具体的な取り組み(計画・プログラム、財源、組織等)についての情報収集と整理を行い、我が国における都市・交通政策に与える示唆について検討することにある。

2 スtockホルム市の概要

(1) 基本情報

a) 人口

ストックホルム市(City of Stockholm)は、スウェーデン南西部に位置する面積約187km²の同国首都である。スウェーデン国全体の人口が約950万人(2012年)であるのに対し、ストックホルム市の



図-1 スtockホルム市の位置

*東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 准教授 博士(工学)

人口は約88万人と、国の総人口の1割弱を占める。1995年から2008年にかけての同国の人口増加率は1.1%であるが、その半分はストックホルム市の人口増加によるものである。市の人口は増加傾向にあり、2030年には110万人に達すると予測されている。国全体でも人口は増加傾向にあり、スウェーデン統計局は2030年には1130万人に達すると予測している。またストックホルム市を含んだ周縁部のCounty (図-1) は、面積約6520km²で人口約210万人である。Countyでも人口増加が予測されており、2030年推定人口は260万人となっている。

人口は増加傾向を示しているものの、スウェーデン国全体の合計特殊出生率は1.94人である。他方、純移動率は6.75人と流入超過であり、自然増ではなく移民によって人口が増え続けていることになる。市の2015年時の外国出生者割合は15%に達する。

本研究で着目するFossil Fuel-Free施策は、基本的にストックホルム“市”を対象とするものである。

b) 地域経済

スウェーデン国全体のGDPは約5800億USD (2013年)とされ、北欧諸国で最大の経済規模となっている (c.f. ドイツ:3.7兆USD、イギリス:2.7兆USD、日本:4.9兆USD)。人口規模が小さいためGDPは比較的小さくなっているが、スウェーデンのPPPベースの1人あたり名目GDPは国際ドルで約4.5万と、日本の3.6万よりも高水準を示している。

また、国全体のGDPのうち、ストックホルム市の総生産が占める割合は27%にも達する。1995年～2008年にかけての経済成長率も3.1%を示し、OECD Metro Region中で第12位に位置している。ストックホルムの一人当たりGDPはヨーロッパ内273地域のうち第7位であり、EU内の地域平均を約80%上回っている。近年の傾向として、市の中心産業は工業や鉱業から、パーソナルサービス、文化サービスといった知的集約型サービスに変わりつつある。具体的には、情報中心技術、金融、オートメーション、クリーンテック (天然資源の消費、大気への温暖化ガス排出や廃棄物を減らし、再生可能な資源を活用する様々な技術・製品・サービス・プロセス)、物流等の産業が主力となりつつある。

c) エネルギー消費・CO₂排出

スウェーデン国全体の一次エネルギー供給源構成比

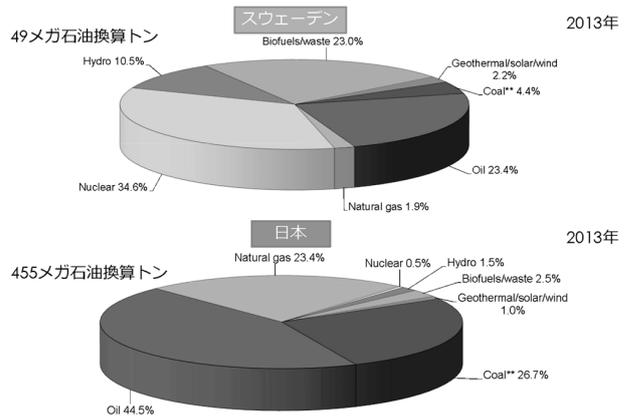


図-2 一次エネルギー供給源構成比の比較¹⁾

(2013年)を図-2に示す。2割強をバイオ燃料が、3割強を原子力が担っており、(比較対象となる日本は震災直後ではあるものの)スウェーデンは石油や石炭の割合が低いことが確認される。スウェーデンは国全体としてFossil Freeを推し進める傍ら、原子力発電には肯定的な姿勢を示しており、現在3つの原子力発電所で10基の原子炉が稼働中である。しかし、原子力政策は政権政党の判断に大きく依存しており、長期的に安定的である保証はない。今回ヒアリングを行ったDr. Karolina Isaksson (スウェーデン王立工科大学政治学専攻)は、「スウェーデンは環境政策面で政治的な不安定性が大きく、CO₂排出削減の目標年次や設定値も政治的背景に大きく左右される」と指摘する。

図-3にストックホルム市のCO₂排出量の推移を示す。総じてCO₂排出量は減少傾向を示しているが、交通部門に関しては、近年やや増加の傾向があることも分かる。1990年から2010年にかけての大幅なCO₂排出量削減は、主に以下の四つの事由に依る。

- ・石油暖房からバイオ燃料地域熱暖房への転換 (-50万トン)
- ・石油暖房からヒートポンプへの転換 (-30万トン)
- ・化石燃料車の環境配慮型車への代替 (-8万トン)

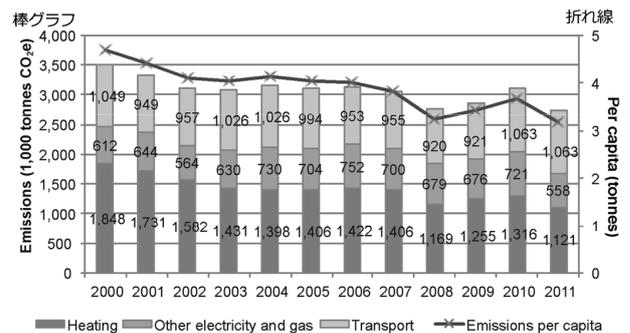


図-3 スtockホルム市のCO₂排出量の推移²⁾

・公共バスのディーゼルから再生可能エネルギーへの転換 (-1万トン)

主要都市の1人あたりCO₂排出量を図-4に示す。同程度の人口規模を持つ北九州市の1/6程度の排出水準であり、ストックホルム市の排出量が非常に低いことが改めて確認される。その内訳は、Heating & Industrial fuels 及び Ground transportation が大半を占め、ElectricityやIndustrial processesによる排出がほとんど無いという特徴が見て取れる。

d) 都市内交通

今後のストックホルムのCO₂排出量削減の要となる交通部門について、機関分担率を図-5に示す。コペンハーゲン、ロンドンに続き、ストックホルムは他の都市よりもPublic transport, Bicycle and Walking が多く、Car, Truck, Van and Motorcycleの割合が低いことが分かる。こうした環境影響の少ない交通手段が多額の割合を占めていることが、CO₂排出量の抑制に大きく貢献している。

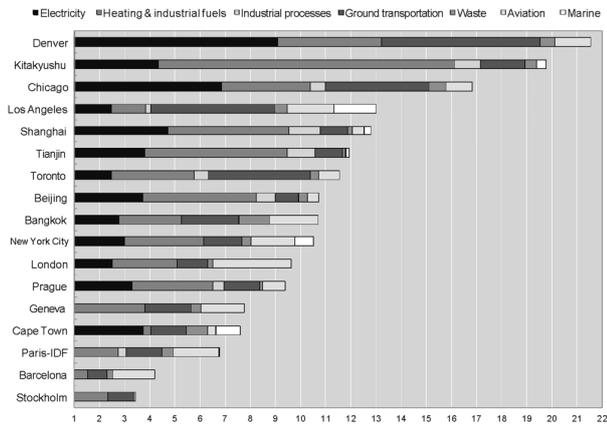


図-4 CO₂排出量の都市間比較(トン/人, 2009年)²⁾

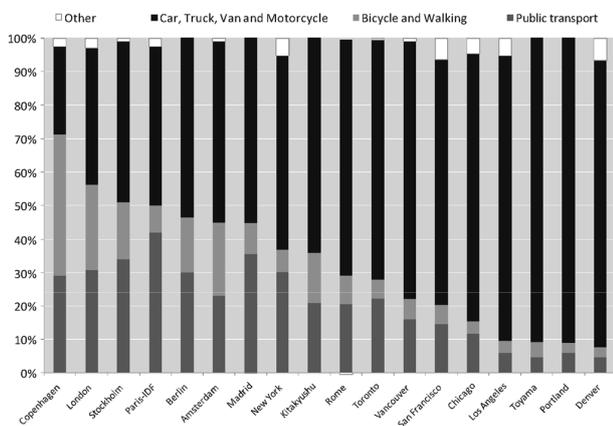


図-5 交通機関分担率の比較(2003-2008年)²⁾

(2) 従来の温暖化対応計画

a) アクションプラン[1995-2000年]

ストックホルム市を含む北欧諸国の各都市は、従来から温暖化対応をはじめとする環境政策や計画に対して先進的に取り組んできた。ストックホルム市の最初の温暖化ガス削減計画(Stockholm Action Programme against Greenhouse Gas Emissions: the first action programme 1995-2000)は1998年に策定された。この計画では、電気、暖房、輸送からの温室効果ガスの排出量を1990年のレベルにまで下げることにより、ストックホルム市のCO₂排出量を5.4トン/人・年とする目標が掲げられた。この目標は2000/2001年次に達成され、CO₂排出量は4.5トン/人・年となった。

b) アクションプログラム[2000-2005年]

二番目のプログラム(the second action programme 2000-2005)では、市のCO₂排出量目標4トン/人・年という値が掲げられ、予定通り達成された。これにより、1990年~2005年間の累積で市全体のCO₂排出量は合計で約655,000トン削減されたことになる。また、同期間のスウェーデン国全体のCO₂排出削減率が7%であったのに対し、ストックホルム市のそれは25%と抜きん出ている。このように、市や周辺自治体人口はその間着実に増加している一方で、一人あたりCO₂排出量は着実に減少している。

c) 最新の計画[2007-2015年]

2007年には環境担当副市長により環境・健康管理局(Environment and Health Administration)が新たに設けられ、市全体としては2050年までに化石燃料ゼロを目指すものの、2015年時点では温室効果ガス排出量を3.0~3.5トン/人・年にまで減らすべきであることが提案された。この目標も既に達成され、結果的に1990年から2015年にかけてCO₂排出量は43%削減されたこととなる(図-6)。

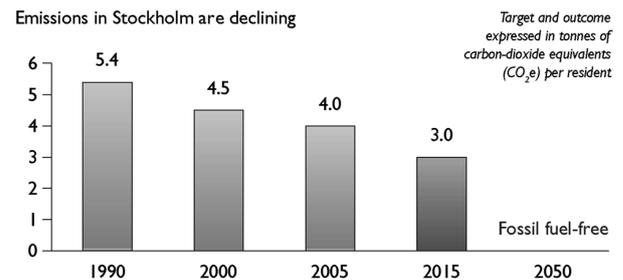


図-6 スtockホルム市のCO₂削減目標の推移³⁾

3 化石燃料排出ゼロに向けたロードマップ

(1) 概要

化石燃料使用ゼロを目指す市のロードマップ (Roadmap 2050) では、ストックホルム市内におけるエネルギー消費を対象に、暖房、市内の全ての交通、その他のガス・電気利用に関連するエネルギー消費を対象としている。ロードマップが実現すると、2050年次における市全体のCO₂排出量は450キロトン (2010年: 3200キロトン) にまで劇的に削減されるとしている。完全にゼロとならないのは、削減が物理的に困難な石油起源プラスチック・航空機・船舶バンカー重油 (100キロトン) とバイオ燃料の生産・配送 (350キロトン) が残るためである。Roadmap 2050によると、これらの数値目標は1995年以来フォローアップしてきた信頼性の高いパラメータ値を用いて算出したものであり、想定する削減シナリオ・施策も十分に実現可能なものであるとされている。これにより、市民一人当たりCO₂排出量も3.8トン (2010年) から0.4トン (2050年) に減少する。部門別のCO₂排出量削減の達成について、その削減内訳を図-7に、そのための政策手段を表-1に示す。

Roadmap 2050では特に、バイオディーゼルやバイオガス等、他燃料による化石燃料の代替が推進されている。また、代替が困難な化石燃料利用についても、LCAベースでの間接的な削減、より具体的にはカーボンオフセット (経済活動や生活等を通して排出された温室効果ガスを、植林・森林保護・クリーンエネルギー事業・排出権購入等による削減により直接・間接的に吸収する考え方) の考え方が広く推奨されている。ただし、市域外での市民の交通、市域外で生産され、市民に供給される財・サービス等に起因するCO₂排出は、ロードマップの対象外としている。

(2) 運輸・交通部門

先述のとおり、ストックホルム市は人口急増が予測されており、現状のまま (BAU) では2009年比での交通起源CO₂排出が、2050年までに40%増加すると推測されている。交通部門の温室効果ガス排出量の内訳 (2010年) を図-8に示す。6割もの温室効果ガスはマイカーが起源であり、これに対する方策が重要であるとわかる。そのためRoadmap 2050では次の四つの主要方策を掲げている (数値はCO₂削減率)。

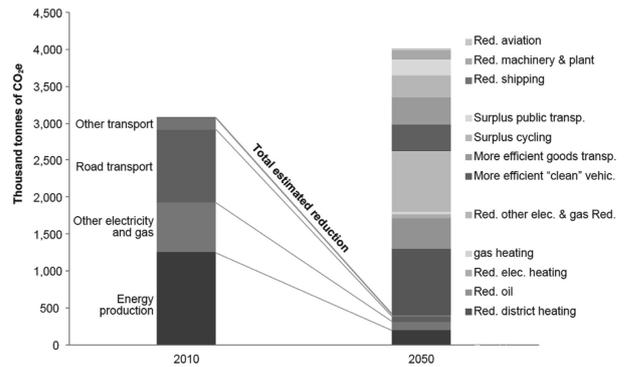


図-7 ロードマップによるCO₂排出量削減内訳³⁾

表-1 CO₂排出量削減のための政策手段³⁾

項目	手段
Other transport (その他交通) [163→27]	<ul style="list-style-type: none"> 航空: エネルギー効率改善と燃料シフト 海運: 天然ガス・バイオガスシフト 建設機械: バイオディーゼルへの完全シフト
Road transport (陸上交通) [988→69]	<ul style="list-style-type: none"> 一部車両のClean Vehicleへのリプレイス 公共交通ネットワークの拡充と利用促進 (公共交通の期間分担率を50%から75%に向上) 都市内物流における巡回集荷・混載輸送推進 冬季も含めた自転車利用の促進 ソフト施策 (Mobility Management) の推進
Other electricity and gas (その他電気・ガス) [676→152]	<ul style="list-style-type: none"> 新築建築物の低エネルギー化の実現 バイオガスの流通促進 (価格低下) 施策による市場普及推進
Energy production (エネルギー) [1252→93]	<ul style="list-style-type: none"> (現在市内に一基存在する) 石炭ベース熱電供給施設の廃止 共同熱供給における重油ボイラー方式の全廃 都市ガスにおける天然ガスからバイオガスへの完全シフト 全ての発電方式を化石燃料ゼロ形態に移行

* 項目内の数値はCO₂換算キロトン (2010年→2050年)

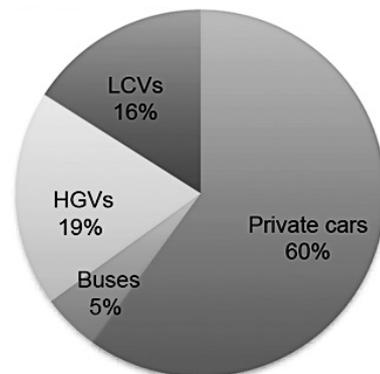


図-8 道路交通起源の温室効果ガス排出の内訳³⁾

a) 自家用車から公共交通への転換 (-25%)

人口増に伴い、新たに日当たり約35万のトリップが生成されると予測されており、公共交通利用の倍増が必要であるとされている。そのための具体的な対策として、地下鉄運行の充実化、リアルタイム情報提供、ピークタイムの分散、信号の優先化、混雑課金の導入、高額な駐車料金を挙げている。

b) 自動車保有台数の削減 (-22~-12%)

仕事と余暇の完全分離や就学自由化に伴い、車での移動機会が増加している。移動自体を削減する手法として、テレワーキング、ネット会議、Job Cafe、地方部への主要機関設置が推進される。ストックホルム市では職住分離が長距離化しており、移動量の増加の主要因となっている。その他、移動の半数を占める短距離移動についても、徒歩や自転車への転換による渋滞軽減が期待され、歩行者や自転車の移動しやすい道路整備等が推進されている。

c) 効率的な物流 (-25~-20%)

市の交通起源の温室効果ガスの約35%は物流に起因しており、物流の無駄を無くし効率化することで大幅な温室効果ガスの削減が期待される。具体的な対策として、巡回集荷、ルート最適化、ラッシュ時の回避、交通モードの転換、減速等が挙げられる。

d) クリーンな乗り物への転換 (-30%)

エネルギー効率の良い自動車への転換によりCO₂排出量の30%削減を見込んでいる。具体的には乗り物別の混雑課金、駐車料金、優先駐車エリアの設定、燃料有機廃棄物の使用等が挙げられる。

(3) 建物

スウェーデン等北欧諸国では、地理的理由により地域熱供給 (District heating) による給湯・暖房等が行われてきた。Roadmap 2050では、現在地域に一基だけ存在する石炭ベース地域熱供給プラントのバイオ燃料への完全転換 (又は廃止) を掲げている。

他方ストックホルムでは、石油ベースの地域熱供給は従来から徐々に減少している。現在残る石油ベースの供給も、2050年までにバイオガスをはじめとするその他熱源に完全に置き換わると見込んでいる。併せて都市ガスに関しても、天然ガスからバイオガスに完全シフトするという目標を掲げている。

4 具体的な取り組み

(1) ハンマルビーショースタッド

五輪招致の際の選手村候補地でもあったHammarby Sjöstad地区 (図-9) は、市主導のプロジェクトとして1990~2017年に開発が行われた。市中心部の産業集積地に近く、最新技術を導入した地区独自の浄水場とバイオガス発電設備や太陽光発電を兼ね備え、近年では燃料電池等の重点的整備もなされるなど、サステナブル都市ストックホルムの象徴的地区として位置付けられる。世帯からの有機廃物は、バイオガスとして再利用されている (図-10、11)。地区内にはLRT Tvärbanan線も走り、駅も複数設置されている。開発は概ね完了したと見て良く、現在は、財務省の主導により電気自動車シェアリングシステムの導入が進んでいる。これにより、住民の8割以上が公共交通で通勤することを目指している。

(2) ロイヤルシーポート

市中心部の北東部沿岸に位置するこの地区は、かつ

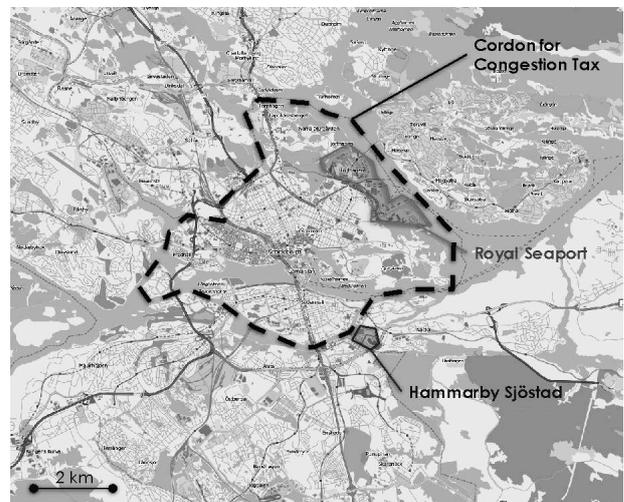


図-9 スtockホルム市中心部の主要プロジェクト



(左) 図-10 ハンマルビーショースタッド地区外観

(右) 図-11 家庭からの有機ゴミの投入口

ては石油やガスタンク基地が多数存在する工業地区であった。現在はその移転が概ね完了し、2030年までにエネルギー消費量全体の30%を自給自足する人口約3.5万人のスマートシティの構築を目指している。地区面積は約236haで、2010年に事業化がなされた。

本地区では、2020年までにCO₂排出量で1.5トン/人/年の削減を目指すべく現在開発が進展し、北側西高台地区の住宅地は既に分譲されている。カーシェアリングを全面的に推進する予定で、プライベートパーキング数に制約を設ける計画となっている。他方、沿岸地区については開発がまだ十分になされておらず、今後整備が加速することが期待されている。

3) 歩行者・自転車政策

ストックホルム市の交通政策としては混雑税が有名で、Roadmap 2050でも重要な役割を担うが、紙面の都合上、ここではその他の主要施策を紹介する。

同市は2012年に総合都市交通戦略(Urban Mobility Strategy)を策定している。これによると、2030年までに人口が25%増加することを想定しつつも、「その全ての人たちが現在より自動車を利用しなくても良いような社会にすること」、「自動車利用を意図的に減らすことではなく、自動車のためのまちづくりをやめること」を明確に掲げている。利用者自身も環境に優しい交通の利用へと行動変容し、利用者自身も交通ネットワークに寄与することで、2050年のFossil-fuel Free Cityを実現することを目指している。施策のみならず利用者の行動や態度の変容まで含めた計画となっている点が特徴的である。

歩行者に関する計画としては、Walkable city Vision 2030(2007年)が策定されており、「2010年に、85万人の人口を抱えるメトロシティ、脱空洞化都市となっている」、「2025年に“The walkable city”とし



図-12 ロイヤルシーポート地区完成イメージ図³⁾

て100万人都市となっている」を掲げている。人口増加を想定する中、道路を単に作るだけでなく、交通の一部として利用者也適切に機能することでWalkable Cityを達成するとしている。

自転車交通に関しても、通勤目的分担率を2018年までに12%、2030年までに最低でも15%にすることを掲げると共に、自転車利用者を2018年までに1.5倍にまで増加させ、2030年には全住民が自転車を利用する状態に引き上げる状況の実現を目指している。コペンハーゲンやアムステルダムには及ばないものの、今後10~15年で自転車ネットワークの整備を推進する計画もある。それらの都市と異なるストックホルム固有の事情として「冬期の自転車利用減少」が挙げられるが、Roadmap 2050では冬季における自転車利用率の増大も目標として掲げられている。

5 おわりに

ストックホルム市は、(1)市内の二次産業部門の生産・製造量が元々非常に少ない知識産業集約型都市であること、(2)電力発電は現状でも化石燃料への依存度が低い反面、バイオマス・有機廃物による発電比率が高いことなど、CO₂削減において日本の都市に比べ多くの面で優位性があることは否めない。それでも、同市におけるICTの積極的活用によるテレワーク推進や、都市内物流施策の推進等の取り組み等は、我が国のスマートシティ推進に際しても有益な知見を少なからず与えるものと期待される。

参考文献

- 1) Energy Policies of IEA Countries Sweden 2013 review.
- 2) OECD Green Growth Studies Green Growth in Stockholm, Sweden.
- 3) Roadmap for a fossil fuel-free Stockholm 2050.
- 4) Stockholm action plan for climate and energy 2012-2015.
- 5) Facts about Business in Stockholm Statistics for 2014.