

市町村別乗用車 CO₂ 排出量の中長期的動向を踏まえた排出量削減率の検討

A study on reduction potentials of passenger-car CO₂ emissions considering the mid-term emissions trend in municipalities

松橋 啓介*・米澤 健一*・有賀 敏典

Keisuke Matsuhashi*, Ken-ichi Yonezawa*, Toshinori Ariga*

This study aims to show the mid-term trend of passenger-car CO₂ emissions of nation-wide municipalities. Passenger-car CO₂ emissions, the number of vehicle, trip frequencies and vehicle kilometers were calculated in the years at 5-year intervals between 1980 and 2005. It was revealed that the increase of vehicles has mainly caused multiplying passenger-car CO₂ emissions until 1999. Although in 2005, CO₂ emissions has decreased because of improvement of emission factors in all regional categories and the decrease of vehicle kilometers in the special wards of Tokyo, designated cities and special cities. Estimation of reduction potentials has examined with the combination of technological innovation and behavioral change, and it was founded that the reduction of vehicle kilometers in core cities, general cities, towns and villages were crucial for estimating significant emission reductions in 2020.

Keywords: low carbon, transport sector, municipalities, emissions

低炭素, 運輸部門, 自治体, 排出量

1. はじめに

平成20年の6月に「地球温暖化対策の推進に関する法律」(温対法)が改正された。都道府県と指定都市、中核市、特例市については、「地球温暖化対策地方公共団体実行計画」(実行計画)の策定が義務化され、かつ、都市計画、農業振興整備計画等の関連を図ることが求められることとなった。そのため、指定都市等は、環境省の「実行計画(区域施策編)策定マニュアル」¹⁾を参考に実行計画の策定を進めている。また、都市計画に密接に関連する民生部門、運輸部門に関する対策の検討においては、国土交通省の「低炭素都市づくりガイドライン」²⁾が参考となっている。

実行計画の策定手順として、指定都市等における最新の排出量を推計し、対策導入による削減ポテンシャルを積み上げた量と2050年の長期目標に到達するために必要なペースを満たす削減量とを比較して、より厳しい方を2020～2030年の中期目標として設定する手法が示されている。しかし、長期目標達成に必要なペースを上回るような大きな削減ポテンシャルを個々の対策の効果から積み上げることは容易ではない。

都市計画に密接に関連する民生・運輸部門に着目すると、低炭素都市づくりガイドラインでは、削減目標の設定について、都市部局が実現可能な省CO₂対策効果を積み上げる一方で、環境部局が国等において推進されるべき対策の効果を考慮しつつ総合的なあり方を検討し、対策の全体像やバランス等については、部局間で調整するとしている。しかし、「例えば、都市の将来像を左右する、将来フレーム(人口、床面積、交通量等)については、都市計画マスタープラン等で従来から掲げられている都市づくりの目標(良好な居住、都市環境形成、経済発展等)を損なわないような想定で、低炭素都市づくり施策を検討」としており、都市

づくりの目標あるいは条件に低炭素を加えて、将来フレームを見直すバックキャスト的なアプローチを取ることに必ずしも積極的ではない。そのため、大幅な削減量を積み上げることが困難な場合が生じると予想される。

総合計画や都市計画マスタープランに掲げられている都市づくりの目標を損なわないことは重要である。しかし、特に運輸部門における大幅削減を実現するためには、利便性の高い地域を形成することで交通量等を抑制するなど、将来フレームを見直すことが効果的な場合があると考えられる。なお、低炭素都市づくりガイドラインは、大胆な施策を講じた前提条件で行ったシミュレーション結果を提示しており、都市圏ごとの施策に注目した詳細な検討を可能としている。しかし、わが国全ての都市を対象に大幅削減の見積りを包括的に示すことには向いていない。

一方、環境省の「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会」³⁾の地域づくりWGでは、2020年までに一人あたり自動車走行量を2005年比10%削減する等の目標を示している。これを参考に、ロードマップを都市ごとに構築するためには、都市ごとの過去の中長期的な動向や最近の変化の特徴を踏まえた上で、総合的な対策による効果の発現を目指すなどの工夫が重要になると考えられる。

こうした背景を踏まえて、本研究は、全国の市町村別の乗用車CO₂排出量を対象として、保有台数、トリップ数、走行量等とあわせて過去6時点の値を推計し、その中長期的な動向を明らかにするとともに、削減量を積み上げる際の参考情報として役立てることを目指して、乗用車CO₂排出量の中期的な削減率の試算を行うことを目的とする。

2. 研究手法

まず、全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)

* 正会員 (独) 国立環境研究所社会環境システム研究センター (National Institute for Environmental Studies)

自動車起終点調査（OD 調査）データを用いて市町村別の過去6時点の乗用車のCO₂排出量やトリップ数等を推計し、地域ごとの排出量等の変化を明らかにする。次に、その結果に基づいて、市町村ごとに乗用車CO₂排出量の削減率を試算し、削減見込みの幅を明らかにする。

(1) 過去6時点の市町村別排出量等の推計

市町村別の自動車のCO₂排出量は、既存研究⁴⁾の方法にしたがい、OD調査の個票データを用いて推計した。1999年、2005年の推計と分析を行った例⁵⁾はあるが、1980年、1985年、1990年、1994年のデータを用いた推計は初めてである。なお、1990年の値は環境自治体会議により推計⁶⁾されているが、市町村別の保有台数と運輸局別の走行量を用いて補正した結果であり、市町村別の走行量を十分に反映したものではない。

推計の概要を以下に示す。個票には、調査サンプルの車両の情報と一日の運行状況がトリップ単位で記録されており、移動の区間距離等を知ることができる。車両が登録されている市町村の別および車種別に、一日のトリップ数、走行量を集計した。この走行量に各年次の車種別のCO₂排出係数を乗じて排出量を求めた。また、抽出率の逆数である拡大係数を調査サンプル数に乗じることで保有車両数とした。これらの集計量および住民基本台帳人口をもとにして、一人あたり台数、一台あたりトリップ数、トリップ長（トリップあたり走行台キロ）、排出係数等を求めることができる。

走行距離あたりのCO₂排出係数については、各年次の自動車輸送統計年報による車種別走行キロと車種別燃料消費量、総合エネルギー統計による燃料種別発熱量と炭素排出係数をもとに車種別に算出した。なお、自動車輸送統計に値が無い貨客車には自家用小型貨物車の値を用い、1985年以前の軽自動車には1990年の値を用いた。また、総合エネルギー統計に値が無い1990年より前の燃料種別炭素排出係数には1990年の値を用いた。

市町村ごとの排出量を求めることから、登録地の分かるデータがより多いオーナーインタビューマスターデータ（オーナーマスター）を用いることとした。なお、1985年についてはオーナーマスターを入手できなかったため、基本マスターを用いた推計値を次の通り補正した。コードンラインをまたぐトリップを路側マスターデータに入れ替えて作成された基本マスターを用いて走行台キロを集計した上で、1980年、1985年、1990年の各年次において全国の平日一日あたり走行台キロの基本マスターに対するオーナーマスターの割合が一定の比率で変化したと仮定し、基本マスターによる走行台キロを乗用車類1.057倍、貨物車類1.131倍に拡大補正した。この補正により1985年の全国の走行台キロが過小評価となることを避けた。ただし、市町村別にみると、オーナーマスターでコードンラインを跨ぐトリップがあった市町村で走行台キロ等が過小になる傾向は変わらず、その代わりにコードンラインをまたぐトリップのなかった市町村でやや過大になることに留意する必要

がある。

平日、休日別の排出量等に、各年次の平日数、休日数を乗じて足し上げることで年間排出量を求めた。休日数はカレンダーから日曜日と祝日数および正月三が日等を数え、土曜日については、週休二日制の普及状況を考慮した重みづけを行って休日数に加算した。なお、1980年と1985年については、休日におけるOD調査が行われていないため、平日の値を補正して求めた。1990年における全国の平日と休日の一日あたり走行台キロの比率が1980年、1985年についても同様であったと仮定し、平日一日あたり走行台キロに乗用車類1.166倍、貨物車類0.430倍を乗じた値を休日一日あたり走行台キロとした。

市町村は2005年度末、すなわち2006年3月31日時点の行政区画単位とした。14車種別に推計した結果を乗用車類と貨物車類に集約した。貨物車類については、乗用車類に比較して、地域別の傾向が明確ではなく、地方公共団体の削減策の検討対象としにくいことから、以降の結果の表示および分析では、乗用車類を対象とする。なお、路線バスについては、1980年の本拠地データが無いこと、1990年のサンプル数が大きく変動していることから、集計よりはずした。したがって、以降に示す乗用車の排出量等には、自家用軽乗用車、自家用乗用車、営業用乗用車、自家用バス、営業用貸切バスの値が合計されている。

なお、OD調査データに基づく本推計値は、季節的な長距離走行分を反映していない等の理由により、日本国温室効果ガスインベントリ報告書⁷⁾に掲載されている自動車のCO₂排出量より小さいことに留意する必要がある。

(2) 乗用車CO₂排出量の中期的な削減率の検討

過去6時点の市町村別CO₂排出量の動向およびその要因となるトリップ数等の動向を踏まえて、2020年の中期目標年に向けた削減率の検討を試行した。

市町村別の一人あたり排出量を求める式は、一人あたりの走行台キロと排出係数を乗じるものを基本とした。OECD（経済協力開発機構）のEST（Environmentally Sustainable Transport）プロジェクト⁸⁾が指摘したように、交通行動変化と技術革新の両者をバランスよく組み合わせることで、大幅削減の実現可能性を向上させることができると考えられるためである。また、一人あたり走行台キロを構成する内訳を詳しく見ると、市町村および年代に応じて、一人あたり台数が増加する反面で一台あたりのトリップ数が減ったり、トリップ数が増える反面でトリップ長が減ったりするなど相互補完的な傾向が見られたため、個々の要因を個別に独立して操作することは本研究の枠組みでは困難と考えた。

3. 地域区分別乗用車CO₂排出量等の動向

全国市町村別の過去6時点のCO₂排出量推計結果については、乗用車類、貨物車類の別に参照できる地図として、webに公開されている⁹⁾。ここでは、地域区分別に、排出量およびトリップ長等の傾向を図-1に示す。人口変化の影響

を取り除き、地域間の比較を行いやすくするため、一人あたりのCO₂排出量を示す。なお、地域区分は、指定都市等の区分を基本として、東京特別区、指定都市、中核市、特例市、一般市、町村の6区分とした。

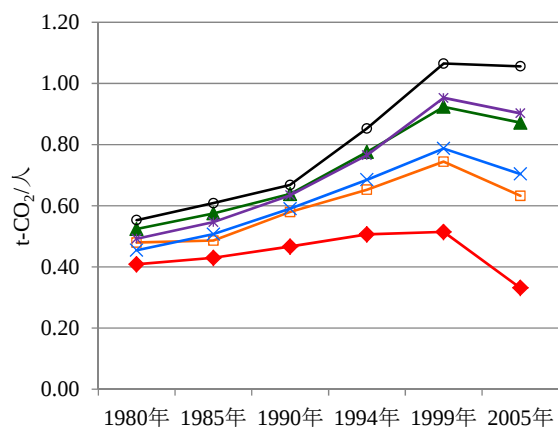
(1) 一人あたりCO₂排出量の動向

図-1をみると、一人あたりCO₂排出量は、いずれの地域区分においても、1999年まで増加し、2005年に減少していることが分かる。なお、町村ではほぼ倍増となる一方で、

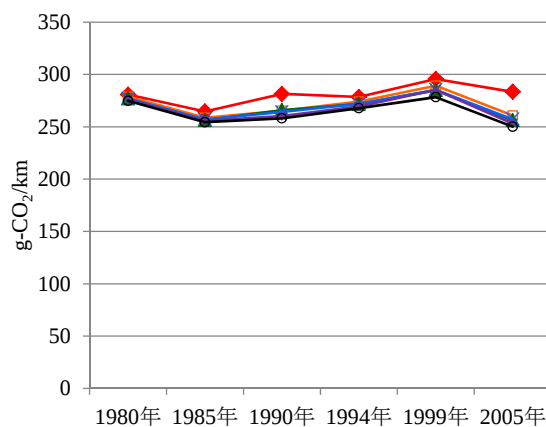
東京特別区においては、2005年の値が1980年を下回っている。また、中核市を除いては、都市規模が大きいほど排出量が小さい傾向が見られる。中核市は、小規模自治体を含む広域合併が行われた場合があるため、小規模自治体の特徴が強く影響したものと考えられる。

(2) 排出係数の動向

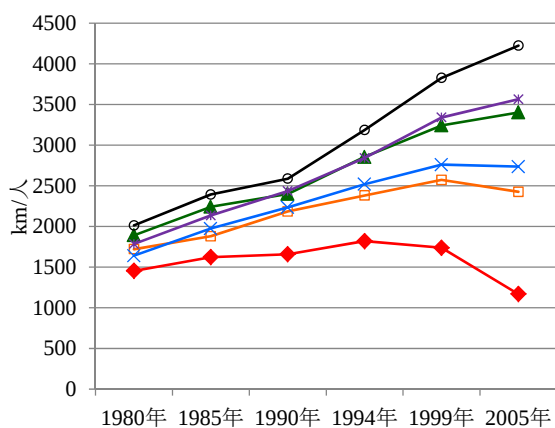
排出係数は、変化の幅が比較的小さい。1985年から1999年までに車両の大型化や安全性能向上に伴う重量増加等に



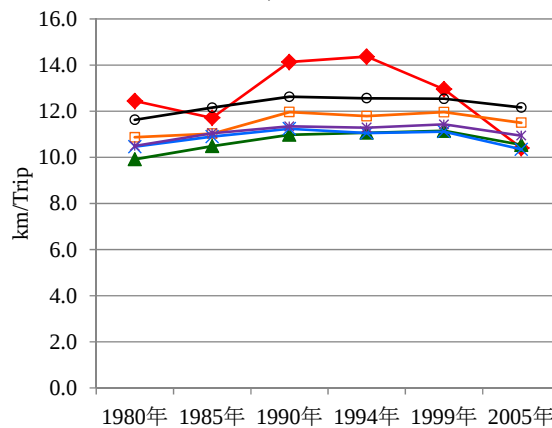
a) 一人あたりCO₂排出量 (b×c)



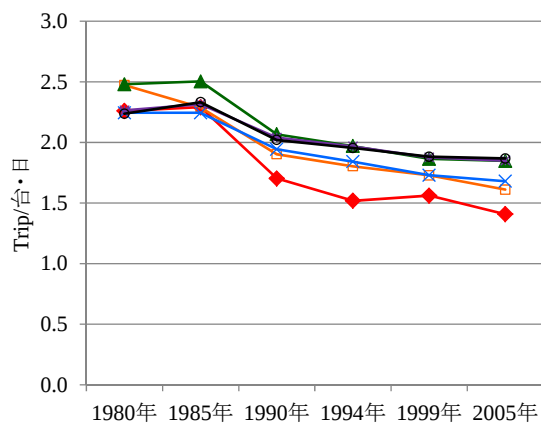
b) 排出係数



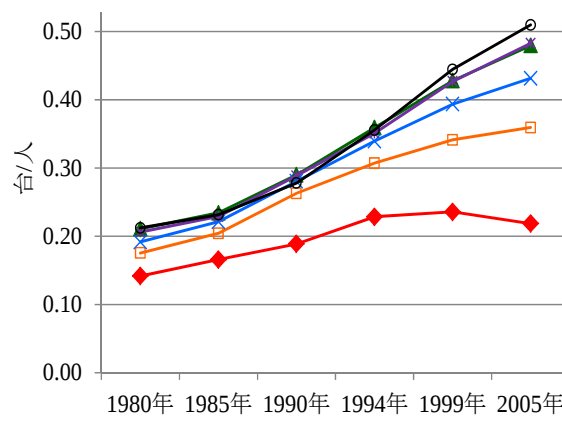
c) 一人あたり走行台キロ (d×e×f)



d) トリップ長



e) 一台あたりトリップ数



f) 一人あたり台数

◆東京特別区 □指定都市 ▲中核市 ×特例市 *一般市 ●町村

図-1 地域区分別乗用車CO₂排出量等の動向

より悪化した。2005 年にかけて改善したことが分かる。この推計の手法では旅行速度等を考慮できないため、地域差に影響するのは、車種構成のみである。東京特別区でやや高いのは、軽乗用車の比率が相対的に小さいことが影響したものと考えられる。

(3) 一人あたり走行台キロの動向

一人あたり走行台キロは、地域による動向が大きく異なることが分かる。東京特別区は微増の後 1994 年頃をピークに減少し、指定都市や特例市は増加の後 1999 年から横ばいとなる。一方、中核市、一般市、町村は増加を続けてほぼ倍増に至っている。一人あたり CO₂ 排出量が全地域区分で 2005 年に減少しているのは、排出係数の改善による寄与も大きいことが分かる。

(4) トリップ長の動向

トリップ長は、東京特別区を除いては比較的安定的に推移している。東京特別区は、1990 年と 1994 年が大きく、2005 年が小さい。公共交通機関が選択しやすいため、変動しやすいことが考えられる。また休日のトリップ長が特異的に大きい特徴が、1980 年と 1985 年の推計において十分に反映できていないことが影響している可能性もある。一般市、特例市、中核市でトリップ長が比較的小さいことは興味深い。目的地が近場にあると考えられる一方、短距離でも乗用車を利用するとも考えられる。全体に、1990～1999 年に大きく、その後で小さい傾向が見られる。

(5) 一人あたりトリップ数の動向

一人あたりトリップ数は、1990 年以降、微減の傾向にある。一人あたり台数が東京特別区を除いて増加を続けたことを考え合わせると、乗用車が「一世帯一台」から「一人一台」に普及するにしたがって、送迎等の利用が減るとともに目的に応じた車両の使い分けが進み、一人あたりトリップ数が比較的安定的に推移した状況と考えられる。

(6) 一人あたり台数の動向

一人あたり台数は、東京特別区を除いては 2 倍～2.5 倍に増加する一方、東京特別区は既に横ばいから減少に転じている。指定都市や特例市では、一人あたり台数の水準が一般市等よりも低く、一人あたりトリップ数も少ない。そのため、指定都市のトリップ長がやや長くても、一人あたり走行台キロはやや少なく、1999 年～2005 年にかけて横ばいとなる結果につながっていると考えられる。

(7) CO₂ 排出量等の動向のまとめ

a)一人あたり CO₂ 排出量は、b)排出係数と c)一人あたり走行台キロの積で求められる。排出係数はその変動幅が小さく、6 時点データの標準偏差を平均値で除した変動係数は 3～4%に過ぎない。一方、一人あたり走行台キロは、変動係数が一人あたり CO₂ 排出量と同等の 14～26%である。このように、排出係数よりも走行量が排出量に大きく影響を与えてきた過去の中長期的な動向を確認した。

c)一人あたり走行台キロは、f)一人あたり台数に e)一人あたりトリップ数と d)トリップ長を乗じて求められる。東京特別区を除いて右肩上がりを続けた一人あたり台数の動向

が基本的な傾向および地域差となりつつも、長期的な減少傾向となった一人あたりトリップ数や東京特別区を除いて安定的に推移したトリップ長が示す地域区分ごとの車両の使われ方の変化を反映して、指定都市と特例市においても一人あたり走行台キロの減少に至った動向が分かった。

4. 過去の動向を踏まえた排出量削減率の検討

過去の中長期的動向を踏まえて、排出係数と一人あたり走行台キロを変化させた場合の中期的な削減率を市町村別に試算・検討した。

(1) 過去の動向と将来の削減率の考え方

一人あたり CO₂ 排出量の過去の動向を見ると、指定都市や特例市においては、1999 年をピークとして、1994 年と 2005 年が同水準の値になっている。一人あたり走行台キロの動向を見ると、東京特別区、指定都市、特例市の順にピークを迎え、減少に転じているようにも見える。

こういった変動の幅や速度を参考として、将来においては、過去の増加と同様のペースで減少が起こりうると仮定した。たとえば 2005 年のピークを挟んだ 15 年間、すなわち 1990 年から 2005 年にかけての変化を反転させた変化を 2020 年に向けて見込みうると仮定した。一方で、過去のペースを超える急激な変動は起きにくいと考えた。

(2) 排出係数と走行台キロの想定

排出係数については、現状の横ばいで推移する場合として、2005 年の値を想定した。将来の改善見込みとしては、「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会」自動車 WG による燃費の向上および次世代自動車の普及といった単体対策の基準導入ケースにおける 2020 年の保有乗用車の排出係数改善率¹⁰⁾を参考に、2005 年比 - 13%とした。

一人あたり走行台キロについては、現状の横ばいで推移する場合として当該市町村の 2005 年の値を、大幅削減を図った場合として当該市町村の 1994 年の値を設定した。全国値では、2005 年比 - 15%に相当する。これは、「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ検討会」地域づくり WG が示した 2005 年比 - 10%よりも厳しい値になる。一人あたり走行台キロの削減見込みについては、全国一律に想定することが困難であるが、当該市町村において過去に現にあった値を用いることで、その地域状況を地方公共団体がイメージすることが容易であり、変化量が極めて大きい場合を除いては一定の実現可能性を想定しやすいと考えた。もちろん、実現に向けては、具体的な削減策とその効果を明らかにする必要がある。さらに過去の動向を踏まえて、全国値で 2005 年比 - 27%に相当する 1990 年の値も設定した。

基準年は 2005 年、目標年は 2020 年とし、上記の考え方をもとに、表-1 に示す削減目標のケースを設定した。たとえば、ケース a94 は、1994 年時点の一人あたり走行台キロに変化し、2005 年時点の排出係数が続くことを想定した場合である。ケース b05 は、2005 年時点の一人あたり走行台キロが続き、2020 年時点に見込まれる排出係数の改善が達成されることを想定した場合である。

(3) 市町村別の削減率

目標年の排出係数と一人あたり走行台キロを想定した6種類のケースと、その場合の全国での削減率がどの程度になるかを表-1 にまとめて示した。各市町村の2005年比の削減率の見積りがどうなるかを、図-2 に地域区分別に示した。実行計画策定の義務付けの対象となっていない一般市と町村については、各市町村の調査サンプル数が少なく、推計値が統計的信頼性を満たさない場合があるため、都道府県単位に集計した値をプロットした。区部については、東京特別区、指定都市の単位に集計した値をプロットした。なお、一人あたり乗用車からのCO₂排出量の削減率に限った検討を試行したものであり、他部門を含む総排出量の削減率を検討するためには、部門間および市町村間の削減率の比較検討が必要となる。

参考として、「地球温暖化問題に関する中期目標検討委員会」で検討された中期目標の6つの選択肢¹⁾を表-2に示す。京都議定書の第一約束期間が終了する2013年以降の地球温暖化対策の中期目標等を検討するために2008年11月に設置されたものである。いずれの選択肢も自動車については単体技術の大胆な普及による大幅削減を見込んでいる。

なお、2009年6月に、麻生首相(当時)が2020年の中期目標として発表した国内削減努力による「2005年比15%

表-1 全国一人あたり乗用車CO₂排出量のケース別削減率(2005年比)

			一人あたり走行台キロ		
			1990年	1994年	2005年
			[90]	[94]	[05]
排出係数	2005年	[a]	-27% (-3%)	-15% (+13%)	0% (+33%)
	2020年	[b]	-36% (-16%)	-26% (-2%)	-13% (+15%)

注: () 内の数値は1990年比削減率。

[] 内の記号は想定したケースの略号。

表-2 中期目標検討委員会における選択肢

	1990年比	2005年比
1	+4%	-4%
2	+1 ~ -5%	-6 ~ -12%
3	-7%	-14%
4	-8 ~ -17%	-13 ~ -23%
5	-15%	-21 ~ -22%
6	-25%	-30%

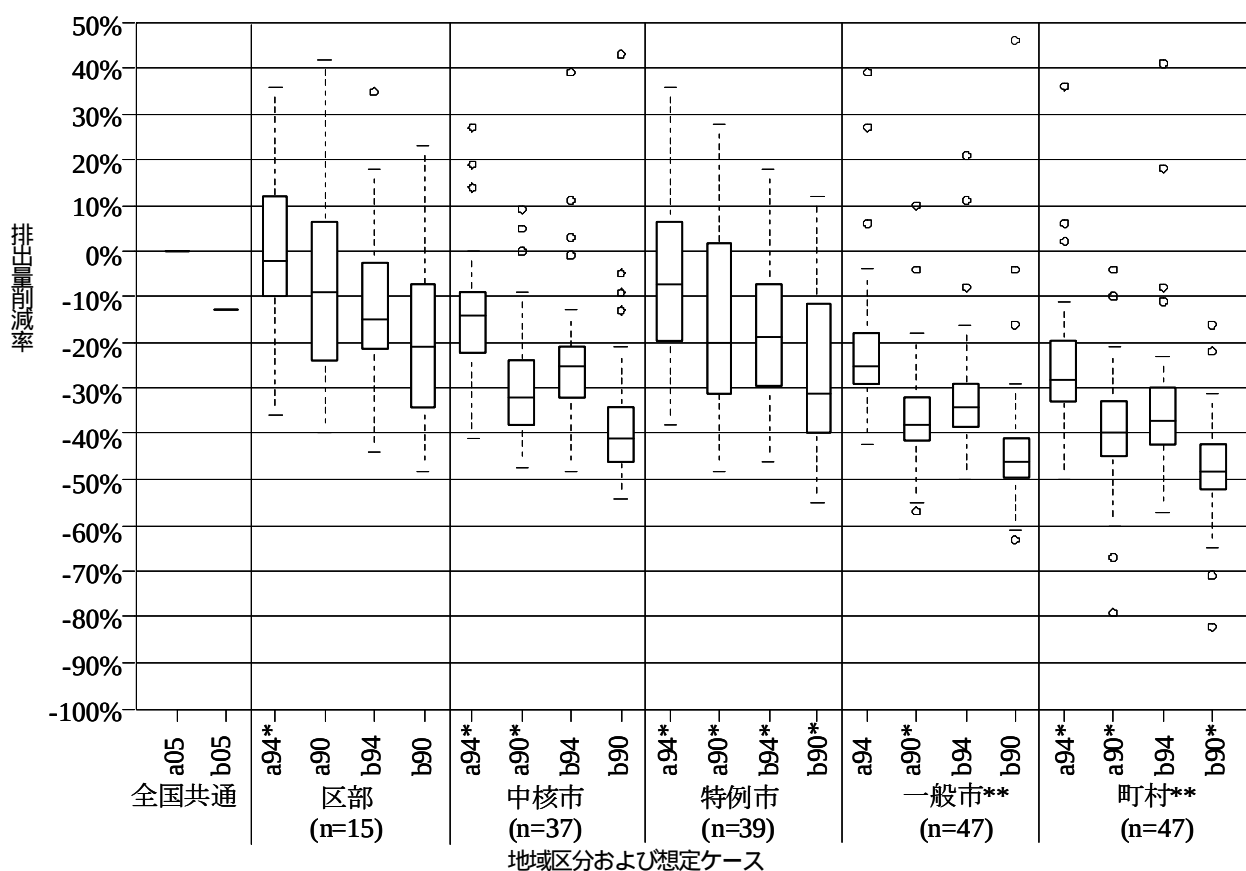


図-2 地域区分別一人あたり乗用車CO₂排出量のケース別削減率(2005年比)

* : 50%以上(描画範囲外)の外れ値があるケース。

** : 一般市と町村は、市町村単位のOD調査サンプル数が少なく、推計値の統計的信頼性を満たさない場合があるため、都道府県単位で集計して箱ひげ図を作成した。

削減」は表-2 の(3)に 1 ポイント追加したものに相当する。また、2009 年の 9 月の国連気候変動首脳会合で主要排出国による公平かつ実効性のある国際枠組みの構築や意欲的な目標の合意を前提とする中期目標として鳩山首相（当時）が公約とした「2020 年までに 1990 年比で 25%削減」を国内削減策で達成する場合は(6)に相当する。

図-2 に示す通り、排出係数と一人あたり走行台キロともに 2005 年時点を想定するケース a05 は全国共通で $\pm 0\%$ 、排出係数のみ改善を想定するケース b05 は同様に全国共通で -13%の削減率が見込まれる。しかし、1990 年比では各々 +33%、+15%に相当する。すなわち、一人あたり走行台キロを 2005 年水準として排出係数のみ改善を行ったケース b05 では、2005 年比では(2)~(4)に相当する削減となるが、1990 年比では削減できないことが分かる。

一人あたり走行台キロを 1994 年の値に設定するケース a94 では、中核市は -10~20%、一般市、町村は -20~-30%前後の削減率となる。すなわち、2005 年比での中期目標(3)をクリアできる市町村が多数となる。さらに排出係数を改善するケース b94 では、-30~-40%前後の市町村が多数となり、全国値は 1990 年比でも 2%削減となる。

一方、1994 年から 2005 年にかけて一人あたり走行台キロが横ばいあるいは減少になった市が多かった区部や特例市では、ケース a94 では $\pm 0\%$ ~-10%を中心として幅広く分布し、削減にならない市も多く存在する。なお、ケース b94 であれば、多くの市で約 -10~-20%の削減率となる。こうした場合は、2005 年の一人あたり走行台キロをもとにすることが考えられる。

一人あたり走行台キロを 1990 年の値に設定し排出係数を改善するケース b90 では、概ね b94 に比較してさらに 10%前後の削減が可能となる。それでもなお、1990 年比でみると全国での削減率は -16%にとどまる。

(4) 削減率の検討に関するまとめ

2005 年の乗用車走行量の水準を保ち、単体技術の改善のみを行う場合には、2005 年比 -13%の削減率となるが、1990 年比では+15%にとどまり、中期目標検討委員会等で議論されてきた大幅削減の目標に照らし合わせると、他部門の削減効果を運輸旅客部門が帳消しにしてしまうおそれが高い。これは、1990 年から 2005 年にかけての自動車走行量の増加が非常に大きかったためである。裏を返すと、特に中核市、一般市、町村では、一人あたり走行台キロを 1990 年の水準にすることが、大幅削減を見込むために効果的である。しかしながら、1990 年比では -16%の削減にとどまるため、-25%相当の乗用車 CO₂ の削減を積み上げるには、ハイブリッド車や電気自動車の急速な普及およびバイオ燃料や低炭素電力の活用等が追加的に必要となる。

なお、過去の乗用車走行台キロは、その都市において存在した生活と交通の状況を示す目安である。走行台キロの削減を実現するためには、都市化や郊外化に伴って生じた世帯規模や土地利用、産業構造等の変化を踏まえつつ、保有台数やトリップ数、トリップ長等を効果的に削減する施

策の実現可能性を詳細に検討し、その将来ビジョンとロードマップの構築を進めることが重要である。

5. おわりに

全国の市町村を対象に乗用車からの CO₂ 排出量および保有台数、トリップ数、走行台キロ等の指標について 1980 年~2005 年の変化を求めるとともに、これらを踏まえて将来の削減率の見積りを試行した。わが国の乗用車利用に起因する CO₂ 排出量は、保有台数の倍増が引き金となり中長期的に増加したが、2005 年には排出係数の改善等によりすべての地域区分で減少し、東京特別区や指定都市、特例市では一人あたり走行台キロも減少したことを明らかにした。これらの中長期的な変動の幅と速度を踏まえると、2020 年に大幅な削減率を積み上げるためには、特に中核市、一般市、町村において 1990 年代に増加した走行台キロの削減を検討する余地が大きいことを指摘した。

今回、走行台キロの設定を地域別に検討した一方で、排出係数の設定については全国一律に 2005 年、2020 年の値を用いた。今後、より燃費の良い車両や道路交通システムへの転換を追加的に検討する際には、電気自動車等の適用が可能な短距離移動の割合が地域ごとに異なること等を考慮して、次世代乗用車の地域別普及率等を含めた検討を行うことが課題である。

参考文献

- 1) 環境省 (2009) 「地球温暖化対策地方公共団体実行計画 (区域施策) 策定マニュアル (第 1 版)」
- 2) 国土交通省 都市・地域整備局 (2010) 「低炭素都市づくりガイドライン」
- 3) 中央環境審議会地球環境部会中長期ロードマップ小委員会 (2010) 「中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿 (中長期ロードマップ) (中間整理)」
- 4) 松橋啓介, 工藤祐揮, 上岡直見, 森口祐一 (2004) 「市区町村の運輸部門 CO₂ 排出量の推計手法に関する比較研究」, 環境システム研究論文集, 32, 235-242
- 5) 米澤健一, 松橋啓介 (2009) 「自治体規模の違いによる自家用乗用車の CO₂ 排出量変化の要因分析」, 都市計画論文集, 44(3), 109-114
- 6) 環境自治体会議 (2007) 「環境自治体白書 2007 年版」, 生活社
- 7) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス (2010) 「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」.
- 8) OECD (2002) "OECD Guidelines towards Environmentally Sustainable Transport".
- 9) 「環境展望台: 自動車 CO₂ 排出量」<http://tenbou.nies.go.jp/>, 2011 年 3 月 25 日
- 10) 環境省 (2010) 「地球温暖化対策に係る中長期ロードマップ 各 WG の現時点でのとりまとめ」
- 11) 地球温暖化問題に関する懇談会 中期目標検討委員会 (2009) 「地球温暖化の中期目標の選択肢」