

S-3 脱温暖化社会に向けた中長期的政策オプションの多面的かつ総合的な評価・予測・立案
手法の確立に関する総合研究プロジェクト

3. 都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価

(5) 都市圏におけるモビリティ由来のエネルギー消費と変革による削減効果

東京大学

大学院工学系研究科都市工学専攻

原田昇

<研究協力者>

東京大学 大学院工学系研究科都市工学専攻

高見淳史

[要旨] 本研究は、2050年までを見越した日本における中長期温暖化対策シナリオとそれに至る環境政策の方向性を提示することを目的とした全体プロジェクトのうち、都市に対する中長期的な二酸化炭素排出削減策導入効果の評価を目的とした都市チームに所属し、都市圏内の交通機関（主に自動車）に由来するエネルギー消費量やCO₂排出量を削減するための様々な施策の効果、あるいは施策の実施による削減ポテンシャルを推計することを目的としている。

平成18年度は、平成11年道路交通センサスのオーナーインタビューOD調査データを用いて、徒歩や自転車への手段転換が可能と考えられる比較的短距離の自動車トリップがどの程度存在しているかを、土地利用類型別・目的別に集計した。具体的には、自宅（住宅）を出てから自宅（住宅）へ帰宅するまでのトリップチェーンをひとまとまりとして、(1)トリップチェーンにおけるすべてのトリップの区間距離が5 km以下である、(2)トリップチェーンにおける合計移動距離が10km以下である、(3)トリップチェーンにおけるすべてのトリップの乗車人員が1人である、(4)トリップチェーンにおけるどのトリップも運行目的が「送迎」「貨物・荷物の運搬を伴う業務」または「不明」に該当しない——の4条件をすべて満たす自動車によるトリップチェーンを、手段転換により削減可能なものと見なして抽出した。その結果、抽出されたトリップをCO₂排出量に換算すると全国・全目的の自動車からの排出量の約5%に相当することを示した。これが徒歩・自転車への転換によるCO₂排出量の削減ポテンシャルとみなすことができる。

加えて、全体プロジェクトで設定されている2つのシナリオに即し、過年度に効果分析を行った職住最適再配置施策や上記の短距離自動車トリップからの転換促進施策を積み重ねた場合のCO₂排出量削減ポテンシャルを試算した。

[キーワード] 二酸化炭素、都市交通、短距離自動車トリップ、手段転換、削減ポテンシャル

1. はじめに

環境省の統計¹⁾によると、二酸化炭素の総排出量のうち運輸部門（自動車・船舶等）からの排出は約2割を占める。1990年代末以降、運輸部門排出量の増加傾向は頭打ちとなっているが、京都議定書の基準年（1990年）から2004年度までの増加率は20.4%に達する。内訳を見ると、貨物交通に起因する排出量は3.2%減少しているものの、旅客交通に起因する排出量は42.5%、特に自家用乗用車からの排出量は52.6%増加している。以上のことは、旅客交通、とりわけ乗用車からのCO₂排出量を削減する努力が極めて重要であることを示している。

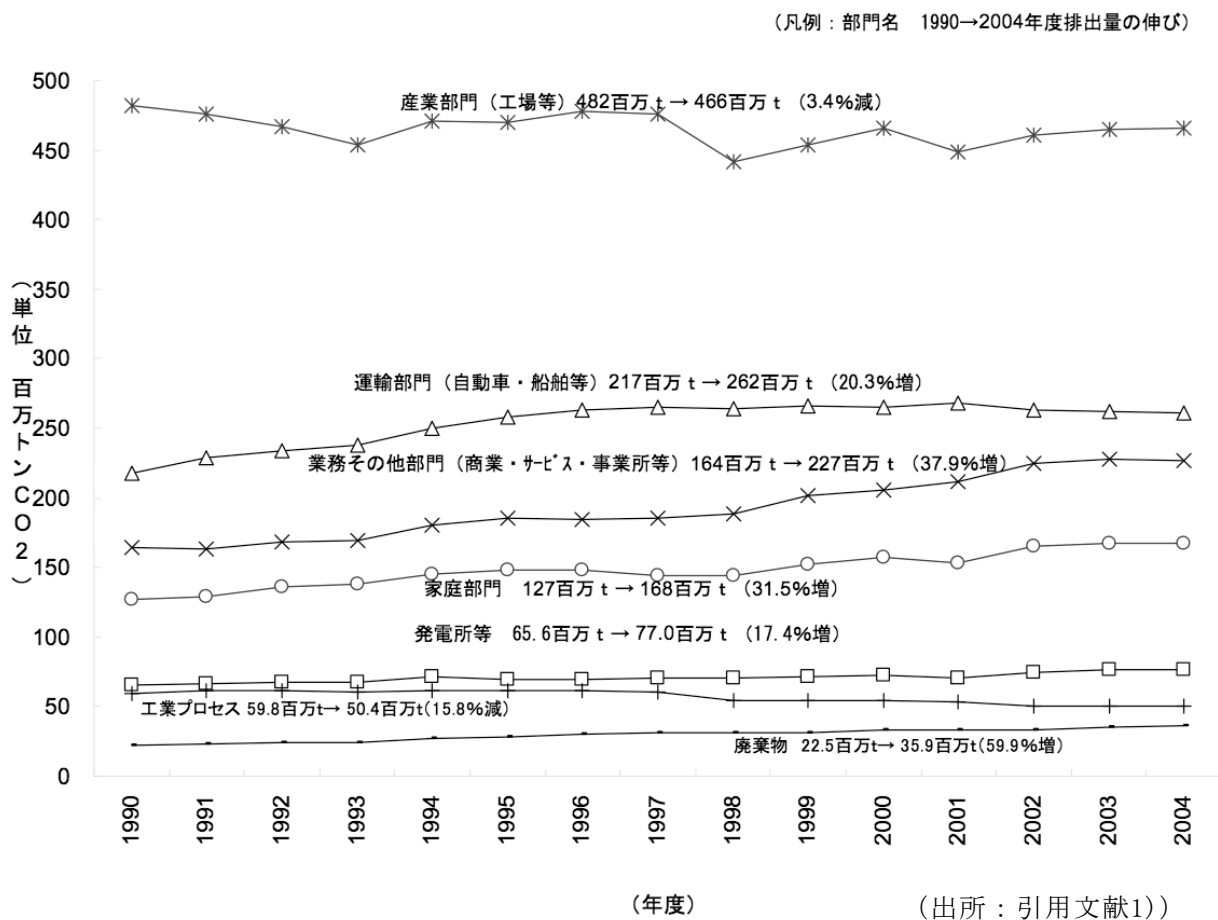


図1 二酸化炭素の部門別排出量（電気・熱配分後）の推移

2. 研究目的

本研究は、2050年までを見越した日本における中長期温暖化対策シナリオとそれに至る環境政策の方向性を提示することを目的とした全体プロジェクトのうち、都市に対する中長期的なCO₂排出削減策導入効果の評価を目的とした都市チームに所属し、都市圏内の交通機関（主に自動車）に由来するエネルギー消費量やCO₂排出量を削減するための様々な施策の効果、あるいは施策の実施による削減ポテンシャルの推計方法を開発するとともに、その手法を適用して評価を行うことを目的としている。

3. 研究方法

(1) 研究方針

本研究では、都市交通に由来する日本全体のCO₂排出削減量あるいは削減ポテンシャルの推計を行うことをねらいとして、

[A] 可能な部分に関しては、全国レベルの推計を最初から行う

[B] その他の部分に関しては、いくつかの特徴的な都市を選定し、それら個別都市の検討を行ったのち、結果を全国へ拡大する

という方針を進めた。

具体的に16～18年度の間を検討するテーマとして以下の3つを選び、これらを進めた場合のCO₂排出量の削減効果あるいは削減ポテンシャルについて分析することとした。

[a] ロードプライシングの実施 —コードン課金とエリア課金の比較—

[b] 職住最適再配置の実施

[c] 短距離移動における自動車から他手段への転換促進

(2) 研究方法

研究の方法は、パーソントリップ調査や道路交通センサスといった交通調査データに基づく集計的分析、あるいはネットワークモデリングによる。

テーマ[a][b]に関しては、ネットワーク均衡分析手法に基づくモデル化とそれを用いた検討を、方針[B]に則っていくつかの都市圏について行った。これは16～17年度に完了済みである。

テーマ[c]は、道路交通センサスデータに基づいて集計的に分析するものであり、方針[A]に則って日本全体の集計を行った。これは18年度に実施した。

4. 結果・考察

(1) 16～17年度の成果

1) ロードプライシング政策の効果 —コードン課金とエリア課金の比較—

エリア課金方式のロードプライシング政策の評価を行えるネットワーク均衡モデルを提案し、これを沖縄本島に適用することにより、エリア課金とコードン課金の下での消費者余剰、最適課金額、CO₂排出量の相違を明らかにした

2) 職住最適再配置政策の効果

ネットワーク分析手法を用いて混雑現象を考慮しながら職住最適再配置政策を評価できるモデルを東京都市圏・宇都宮都市圏・沖縄県に適用することにより、どの都市圏においても、通勤目的の自動車からのCO₂排出量削減効果は34～39%と同程度であることを示した。

(2) 短距離移動における自動車から他手段への転換促進によるCO₂削減ポテンシャル

交通手段の選択はトリップ長との関連が深いことが知られている。平成11年全国都市パーソントリップ調査のデータによると、2km以内のトリップの半数以上は徒歩で行われており、自転車もかなりの距離まで利用されている(図2)。一方、0.5～2kmの距離帯で1～2割、2～4kmの距離帯では4割程度のトリップが自動車で行われている。このような比較的短距離の移動について、自動

車から徒歩や自転車への転換を図ることは、CO₂排出量の削減につながる。

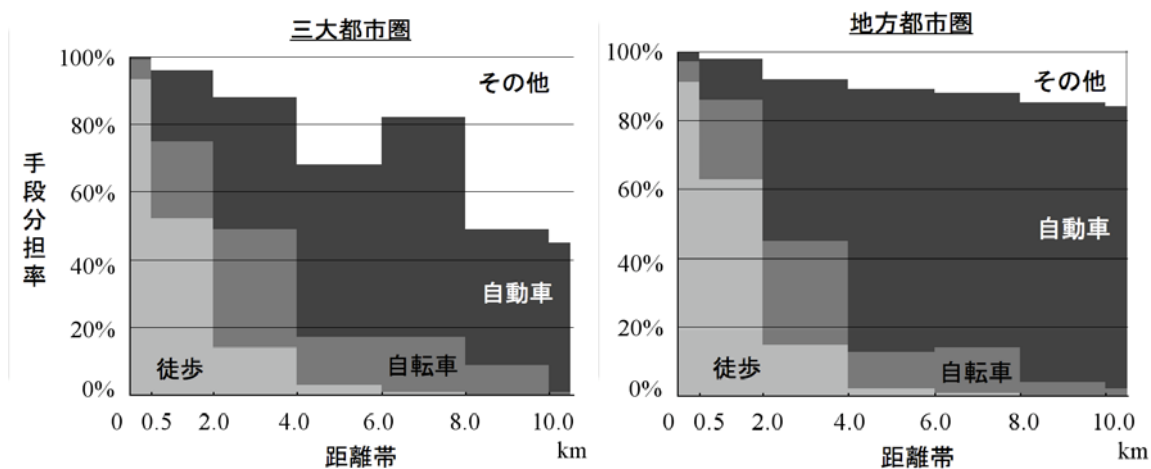


図2 トリップの距離帯と手段分担率（平成11年全国都市パーソントリップ調査より）

本研究では、平成11年道路交通センサスのデータに基づき、個人所有の自家用乗用車を対象として、短距離の自動車移動を徒歩や自転車に転換することによる、自動車のトリップ数、走行台キロ、CO₂排出量の削減ポテンシャルを算出した。具体的には、自宅（住宅）を出てから自宅（住宅）へ帰宅するまでのトリップチェーンをひとまとまりとして、

- (1) トリップチェーンにおけるすべてのトリップの区間距離が5km以下である
- (2) トリップチェーンにおける合計移動距離が10km以下である
- (3) トリップチェーンにおけるすべてのトリップの乗車人員が1人である
- (4) トリップチェーンにおけるどのトリップも、運行目的が「送迎」「貨物・荷物の運搬を伴う業務」または「不明」に該当しない

の4つの条件をすべて満たす自動車によるトリップチェーンを、他手段への転換により削減可能なものと見なして抽出した。

4条件のうち、(1)と(2)は肉体的な労力に基づく仮定である。図2にあるとおり、5km以内のトリップの2割程度が徒歩または自転車で行われているという現状を踏まえれば、(1)は非現実的な仮定ではないと考えられる。(3)については、同乗者がいるトリップは、場合にもよるが手段転換の可能性が低いと判断した。(4)のうち運行目的「不明」を除く2つの目的に関しては、同乗者や荷物を伴うため、やはり手段転換の可能性は低いと判断した。

計算は平日・休日別および車種別（乗用車・軽乗用車の別）に行い、それぞれ平日・休日の日数比と車種別CO₂排出量原単位を加味して集計する。すべてのトリップはその自動車の「使用の本拠」にある市町村に帰着するものとして、シナリオチームが設定している10の土地利用類型別および運行目的別に削減ポテンシャルを算出した。

結果を表1に示す。土地利用類型により削減ポテンシャルには若干の差があり、都市地域でポテンシャルが高い傾向が見受けられる。全目的では概ね3～6%程度のCO₂排出量が削減可能と見なされる。削減量全体への寄与を目的別に見ると、帰宅、通勤、家事・買物の順で大きい。これは削

減率が高いことと、そもそも走行台キロや排出量が多いことの両方に因る。社交・娯楽目的や観光・レジャー目的の移動については、もともとの排出量はそれなりに多いが、上記の4条件を満たすトリップが少ないことから、寄与度は相対的に低くなっている。

表1 短距離自動車トリップの削減によるCO₂排出量の削減ポテンシャル（削減率）

		通勤	通学	家事・買物	社交・娯楽	観光・レジャー	無荷物業務	帰社	帰宅	全目的
三大都市圏	都市地域	-6.5%	-2.3%	-8.1%	-4.8%	-0.9%	-1.4%	-0.3%	-6.0%	-4.9%
	平野農業地域	-5.1%	-3.3%	-5.4%	-3.8%	-1.4%	-2.1%	-0.4%	-5.1%	-4.3%
	中山間地域	-4.8%	-1.3%	-3.9%	-3.0%	-1.0%	-1.4%	-0.4%	-4.1%	-3.5%
地方中核都市圏	都市地域	-6.7%	-3.4%	-7.4%	-4.4%	-0.8%	-1.0%	-0.3%	-5.7%	-4.5%
	平野農業地域	-4.7%	-1.7%	-5.4%	-3.7%	-1.2%	-1.7%	-0.8%	-4.8%	-3.9%
	中山間地域	-6.3%	-2.2%	-6.8%	-3.6%	-0.9%	-2.1%	-0.6%	-5.4%	-4.7%
地方中核都市	都市地域	-8.6%	-4.1%	-8.0%	-5.2%	-1.0%	-1.5%	-0.4%	-7.1%	-5.6%
その他地域	都市地域	-9.1%	-2.8%	-7.9%	-5.4%	-1.1%	-1.9%	-0.7%	-7.5%	-6.1%
	平野農業地域	-6.3%	-1.9%	-5.6%	-4.2%	-1.0%	-1.7%	-0.6%	-5.7%	-4.6%
	中山間地域	-6.4%	-1.6%	-4.4%	-3.3%	-1.0%	-1.6%	-0.7%	-5.0%	-4.2%
全国平均		-7.1%	-2.5%	-6.9%	-4.6%	-1.0%	-1.5%	-0.5%	-6.0%	-4.9%
排出量の目的別構成比	削減前	19.7%	0.6%	8.9%	6.7%	11.4%	4.6%	1.5%	39.5%	100.0%
	削減後	19.3%	0.6%	8.7%	6.7%	11.9%	4.8%	1.6%	39.1%	100.0%
削減量全体への寄与		28.6%	0.3%	12.6%	6.2%	2.3%	1.4%	0.2%	48.4%	100.0%

なお、本研究では手段転換を促進するための具体策とその効果については検討していない。近年注目を集めている方策としては、環境や健康などの側面からの説得的コミュニケーションによって交通行動の変更を促す「モビリティ・マネジメント」がある。その一方で、安全で快適な歩行環境・自転車利用環境の整備や、短距離の移動で日常の用を済ますことができるような都市づくりも、行動変更を促進するための基盤として依然重要と考えられる。

(3) シナリオに即したCO₂排出量削減ポテンシャルの試算

過年度および上記(2)での検討結果に基づき、シナリオチームが設定した地域内旅客交通に関する将来シナリオ(表2)に即する形で、両シナリオ下における自家用乗用車(軽乗用車を含む)による地域内交通からのCO₂排出量削減ポテンシャルを試算した。

表2 シナリオチームによる人口と交通に関連するシナリオの設定(概要)

	シナリオA	シナリオB
人口構成 人口分布	2050年時点の性年齢階層別・都道府県別・土地利用類型別の人口が設定される <input type="checkbox"/> 都道府県別人口：2010年以降、大都市圏・地方中枢都市圏を有する県に集中 <input type="checkbox"/> 都道府県内人口：コンパクトシティの形成により、都道府県内における都市地域の人口比率は1995～2000年における増加傾向のまま推移 <input type="checkbox"/> 世帯：核家族化傾向に歯止めかからず	■ 都道府県別人口：2015年以降、三大都市圏と地方中枢都市圏で純移動率がマイナスに、他県ではプラスに ■ 都道府県内人口：2020年代中頃から農村地域・中山間地域の人口比率が増加し、2050年には2000年水準に戻る ■ 世帯：核家族化傾向に歯止め
発生原単位	a) 高齢者の通勤・業務トリップが10%増(高齢者就業率増) b) 15歳以上の通学トリップが10%増(生涯学習の普及) c) 女性の通勤・業務トリップが1999年の男性と同等にまで増(女性就業率増) d) 女性の家事・買物トリップが1999年の男性と同等にまで減(女性就業率増) e) 観光・レジャートリップが10%減 f) 全トリップ数(帰宅を除く)の変化に伴って帰宅トリップが変化	A) 男性の通勤・業務トリップが1999年の女性と同等にまで減(ワークシェア) B) 男性の家事・買物トリップが1999年の女性と同等にまで増(ワークシェア) C) 観光・レジャートリップが10%増加 D) 全トリップ数(帰宅を除く)の変化に伴って帰宅トリップが変化
手段分担率	g) 4km以上の自動車トリップの3分の1が鉄道にシフトするよう、距離帯別の分担率が変化	E) 6km以下の自動車トリップの半分が徒歩・二輪にシフトするよう、距離帯別の分担率が変化
平均トリップ長	h) 全平均で2000年比10%減となるよう、10km以遠帯のトリップの平均トリップ長が減(コンパクトシティ) i) g)により見かけ上自動車のトリップ長が減、鉄道のトリップ長が増	F) 全平均で2000年比10%減となるよう、10km以遠帯のトリップの平均トリップ長が減(コンパクトシティ) G) E)により自動車の平均トリップ長が増

具体的には、シナリオチームによる平成11年全国都市パーソントリップ調査ベースの設定に従い、A・B両シナリオ下での発生原単位、自動車分担率、平均トリップ長の変化率を計算し、それを平成11年道路交通センサスからの発生原単位や走行台キロの集計値に当てはめた。加えて、課年度に算出した職住最適再配置によるCO₂排出量の削減ポテンシャルと、(2)で算出した短距離自動車トリップの削減によるCO₂排出量の削減ポテンシャルをそれぞれ積み上げた。試算したケースの概略を表3に示す。

表3 試算を行ったケースの概略

	概要	人口構成 *1	人口分布 *2	発生原単位	自動車分担率	平均トリップ長	備考
0	現況	現	現	現	現	現	---
1	性年齢別人口の変化のみ考慮。各属性の交通特性は全く変わらないとする	シ	現	現	現	現	---
2	性年齢別人口の変化に加えて、就業率の変化などによるトリップ発生段階の変化も考慮	シ	現	シ	現	現	---
3	2に加え、土地利用類型別の人口分布の変化も考慮するが、各類型での自動車の使い方(分担率、平均トリップ長)は不変	シ	シ	シ	現	現	---
4	2に加え、土地利用類型別の人口分布も変化し、それに伴って自動車の使い方(分担率、平均トリップ長)も変わる	シ	シ	シ	シ	シ	---
5	4に加え、職住最適再配置による削減ポテンシャルを考慮	シ	シ	シ	シ	シ	過年度の成果より、通勤からのCO ₂ 排出量の35%の2倍(往復を考慮)を削減
6	4に加え、短距離移動における自動車からの転換による削減ポテンシャルを考慮	シ	シ	シ	シ*3	シ	(2)の運行目的別削減率を適用

[注] 「現」の項は現況(1999年実績)に、「シ」の項はシナリオチームの設定(AまたはB)に従った値を適用する。

*1 性年齢別の人口(人口総数の減少もここに含まれる)。

*2 土地利用類型別の人口比率。

*3 短距離自動車トリップ削減と内容が重複することから、表2のE), G)の影響を除去するよう設定し直した。

試算の結果を図2と表4に示す。人口の減少・高齢化のみを考えた場合の削減率は3割程度(ケース1A・1B)であり、対策を講じたケース4以降ではさらに相当量の削減が見込まれている。特にシナリオA系列の削減率がB系列を大きく上回っているが、これはシナリオAにおいて公共交通への転換を織り込んでいる設定(シナリオチームによる)に起因する。また、職住最適再配置は直接的には通勤と帰宅についてのみ自動車による移動とCO₂排出量を減少させるが、通勤からの排出量は全体の15~21%(ケース0~4Bで幅あり)であることから、全目的の排出量に対する削減ポテンシャルは10~15%程度と見積もられる。

なお、ケース4Bでは条件を満たす自動車トリップの半数が、ケース6Bでは条件を満たす自動車トリップのすべてが徒歩や自転車に転換すると設定しているにも関わらず、両者のCO₂排出量がほぼ同等なのは、両者の条件に以下のような違いがあるためである。すなわち、ケース4Bの設定では、運行目的や乗車人員などに関係なく、6km未満のすべての自動車トリップ(の半数)が転換対象になっている。これに対し、ケース6Bで転換対象に含まれるには(2)で述べた4条件のすべて

をトリップチェーン単位で満たすことが必要であり、結果として転換するトリップは限定されている。

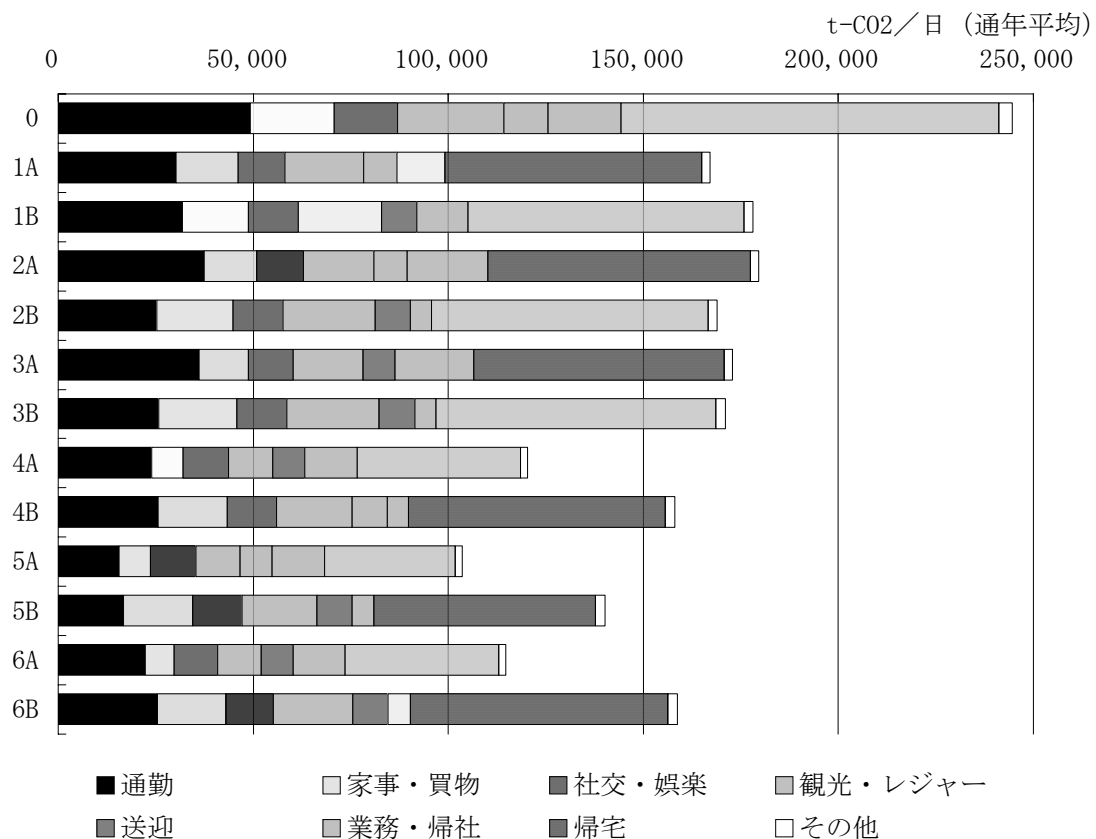


図2 各ケースのCO₂排出量試算結果

表4 各ケースのCO₂排出量削減率

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	ケース 6
シナリオ A	-31.7%	-26.6%	-29.3%	-50.8%	-57.6%	-53.1%
シナリオ B	-27.2%	-30.9%	-30.1%	-35.4%	-42.7%	-35.1%

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

本研究による18年度の成果は、以下のように要約される。

- ・ 道路交通センサスのオーナーインタビューOD調査データを用いて、他の交通手段への転換が可能と考えられる比較的短距離の自動車トリップがどの程度存在しているかを、土地利用類型別・目的別に集計した。その結果、仮に手段転換が完全に行われれば、全国・全目的で約5%のCO₂排出量が削減されることを示した。
- ・ 本プロジェクト全体で設定されている2つのシナリオに即し、職住最適再配置と短距離自動

車トリップの削減を積み重ねた場合のCO₂排出量削減ポテンシャルを試算した。

道路交通センサスのデータは、交通計画の策定などにおける重要な資料とするため、国土交通省によって全国で大規模に実施・収集された信頼に足るものであるが、本研究で行ったような集計はこれまで行われてこなかった。自動車の動きの実態に関わる基礎的な情報を積み重ねることができた点は、本研究の意義として指摘できる。

(2) 地球環境政策への貢献

現時点で政策への直接的な貢献を行ってはいないが、理解しやすい成果であり、今後、研究会やシンポジウムなどで機会を見て普及に努めたいと考えている。

6. 引用文献

- 1) 環境省：2004年度（平成16年度）の温室効果ガス排出量について，2006.

7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

〈論文（査読あり）〉

なし

〈査読付論文に準ずる成果発表〉

なし

〈その他誌上発表〉

なし

(2) 口頭発表（学会）

なし

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

なし

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

なし