Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-11

都市における自動車の外部費用の推定 : 東京23区のケース（<特集>交通業および交通インフラの国際化対応）

鈴木, 裕介
正司, 健一

(Citation)
国民経済雑誌,200(1):75-89

(Issue Date)
2009-07

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/81005212

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/81005212

都市における自動車の外部費用の推定：東京23区のケース

鈴　木　裕　介
正　司　健　一

モータリゼーションの進展に伴い，自動車交通の役割が拡大する一方で，自動車交通がもたらす諸問題について，多彩な議論が行われている。欧米では，近年，自動車交通がもたらす問題を定量的に把握することに関する研究蓄積をふまえ，その推定に取り組み，その結果を総合的な交通政策の策定に利用しようとする取り組みが進められている。これに対して，わが国では自動車がもたらす問題を定量的に把握する研究さえ十分な蓄積がない状況にある。そこで本稿は，交通事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑を対象に，東京23区における自動車の外部費用の推定を行ったものである。その結果，東京23区全体（2005年）で４兆2,000億円程度の自動車の外部費用が発生していると推定された。なかでも混雑の外部費用がもっとも大きく，次いで大気汚染の影響が大きかった。しかしロンドンなどの都市の外部費用と比較すると，東京23区における混雑の外部費用は相対的に小さいと考えられ，この背景には東京23区の道路整備が既に十分過ぎる水準にある可能性があることを示唆している。このことは，今後の道路整備はその必要性を含めて，慎重に検討する必要があることを意味する。

キーワード　　自動車，外部費用，混雑，道路整備

1　は　じ　め　に

モータリゼーションの進展は，われわれの社会経済に，利便性や経済的豊かさなどの大きな便益をもたらした。わが国においても，1960年以降，モータリゼーションの進展は，国民の移動を多様化し，生活を飛躍的に豊かにさせたといえるだろう。一方で自動車が増加するにつれ，都市部の道路には自動車があふれ，恒常的に混雑が発生し，道路の沿道に居住する人々が，自動車から発生する騒音や大気汚染に悩まされるなど，各種の問題が顕在化している。

欧米では1990年代から公的機関が中心となって，自動車交通における問題を定量的に把握するための手法の開発に取り組んでいる。しかしわが国では，自動車がもたらす問題を定量

的に把握する研究蓄積が十分にあるといえない状況にあり，いわんや公的機関がこれを取りまとめ，交通政策を議論するといった環境は整っていない。

そこで本稿では，欧米の先行研究などを検討し，わが国で利用可能な指標等を活用する形でその推定方法を特定化したMizutani, Suzuki, and Sakai（2009）の手法をもとに，東京23区における自動車の外部費用を推定することにする。そしてその結果を先行研究と比較し，東京23区における自動車の外部費用の特徴を整理する。最後に自動車の外部費用から，東京23区における道路整備を含めた交通政策について若干の考察を加える。

2　自動車の外部費用に関する先行研究

自動車の外部費用[1)]を把握しようとする試みは，1980年以降，欧米で活発に行われている。その一つの契機となったのが，1981年にレーガン政権が出した大統領令12291号とされる。これにより，米国では，年間100万ドル以上の経済的影響を伴うような政策を新たに導入する場合，必ず影響分析を行うことが義務付けられることになり，環境政策などの便益を評価するためのさまざまな評価手法が開発されることとなった。また道路建設などの大規模公共投資に対しても，費用便益分析を実施することが求められるようになり，幅広く評価手法の開発，検討が行われるようになった。

自動車の外部費用についても，大統領令以降，さらに多くの研究者によって評価手法が開発，検討されるようになった。その主な利用目的としては，交通プロジェクトや政策の評価，燃料税など自動車の利用者への適正な費用負担のあり方の検討，交通全般の外部費用の削減のための施策評価及び実施すべき政策の優先順位の設定などが挙げられる。

しかし，自動車の外部費用を推定する研究の初期段階においては，研究によって自動車の外部費用の定義，分析手法，データソースなどが大きく異なり，多くの種類の研究が散在する状況にあったといえる。そこで欧米では，政府機関が中心となって，関連研究の促進とその研究成果について検討が繰り返された。そして1990年代後半になると，欧米の公的機関は，これまでの研究成果をとりまとめる形で，自動車などの交通セクターにおける外部費用の推定を試みるプロジェクトを実施し，その報告書が公表されるようになった。またこれらのプロジェクトの中には，外部費用の定量化に関連した疫学調査などもあわせて行われるものがみられ，その関連手法についても，より改良が加えられた。表１は1990年以降の，これら公的機関が実施したものを中心に主要な先行研究をまとめたものである[2)]。

まずMayeres et al.（1996）は，ブリュッセルを対象に，乗用車，バス，路面電車，都市鉄道，トラックの外部費用を推定している。その費用項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑をとりあげ，限界外部費用関数を導出し，1991年と2005年のブリュッセルにおける外部費用について，車種別，ピーク時，オフピーク時別の限界外部費用を推定してい

表１　自動車の外部費用に関する先行研究

研究者	対象地域	対象年	交通モード	費用項目	外部費用の概要
Mayeres et al.（1996）	ブリュッセル	1991/2005	乗用車/バス/トラック/鉄道/トラック	混雑，大気汚染（気候変動含む），騒音，事故	ピーク時とオフピーク時の各モードの限界外部費用を推定
ECMT（1998）	EU 15カ国，スイス，ノルウェー	1991	乗用車/トラック/鉄道	混雑，大気汚染，気候変動，騒音，事故，インフラ費用過小負担	道路交通，鉄道の旅客・貨物輸送を対象に，限界費用を推定
Levinson et al.（1998）	アメリカ	1995	都市間交通（自動車/航空）	混雑，大気汚染，騒音，事故	都市間交通の社会的費用を推定。飛行機と自動車の比較
兒山・岸本（2001）	日本	1995	乗用車/バス/大型トラック/小型トラック	混雑，大気汚染，気候変動，騒音，事故，インフラ	費用過小負担外部費用を全国レベルで計測，走行量・輸送量あたり，GDP 比推定
TRENEN Ⅱ STRAN（1999）	６都市，３カ国（ブリュッセル，ベルギー，など）	2005	乗用車/バス/路面電車/トラック/都市鉄道/non motorized transport/内航海運	事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，道路の磨耗	外部費用を交通モード別，ピーク時，オフピーク時別に推定
Sansom et al.（2001）	イギリスの11エリア	1998	自動車（乗用車/小型トラック/大型トラック/大型トレーラー/公的サービス車両）/鉄道	事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，インフラ費用過小負担	自動車と鉄道の外部費用をピーク時・オフピーク時別，自
UNITE（2003）	EU 15カ国，エストニア，ハンガリー，スイス	1994/1996/2005	旅客・貨物輸送（自動車，鉄道，航空，海運）	事故，大気汚染，騒音，気候変動，渋滞，景観，インフラ費用過小負担，供給者オペレーションコスト	旅客・貨物輸送における対象地域の社会的費用を含めた自動車の総コストを推定し，政策的議論へとつなげる。
INFRAS/IWW（2004）	EU 15カ国，スイス，ノルウェー	2000	乗用車/バス/バイク/トラック（LDV/HDV）/鉄道旅客/鉄道貨物/航空旅客/航空貨物/内航海運	混雑，大気汚染，気候変動，騒音，事故，景観，製品サイクル，都市効果，	先行研究をもとに，EU各国の総費用，平均費用，限界費用を推定

る。

次に ECMT（1998）は，欧州運輸大臣会議（ECMT）での議論をまとめたもので，90年代の欧州における自動車交通の外部費用を総合的に検討した代表的なものである。費用項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，インフラ費用過小負担[3)]をとりあげ，EU 15カ国，スイス，ノルウェーにおける乗用車，トラック，鉄道の外部費用を推定している。この研究では，先行研究の結果を分析し，その結果を利用して，国家間で得られるデータの相違やそれに伴う推定手法の違いなどを考慮した上で，各国の乗用車，トラック，鉄道別の限界外部費用を求め，その外部費用の対 GDP 比をもとに国家間の比較を試みている。

Levinson et al.（1998）は，アメリカのカリフォルニアを対象に都市間交通について自動車（ハイウェー）と飛行機を取り上げ，事故，大気汚染，騒音，混雑に関する外部費用を推定し，モード間での比較を試みている[4)]。

TRENEN Ⅱ STRAN（1999）は，交通セクターにおけるプライシングの改善のための戦略モデルを開発するために，交通セクターにおける外部費用を推定し，政策を評価する上での指標を提示したものである。対象地域は，アムステルダム，アテネ，ボローニャ，ブリュッセル，ダブリン，ロンドンの都市と，ベルギー，アイルランド，イタリアの国々を対象としている。費用項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，道路の磨耗を取り上げ，乗用車，バス，路面電車，トラック，都市鉄道，Non Motorized Transport（自転車等），内航海運のモード別に，ピーク時，オフピーク時別の外部費用を推定している。

Sansom et al.（2001）は，料金，税，補助金に関する交通政策を策定するための評価指標を提示するために，道路と鉄道セクターにおける経済効率性と費用負担の現状を把握すべく外部費用を推定している。費用項目として事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，インフラ費用過小負担などを対象とし，イギリスの11エリアにおいて，道路種別，車種別，ピーク時，オフピーク時別の外部費用を推定している。

UNITE（2003）は，ヨーロッパ委員会（European Commission）において，旅客，貨物モードに対する最適なプライシングや課税政策について検討することを目的としたUNITEプロジェクトの報告書としてまとめられたものである。この研究は近年のヨーロッパ規模の代表的な研究の一つとされ，自動車，鉄道，飛行機，船舶の旅客，貨物輸送別の内部費用及び外部費用を推定している。外部費用の項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，景観，原子力発電におけるリスクなどを対象としており，EU 15カ国，エストニア，ハンガリー，スイスの18カ国を対象に，総費用の対GDP比や限界費用などを推定している。加えて将来（2005年）の外部費用についても推定している。

INFRAS/IWW（2004）は，国際鉄道連合（UIC）の委託を受けて，スイスのINFRAS（環境経済・政策コンサルタント）とドイツのカールスルーエ大学経済政策調査研究所（IWW）が行った共同研究の成果としてまとめられたものである。この研究はまず1995年にまとめられ，その後，費用項目の追加や推定方法の改良などが行われ，1999年，2005年に改訂版が発表されている。そして2008年には，交通セクターの外部費用の推定方法をハンドブックとしてまとめている。この研究はEU 15カ国にスイスとノルウェーを加えた17カ国を対象に，乗用車，バイク，バス，トラックの道路交通，鉄道，航空，海運の外部費用を推定している。費用項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，自然・景観・道路破壊，都市エリアの分断などのコストなどが挙げられている。また混雑については利用者によりその費用はある程度内部化されているとして，外部費用項目としては含められていないが推定そのものは試みられている。このINFRAS/IWWによる研究は，前述のUNITE（2003）においても引用されるなど，ヨーロッパの代表的な研究として，多くの研究に引用されている。

日本における先行研究としては，手法の開発および外部費用の一部の費用項目に対する研

究は見られるものの，自動車の外部費用を包括的に推定しているものは数少ない。その中の例外的存在として挙げられるのが，兒山・岸本（2001）である。この研究は日本全国レベルでの自動車の外部費用を，乗用車，バス，小型トラック，大型トラック別に推定している。費用項目としては，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑，インフラ費用過小負担をとりあげ，主に海外の先行研究を踏まえて，それを日本に適用させて推定を行っている。この研究は日本における自動車の外部費用の定量化を行った先駆け的研究として紹介されるものの，その手法は日本における関連分野の研究蓄積が少ないこともあり，多少粗いものとなっている。

3　自動車の外部費用の推定方法の概要

自動車の外部費用を推定する場合，その推定方法及び単位コストなどの評価指標をどのように設定するかが重要な問題となる。本稿では，海外の先行研究や国内の少ない先行研究をもとに特定化した Mizutani et al.（2009）の手法にもとづいて，東京23区の自動車の外部費用の推定を試みている。以下本節では，その推定方法の概要，ならびに東京23区を対象として推定するうえで施した改良点について説明することにしよう。

なお，本稿では，自動車の外部費用のうち事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑について分析することにする。これらの項目は前節で見てきたように，多くの先行研究に共通する項目である。なお，混雑費用については，自動車で移動している人自身も混雑に巻き込まれることから，利用者によってすでに内部化されているものと捉えて，自動車による外部費用に含めるべきでないとする議論もあり，実際，INFRAS/IWW では別扱いしている。しかし，多くの論者が外部費用の一部として混雑を取り扱っていること，混雑費用の存在は道路整備政策の検討の際に指標の一つとして実際に利用されている現実に鑑み，ひとまず外部費用の範疇で取り扱って推定することにする。

3.1　基礎的データの導出

自動車の外部費用を推定するためには，東京23区内の車種別，高速道路，一般道路別の年間交通量及び旅行速度を導出する必要がある[5)]。

まず『道路交通センサス』によって基礎データが得られる主要道路の交通量については，同データより路線別，平日休日別の一日あたりの走行台数を乗用車，バス，小型貨物車，普通貨物車別に集計し，その台数に各路線の区間距離を乗じ，これに2005年の平日休日数[6)]を乗じることで，東京23区内の主要道路における車種別の年間交通量を算出することができる。一方『道路交通センサス』の調査対象とされていない区道の交通量は，詳細のデータを得ることができないため，幅員 5.5 m 以上の区道を分析対象として扱うことにし，一日当たりの

車種別交通量は，同じ区内の一般都道府県道と同程度と仮定して算出することにする[7)]。すなわち，同区内の一般都道における一日当たりの車種別交通量に，幅員5.5 m以上の区道延長を乗じ，最後に2005年の平日休日数を乗じることで，区道の車種別年間交通量を算出する。

『道路交通センサス』では，対象区間の調査地点におけるピーク時の旅行速度とピーク時一時間あたりの交通量のデータが集計されている。そこで一般道路については，このデータをもとに都市におけるスピード・フローモデルを推定し，そのモデルを用いて東京23区別の一日平均の旅行速度を推定する[8)]。一方，高速道路については，一般道路と道路施設の構造が異なるため同様のスピード・フローモデルでは推定できない。さらに高速道路に関するデータは，サンプル数が十分得られず，高速道路のスピード・フローモデルを別途推定することも困難である。そこで，高速道路では混雑がピーク時に発生していると想定し，朝夕の3時間，一日6時間をピーク時と仮定し，そのピーク時における旅行速度を，『道路交通センサス』のピーク時の平均旅行速度のデータをもとに設定した。オフピーク時については各路線の法定速度を旅行速度とした。

3.2　外部費用の推定方法

まず交通事故の外部費用は，交通事故による被害の発生数に被害別の単位コストを乗じ，それを総和することで推定する。対象とする被害は，交通事故による死亡，重傷，軽傷被害とし，その被害発生数については，㈶交通事故総合分析センター『交通事故統計年報』より導出する[9)]。また事故の単位コストは，内閣府（2007）の指標を利用する[10)]。

次に大気汚染の外部費用は，自動車から排出される大気汚染物質として PM_{10} を対象に，東京23区別に推定する[11)]。まず東京23区内で走行する自動車から排出される PM_{10} 量を計算し，その排出量をもとに東京23区の自動車起因の PM_{10} 濃度を推定する[12)]。そして自動車起因の PM_{10} 濃度の変化によって発生する住民の健康被害を推定し，その影響を貨幣評価する[13)]。

騒音の外部費用は，次のような手順に従って推定する。まず，自動車起因の騒音レベルを，建設省（当時）が設置した道路投資の評価に関する指針検討委員会（1998）によって構築された推定モデルを利用して行う。次に推計された自動車起因の騒音レベルの曝露人口を導出する。そしてその結果に，騒音の単位コストを乗じることで，騒音の外部費用を推定する[14)]。

気候変動の外部費用は，東京23区別に自動車から排出される二酸化炭素の排出量を導出し，二酸化炭素の単位コストを乗じることで推定する[15)]。

混雑の外部費用は，前節で推定した東京23区の高速道路と一般道路別の旅行速度をもとに，混雑によって利用者が被る時間損失量を推定し，その損失量に時間価値を乗じることで推定する。利用者の時間損失量は，混雑が発生していない場合の移動時間を基準に，混雑が発生した場合にかかる追加的な移動時間とする。その時間損失量の推定において，Mizutani et al.

(2009) では，混雑が発生していない場合の旅行速度を法定速度と仮定し，混雑による旅行速度の低下による利用者の時間損失量を推定している。しかし本稿は，推定された混雑の外部費用と海外の先行研究の結果を比較できるよう，混雑が発生していない場合の旅行速度を海外の先行研究と同様に50 km/h と設定し，時間損失量を推定することとする[16)]。なお高速道路については Mizutani et al. (2009) と同様に，混雑が発生していない場合の旅行速度は法定速度とする。

4　自動車の外部費用の推定：東京23区のケース

前節で説明したように，Mizutani et al. (2009) の手法に一部改良を加えた手法を用いて，2005年の東京23区を対象に，自動車の外部費用を推定した。表 2 は，基礎データとして導出した東京23区の車種別年間交通量と一般道における旅行速度である。東京23区の車種別交通量についてみると，乗用車は千代田区や中央区，港区などの地域で面積のわりに交通量が多いことが伺える。一方普通貨物車については，江東区や墨田区などの幹線道路が多く通る地域で交通量が多くなっている。また旅行速度については，東京23区全体で20 km/h を少し超

表 2　東京23区における車種別年間交通量及び一般道における旅行速度

	総面積	年間交通量(高速道路・一般道)				推定旅行速度
		乗用車	バス	小型貨物車	普通貨物車	(一般道)
	(km²)	(百万台 km)	(百万台 km)	(百万台 km)	(百万台 km)	(km/h)
千代田区	11.64	605.4	9.8	140.8	115.5	21.2
中央区	10.15	534.7	11.0	125.5	95.3	21.1
港区	20.34	1,200.8	23.8	249.2	183.3	21.0
新宿区	18.23	557.9	11.0	143.7	78.1	21.3
文京区	11.31	483.4	9.0	132.0	72.1	20.9
台東区	10.08	371.3	7.9	116.0	63.2	20.8
墨田区	13.75	647.7	14.3	190.8	156.0	21.0
江東区	39.49	1,200.7	38.2	317.1	418.6	21.1
品川区	22.72	536.9	21.2	145.2	108.5	20.9
目黒区	14.70	457.5	9.5	114.5	73.9	20.5
大田区	59.46	1,168.3	31.1	316.5	322.8	20.5
世田谷区	58.08	1,442.0	31.7	333.3	322.3	20.6
渋谷区	15.11	731.5	20.4	144.1	112.6	20.7
中野区	15.59	455.5	18.3	128.8	67.2	20.8
杉並区	34.02	687.3	14.2	195.1	118.2	21.0
豊島区	13.01	660.8	16.8	148.2	139.7	20.9
北区	20.59	370.5	9.4	118.8	77.6	20.9
荒川区	10.20	197.4	4.5	72.2	39.5	20.8
板橋区	32.17	1,228.7	26.1	340.3	315.1	20.5
練馬区	48.16	1,245.7	27.4	356.5	264.0	20.9
足立区	53.20	1,323.4	27.6	399.2	385.0	20.8
葛飾区	34.79	673.6	10.4	212.4	138.7	21.1
江戸川区	49.76	1,367.6	23.2	356.8	384.1	21.1

表３　東京23区における自動車の外部費用（2005年）

	外部費用					
	合計	事故	大気汚染	騒音	気候変動	混雑
	（億円）	（億円）	（億円）	（億円）	（億円）	（億円）
東京23区	41,953	3,635	9,530	948	1,600	26,240
（％）	（100）	（8.7）	（22.7）	（2.3）	（3.8）	（62.5）

表４　東京23区別の自動車の外部費用（2005年）

	人口	総面積	人口密度	外部費用					
				事故	大気汚染	騒音	気候変動	混雑	合計
	（人）	（km²）		（億円）	（億円）	（億円）	（億円）	（億円）	（億円）
千代田区	41,778	11.64	3,589.2	123	50	5	44	649	870
中央区	98,399	10.15	9,694.5	101	118	23	43	759	1,044
港区	185,861	20.34	9,137.7	190	222	27	90	1,536	2,065
新宿区	305,716	18.23	16,769.9	176	337	36	44	883	1,476
文京区	189,632	11.31	16,766.8	80	220	27	39	784	1,148
台東区	165,186	10.08	16,387.5	100	199	25	32	631	987
墨田区	231,173	13.75	16,812.6	94	286	35	59	840	1,314
江東区	420,845	39.49	10,657.0	189	503	36	121	1,347	2,197
品川区	346,357	22.72	15,244.6	119	388	33	59	1,008	1,608
目黒区	264,064	14.70	17,963.5	109	285	33	38	797	1,263
大田区	665,674	59.46	11,195.3	248	737	54	115	1,848	3,002
世田谷区	841,165	58.08	14,482.9	353	912	82	119	1,824	3,289
渋谷区	203,334	15.11	13,456.9	173	238	23	58	727	1,219
中野区	310,627	15.59	19,924.8	93	348	42	47	835	1,365
杉並区	528,587	34.02	15,537.5	206	556	53	58	1,191	2,064
豊島区	250,585	13.01	19,261.0	112	298	34	57	780	1,281
北区	330,412	20.59	16,047.2	75	359	28	34	578	1,074
荒川区	191,207	10.20	18,745.8	61	211	20	19	365	676
板橋区	523,083	32.17	16,260.0	167	614	70	116	2,030	2,997
練馬区	692,339	48.16	14,375.8	228	730	79	112	2,051	3,201
足立区	624,807	53.20	11,744.5	279	716	65	124	1,893	3,076
葛飾区	424,878	34.79	12,212.6	143	462	43	58	1,132	1,837
江戸川区	653,944	49.76	13,142.0	218	740	76	117	1,750	2,900

える程度と推定された。

このデータをもとに，東京23区における自動車の外部費用を推定した結果が表３，４である。

まず表３では，東京23区の自動車の外部費用の総額及び費用項目別の総額を示している。われわれの推定から，東京23区全体では年間４兆2,000億円程度の外部費用が発生しているという結果が得られた。特に混雑の外部費用が外部費用全体に占める割合は６割を超え，もっとも大きな要因となっていることが伺える。これに次ぐのが大気汚染による外部費用である。われわれが同様の手法をもちいてわが国の100都市を対象にして行った推定結果と比べ

ると，人口が多い東京23区では，混雑の外部費用の割合はかなり大きなものとなった。[17)]

次に表4では，23区別に費用項目別の外部費用の総額を示している。曝露人口が多くなると外部費用の総額が大きくなるという推定モデルの構造に依存している部分があるものの，人口の多い世田谷区や練馬区，大田区などで外部費用の値が大きくなっている。もちろん夜間人口と昼間人口の違いをどのようにモデルに組み入れるかについては課題が残るものの，これらの地域では，人口集中地域で多くの自動車交通が発生しているという特徴を有している。特に大気汚染や騒音の外部費用の大きさは，地域や道路沿道に居住している人口の大きさに依存しているため，人口の多い世田谷区や練馬区などでは，その影響を大きく受ける都市構造になっているといえよう。[18)]

5　自動車の外部費用の国際比較

本節では，われわれの行った東京23区の自動車の外部費用の推定結果の特徴を，各国で行われている先行研究の結果と比較検討することを通じて明らかにしたうえで，東京23区の自動車の外部費用について若干の考察を加えることにする。

まず本研究の推定結果と，第2節でとりあげた自動車の外部費用に関する先行研究から，乗用車の外部費用の結果についてまとめたものが表5である。表の上段では国単位もしくは都市間交通を対象に推定されたものを，下段では都市を対象に推定されたものを示している。すべての推定結果（平均・限界費用）は，2005年に基準化し円換算して表示している。

まずわが国の先行研究である兒山・岸本（2001）とわれわれの推定結果を比較してみると，

表5　先行研究における乗用車の外部費用の国際比較（2005年値）

研究者	対象地域	対象車両	平均・限界費用						
			単位	分析対象年	事故	大気汚染	騒音	気候変動	混雑
ECMT（1998）	（国）スイス	乗用車	（¥/台km）	1991	10.8	2.3	0.9	1.8	－
Levinson et al.（1998）	（都市間）アメリカ	自動車全般（ハイウェ）	（¥/台km）	1995	0.9	0.8	4.1	1.0	6.8
兒山・岸本（2001）	（国）日本	乗用車	（¥/台km）	1999	7.1	1.8	3.6	2.2	7.3
UNITE（2003）	（国）ドイツ	乗用車	（¥/台km）	1998	18.7	1.2	0.7	0.7	6.4
Mayeres et al.（1996）	（都市）ブリュッセル	ピーク時小型ガソリン車	（¥/台km）	2005	12.4	2.9	0.1	0.2	176.1
		オフ・ピーク時ガソリン車	（¥/台km）	2005	20.1	2.5	0.8	0.1	0.5
TRENEN Ⅱ STRAN（1999）	（都市）ブリュッセル	ピーク時ガソリン車	（¥/台km）	2005	4.2	0.5	0.3	0.6	235.7
		オフ・ピーク時ガソリン車	（¥/台km）	2005	4.2	0.5	1.0	0.5	0.4
Sansom et al.（2001）	（都市）インナーロンドン	乗用車（Trunk & Principal）	（¥/台km）	1998	3.5	1.3	0.1	0.3	114.1
		乗用車（other）	（¥/台km）	1998	3.5	1.4	0.1	0.4	199.2
本研究	（都市）東京	乗用車	（¥/台km）	2005	13.3	2.8	2.2	2.9	85.1

（注）・各通貨の円換算については，日本銀行外国為替相場状況より，1995年～2005年の平均為替レートをもとに行った。（1ドル＝114円，1 EURO（ECU）＝127円，1ポンド＝185円）
・先行研究の結果は，各国・地域のGDPデフレータにより2005年に基準化されている。

推定方法に違いがあるため単純には比較できないものの，概括的に混雑以外は大きな差はないといえよう。混雑については推定方法のほか，兒山・岸本（2001）は日本全体を対象に推定しているのに対し，本稿は都心部を対象としていることなどが，推定結果に大きな差を生じている要因であると考えられる。実際，国単位で推定された他の先行研究と比較してみても，大都市を対象として推定した本稿の結果は，大気汚染や騒音などで類似した推定方法が用いられている UNITE（2003）などよりも，影響は比較的大きく出る傾向がある。しかし混雑を除く全般的な推定結果の傾向には，さほど大きな差はなかったといえるだろう。

一方，都市を対象にした先行研究と本稿の推定結果を比較すると，まず事故や大気汚染，騒音，気候変動については，TRENEN Ⅱ STRAN（1999）や Sansom et al.（2001）と比べて大きな値となっている。特に大気汚染や騒音，気候変動にて大きな差が見られる背景には，推定対象とした健康被害などの被害の種類やその影響に関する曝露反応関数，またその影響を貨幣評価するための単位コストの違いが影響を与えていると考えられる。なお表 5 の TRENEN Ⅱ STRAN（1999）ではガソリン車の中で小型車のみの推定結果が示されているため，大型ガソリン車を含めたガソリン車全体の推定結果と比べると小さくなる傾向がある。

混雑の外部費用については，ブリュッセルを分析対象とした Mayeres et al.（1996）や TRENEN Ⅱ STRAN（1999）では，ピーク時に東京23区をはるかに超える外部費用が発生している一方で，オフピーク時にはほとんど混雑の外部費用は発生していないという結果となっている。これに対して，本論文ではピーク時，オフピーク時を区別することなく一日平均の旅行速度より混雑の外部費用を推定しているため，単純に比較することができない。そこで Mayeres et al.（1996）と TRENEN Ⅱ STRAN（1999）の混雑の外部費用について，ピーク時を朝夕 6 時間と設定し，ピーク時の値とオフピーク時の値を加重平均して混雑の一日あたりの外部平均費用を求めてみると，それぞれ44.1円/台 km，59.2円/台 km となった。またロンドンを分析対象とした Sansom et al.（2001）の混雑の外部費用は，東京23区の混雑の外部費用と比べて大きな値となっていることが伺える。

ところで，自動車の外部費用の推定では，単位コストとしてどのような値を設定するかによってその結果が大きく変化する。とくに混雑費用の推定の場合，いわば混雑の単位コストとなる時間価値をどのように設定しているかが問題となる。ここでわれわれが推定の際に利用した国土交通省道路局（2003）が設定した時間価値と，これら先行研究の時間価値を比較してみることにする。表 6 は，先行研究における乗用車の利用者一人あたりの時間価値を比較したものである。表から，本論文で利用した国土交通省道路局（2003）の時間価値は，Mayeres et al.（1996）と TRENEN Ⅱ STRAN（1999）で用いられた時間価値の 3 倍，Sansom et al.（2001）の 2 倍と，かなり大きな値となっていることが明らかである。種々の条件の違いがあるとはいえこの時間価値の違いはあまりにも大きいと考えられることから，この点を

表６　乗用車利用に関する時間価値（一人あたり，時間あたり）

	時間価値
	（円）
Mayeres et al.（1996）	876.3
TRENEN Ⅱ STRAN（1999）	977.9
Sansom et al.（2001）	1472.6
本稿（国土交通省）	2901.2

考慮して混雑の外部費用の推定結果を比較するならば，東京23区の値は，ロンドンはもちろん，ブリュッセルの値よりもかなり小さなものになると考えてよいだろう。

６　東京23区における自動車の外部費用と道路整備：むすびにかえて

本稿では東京23区において，事故，大気汚染，騒音，気候変動，混雑を対象に自動車の外部費用を推定した。そして乗用車の外部費用に関する推定結果を先行研究と比較し，われわれの推定結果の妥当性及び，その特徴，さらに外部費用をもとに議論を進める上での留意点を明らかにした。その結果は以下のようにまとめることができる。

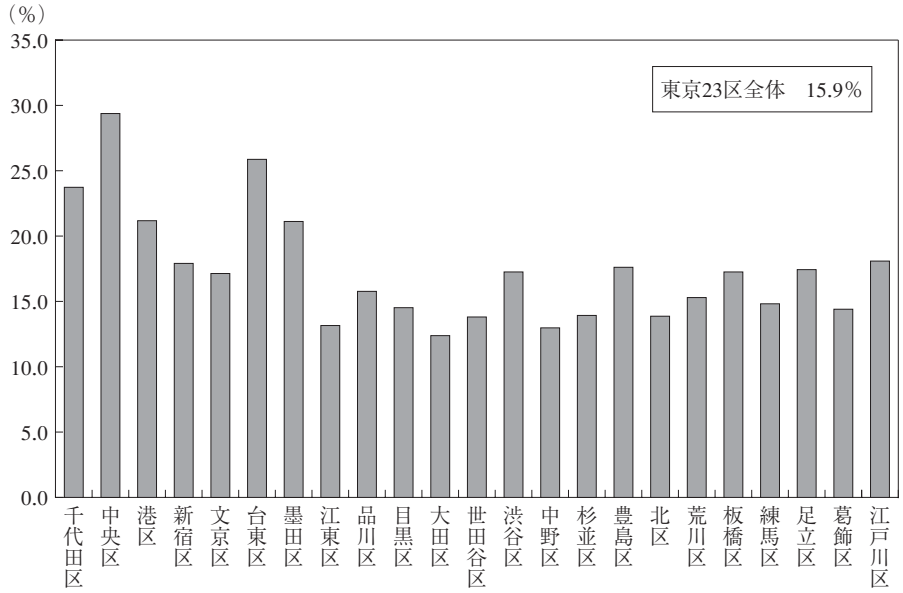
① 東京23区における自動車の外部費用は，総額で４兆2,000億円程度発生しており，費用項目別では混雑の影響が最も大きく，次いで大気汚染の影響が大きい。

② 東京23区は人口密度が高いため，相対的に大気汚染と騒音による影響を受けやすい都市構造をしているということができる。

③ 都市における混雑の外部費用は，時間価値の違いを考慮すると，東京23区はロンドン・ブリュッセルを対象に行われた先行研究の値よりもかなり小さい。

以下では，われわれの推定結果を元にして，自動車の外部費用を通じて東京における道路整備の在り方について若干の検討を試みる。これまで国や東京都は，都内の渋滞が経済効率の低下や環境負荷の増大を招くとして，渋滞解消を図るため，積極的な道路整備を進めてきた。図１は2005年の東京23区の道路率である。道路率をみると，区によって格差はあるものの，東京23区全体で15.9％となっており，すでに開発し尽くされた感の強い東京ということを考えれば，1990年の東京23区全体の道路率14.8％と比べてもかなり道路整備が進んでいるといえよう。特に中央区や台東区の道路率は，29.3％，25.8％と非常に高い値となっている。一方東京23区の人口は非常に過密で，2005年の東京23区の人口密度が13,770人/km^{2}であるのに対し，ブリュッセルは6,500人/km^2，インナーロンドンは9,300人/km^{2}にすぎない。都市の住民が同じ程度自動車に依存した生活をしていると単純な仮定をおくと，東京23区の混雑は他の都市と比べても相当深刻なものとなるのが当然であろう。しかし前節で見たように，

図１　東京23区の道路率（2005年）



（出典）『東京都統計年鑑　平成17年』
（注）・道路率＝道路面積/総面積

その混雑の外部費用は欧州各都市より小さな値となっている。この背景には公共交通網の水準が高いこともあるだろうが，やはり東京23区の方が，道路整備がすでに過剰と言える水準まで進んでいることも強く影響していると捉えることができるのではないだろうか。

人口が過密である東京23区は，大気汚染や騒音などの影響を受けやすい都市構造ともいえる。加えて道路整備は，混雑を緩和する効果がある半面，自動車の利便性を高め，追加的な自動車の交通量を誘発させる可能性を持っている。そのためこのような地域における道路整備は，他の外部費用の増加をもたらすことが十分に考えられる。さらに自動車交通の誘発により，元々意図した混雑緩和が達成できないケースや更なる混雑の発生が生じることも考えられ，混雑費用そのものも減少しない可能性さえある。ロンドンにおいても，以前から混雑が深刻な問題として顕在化しているし，ロードプライシング等のわが国では実施されていない高度な交通管理施策が導入されているなど，自動車利用抑制に関する先進的な取り組みで有名である。その一方で以前からとくに中心部における大規模な道路整備には否定的であり，また近年は自動車用の車線を自転車や歩行者のための通行スペースに転換するといった道路空間再配分に取組んでいる。

このような都市の移動において，自動車依存を軽減する政策は欧米ではすでに一般的なトレンドとなっているとされるが，これに対してわが国ではその必要は識者の間で以前から議論されているにもかかわらず，交通政策パラダイムの変換はいまだ実現していない。実際東

京においてもいまだに大規模な道路整備計画が存在する。自動車の利便性を高め，交通量の増加を誘発するような大規模な道路整備は，自動車の外部費用という観点からみると，他の外部費用を増加させる可能性が高く，その影響を総合的に検討する必要があろう。また，われわれの推定した自動車の外部費用の推定項目には含んでいないが，貴重な都市空間の一部を道路という空間にさらに転換することによって発生する機会費用は，看過できないほど大きなものとなることも十分に考えられる。このように考えるならば，そもそも混雑の外部費用を削減することが，交通政策上常に意味のある目的であるかについては，慎重な検討が必要になる。

注

1）本論文では，自動車交通によって発生する事故や大気汚染など，自動車の総コストのうち，利用者によって内部化されていない費用を，自動車による外部費用と定義することにする。

2）なお，先行研究は自動車の外部費用の推定結果を示す際に，限界外部費用を示しているものと，平均外部費用と分けて示しているものが見られる。ここでいう限界外部費用とは，自動車の外部費用をその自動車の走行 km で微分したものである。一方平均外部費用とは，自動車の外部費用を自動車の走行 km で除したものである。しかし多くの研究では，自動車の走行 km 水準によって自動車の限界外部費用が異ならない推定方法となっているので，自動車の限界外部費用と平均外部費用とは実質的に同一の値となる。そこで本稿では，特段この点を区別することなく，推定結果の比較検討を行うことにする。

3）インフラ費用過小負担とは，道路インフラ整備費用のうち，自動車利用者によって負担されていない費用部分と定義されている。一般に，自動車の利用者は，自動車関係諸税及び道路通行料金等で道路インフラ整備費用の一部を内部化しているがすべてを負担しているわけではないとする議論がこの背景にある。

4）Levinson et al.（1998）自身は，利用者によって内部化されていない費用を，自動車による社会的費用（Social cost）と定義していて，外部費用という用語は使っていない。

5）本稿では，高速道路，一般道路別に分析を行う。その内訳は，国土交通省（2005）『道路交通センサス』による区分である高規格幹線道路，都市高速道路を高速道路とし，一般国道，主要地方道（都道府県道），主要地方道（指定市道），一般都道府県道と『道路交通センサス』の調査対象ではない市区町村道を一般道路とする。また本稿では，『道路交通センサス』の調査対象である道路を総称して主要道路と呼ぶこととする。

6）2005年の平日日数は246日，休日日数は119日である。

7）本稿では区道のうち，道路幅員 5.5 m 以上の路線を分析対象とする。兒山（2004）は，道路幅員 5.5 m 未満の区道についても日本における自動車交通騒音の外部費用の推定において分析対象としている。しかし区道における交通量は詳細のデータが得られず，特に幅員 5.5 m 未満の道路の交通量の推定にはかなり大胆な仮定を設ける必要がある。そのため，本稿では対象に含めないことにした。

8）都市におけるスピード・フローモデルの推定では，Mizitani et al.（2009）で推定対象とした100

都市のデータに，東京23区のデータを加えたデータ（サンプル数534）を用いて推定している。またモデルの基本形として線形を採用し，道路の沿道状況も考慮した旅行速度の推定モデルを構築した。推定されたスピード・フローモデルは次の通りである。

$$V_{a,\ line}=37.70-0.0051q_{a,\ line}-14.91DID_{a,\ line}$$

$V_{a,\ line}$：都市区別，道路路線別の旅行速度（km/h）

$q_{a,\ line}$：一車線あたりの交通量（台/h）

$DID_{a,\ line}$：道路の路線区間における人口集中地区（DID 地区）の区間割合

a：都市区別

line：路線

9）事故の発生数について，『交通事故統計年報』データでは，重傷者，軽傷者数別のデータは得ることができない。この点について内閣府（2007）は，自賠責保険のデータから，負傷者に占める重傷と軽傷の割合を4.96％と95.04％としている分析を進めている。本稿でもこれに習い，年間死傷者数から死亡者数を引いた年間負傷者数について，５％を重傷者，95％を軽傷者であると仮定することにした。なお，物損事故については外部費用の推定対象として取り上げていない。これは，物損事故の被害は，一般に保険でカバーされていると想定されるので，すでに利用者によって内部化されていると考えられるからである。また利用した内閣府の単位コストも保険により内部化される費用部分に関しては控除した値を設定している。

10）事故の単位コストは，内閣府（2007）より，一人当たりの費用を死亡229,032千円，重傷84,810千円，軽傷846千円とする。

11）先行研究では，PM_{10} のほかにオゾンや NO_X など，複数の大気汚染物質を分析対象としているものも見られる。しかしこれらの汚染物質を含めて分析しようとすれば，その推定モデルの特定化には多くの不確実な要素が含まれることになり，この点については未だに多くの議論が残されている。そこで本稿では多くの先行研究にて共通して分析され，ある程度の研究蓄積が見られる PM_{10} を分析対象とした。詳細は Mizutani et al.（2009）を参照されたい。

12）自動車から排ガスが地域の PM_{10} 濃度へ与える度合いを推定するため，Mizutani et al.（2009）では簡易な拡散モデルを利用して推定している。推定された拡散モデルは以下のとおりである。

$$atm_{PM,\ a}=0.03+0.0026\ln(EMI_{PM,\ a})$$

$atm_{PM,\ a}$：都市区別の PM_{10} の年平均濃度（mg/km^3）

$EMI_{PM,\ a}$：都市区における面積 1 m^2 の範囲を走行する車両から排出された年間 PM_{10} 排出量（g/m^2/年）

13）推定に用いられた指標は，Mizutani et al.（2009）を利用した。

14）騒音の単位コストは，Mizutani et al.（2009）より一人あたり5000円/dB とする。

15）気候変動の単位コストは，Mizutani et al.（2009）より14,000円/t-CO_2 とする。

16）これらの措置の背景には，前述のように欧米の先行研究との比較のためということはもちろん，特に一般道路の場合，フリーフロー（混雑のない状態）での自動車の流れが，法定速度でとどまっているとは考えられないということがあるのはいうまでもない。

17）鈴木（2009）を参照。

18）先行研究では，国別，大都市別など広い範囲を対象に外部費用が推定されているため，昼間人口と夜間人口の差は考慮されなくても大きな問題とはならないと考えられるが，本研究のように

狭い地区を対象にしたとき，このことは問題となると考えられる。本研究では，データや利用した指標の問題から，夜間人口をもとに外部費用を推定している。この意味で昼間人口と夜間人口の違いをどのようにモデルに組み入れるかは今後の課題と考えられる。

参　考　文　献

ECMT（1998），*Efficient Transport for Europe,* OECD, Paris.

ExternE（2005），*Externalities of Energy Methodology 2005 Update,* European Communities.

Gibbons, E. and M. O'Mathony（2002），"External cost internalization of urban transport：a case study", *Journal of Environmental Management,* Vol. 64, pp. 401-410.

INFRAS/IWW（2004），*External Cost of Transport Update Study,* UIC, Paris.

Levinson, D. M., D. Gillen and A. Kanafani（1998），"The social costs of intercity transportation：a review and comparison of air and highway", *Transport Review,* Vol. 18, No. 3, pp. 215-240.

Mayeres, I., S. Ochelen and S. Proost（1996），"The Marginal External Costs of Urban Transport", *Transportation Research,* Part-D, Vol. 1, No. 1, pp. 111-130.

Mizutani, F., Y. Suzuki and H. Sakai（2009），"Estimation of Social Cost of Transportation", *Kobe University Graduate School of Business Administration Discussion Paper.*（unpublished）

Sansom, T., C. Nash, P. Mackie, J. Shire, P. Watkiss（2001），*Surface Transport Cost and Charge Great Brirain 1998. Final report for the Department of the Environment, Transport and the Regions,* Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds, July 2001.

TRENEN Ⅱ STRAN（1999），*Final Report for Publication*（Proost, S. and K. V. Dender），ST96SC116.

UNITE（2003），*Unification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency Final Report for Publication,* Unite, UK.

World Health Organization（1999），*Health Cost due to Road Traffic-related Air Pollution：An impact assessment project of Austria, France and Switzerland,* Prepared for the WHO Ministerial Conference on Environment and Health, London, June, 1999, WHO.

環境省（2004）『自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査』，平成16年環境省委託業務結果報告書，株式会社数理計画，平成17年３月．

国土交通省道路局（2003）『―時間価値原単位および走行経費原単位（平成15年価格）の算出方法―』，平成15年１月．

兒山真也（2004）「日本における自動車交通騒音の外部費用の推計」，『商大論集』，第55巻，第３・４号，121～157頁．

兒山真也・岸本充生（2001）「日本における自動車交通の外部費用の概算」，『運輸政策研究』，Vol. 4，No. 2，19～30頁．

鈴木裕介（2009）「交通セクターの社会的費用に関わる分析」，神戸大学大学院経営学研究科課程博士論文．

道路投資の評価に関する指針検討委員会編（1998）『道路投資の評価に関する指針（案）』，㈶日本総合研究所，東京．

内閣府（2007）『交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書』，平成19年３月．