

低炭素社会における都市評価

～真に必要な施策立案に向けて～

City Evaluation in Low Carbon Society - for planning measures of real necessary-*

高砂子 浩司** 馬場 剛** 小島 浩***

By Koji TAKASAGO, Tsuyoshi BABA and Hiroshi KOJIMA

1. はじめに

人類の生存基盤を脅かす恐れがある地球温暖化に対して、温暖化防止対策、低炭素社会づくりが、世界規模で進められてきている。国内でも、これまで、国や地方自治体、企業を中心に、様々な対策が行われてきたが、昨年3月の東日本大震災を契機としたエネルギー政策の抜本的な見直しや、本格的な人口減少への対応として都市の競争力が問われる等、新たな転機を迎えており、これまで以上に、各都市の自立的、効率的な政策実施が求められる。

本稿では、施策立案に貢献する有用な都市評価として、各種測定データを用いた現況把握手法や、定量的な数値モデルを用いた対策効果の分析手法を整理した。

2. 低炭素社会を取り巻く状況

(1) 削減目標の設定状況

日本の温室効果ガスの削減目標は、図-1に示すとおり、短・中・長の3つの目標が設定されている。短期としては、京都議定書目標達成計画において、2008～2012年に、1990年比で6%削減が定められている。また、中長期の目標については、2010年3月に閣議決定された地球温暖化対策基本法案において、2020年までに25%削減、2050年までに80%削減するという目標が掲げられている。

日本全体の温室効果ガスの推移をみると、1990年以降、微増しており、削減には向かっていない。2009年に基準年を下回っているが、これは金融危機による景気後退に伴うエネルギー需要の減少や、原子力発電所の稼働率が上昇したこと等が要因であり¹⁾、あくまで一時的な落ち込みである。

また、2020年の中期目標については、2011年12月にダーバンで開催されたCOP17で、ポスト京都の枠組交渉があり、EUが30%削減を提案する等、議論が行われたが国際的な合意には至っていない。国内では、東日本大震災による福島原発事故の影響を受けて、原子力発電を前提とした従来のエネルギー政策や中期目標の見直しが行われている段階であり、現時点では結論が出ていない。

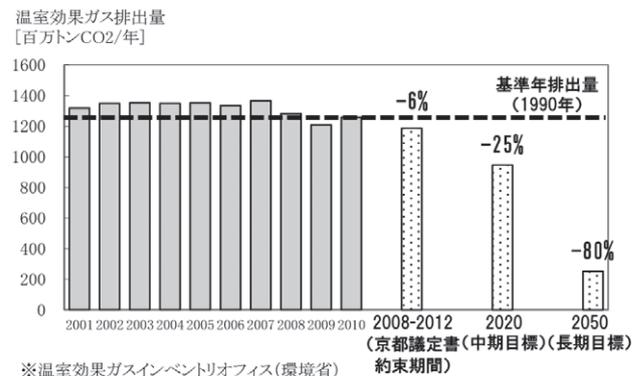


図-1 温室効果ガス排出量の推移と削減目標

(2) 全国のCO₂排出状況(都市分野)

図-2は、都市分野との関係性が高い運輸部門(旅客乗用車)、民生部門のCO₂排出量の変化を示したものである。旅客乗用車は、2001年をピークに緩やかに減少しており、活動指標である全国の輸送量も同様の傾向を示している。民生部門については、1990年以降、継続的に増加しており、家屋の床面積も増加が続いていて、減少に転じる兆しはみえない。

(3) 地方公共団体の温暖化対策

表-1は、地方公共団体の対策状況として、温暖

環境・資源研究室 研究員 室長 *東北研究室 室長

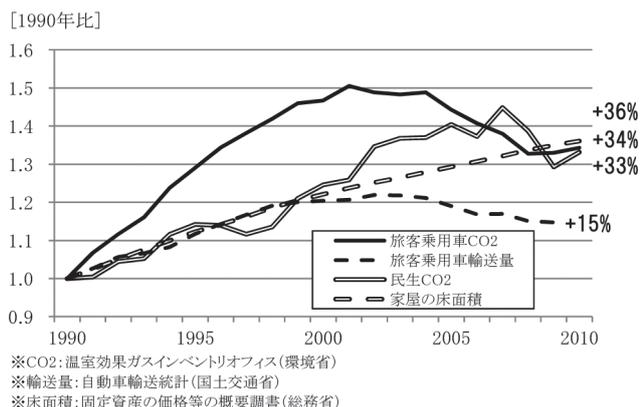


図-2 全国のCO₂排出量の変化(都市分野)

化対策に関する計画策定状況や、協議会参加状況を整理したものである。新実行計画の策定状況は、全国の地方公共団体の約3割であり、関連する協議会への参加状況は1割に満たない状況である。県や政令市は多いが、中核市未満の自治体では、対策状況に差がみられる。

表-1 地方公共団体の温暖化対策に関する計画策定・協議会参加状況

区分[団体数計]	新実行計画策定	環境モデル都市	低炭素都市推進協議会	ICLEI	
団体数	都道府県[47]	47	—	46	4
	政令市[19]	19	4	11	8
	中核市[40]	40	1	11	1
	特例市[41]	40	0	9	0
	その他[1650]	415	8	58	7
	合計[1797]	561	13	135	20
構成比	都道府県	100%	—	98%	9%
	政令市	100%	21%	58%	42%
	中核市	100%	3%	28%	3%
	特例市	98%	0%	22%	0%
	その他	25%	0%	4%	0%
	合計	31%	1%	8%	1%

参考1) 地方公共団体実行計画(区域施策編)

地球温暖化対策の推進に関する法律(2008.6改正)において、都道府県及び特例市以上の地方公共団体に対し、計画策定が義務づけられた。2010年時点で、2011年度策定予定を含み561団体が策定。

参考2) 環境モデル都市

「環境モデル都市」とは、高い目標を掲げて先駆的な取組にチャレンジする都市を国が選定し、その実現を支援するものである。2010年時点で、13都市が選定されている。

参考3) 低炭素都市推進協議会

環境モデル都市の優れた取組の全国展開、世界への情報発信等を目的に、市区町村、道府県、関係省庁、関係団体等が参加して設立された。2011年11月現在、合計204団体が参加。

参考4) ICLEI(Local Governments for Sustainability)

「イクレイ-持続可能性をめざす自治体協議会」は、持続可能な開発を公約した自治体で構成された国際連合組織である。2010年7月現在、世界70カ国、1,227の自治体が参加。

このように低炭素社会を取り巻く状況として、日本の削減目標、全国の排出量、地方公共団体の対策状況を確認した。非常に厳しい目標設定が定められているにも関わらず、温室効果ガスの変動はなく、都市分野のCO₂に関しては、運輸・民生ともに基準年の3割以上と、大幅に上回っている状況である。更に、温暖化対策については、国や大都市での計画・活動は進んできているが、全国的な動きには至っていない状況であり、今後、低炭素社会の実現に向けて、都市分野の更なる対策推進が求められる。

3. 低炭素社会に向けた都市の課題と対応の方向性

(1) 社会情勢

地方分権の進展に伴い、地方自治体が主体的に対策を行うことが基本となってくる。しかし、全ての判断、実施を自治体が行うことは非常に困難であり、国の支援や、民間との協働が不可欠となる。そのため、自治体による対策の検討・実施につながる都市評価が必要である。

また、今後、高齢化や人口減少によって、地方自治体の歳入減少が進むと、やれることも限られてくるため、戦略的な対策実施が重要となる。地域に応じた対策の絞り込みや、時間軸・空間軸を踏まえて、実現性を考慮した対策の優先順位づけ等、施策立案に資する客観的な判断基準、評価手法が求められる。

(2) 都市評価

これまでも都市評価については検討されてきたが、対策効果や実現性の検証例はそれ程多くなく、また、評価に必要なデータも十分に整備されていない等、問題は多い。対策効果の検証や、データ収集等を含めた評価手法の確立が必要である。

4. 都市のCO₂評価の状況

都市におけるCO₂の評価状況として、都市交通計画の評価実態や、既存の評価手法を整理した。

(1) 評価の実施状況

地方自治体の交通施策の総合的な実行計画である「都市・地域総合交通戦略」は、2007～2009年で、22都市が策定している。このうちCO₂排出量の目

標を設定しているのは、8都市（約3割）となっている。（青森市、新潟市、福井市、近江八幡市、北九州市、熊本市等）

また、都市圏パーソントリップ調査（以下、都市圏PT調査）については、1995年以降、31都市圏が実施している。このうち将来需要予測においてCO₂排出量を評価しているのは、23都市圏（約7割）となっている。（東京、京阪神、中京、仙台、新潟、西遠、静岡中部、東駿河湾、富山・高岡、福井、松山、甲府、高知、函館、岳南、山口・防府、帯広等）

(2) 評価手法の現状

都市のCO₂排出量の評価手法として「地球温暖化対策地方公共団体実行計画（区域施策編）策定マニュアル（環境省、2009.6）」があるが、現況の排出量の把握はできるが、対策効果の把握は難しい。

表-2は、主に国土交通省の都市評価手法であるが、「低炭素都市づくりガイドライン（国土交通省、2010.8）」等で、対策効果の把握ができる。

表-2 既存の都市評価手法

	都市カルテ	まちかど図鑑 (SLIM CITY)	低炭素都市づくりガイドライン
作成主体	関東地方における都市構造のあり方に関する検討会（関東地方整備局等）	岡山大学	国土省 都市・地域整備局
使用主体	地方整備局、都道府県、市町村	市町村	都道府県、市町村
使用データ	国勢調査、事業所企業統計、地域メッシュ統計、商業統計等	既存統計、地図情報、全国PT調査等	PTデータ、センサスOD、GISデータ、緑量データ等
目的	評価項目に関する都市間比較	簡便にコンパクト化施策の効果を評価	低炭素都市づくり方策及び対策の効果分析
推計手法・内容	現況値	将来値（都市構造の比較）、住区群を土地利用、交通条件等で類型化し、類型別原単位で計算	現況値・将来値（都市構造の比較）、交通・都市構造、エネルギー、みどりの3分野のCO ₂ を推計
評価項目	・社会的構造：昼間人口密度、夜間人口密度、商業中心性 ・時間的構造：産業構造変化率、既成市街地発展度等	・居住状況：住宅、世帯、自動車所有、高齢化率 ・交通負荷：自動車燃料消費量 ・居住者意識：環境への配慮、市街地整備等	以下の対策効果 ・交通：自動車、鉄道、バス ・都市構造：集約化 ・エネルギー：集合住宅化、面的エネルギー ・みどり：公園整備、植樹等
使用難易度	低	低	低-中

5. 施策立案につながる評価手法

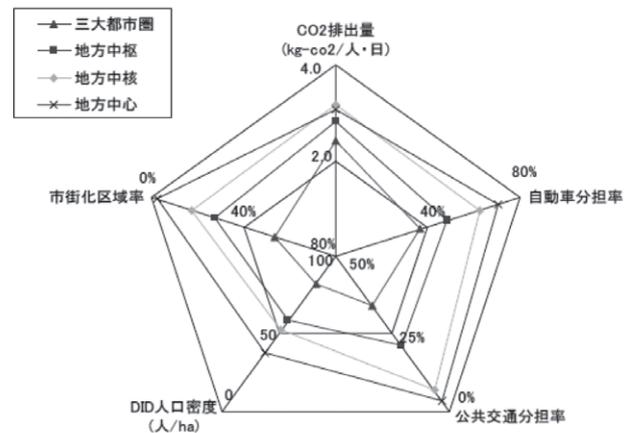
施策立案につながる評価手法として、「都市全体の現状把握手法」、「現況データを用いた施策抽出手法」、最後に、交通・都市構造分野における「対策効果の分析手法」を紹介する。

(1) 都市全体の現状把握手法

a) レーダーチャートを用いた都市全体の現状把握

図-3に示すレーダーチャートは、全国都市交通特性調査の対象都市について、CO₂関連指標を都市規模別に示したもので、家計調査や国勢調査、都市計画年報等の全国統計データで作成することができる。

自分の都市をこのチャートにプロットすることで、同規模の都市に比べ、現在の自都市がどのような位置にいるか把握することができる。



※低炭素都市づくりガイドライン（国土交通省、2010.8）

図-3 都市規模別のCO₂関連指標

(2) 現況データを用いた対策検討手法

a) 都市圏PTデータを用いた低炭素型都市構造の検討（旅客交通）

トリップデータのCO₂分析により、低炭素の視点から、業務機能を集積させる拠点や、居住機能を誘導させる生活圏域が、どこが最適か判断できる。

検討例として、西遠都市圏の分析結果を図-4、図-5に示す。通勤トリップのCO₂排出量をゾーン別に分析することで、通勤の増加によるCO₂排出量の増加が、大きいゾーン、小さいゾーンが明らかになる。まず、着トリップ当たりのCO₂排出量の都市圏内の分布をみると、公共交通の利用が多く、移動距離が短い、浜松駅周辺が小さい。更に、浜松都心に向かう通勤トリップを対象に、どの出発地が発トリップ当たりのCO₂排出量が小さいかみると、都心周辺が小さい。

これらの結果から、浜松都心に都市機能を集積し、都心周辺に就業者の居住地を誘導することが、省CO₂化につながる都市構造であることがわかる。

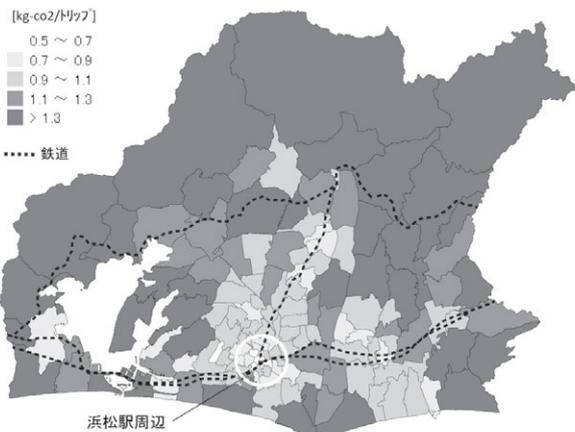


図-4 到着地別トリップ当たり CO₂ 排出量 (通勤)

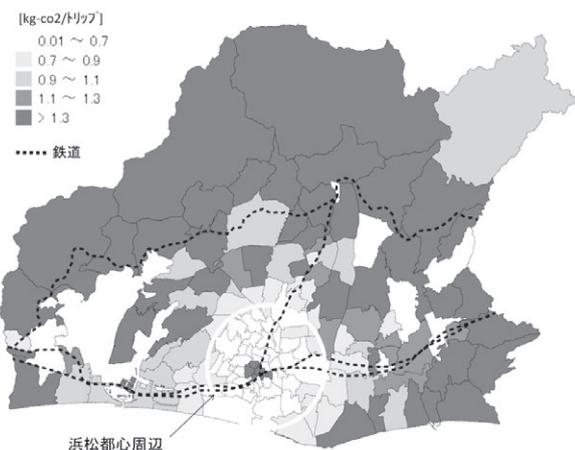


図-5 浜松都心を到着地とするトリップの出発地別トリップ当たり CO₂ 排出量 (通勤)

注) 第3回西遠都市圏PT調査データ (1995)

b) 都市計画基礎調査データを用いた低炭素街区の検討 (民生家庭・業務)

都市計画基礎調査の建物用途、延べ床面積データを用いて、街区別の CO₂ 排出密度を推計したものが図-6である。容積率が高い街区にはエネルギー需要が集中しており、排出密度が高いことがわかる。このような街区を対象に、集中的に対策を実施することで、より大きな省 CO₂ 効果が期待できる。

表-3 CO₂ 排出密度の高い街区と容積率 (横浜市全域)

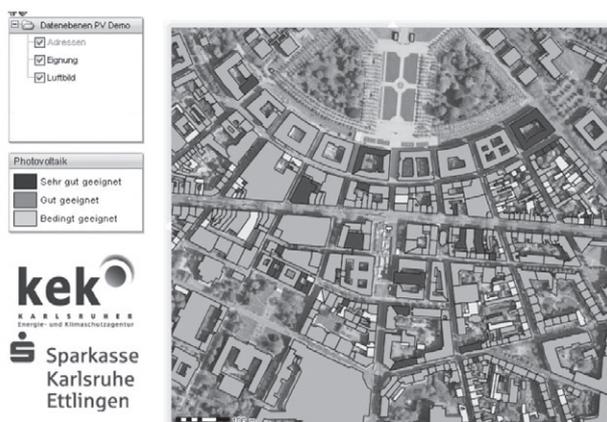
排出密度 ランク	街区のサンプル数				
	総計	容積率 600%以上		容積率 800%以上	
		割合	割合	割合	割合
上位 10	10	8	80%	7	70%
上位 30	30	23	77%	17	57%



図-6 民生部門の CO₂ 排出量と容積率 (横浜市中心部)

c) 航空写真を用いた太陽光発電の適合建物の把握 (民生家庭・業務)

ドイツのカールスルーエ市では、自分の建物が太陽光発電に適しているか WEB 上で判断することができる。図-7のように航空写真を用いた方位や屋根角度等による評価結果が、3段階の適合度で示されている。この取組はミュンヘン市でも行われており、設置補助や発電買取以外の推進方策が積極的に行われている。



※ <http://www.sonne-trifft-dach.de/>

図-7 太陽光発電の建物別適合度 (カールスルーエ市)

(3) 対策効果の分析手法

低炭素都市づくりガイドラインに示されている交通・都市構造分野の対策効果分析手法として、パーソントリップデータを用いた算定と、センサス OD データを用いた算定の2つの手法を紹介する。

a) パーソントリップデータを用いた算定

図-8は、都市圏PT調査で作成される交通需要予測モデル(4段階推計法)を用いて、対策効果を把

握する手法である。移動距離の短縮は分布交通量、自動車から公共交通への転換は分担交通量、自動車の速度向上は配分交通量の推計ステップで考慮し、それぞれの施策に応じたCO₂排出量を算定することができる。

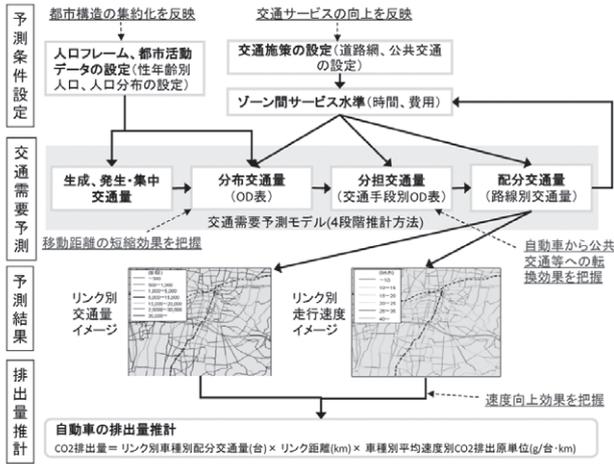


図-8 パーソントリップデータを用いた算定フロー

b) センサス OD データを用いた算定

図-9に示すセンサス OD データを用いた算定方法は、パーソントリップデータがない都市でも適用できる手法である。但し、施策の影響範囲や削減効果に設定する参考値はガイドラインに示されていないので、これらの値を収集する必要がある。

この手法に適用する参考値として、仙台都市圏等

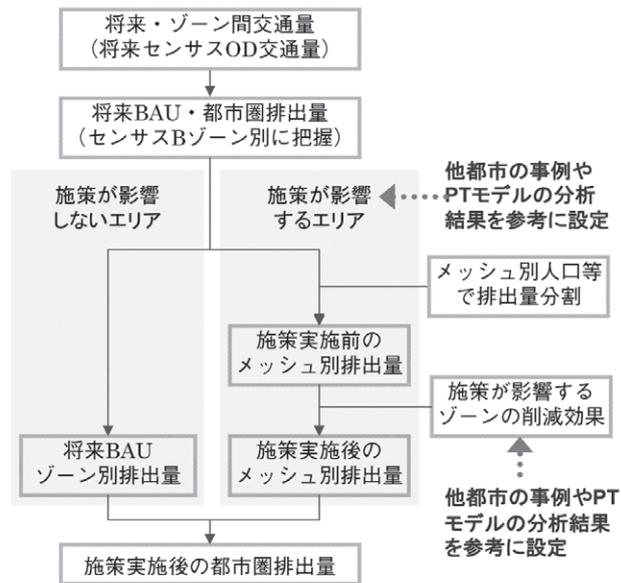


図-9 センサス OD データを用いた算定フロー

の PT モデルを用いて推計した削減効果、影響範囲を施策別に整理したものが表-4である。これらの値を設定することで、PT 調査未実施の都市でも効果把握が可能となる。

表-4 施策別の CO₂ 削減効果と影響範囲

施策	効果の影響範囲	CO ₂ 削減効果
集約型都市構造への転換	都市圏全域	郊外から都心、拠点への移転人口(移転人口/都市圏人口)の割合に応じた削減効果 夜間人口1%の移転: 0.07~0.1%削減 従業員人口1%の移転: 0.2~0.4%削減
集客施設の公共交通軸への移転	都市圏全域	商業施設の移転に伴い変化するトリップの割合(移転人口/都市圏人口)に応じた削減効果 集客人口1%の移転: 0.01%削減
LRTの整備	LRT沿線から1km以内	乗用車からの排出量を2~12%(平均5%)削減
	LRT沿線から1~2km以内	乗用車からの排出量を0.5~5%(平均2%)削減
鉄軌道の運賃低減	駅から1km以内	乗用車からの排出量を1~2%削減
	都心より2~3km以上、駅から600m以内	乗用車からの排出量を2~3%削減
バス専用道・専用レーン整備	バス専用道から1km以内	乗用車からの排出量を2~6%(平均4%)削減
環状道路整備	環状道路内のゾーン全体	乗用車からの排出量を3~4%削減
都心部乗り入れ規制	乗り入れ規制区域内	乗用車からの排出量を4~6%(平均5%)削減
自転車走行空間の整備	整備区域(都心部)	乗用車からの排出量を1~3%(平均2%)削減
P&Rの推進	都市圏全域	乗用車からの排出量を0~0.3%(平均0.13%)削減

(4) まとめ

都市全体の現状把握手法として、都市規模別リーダーチャートを示した。これにより自都市と他都市を比較し、都市全体の現状の位置を確認することで、今後の対策の方向性を判断することができる。

現況データを用いた対策検討手法として、低炭素型都市構造、低炭素街区、太陽光発電の適合建物を示した。各対策に関わるCO₂を地域別に分析することで、効果が期待できる有効な実施範囲を検討することができる。

最後に、対策効果の分析手法として、低炭素都市づくりガイドラインの算定手法を紹介した。この手法を用いて、対策別に削減効果を推計することで、自都市に有効な対策を選択することができる。また、モデルで得られた削減効果を一般化することで、データ取得が難しく、評価実施が困難な都市へ適用できることを示した。

6. 今後に向けて

現状把握による対策の検討方法、データがない都市でも対策効果が把握できる評価手法は開発されたが、今後に向けて、更なる評価結果の検証や、データ収集等の蓄積が必要である。

(1) 地方自治体による評価実施に必要なこと

国からの技術的支援の更なる充実が必要だと考える。データ整備サポートとして、整備手法や整備補助の提供、データ管理や評価算定ができるツールの開発・提供が考えられる。また、対策効果の事例や、評価モデルによる検証結果の蓄積を行っていくことも必要となる。

そして、国の支援だけでなく、自治体によるデータ整備も重要である。パーソントリップ調査の実施や、都市計画基礎調査データのGIS化等、評価に必要なデータの収集・整備が求められる。

(2) 都市の持続可能性を目指すために必要な評価

都市の持続可能性を向上させるためには、CO₂等の環境面だけでなく、都市経営や生産額等の経済的視点や、防災・医療等の社会的視点を含めた総合的な評価が重要となる。

例えば、青森市では、除雪費用の増大が問題となり、都市構造のコンパクト化に取り組んでいるが、その結果、CO₂削減だけでなく、中心市街地の人口増につながっている。また、ドイツのミュンヘン市では、断熱等の省エネルギー効果が期待できる建物改修に1,400万ユーロの予算を設けている。対策による削減効果とともに、助成によって誘発した民間投資との関係を図化して、議会の説得材料としている。他に、近年、開発が進んでいる都市評価モデルでは、例えば、都市の環境性能を評価できる「CASBEE

都市」や、国土交通省が開発中である「都市マスタープランの評価モデル」では、環境、経済、社会のトリプルボトムラインの評価指標が示されている。

7. おわりに

本稿では、都市の低炭素化に関して、施策立案につながる分析手法を考察してきた。今後、これらの都市評価について、研究開発・普及発展が進み、施策立案だけでなくPDCAサイクル等の推進体制全体の中に活用されることで、各都市の低炭素化に向けた取組が推進されることを期待している。

なお、本論文は、主に、国土交通省都市・地域整備局都市計画課都市計画調査室の委託業務の成果について、筆者等がとりまとめたものである。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 環境省報道発表資料：2009年度（平成21年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について，2012.4.26
- 2) 小島浩・吉田朗・森田哲夫：環境負荷を小さくするための都市構造及び交通施策に関する研究，日本都市計画学会都市計画論文集，No39-3，pp541-546，2004
- 3) 堀裕人・細見昭・黒川洸：自動車エネルギー消費量からみたコンパクトシティーに関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No34，pp241-246，1999
- 4) 吉田真紀・森本章倫・古池弘隆：土地利用誘導と規制からみた交通環境負荷の低減に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol.25，1998
- 5) 森本章倫・古池弘隆：都市構造からみた輸送エネルギー削減施策の効果推計に関する研究，日本都市計画学会学術研究論文集，No33，pp181-186，1998