

低炭素社会に向けた居住者を対象とした 自動車CO₂排出量の削減方策の効果 ー地域構造・ガソリン価格・低燃費車に着目してー

谷口 守¹・橋本 成仁²・氏原 岳人³・古川 のり子⁴

¹正会員 筑波大学大学院教授 システム情報工学研究科 (〒305-8573つくば市天王台1-1-1)

E-mail:mamoru @sk.tsukuba.ac.jp

²正会員 岡山大学大学院准教授 環境学研究科 (〒700-8530岡山市津島中三丁目1-1)

E-mail:seiji @cc.okayama-u.ac.jp

³学生会員 岡山大学大学院 環境学研究科 (〒700-8530岡山市津島中三丁目1-1)

E-mail:dev19102@cc.okayama-u.ac.jp

⁴学生会員 岡山大学大学院 環境学研究科 (〒700-8530岡山市津島中三丁目1-1)

E-mail:ev17248@cc.okayama-u.ac.jp

本研究では都心から中山間部までの多様な地域から構成される広島都市圏を対象に、居住者の自動車CO₂排出量削減に向けた諸施策を複合的に実施した場合の地域特異性の効果を検討した。具体的には地域構造転換・ガソリン価格の上昇・低燃費車の普及など多種の施策を組み合わせ、居住者に対するアンケート調査に基づき、施策受容性や意識を踏まえたシナリオ分析を行った。この結果、最も効果の高い施策の組み合わせでは、都市圏全域で2035年にBAU比39.4%の削減まで可能であることが示された。なお、郊外部での削減は、中山間部や中心部に比べ相対的に容易でないことも明らかとなった。

Key Words : low carbon society, automobile CO₂ emissions, scenario analysis

1. はじめに

地球温暖化への迅速な対応が求められる中、中長期的な温室効果ガス(GHG)やGHGの総排出量のうち約9割を占めるCO₂排出量の削減目標が各所で検討されている。具体的には、わが政府は中期目標として2020年までにGHGを15%(2005年比)削減することを掲げた¹⁾。また、東京都では大規模事業所などにCO₂の排出削減を義務付ける全国初の改正環境確保条例を成立させ、2010年から5年間で最大8%の削減義務率を課す方針を固めた²⁾。このように国家レベルに留まらず、地域レベルでも脱温暖化へ向けた動きが急速に広まりつつある。

一方、2007年に閣議決定された「21世紀環境立国戦略」において、「低炭素社会」という概念が導入されている³⁾。この低炭素社会に向けた社会構造を検討するため、先に将来あるべき社会像や環境負荷量の目標値を定めた上で、それらを実現するための方策を検討するバックキャスティング手法が着目されており、脱温暖化2050プロジェクト⁴⁾などにおいてもこの手法が採用されてい

る。これらプロジェクトでは、国家レベルにおいてCO₂排出量を削減するためには各部門でどの程度、技術の進展や普及が必要かを示しており、CO₂排出量を大幅に削減するためには社会システムを大幅に転換する必要があるとの指摘がなされている。

また、気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)において京都議定書が採択されたのを契機として、大規模事業所などを中心とした産業・業務部門を対象とする制度等の充実・改善は進んでいるが、運輸部門の中でも、とりわけ居住者の自動車利用に起因するCO₂排出については、交通行動に関する十分な対策がとられておらず、例えば自家用乗用車の総走行距離は横ばい傾向が続いている⁵⁾。

以上のような背景のもとで、本研究では居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量を対象に、居住者の施策受容性や意識を考慮し、低炭素社会に向けた諸施策を複合的に実施した場合のCO₂排出量の削減効果を明らかにする。具体的には、都市機能の集まる大都市中心部、郊外拠点、郊外住宅地、中山間部までを幅広く含む広島都市圏を対

象に、まず①現状の居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量を把握する。そして、②地域構造・ガソリン価格・低燃費車などに焦点を当てた様々なCO₂排出量削減施策を対象として、③居住者への将来の自動車利用に対するアンケート調査等に基づきシナリオを設定し、その上で④それらを組み合わせた場合のCO₂排出量削減効果を把握する。

2. 既存研究レビューと本研究の特長

居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量の削減を意図した研究としては、1)自動車利用の現状把握を目指した研究、2)現在の技術水準や産業構造に基づくフォアキャスティング手法を用いた研究や、3)具体的なCO₂削減目標に基づき、長期的なビジョンを明示できるバックキャスティング手法を用いた研究に大別できる。

まず、1)現状把握を行った研究としては、自治体別に集計レベルで幅広く傾向を分析したもの⁷⁾や全国レベルでGIS上に表示・公開したもの⁸⁾、都市構造との関連を明らかにしたもの⁹⁾、住区レベル・個人レベルでの類型化を示したもの¹⁰⁾などがある。

次に、2)フォアキャスティング手法を用いた研究としては、都市構造の転換や交通施策の導入、燃費改善など、多様な施策を対象として都市圏レベルでのCO₂排出量の削減効果を明らかにしたもの¹¹⁾¹²⁾¹³⁾や、交通経済・工学モデルを用いて炭素税やロードプライシングなどの、経済的手段によるCO₂排出量の削減効果を明らかにしたもの¹⁴⁾がある。これら研究は、主に交通や土地利用モデルなどを用いて、それぞれ有益な推計結果が導き出されている。一方、多様な施策を対象としつつも評価は個々の施策ごとであったり、複数の場合でも交通施策と、都市構造もしくは税制との組み合わせによる評価となっている。また、各種シナリオのフィージビリティを検討するには、近年のガソリン価格の高騰など自動車利用を取り巻く環境が大きく変化する中で、居住者側の視点にたった施策受容性や意識などを考慮していくことも重要となるが、それらを明示的に捉えた研究ではない。

それに対して、3)バックキャスティング手法を用いた研究としては、初期には、CO₂排出量を2010年に1990年レベルに抑えることを目標に、交通量抑制、電気自動車の普及、モーダルシフトなどの施策の必要性を定量的に示した研究¹⁵⁾が行われていた。なお、この1990年代後半にはフォアキャストやバックキャストなどの手法に関わらず低環境負荷型の都市交通やそのための施策を検討するための研究プロジェクトも実施されている。その中では、あわせて電気自動車などの技術的評価やそのフィー

ジビリティ、及びCO₂削減効果などについての検討も行われている¹⁶⁾。また、近年では大幅なCO₂排出量削減を目標として、2050年に運輸部門のCO₂排出量を90年比で70%削減するための将来ビジョンを示した研究¹⁷⁾や、宇都宮都市圏を対象としてLRT導入などの交通施策や土地利用施策の観点からCO₂排出量の削減方策を検討した研究¹⁸⁾が行われている。また、運輸部門に限らず、低炭素社会に向けて地方自治体に対して、その実現シナリオを示すツールの開発¹⁹⁾²⁰⁾も見られる。これらバックキャスティング手法に基づく研究は、今後求められる未来像と現状とのギャップを明確にすることで、その変革の必要性を社会に広く訴えることができる。一方で、現時点として何をすべきかを検討するには、様々な施策に対して現状の居住者意識などを踏まえた上でのフォアキャストの視点も必要となろう。しかしながら、低炭素社会に向けて、先述のような電気自動車などに対する技術面での検討が進む一方で、各種施策に対する居住者の意識などを踏まえた研究の蓄積は十分とは言えない。

これら既存研究を踏まえ、本研究は以下のような特長を有する。

- 1) 地域構造転換やガソリンへの課税、低燃費車普及など、技術革新ではなく居住者の自動車利用に焦点を絞った多種の施策を同時に扱い、その全体像としての効果や影響を、フォアキャスティング手法を用いて明らかにしている。
- 2) ガソリン価格への反応や低燃費車の購入意思は、居住者の自動車利用に対する意識が直接的に影響するため、本研究では独自に実施したアンケート調査結果を用いている。つまり、各種シナリオの設定では政策実施側の数値設定だけでなく、上記の点について居住者側の意識もふまえることでフィージビリティを考慮した分析を実施している。
- 3) 道路交通センサスに基づく個票レベルの交通行動分析に基づき、都心から中山間部までを幅広く含む広島都市圏を対象とすることで、地域に応じた課題と対策に言及している。

3. 分析対象地域およびCO₂排出量算出のための使用データ

(1) 分析対象地域の概要

本研究では、図-1に示す総務省の定義（通勤圏）に基づく広島都市圏の6市8町（2008年時点）を研究対象とする²¹⁾²²⁾。都市圏総人口は約190万人である。また、広島都市圏は、政令指定都市である広島市の他に、東広島市、呉市、廿日市市といった各地域の拠点となる都市や、安

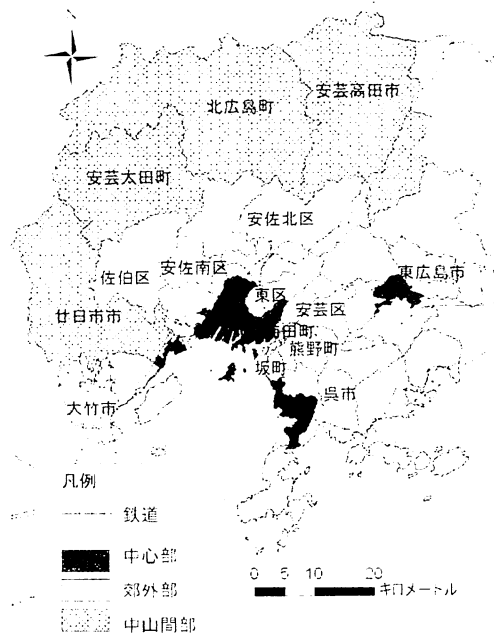


図-1 本研究で想定した地域区分

芸太田町や安芸高田市のような中山間部、スプロール的開発により自動車依存の高い地域である広島市郊外部など、多様な特性を持つ地区を内在している。なお、本論文では各種既存計画や、国土交通省中国地方整備局の助言をもとに、この圏域を中心部、郊外部、中山間部の3地域に区分している。

(2) CO₂排出量算出のための使用データ

本研究では、CO₂排出量算出のため2005年度全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）の「オーナーインタビューOD調査」をデータとして用いており、このうち居住者の自動車利用に着目するために、業務に関わる営業用・自家用（法人使用）の貨物車などを除いた「自家用（個人使用）の乗用車及び軽乗用車」を対象とした。これは広島都市圏の全乗用車・軽乗用車の走行距離の約66%にあたる。なお、平成17年度道路交通センサスOD調査におけるBゾーンをベースとし、各ゾーンにおける年齢階層別サンプル数が十分確保できるよう37ゾーンを設定した。

4. 居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量分布状況

本研究では、式(1)に示すCO₂排出係数原単位算定式を使用した²⁹⁾。また、先述のように本研究では「自家用

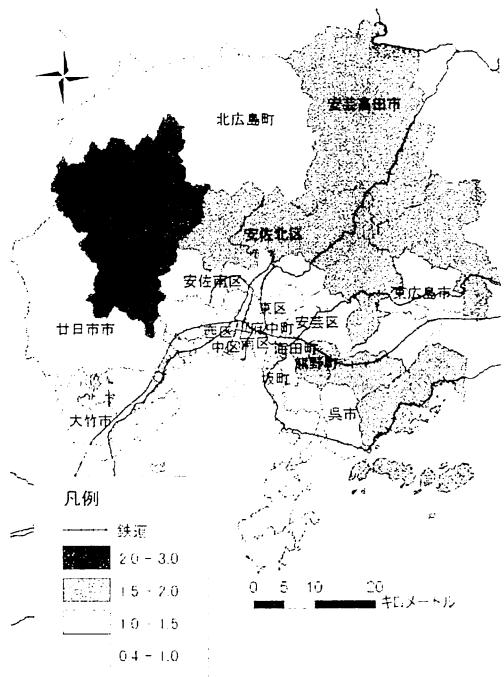


図-2 広島都市圏における平日の一人一日当たりCO₂排出量（グロス，居住地ベース：kg-CO₂/人・日）

（個人利用）の乗用車及び軽乗用車」を対象としているため、軽油を使用燃料とするのは3%程度であった。なお、わが国の乗用車保有台数のうち、軽油を燃料とするディーゼル車は上記と同じく3%程度である³⁰⁾。このため、本研究では自動車のCO₂排出量原単位としてはガソリン車（乗用車）の値を使用している。

$$EF = 2019/v - 2.087v + 0.01865v^2 + 156.05 \quad (1)$$

EF：CO₂排出係数原単位(g-CO₂/km)

v：平均走行速度(km/h)

先述の「オーナーインタビューOD調査」の各トリップ出発・到着時刻および区間距離より、各トリップでの平均旅行速度を算出した。その上で、式(1)に代入し、運転者のトリップチェーンでまとめ、その結果を居住地ベースで集計している。計算の結果得られた一人当たり自動車CO₂排出量の分布状況を図-2に示す。

広島市中心部では低い、周辺部では高いという一定の傾向が見られ、CO₂排出量は約3～5倍程度異なっている。この理由として、広島市周辺部に自動車を利用して、中心部へ通勤または通学する者が多く居住していること、また、広島市周辺部には山間部を切り開いてできた住宅団地が多く、自動車依存の高い典型的郊外地域であることなどが考えられる。また、それより外の中山間部では、

表-1 シナリオの概要

シナリオ			概要
1) BAU(2035年:人口分布のみ変化)			・広島都市圏全体の人口は2005年より一定と仮定 ・年齢階層別、ゾーン別の人口構成割合については、コーホート変化率法による結果を用いた
地域構造施策	構都造市	2-1) 都市構造転換 a	・85,000人(都市圏総人口の約5%)の人口が広島市中心部へ居住促進、郊外部の居住抑制
		2-2) 都市構造転換 b	・85,000人(都市圏総人口の約5%)が広島市・東広島市・呉市の中心部へ居住促進、郊外部の居住抑制
	地域構造	3-1)中山間地域構造転換	・85,000人(都市圏総人口の約5%)の人口が中山間部へ居住促進(IT産業の誘致や新産業の創出及び農業・観光振興などを総合的に推進)、郊外部の居住抑制
		3-2)中山間地域職住近接	・中山間部の職住近接により、中山間部居住者の自動車走行距離が50%削減されると仮定
		3-3)中山間地域構造転換×中山間地域職住近接	・中山間部へ居住促進、郊外部の居住抑制(中山間構造転換)の実施 ・その上で、中山間部の職住近接により中山間部居住者の自動車走行距離が50%削減されると仮定
	意識啓発	4-1)エコ通勤 a	・駅が存在するゾーンから通勤通学目的で広島市中心部に向かい、かつ2(トリップ/日)の者が対象 ・対象者が、通勤通学時に自動車から公共交通へ転換したことにより、自動車利用が50%削減されると仮定
4-2)エコ通勤 b		・駅が存在するゾーンから通勤通学目的で広島市・東広島市・呉市の中心部に向かい、かつ2(トリップ/日)の者が対象 ・対象者が、通勤通学時に自動車から公共交通へ転換したことにより、自動車利用が50%削減されると仮定	
5)ガソリン価格の上昇			・「燃料価格の上昇」及び「自動車燃料固有の税の導入」により、消費者のガソリン購入時の価格が250(円/ℓ)までに上昇したと仮定 ・自動車利用に関するアンケート調査で、その際の運転量の変化を尋ねた結果を年齢階層別に用いる
6)低燃費車普及			・消費者が今後購入を考える自動車について、どのような車種に購入意思を示しているかを反映 ・自動車利用に関する意識調査で、車種別(②低燃費認定車、③ハイブリッド車、④その他低公害車)購入意思の割合と、車種別のCO2排出量削減率を用いる

郊外部よりもむしろ一人当たり自動車CO₂排出量の少ないゾーンも散見される。

なお、国立環境研究所の温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)²⁹⁾によると、わが国の家庭1人あたりの自動車利用(ガソリン)によるCO₂排出量は約1.6(kg/人・日)である。対して、本研究のそれは平均約1.1(kg/人・日)であり低い結果が示された。対象地域である広島は他の地域と比較して自動車利用に伴うCO₂排出量が相対的に低いことも示されており¹⁷⁾、また本研究とGIOとは推計に用いるデータの種類や算出方法が異なるため厳密な比較はできないが、本研究で用いたデータによる分析結果が過小推計となる傾向にあった。

5. シナリオ設定

(1) 地域構造施策としてのシナリオ

まず、中長期的な視点からシナリオの実施期間は2005年～2035年と設定した。広島都市圏における現状(2005年)のCO₂排出量およびその考察を踏まえ、本研究では表-1のような多種のシナリオを設定した。このうち、「都市構造」、「中山間地域構造」、「意識啓発」については、対象とする地域構造に関わるとともに、地域独自の取り組みとなるため、これらを「地域構造施策」と総称する。

これら地域構造施策の内容については、以下の諸点に配慮した上で基準を設定した。まず、「都市構造転換

a」において設定した居住促進(抑制)人口(85,000人)は、中心部における過去ピーク時の人口から設定を行った。これは既存の社会基盤容量という観点から実際に居住可能な人口という考え方である。また、シナリオ間の効果比較を容易にするため、他の構造転換でもこのシナリオと同じ85,000人を対象人数とした。「中山間地域構造」における職住近接については、現在中山間地域研究センターが中国地方で実際に取り組んでいる地域構造改善事業のヒアリングを実施し、その内容を反映した。一方、「意識啓発」については環境省、および国土交通省によるエコ通勤の取り組みが浸透しつつあり、それらの実例を参考とした。ただ、各企業ごとに方法が異なることでその参加率は大きく異なり、10%～70%程度の幅のある数値が報告されている。本検討ではそれらを参考にしてエコ通勤を実施しやすい日当たり2トリップの通勤者のみを対象に、50%運転量が削減されるケースを想定した。

また、将来の都市圏人口については、国立社会保障・人口問題研究所²⁹⁾などの数値を用いることも検討したが、ゾーン単位でのデータが取得できないことや、コーホート法の性質上、各自治体で人口が急増している例も見られた。このため本研究では、それら数値を用いず、都市圏人口を一定とした上で、BAUシナリオはコーホート変化率法により推計した年齢階層別ゾーン人口を用いている。つまり、近年のゾーン内での開発動向や人口流動を考慮した上で、その分布を変化させた。また、各種シナリオの設定内容を反映させ、それらの効果や影響を適

切に把握するために、先に述べた通り BAUシナリオでは年齢階層別、ゾーン別の人口構成割合のみが変化し、その他各シナリオ内容に関わる要素について現状維持としている（例えば、BAUシナリオでは各ゾーンの交通行動は変化しない等）。

(2) 地域構造に関わらないシナリオ

上記のように地域構造によって内容や反応が異なるシナリオに対し、「ガソリン価格の上昇」や「低燃費車の普及」は地域に関わらない全国ベースのシナリオと位置づけられる。また、実際にガソリン価格の上昇などが進んでも、消費者がそれに対してどのように反応するかということが十分にまだ検証されておらず、既存情報からは適切なシナリオ設定が難しい。本研究では表-2に示すアンケート調査を新たに実施し、消費者の経済感覚を考慮したうえで、「ガソリン価格の上昇」および「低燃費車普及」の効果を計測することとした。つまり、地域構造施策に関するシナリオでは居住促進や抑制など、主に政策実施側の数値設定を行ったが、本シナリオ設定では居住者の自動車利用に対する意識が直接的に影響するため、アンケート調査結果による居住者の意識をふまえることで、フィージビリティを考慮した分析を行っている。なお、本アンケート調査は過去にあまり例のないようなガソリン価格の高騰時に実施している。つまり、後述するようなガソリン価格の上昇に伴う反応を居住者がより現実のものとして判断できるように配慮されている。

まず、「ガソリン価格の上昇」については、ガソリン価格が2007年9月～2008年9月で40円程度（140円～180円）の高騰が見られたことも記憶に新しい。長期的に見ても、先に述べた高騰前の10年間でガソリン価格は40円程度上昇している²⁷⁾。これら状況もふまえ、2035年時点を設定した上で「燃料価格自体の上昇」や「自動車燃料固有の税の導入」によって、消費者のガソリン購入時の価格が250(円/0)までに上昇したと設定し、その際の運転量の変化を尋ねた結果を年齢階層別に用いている。また、ガソリン価格において「燃料価格自体の上昇」と「環境税などの施策による上昇」両者の価格弾力性には有意な差が見られないことが既に明らかにされている²⁸⁾。このため、本研究では両者の影響を明確に区別して示すのではなく、設定された価格に対する両者の影響（CO₂排出量の削減量）を「ガソリン価格の上昇」としてまとめて把握して

いる。なお、本アンケート調査では「ガソリン価格の上昇」に伴う自動車利用への影響を伺っており、特定施策（例えば炭素税の導入）の実施など、その要因を限定していない。

また、「低燃費普及」については、将来的に、「自動車を新たに購入する」もしくは「自動車を買い替える」ことを考えている被験者を対象に、①一般的ガソリン車やディーゼル車（一般車）、②低燃費認定を受けたガソリン車やディーゼル車（低燃費認定車）、③ハイブリッド車、④ハイブリッド車以外の低公害車（その他低公害車）のうち、現時点でいずれを選ぶ予定かを尋ね、このうち②、③、④を回答した者の割合を年齢階層別に用いた。CO₂排出量計算においては現状のガソリン車に対する走行時の各車種CO₂排出削減率は各種参考文献²⁹⁾³⁰⁾³¹⁾に基づいて、②低燃費認定車で0.90、③ハイブリッド車で0.45、④その他低公害車（LPG車を想定）で0.87とした。つまり、各車種の燃費水準は現時点のものを用いている。

なお、本アンケート調査結果から、ガソリン価格への反応と居住地（都心や郊外）には多少の有意差が見られたものの、低燃費車の購入意思とそれとは有意差は全く見られなかった。一方で、ガソリン価格への反応及び低燃費車の購入意思の両方において、年齢階層と間に有意差が見られている。また、年齢階層が同じでも居住地が異なると居住者意識も異なる可能性があるが、本アンケート調査では、それら居住地との関連性を明確に把握するだけの十分なサンプル数を得ているとは言いがたい。このため、本研究ではシナリオ設定上の各地域にかかわらず年齢階層ごとの数値を用いている。

さらに、本アンケート調査は将来の自動車利用について居住者に尋ねたものであるが、2035年までの社会状況の変化の中でその居住者意識も変化することが考えられる。また、各自動車の車体価格などの数値を被験者に明示していない。このため、楽観的評価となることも懸念されるが、一方でハイブリッド車などを対象に近年の低コスト化の流れは激しく、今後それら自動車を対象により選択率が高まることも考えられる。

6. 分析の結果

(1) 個別シナリオのCO₂排出削減量推計結果

現状（2005年）とBAU（2035年）との総CO₂排出量を地域間で比較したものを図-3に、各シナリオ導入後におけるBAU（2035年）比の総CO₂排出量削減率を図-4に示し、各シナリオの考察を以下に示す。

- 1) 広島都市圏では、CO₂排出量の高い郊外部において、2005年から2035年までの間に人口が増加すると予測

表-2 自動車利用に関するアンケート調査の概要

自動車利用に関する意識調査	
配布・回収方法	郵送配布・郵送回収
調査実施時期	2008年9月14～30日
配布部数	1,517
回収サンプル数 (回収率)	1,161部 (76.5%)

された。そのため、図-3のように、現状よりもBAUでは大幅にCO₂排出量が増加している（約17.6%増加）。

- 2) 全体として、CO₂排出量削減に対して「ガソリン価格の上昇」に伴う影響が最も大きく（23.0%）、続いて「低燃費車普及」の効果が高い（13.0%）という結果となった。
- 3) 都市構造転換に関するシナリオでは、公共交通整備などが広島市中心部で進んでいるため、「都市構造転換b」よりも「都市構造転換a」の方が高い効果が得られた。一方で、意識啓発に関するシナリオでは、より多くの通勤通学者が対象となるため、「エコ通勤b」の方が「エコ通勤a」よりも高い効果が得られた。
- 4) 今後の政策転換による中山間部での農業・観光振興やIT産業などの誘致により、居住促進を見込んだ「中山間地域構造転換」では、従来のままの人口流入ではCO₂排出量が増加する結果となった。しかし、「中山間地域構造転換×中山間地域職住近

接」のように、職住近接となるような構造転換をあわせて実施することでCO₂排出量が約5.0%削減される。

(2) 施策の組み合わせによるCO₂排出削減量推計結果

ここでは、個別シナリオの中から効果の高かったシナリオを以下のように組み合わせ、施策横断的な削減効果を検討する。具体的には「都市構造転換a」、「中山間地域構造転換」×「中山間地域職住近接」、「エコ通勤a」、「ガソリン価格の上昇」、「低燃費車普及」の6シナリオを選択した。なお、意識啓発に関しては「エコ通勤b」の方が「エコ通勤a」よりも大きい効果が得られているが、都市構造に関するシナリオで広島市の中心部のみの居住を促進するという「都市構造転換a」を採用しており、これによる促進効果に配慮し、「エコ通勤a」を採用した。このように、個別シナリオの組み合わせの効果算出は単に図-4で得られたそれぞれの結果を積み上げるのではなく、都市構造転換後の人口分布に基づき、その上で効果が高くなるようなシナリオを適宜組み合わせ、複合シナリオとして再計算しており、各シナリオ間での促進効果に配慮を行っている。

しかしながら、本検討では例えばガソリン価格が上昇すれば、あわせて低燃費車の普及やエコ通勤が促進されるといった各シナリオ間の相乗効果までは考慮できていない。このため、効果や影響が過小評価となっていることも考えられる。

以上のような施策の組み合わせによる算出結果について、地域別の現状比およびBAU比のCO₂排出量削減率を表-3に、地域別のCO₂排出量削減結果（総量及び一人当たり）を図-5～図-7に示す。これらの図表から、以下のような考察が可能である。

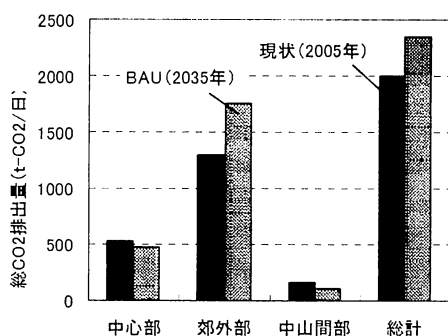


図-3 現状（2005年）とBAU（2035年）の総CO₂排出量地域間比較

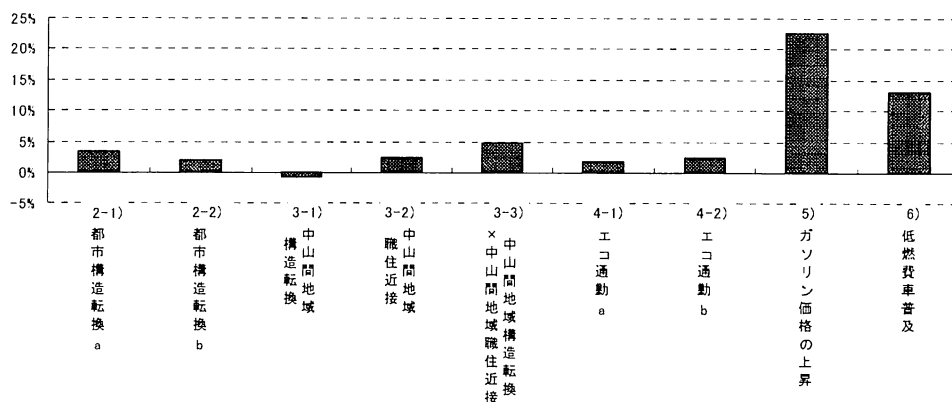


図-4 各シナリオ導入後におけるBAU（2035年）比の総CO₂排出量削減率

表-3 施策の組み合わせによる地域別 CO₂排出量削減率

地域区分	対現状 (2005年)比	対BAU (2035年)比
中心部	44.77%	38.13%
郊外部	19.26%	40.52%
中山間部	70.22%	55.67%
総計	28.72%	39.38%

- 1) 居住者の施策受容性や意識に配慮し、多種の施策を組み合わせ、その効果を推計した結果、2035年にはBAU比でCO₂排出量が39.4%削減され、2005年比では28.7%の削減となった。
- 2) 中心部や中山間部では、2005年比で大幅なCO₂排出量の削減が見込まれる。なお図-5より、中心部はBAUではあまり変わらず、施策による効果大きい。一方、中山間部では図-7より、BAUでの削減幅が顕著であり、人口減少が大きく寄与していることが分かる。
- 3) これらに対して、郊外部に着目すると、BAUでは自動車を多く利用する年齢層が増加したことや、地域人口自体の増加のために、総量としても顕著に増加する結果となった。一方、各種施策を実施しても19.3%の削減に留まる。このため、都市圏内のCO₂排出量の占める割合の高い郊外部に対しては、スプロール市街地や自動車依存せざるおえない地区からの計画的な撤退なども今後視野に入れる必要があろう。
- 4) 施策別では図-5、図-6より、中心部と郊外部において「ガソリン価格の上昇」による影響が最も大きく、中山間部では中山間部に居住促進させただけでなく職住近接も行ったことで、図-7のように「地域構造施策」による効果が大半を占める結果となった。また、中心部では「地域構造施策」により、CO₂排出量が増加するという結果が得られているが、これは「都市構造転換a」において中心部に人口を集約させたためである。

7. おわりに

本研究では、将来的な自動車利用に関するアンケート調査などにに基づき居住者の施策受容性や意識に配慮した上で、地域構造やガソリン価格、低燃費車を対象として居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量の削減効果を明らかにした。対象とした広島都市圏での分析結果から、地域構造転換や低燃費車の普及といったそれぞれの研究分野で期待されていた削減施策に加え、ガソリン価格の上昇（燃料価格自体の上昇や自動車燃料固有の税の導入）

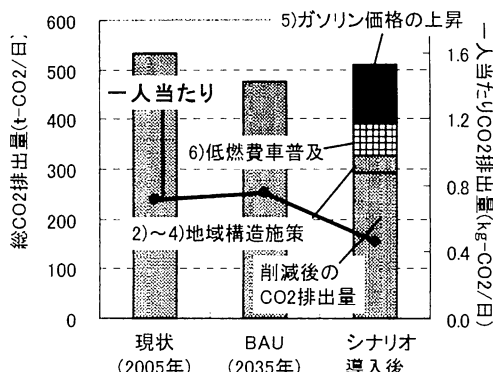


図-5 中心部におけるCO₂排出量の変化
(総量・一人当たり)

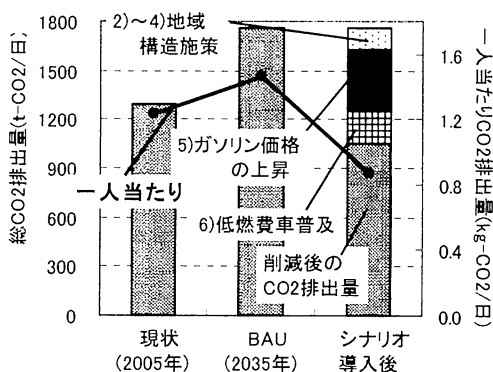


図-6 郊外部におけるCO₂排出量の変化
(総量・一人当たり)

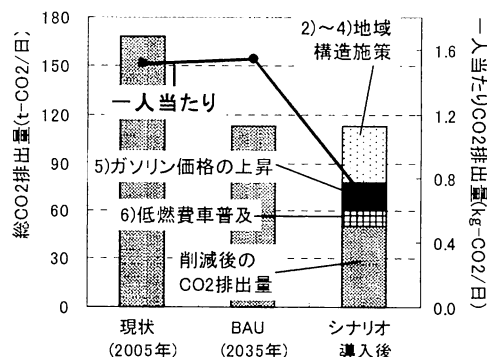


図-7 中山間部におけるCO₂排出量の変化
(総量・一人当たり)

による影響が大きいことが示された。また、効果発現の状況は地域によって大きく異なり、中心部や中山間部では比較的大きな削減が実現できる施策が存在するのに対し、郊外部での削減は容易ではないことが示された。言い換えれば、これら郊外部では、現行制度（都市計画制度など）のもとでの施策を展開するだけでは、大幅な

CO₂排出量の削減は見込めないことを示唆している。具体的には、郊外部への居住抑制だけでなく、スプロール市街地や公共交通整備が不十分な地域からの計画的な撤退なども視野に入れた施策が必要となろう。

なお、本研究では居住者の自動車利用に焦点を当てているものの、LRTなどの公共交通を新たに整備した場合や、居住者に対してITPなどを実施し行動変容を促した場合などについては考慮できていない。そして、技術革新に依らないシナリオを設定しているため、各車種の燃費水準も現状ベースに基づいている。つまり、新たな施策の実施や技術革新を考慮することで、より一層の削減効果が将来的に見込まれることも十分に考えられる。また、居住者側の意識を踏まえることで特定のシナリオにおけるフィージビリティについて考慮する一方で、地域構造に関わるシナリオについては、政策実施側の視点から数値設定を行い、それに基づき効果を算出している。これらについては、各種調査や関連データの蓄積を経て反映させていくことが望まれる。

謝辞：本研究の着想を得る上で、第36回環境システム研究論文発表会の場で国立環境研究所の森口祐一氏より有益な御示唆をいただいた。さらに、研究の実施に際しては、国土交通省中国地方整備局、および科学技術振興機構の(RISTEX：中山間地域に人々が集う脱温暖化の『郷(さと)』づくり)の助成を得た。また、その研究代表者として、島根県中山間地域研究センター藤山浩氏には多くの有益なコメントをいただいた。分析作業においては内田元喜氏(岡山大学大学院)の協力を得た。記して謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 環境省：地球温暖化対策の中期目標，2009.6.10 発表，http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mid-target/exam_prog.html，2009.06.25 最終閲覧。
- 2) MSN JAPAN：産経ニュース，<http://sankei.jp/msn.com/life/environment/090205/env0902050133000-n1.html>，2009.03.05 最終閲覧。
- 3) 環境省：21 世紀環境立国戦略，http://www.env.go.jp/guide/info/21c_ens/index.html，2009.02.22 最終閲覧。
- 4) 脱温暖化 2050 プロジェクト：低炭素社会を実現するために日本の取るべき道筋は？http://2050.nies.go.jp/index_j.html，2009.02.22 最終閲覧。
- 5) 西岡秀三：日本低炭素社会のシナリオ 二酸化炭素 70%削減の道筋，日刊工業新聞社，2008。
- 6) 国土交通省：平成 19 年度国土交通白書 自家用乗用車からの二酸化炭素排出削減に向けた課題，<http://www.mlit.go.jp/hakusyomlit/hakusho/h20/html/j1211100.html>，2009.06.25 最終閲覧。
- 7) 環境自治体会議環境政策研究所：市町村別温室効果ガス排出量推計データ(2000 年，2003 年)および市町村の地球温暖化防止地域推進計画モデル計画について，<http://www.colgei.org/>，2006。
- 8) 国立環境研究所：環境 GIS 自動車 CO₂ 排出量マップ，http://www-gis.nies.go.jp/carc2/co2_main.php，2009.07.08 最終閲覧。
- 9) 谷口守・松中亮治・平野全宏：都市構造からみた自動車 CO₂ 排出量の時系列分析，都市計画論文集，No.43-3，pp121-126，2008.10。
- 10) 谷口守・松中亮治・中道久美子：ありふれたまちかど図鑑～住宅地から考えるコンパクトなまちづくりへ，技報堂出版，2007。
- 11) 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，都市計画論文集，No.33，pp.181-186，1998。
- 12) 大城温・並河良治・大西博文：都市交通に起因する環境負荷の軽減施策の評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，No.24(1)，pp.665-668，2001。
- 13) 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—仙台都市圏を対象として—，都市計画論文集，No.39-3，pp541-546，2004。
- 14) 吉川直樹・島田幸司・天野耕二：近畿地方旅客部門における CO₂ 排出削減のための経済的手段の効果について，環境システム研究論文発表会講演集，Vol.33，pp.59-64，2005。
- 15) 中村 英樹・林 良嗣・都築 啓輔・加藤 博和・丸田 浩史：目標設定型アプローチによる運輸起源の CO₂ 排出削減施策の提示，土木計画学研究・論文集 Vol.15，pp739-745，1998。
- 16) 例えば，近藤美則(代表)：低環境負荷型都市交通手段に関する研究(1997 年度～1999 年度)，<http://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j099B5500.htm>，環境省地球環境研究総合推進費，2009.06.25 最終閲覧。
- 17) 松橋啓介：低炭素社会に向けた交通システムの将来ビジョンの構築について，都市計画論文集，No.42-3，pp.889-894，2007。
- 18) 丸山健太・森本章倫・中井秀信：バックキャスティングからみた交通環境にやさしい都市構造に関する研究，土木計画学研究発表会・講演集，Vol.37，CD-ROM，2008。
- 19) 五味馨・島田幸司・松岡譲：地方自治体における統合環境負荷推計ツール開発と滋賀県への適用，環境システム研究論文集，Vol.35，pp.255-264，2007。
- 20) 五味馨・仲座方伯・松岡譲：地域経済の開放性を考慮した低炭素社会シナリオ構築手法の開発と京都市への適用，環境システム研究論文集，Vol.36，pp.1-9，2008。
- 21) 広島県：広島県 HP，<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/>，2009.02.22 最終閲覧。
- 22) 統計局：平成 17 年国勢調査，<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2005/index.htm>，2009.02.22 最終閲覧。
- 23) 大城温・松下雅行・並河良治・大西博文：自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数，土木技術資料，Vol.43，No.11，pp50-55，2001。
- 24) 新日本石油：石油便覧 運輸部門の需要，<http://www.enecos.co.jp/binran/part04/chapter06/section02.html>，2009.06.25 最終閲覧。
- 25) 国立環境研究所：温室効果ガスインベントリ，<http://www-gionies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>，2009.06.25 最終閲覧。
- 26) 国立社会保障・人口問題研究所：人口問題関連，<http://www.ipss.go.jp/>，2009.06.25 最終閲覧。
- 27) 日本エネルギー経済研究所・石油情報センター：価格情報，<http://oil-info.iaej.or.jp/price/price.html>，2009.06.25 最終閲覧。
- 28) Tarek Ghalwash：Energy taxes as a signaling device: An empirical analysis of consumer preferences，Energy Policy，Vol.35，pp.29-38，2007。
- 29) 日本エネルギー経済研究所：エネルギー・経済統計要覧(2007 年版)，pp.138-139，省エネルギーセンター，2007。
- 30) NEDO：普及による CO₂ 削減効果，<http://www.nedo.go.jp/ncdata/176/13/h0013h003.html>，2009.02.22 最終閲覧。
- 31) 財団法人エルピーガス振興センター：先進型 LP ガス自動車での CO₂ 削減効果と技術可能性調査結果概要，<http://www.lpgc.or.jp/corporate/cne/images/kaizen17021.pdf>，2009.02.22 最終閲覧。

HOW CAN WE REDUCE AUTOMOBILE CO₂ EMISSIONS AS INHABITANTS FOR
COMING LOW CARBON SOCIETY? : FROM THE VIEWPOINT OF REGIONAL FORM,
GASOLINE PRICES, AND FUEL-EFFICIENT CARS

Mamoru TANIGUCHI, Seiji HASHIMOTO, Takehito UJIHARA
and Noriko FURUKAWA

This study was undertaken to quantify effects of a mixed approach for reducing automobile CO₂ emissions by inhabitants of the Hiroshima metropolitan area, including city center areas, suburban areas, and mountainous areas. The mixed approach comprises several scenarios specifically addressing the regional form, raising gasoline prices, and using fuel-efficient cars. This study examined the future consciousness of residents based on a questionnaire related to the use of automobiles.

Results of this study show the possible reduction of 39.4% of CO₂ emissions by 2035 from the BAU scenario. Additionally, it is apparently more difficult to reduce CO₂ emissions in suburban areas than in either city center or mountainous areas.