

道路交通センサス非対象道路を考慮した 自動車走行による外部費用の推計 Estimation of External Costs of Vehicles Considering Roads Not Covered by Road Traffic Census

都市人間環境学専攻 赤坂 優斗

Civil, Human and Environmental Science and Engineering Course / Yuto AKASAKA

Key Words : external costs, road traffic census, equivalent noise level, congestion, PM2.5

1. はじめに

自動車は生活・産業を支える基盤であるが、走行による騒音や混雑、大気汚染などの環境問題が指摘されてきた。経済学では、これらを自動車の外部費用また社会的費用という概念で貨幣換算が行われてきた¹⁾。外部費用とは、自動車利用者がその走行によって発生する被害の大きさに応じた費用を負担していない費用であり、これに負担している費用（内部費用）をあわせたものが社会的費用である。外部費用の推計は、自動車に起因する環境被害を内部化する手段である、現在議論されている走行距離税など自動車関連税制のあり方を議論する上で重要である。

日本を対象とした先行研究としては、Mizutani et al. (2011)は日本の111都市を対象に自動車による外部費用を推計している²⁾。また鈴木(2010)は都道府県別に自動車による外部費用を推計している³⁾。これらは道路交通センサスで交通量が詳細に計測されていない道路（以下、センサス非対象道路）の仮定が一つだけに留まっている点が課題である。

本研究で対象とする関東地方の各県における道路延長でみたシェアは表-1の通りであり、東京都では幅員13m以上のセンサス非対象道路は1割を占める。センサス非対象道路をどの程度考慮すれば外部費用の正確な推計につながるのか分析した研究は見られない。

そこで本研究では、センサス非対象道路を考慮して自動車による外部費用を推計し、推計結果から外部費用全体に占めるセンサス非対象道路の影響割合を求めることを目的とする。

2. 仮定・前提

本研究で対象とする外部費用は騒音、混雑、大気汚

表-1 センサス対象道路とセンサス非対象道路のシェア

	東京都	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県	栃木県	群馬県
センサス対象道路	89%	98%	97%	95%	97%	97%	98%
センサス非対象道路 (幅員13m以上)	11%	2%	3%	5%	3%	3%	2%

染である。また道路交通センサスの最新年が2015年度であるため、2015年度の外部費用を都道府県別に幅を持って推計する⁴⁾。

(1) 対象道路と交通量の諸仮定

対象とする道路はセンサス対象道路と幅員13m以上のセンサス非対象道路である。幅員13m未満のセンサス非対象道路からは外部費用が発生しないと仮定する。幅員13m以上のセンサス非対象道路における交通量は、同じ都道府県内の主要地方道における交通量と同程度である場合と一般都道府県道における交通量と同程度である場合を仮定する。

また対象車種は普通車、小型貨物車、バス、普通貨物車とし、道路種別の平均旅行速度は2015年度の道路交通センサスの計測データをもとに表-2の通りに仮定する。

(2) 人口分布

道路交通センサスから沿道タイプ（人口集中地区・市街部・平地部・山地部）のシェアがわかる。そこで本研究では人口集中地区の沿道における人口密度としてDID人口密度を用い、市街部の沿道における人口密度として可住地面積当たり人口密度を用いる。また幅員13m以上のセンサス非対象道路における沿道タイプのシェアは同じ都道府県内のセンサス対象道路における沿道タイプのシェアと同じと仮定する。

また沿道における人口密度に2つの仮定を置く。1つ目の仮定として、周辺における人口密度と同じ（人口密度が一定）場合を考える。2つ目の仮定として、沿道における人口密度が周辺と比較して1.7倍高く、沿道から

表-2 道路種別平均旅行速度

道路種別	平均旅行速度(km/h)
高速道路	85
一般国道	35
主要地方道	35
一般都道府県道	30
センサス非対象道路 (幅員13m以上)	30

離れるに従って線形に減少し、沿道からの距離が80m以上になると周辺における人口密度と同じになる場合を考える⁶⁾。

3. 推計方法

(1) 騒音

騒音の外部費用を推計する際の仮定を記す。まず等価騒音レベルが50dB以上で騒音による被害が発生すると仮定する。また騒音の減衰効果として建物による減衰と距離による減衰を考える。建物の壁には等価騒音レベルを25dB減衰させる効果があると仮定し⁷⁾、沿道からの距離が2倍になると等価騒音レベルが3dB減衰すると仮定する⁸⁾。

次に騒音の外部費用の推計手順を記す。まず交通量から沿道の等価騒音レベルを道路種別に推計する。推計には先行研究の予測式を用いる⁹⁾。次に沿道からの距離による騒音レベルの減衰と人口分布から騒音レベル別暴露人口を推計する。人口分布については、人口密度が沿道からの距離に依らず一定の場合と沿道程高い場合を仮定する。そして騒音レベル別暴露人口に原単位を乗じることで騒音の外部費用を推計する。原単位は欧州の先行研究で用いられているものに幅を与えた形で設定した¹⁰⁾。

(2) 混雑

混雑の外部費用は平均旅行速度よりも遅い場合に発生する時間損失から推計する。まず先行研究を基に設定した時間変動係数から時間別交通量を求める¹¹⁾。時間変動係数は交通量のピーク時間がはっきりしている場合とフラットな場合を仮定する。次にMizutani et al. (2011)のスピードフローモデルを用いて時間別旅行速度を求める。そして時間別旅行速度と平均旅行速度から時間損失を求め、時間損失に時間価値原単位を乗じることで混雑の外部費用を推計する。時間価値原単位は国土交通省の費用便益分析マニュアルのものに幅を与えた形で設定した¹²⁾。

(3) 大気汚染

大気汚染の外部費用は自動車起因のPM2.5による健康被害から推計する。

まず濃度分布を考える。沿道の濃度は国立環境研究所の自動車排出ガス測定局の各地点で測定されたPM2.5濃度の平均値であると仮定する¹³⁾。その平均値を都道府県単位で用いることで、都道府県ごとの沿道の濃度を設定する。またPM2.5の濃度分布は沿道からの距離に従って減少し、都道府県ごとに観測された一般環境大気測定局の観測値の最小値まで濃度レベルが低下すると

仮定する。濃度レベルの低下度合いは先行研究の観測データを用い、沿道からの距離が100mになるとPM2.5濃度が3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 低下すると仮定する¹⁴⁾。また実際の観測値からPM2.5の背景濃度の高位と低位を設定する。

次に人口分布と濃度分布を重ね合わせることで濃度レベル別暴露人口を推計する。人口分布については、人口密度が沿道からの距離に依らず一定の場合と沿道程高い場合を考える。

また濃度レベル別暴露人口と暴露反応関数からPM2.5による健康被害を推計する¹⁵⁾¹⁶⁾。この健康被害に自動車の寄与率を乗じることで、自動車起因のPM2.5による健康被害を推計する。自動車の寄与率は沿道のPM2.5濃度に占める自動車起因のPM2.5濃度の比率である。自動車起因のPM2.5濃度は、車種別排出係数と車種別年間走行台キロから求まる自動車からの排出量と先行研究で推定された拡散式を用いて推計する¹⁷⁾¹⁸⁾。

そして自動車起因のPM2.5による健康被害に原単位を乗じることで大気汚染の外部費用を推計する。

4. データ

幅員13m以上のセンサス非対象道路における沿道タイプのシェアと人口密度を表-3に示す。データから沿道における人口集中地区のシェアは東京都が最大であることがわかる。人口密度も東京都が最大であることから、東京都では幅員13m以上のセンサス非対象道路による外部費用の影響割合が他県と比較して大きくなると考えられる。

本研究では自動車による外部費用として騒音、混雑、

表-3 センサス非対象道路の沿道タイプのシェアと人口密度

		東京都	神奈川県	埼玉県	千葉県	茨城県	栃木県	群馬県
沿道タイプのシェア	人口集中地区	83%	54%	31%	14%	6%	8%	9%
	市街部	5%	15%	7%	16%	4%	11%	21%
	平地部	2%	9%	47%	60%	74%	59%	33%
	山地部	10%	22%	15%	10%	16%	22%	38%
人口密度(人/㎥)	DID人口密度	12,285	9,101	8,416	7,186	4,528	4,644	3,950
	可住地面積当たり人口密度	9,529	6,151	2,826	1,760	725	672	858

表-4 各外部費用のケース

騒音	ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	交通量	高位			低位			高位			低位					
人口分布	一定				一定				沿道程高い				沿道程高い			
	原単位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位			
混雑	ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	交通量	高位			低位			高位			低位					
	ピーク	はっきり			はっきり			フラット			フラット					
原単位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位				
大気汚染	ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
	背景濃度	高位			低位			高位			低位					
	人口分布	一定				一定				沿道程高い				沿道程高い		
原単位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位	高位	中位	低位				

大気汚染を対象に幅を持たせて推計した(表-4). 気候変動は全国共通であること, また交通事故や道路の維持管理費については内部と外部の境界を考える必要があり今回の推計では考慮しなかった.

5. 結果

(1) 台当たり外部費用の推計結果

台当たり外部費用の推計結果を示す. 図-1は関東地方における車種別都県別台当たり外部費用の最大値と最小値を表している. 例えば図中の濃い緑色の部分は騒音の最小値を表し, 濃い緑色と薄い緑色の部分の合計は騒音の最大値を表している. なお図中の縦線は児山他(2001), 鈴木(2010)およびCE Delft(2019)の推計結果の範囲を示している¹⁹⁾.

先行研究の結果と同様に普通貨物車の費用が最も大きく, 小型貨物車, 乗用車の順に小さくなった. 普通貨物車の推定値が先行研究と比較して小さい値となっているのは, その後, 排出ガス規制が強化され, かつ道路整備の進展などにより混雑費用が低下しているためと考える.

費用項目別に見ると, 大気汚染による外部費用の影響が最も大きい. ただし, バスについては混雑費用が最大となった. これは交通量が多く速度が遅い場所を走行しているためと考える.

また都県別に見ると東京都の台当たり外部費用が最大となり, 次いで神奈川県, 埼玉県, 千葉県, の台当たり外部費用が大きくなった. 東京都の人口密度が最も高く, それに伴い外部費用も最大であるため, このような推計結果になったと考えられる. 一方, 北関東3県(茨城県・栃木県・群馬県)の台当たり外部費用は1都3県と比較して低く推計された. このように地域によ

て台当たり外部費用の大きさに差が見られる結果となった.

図-2は幅員13m以上のセンサス非対象道路を考慮した場合の台当たり外部費用と考慮しなかった場合の台当たり外部費用の最大値と最小値を車種別都県別に表している. センサス非対象道路の影響は東京都を除き, 大きくないことがわかる.

(2) 外部費用全体に占めるセンサス非対象道路の割合

図-3は外部費用全体の道路種別影響割合を示している. なお棒グラフ中の濃い赤色の部分はセンサス非対象道路の割合の最小値を表し, 濃い赤色と薄い赤色の部分の合計がセンサス非対象道路の割合の最大値を表している. 都県別に見ると, 東京都でのセンサス非対象道路の影響割合が4%から10%程度あり最も大きく, 他県では0.5%から4%程度となった. これは他県と比較して東京都の人口密度が高く, かつ幅員13m以上のセンサス非対象道路の延長が長いため, このような結果になったと考える.

人口密度が高く道路延長が長い東京都ではセンサス非対象道路については無視できないが, その他の県では大きな影響を与えていないといえる.

6. おわりに

本研究では, 日本における自動車による外部費用の正確な推計に幅員13m以上のセンサス非対象道路をどの程度考慮すべきなのか, 騒音, 混雑, 大気汚染を対象に検証した.

その結果, 幅員13m以上のセンサス非対象道路を考慮するかしらないかによって台当たり外部費用は大都市を有する東京都では最大で1割大きくなることが明らかに

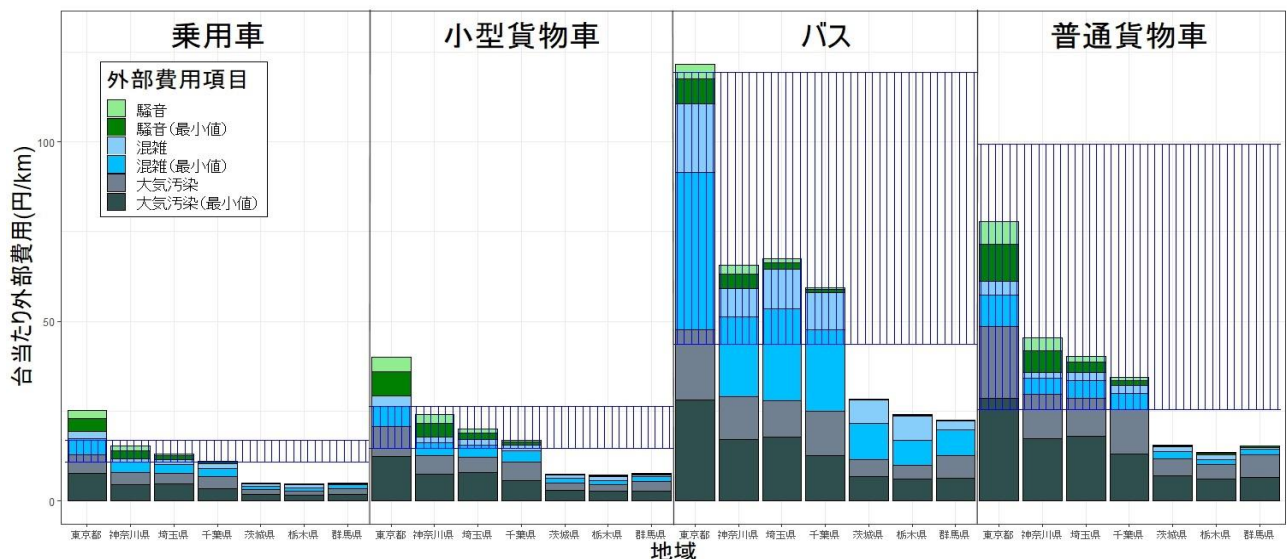


図-1 台当たり外部費用 (費用項目別)

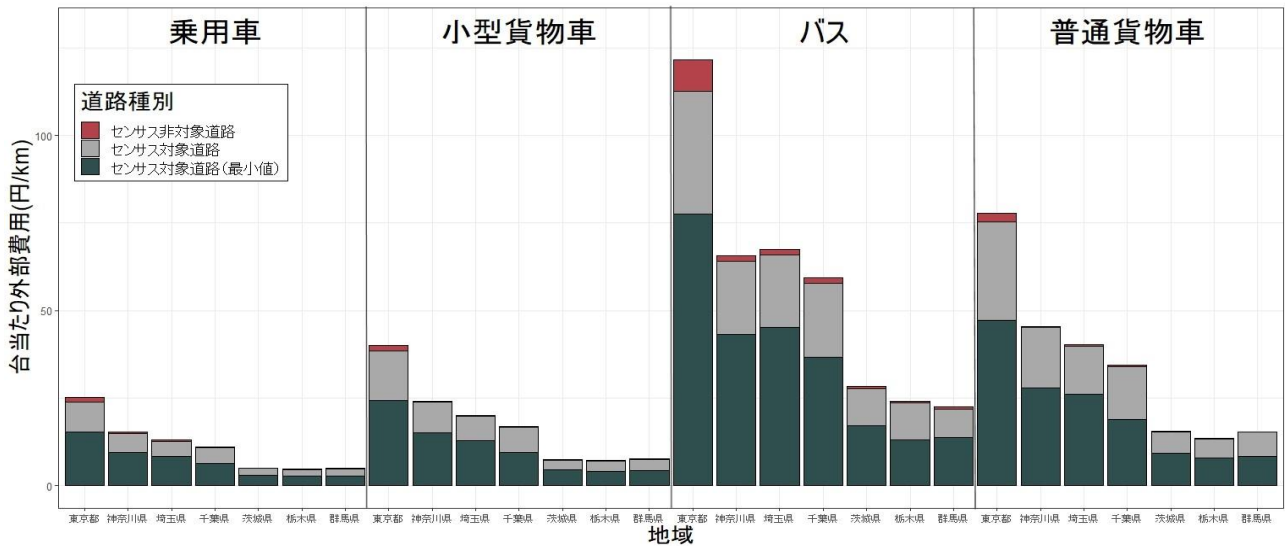


図-2 台当たり外部費用（センサス非対象道路の有無による比較）

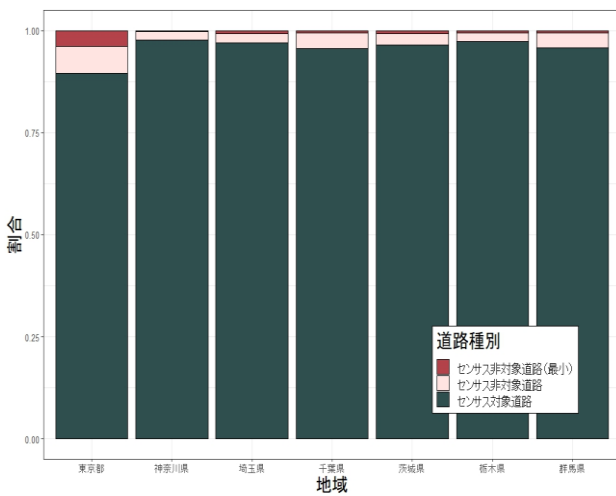


図-3 県別の外部費用全体における道路種別影響割合

なった。一方、他県ではあまり大きな変化が見られなかった。ここから地域別に外部費用を推計する際には、人口密度の高い都市部である程幅員13m以上のセンサス非対象道路を十分に考慮する必要があるといえる。

本研究の課題として、関東地方での推計に留まっていることが挙げられる。今後日本全国での推計をする必要がある。また自動車走行によるその他の外部費用（道路の維持管理費など）の検証も課題である。またEVや水素自動車普及の影響分析も踏まえ、自動車関連税制の検討材料を提供することが必要である。

参考文献

- 1) Margorinova et al. : Noise Costs from Road Transport, DE GRUYTER, Vol.14, pp.12-20, 2018
- 2) Christen et al. : External Costs of Freight Transport – Relevance and Implications of Internalisation at the European Level, SUERF Policy Briefs, No.221, pp.1-7, 2021
- 3) Mizutani et al. : Estimation of Social Cost of Transport in Japan, Urban Studies, Vol.48, No.16, pp.3537-3559, 2011
- 4) 鈴木祐介：地域の自動車利用に対する費用負担にす

- る分析—燃料税に関する議論を中心に、交通学研究/2009年研究年報, pp.125-134, 2010
- 5) 国土交通省：平成 27 年度全国道路・街路交通情勢調査, 一般交通量調査, 2015
- 6) 松橋他：基本単位区別集計データを用いた沿道人口分布の詳細な推計, Theory and Applications of GIS, Vol.8, NO.1, pp.115-120, 2000
- 7) 環境省：騒音に係る環境基準の評価マニュアル, pp.59, 2015
- 8) 前川純一：騒音の伝播と塀による遮断, 環境技術, Vol.2, No.10, pp.723-729, 1973
- 9) 渡辺他：騒音環境基準を遵守可能な幹線道路の交通量の簡易計算法について, 土木計画学研究・論文集, Vol.26, No.5, pp.837-846, 2009
- 10) CE Delft : Handbook on the external costs of transport, Delft, 2019
- 11) 藤田他：観測交通量からの時間変動係数に基づく時間帯別 OD 交通量の逆推定手法の開発, 交通工学論文集, Vol.2, No.1, pp.11-20, 2016
- 12) 国土交通省：費用便益分析マニュアル, 2020
- 13) 国立環境研究所の観測データ
- 14) 国土交通省：沿道大気環境予測の高度化, 国土技術政策総合研究所資料, Vol.1006, 2016
- 15) European Commission : Externalities of Energy, 2005
- 16) WHO : Health risks of air pollution in Europe, 2013
- 17) 国土交通省：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠, 国土技術政策総合研究所資料, Vol.671, 2010
- 18) 鈴木祐介：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, 2009
- 19) 児山他：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, pp.19-30