

乗用車の価格と販売台数の決定要因 ～走行距離税の導入効果分析のために～

坂東 悠介¹・谷下 雅義²

¹非会員 中央大学大学院 理工学研究科都市人間環境学専攻

(〒112-8551 東京都文京区春日一丁目 13 番地 17 号) E-mail:a14.w4st@g.chuo-u.ac.jp

²正会員 中央大学教授 理工学部都市環境学科 (〒112-8551 東京都文京区春日一丁目 13 番地 17 号)

E-mail:mtanishita.45e@g.chuo-u.ac.jp

我が国の道路維持管理費は年々増加する一方、低燃費車の台頭により特に揮発油税収が減少している。本研究は、新たな税体制として走行距離税の導入効果分析を行うための第一段階として、乗用車の販売台数シェアに取得・保有・使用の各段階における課税が及ぼす影響について分析した。その際、乗用車価格については、確率フロンティア分析を用いて得られる効率性を考慮することで、販売台数シェアの説明力が高まることを示した。そしてこれらの税を走行距離税に置き換えた際の影響についてシミュレーションを行い、最大3%程度平均燃費が悪化する可能性があることを示した。

Key Words : Stochastic Frontier Analysis, Sales volume, Fuel economy, VMT tax

1. はじめに

現在、年間2.7兆円を要し、今後も増大が見込まれる道路の維持管理費用を誰がいか負担していくかは、インフラ管理の重要な論点の一つである。その負担の一つの考え方に受益者負担原則があり、道路については自動車を保有・使用する人が負担するというものである。

また交通渋滞・騒音・振動・気候変動などの外部不経済に関しては、汚染者負担原則により、同様に自動車を保有・使用する人が負担するのは妥当であるといえる。

負担の具体的な形式の一つが課税である。現在、自動車には取得・保有・走行の各段階において複数の税が課税されている(図-1)。これらの自動車関連税は、総額約8兆円の税収があり、道路の維持管理を含めた国および地方の重要な財源となっている。その一方で、各段階で複数の税が存在し複雑であること、また受益と負担のバランスが適切かといった議論が行われてきた。

走行段階に課せられている揮発油税については、ハイブリッド車をはじめとするエコカーの技術開発またそれらの普及により、2010年をピークに税収が減少している。

本研究では、新たな道路の維持管理費用の財源として走行距離税(Vehicle Mileage Travelled Tax)について検討する。この走行距離税については、海外において研究が行われており¹⁾、アメリカ・オレゴン州では社会実験が

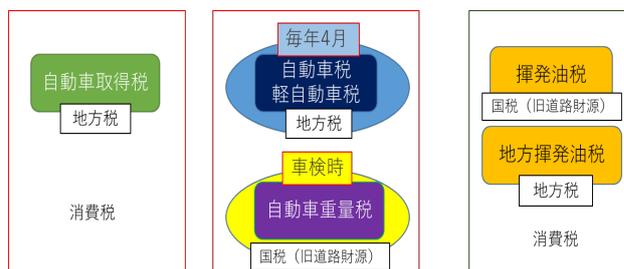


図-1 自動車にかかる税

進められている⁴⁾。国内では、保有税を廃止し、税制中立となる燃料税を導入したモデルや、高速道路を念頭に有料道路料金について検討した研究はある⁵⁾が、走行距離税について具体的に検討したものは著者の知る限りない。

そこで本研究では、日本において走行距離税の導入効果の分析のための第1段階として、乗用車の価格および販売台数の決定要因を分析し、税金が販売台数シェアに及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。そしてそのモデルを用いて、税の一部もしくは全部を走行距離税に変更した際に、平均燃費がどれだけ変化するかについてシミュレーションを行う。燃費に応じて負担する課税から走行距離に応じて課税する場合、当然、平均燃費が悪化すると予測されるが、具体的に販売台数ベースでどれだけ変化するかについて検討する。



図-2 分析の枠組み

2. 方法

自動車の燃費、価格や販売台数を決める要因としては、図-2のような関係が考えられる。Benjamin Leard⁸⁾は、アメリカ国内で販売されている車の重量や燃費、排気量の数値を用いた回帰分析を行うことで、車両の価格を求める推定を行った。これらの数値は日本においてもメーカーのウェブサイトよりデータを集められるため、同じように回帰分析を行い価格の回帰式を求めた。

販売台数シェアの説明変数として、競争が激しい自動車産業において、乗用車価格はすべての技術・魅力が反映されて設定されていると考えられる。ならば、「技術効率性の低さ」は「変数以外の車の魅力」を表していると仮定し、本研究では技術効率性という値を用いる。

この効率性の値を求める分析手法として企業や事業の効率性分析に用いられる確率的フロンティア分析を価格の推定式に用い、技術効率性の値を求める。

確率的フロンティア分析 (Stochastic Frontier Analysis, 以下SFA分析) は以下の式で表される。⁹⁾

$$\log(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + u_i - v_i \quad (1)$$

y : 被説明変数, x_i : 説明変数 ($i=1, \dots, p$), u_i : 誤差項,
 v_i : 技術効率性

u_i は正規分布に従う誤差項, v_i は切斷正規分布に従う技術効率性を示す項であり、この2つの項で対数尤度関数を定義し、尤度が最大化となるようにパラメータを推定するとともに効率性の値を計算する。

本研究では、乗用車価格を被説明変数としてSFAを行った。図-3において、プロットされた点の中心を通る破線は回帰分析において推定された回帰直線である。回帰分析は各値の残差平方和を最尤法によって求める。SFA分析は最も効率の良い点を通るフロンティア直線 (図中実線) を推定し、各点と線の乖離が技術効率性の値となる。

この技術効率性の値を用いて、次に販売台数シェアの分析を行う。販売台数シェアは、取得と保有の費用そして車両の魅力が影響を与えていると考えられるが、この

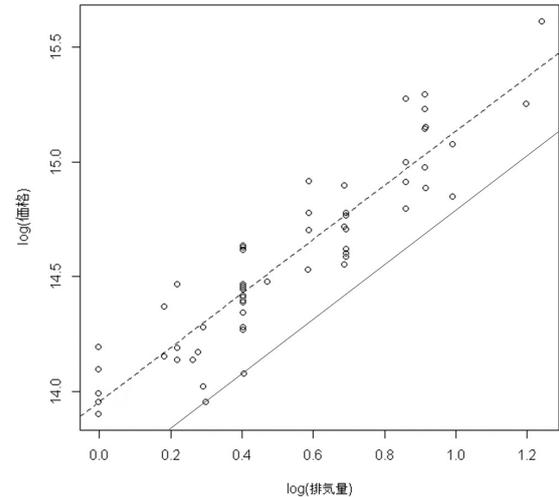


図-3 排気量～価格の散布図

技術効率性の値を魅力の変数として扱う。他に維持費を何年先まで考慮するか、車両の性能や大きさなどさまざまな変数を組み込んで、当てはまりの良い回帰モデルを検討する。

さらに、都市は地方と比較して公共交通機関が発達しており世帯で1台保有する傾向があり、また所得も高い。一方、地方では1人1台の車を保有し、課税の影響は異なると考えられる。そこで都道府県単位で世帯当たり保有台数が全国平均以上か否かにおいて地方と都市の都道府県に分け、都道府県毎の台数データをそれぞれ地方、都市で合算した。本研究では、谷下(2017)に基づき、走行距離を地方部9000km, 都市部7500kmに固定し¹⁰⁾、保有期間を1~10年と変化させ、最もAICが小さくなる年数また技術効率性の考慮の仕方について検討した。

最後に、上記のモデルを用いて、現在の税体制を走行距離に応じた税金に置き換えた際の影響を分析する。

3. データ

本研究では、2011年度の販売台数上位車種および同じく2016年度の上位車種の乗用車、軽自動車の仕様、販売データを利用する。これらは年間販売台数の約85%を占める。

(1) 車両の仕様データ

日本国内で販売されている普通自動車及び軽自動車の希望小売価格、寸法、エンジン仕様、JC08モードによる燃費 (いわゆるカタログ燃費) を各メーカーのウェブサイトに掲載されている主要諸元表から収集した値を用いる。同じ車名においてグレードによって性能に違いがある車種は多いが、今回は一番下のグレード

の値を用いている。

(2) 販売台数データ

以下の3つのデータを用いることで、販売された自動車の約85%のシェアをモデルに組み込む。

- 一般社団法人日本自動車販売協会連合会発行の新車登録台数年報2017年版及び2012年版に記載されている、2016年度及び2011年度の車種通称名別自動車販売台数及び車種通称名別ハイブリッド車販売台数。
- 一般財団法人自動車検査登録情報協会よりご提供いただいた2017年3月末時点および2012年3月末時点において国内で登録されている自動車の都道府県別、初度登録年別、車種通称名別台数（ハイブリッド車であることを区別する）。
- 一般社団法人全国軽自動車協会連合会のホームページにて公開されている車種通称名別販売台数及び、都道府県別販売台数。

以上の変数についての基本統計量を表-1に示す。なお、都道府県別の販売台数データは、普通乗用車では車種別のデータを入手できたが、軽自動車では取得することができなかった。また、販売台数は同じようなスペックの車種でもメーカーやブランドによって差が大きいこともある。これらの影響を考え、販売台数シェアの分析前にクラスター分析を行い、20の車種(表-2)に分類した。車種ごとにスペックは平均値を、販売台数は合計値を求めた。

(3) 税額

国土交通省公表の自動車関係税制概要を用いて車種ごとに取得税、重量税、自動車税を計算し、取得時にかかる税額と維持にかかる税額をそれぞれ別の変数として合算した。また、エコカー減税による減税額もそれぞれ変数として計算し、まとめた。

4. 結果

(1) 価格・技術効率性

価格を被説明変数としたSFAでは、燃費、重量、排気量、ハイブリッドダミーを用いた(表-3)。特に燃費、重量、排気量の変数が有意になるように変数を組み合わせてモデルを作った。これら3つの変数は互いに相関が高く、そのまま変数として用いると多重共線性の問題が生じるためである。

分析の結果、燃費が高いほど、また排気量、重量が大きいほど価格が高いことが示された。燃費が良いということはエンジンの低燃費技術が高いと考えられるため、その技術分が価格に反映されていると推測できる。排気量は大きいほどエンジンは大きくなるため価格が高くなる。重量は重いほど積まれる機械等が多いため価格が高

表-1 基本統計量

	最小値	第一四分位	中央値	平均値	第三四分位	最大値
価格(円)	766286	1298138	1800802	2022916	2443230	6047000
重量(トン)	0.65	0.93	1.15	1.22	1.52	2.09
排気量(L)	0.658	0.658	1.496	1.469	1.989	3.456
燃費(km/L)	9.0	17.1	21.9	22.6	27.4	40.8
取得時税額(円)	35610	49458	70081	81615	100780	221515
1年目保有税額(円)	5400	10450	17250	21253	34500	51000
2年目以降保有税額(円)	13300	14100	42000	37265	49500	68000
ハイブリッドダミー	0	0	0	0.24	0	1
軽自動車ダミー	0	0	0	0.28	1	1
販売台数(台)	1292	11268	27476	44779	67839	248258

表-2 車種の分類一覧

SUV	HV_SUV	大型バン	高価ミニバン
HV_高価ミニバン	ミニバン	HV_ミニバン	安価ミニバン
HV_安価ミニバン	高価セダン	HV_高価セダン	セダン
HV_セダン	スポーツ	高価コンパクト	HV_高価コンパクト
コンパクト	HV_コンパクト	安価_コンパクト	HV_安価コンパクト
軽自動車			

くになると考えられる。

これら3つの変数は前述のとおり互いに相関が高い。例えば重量を固定にした際に、排気量や燃費は価格にどのような影響を与えるかを考えると、排気量には重量によって最も燃費がよくなる値があり、とても複雑な関係である。そのため、一概に価格への影響を評価することが難しい。今回のSFA分析では効率性の値を求めることが目的であるため、3変数間の影響については考察できる結果を得ていない。SFA分析によって得られた効率性の値は、ハイブリッド車かつコンパクトカー、軽自動車においてばらつきを示していた(図4)。コンパクトカーは近年売上を大きく伸ばしており、車種によって価格競争が激しいことが影響していると考えられる。

(2) 販売台数シェア分析

販売台数シェアの分析ではまず技術効率性の値が分析に有意な変数かを検討した。表-4,5のとおり、技術効率性を考慮したモデルの方は決定係数が高く、技術効率性を用いないモデルと比べて販売台数をうまく説明できることが示された。

走行距離を長く考慮すればするほど、ハイブリッド車のシェアが大きくなった。ハイブリッド車は車両価格が高い分燃料費を安く抑えることができる。走行距離を長く見積もるほど消費者にとって得になることがこのシェアの数値に表れていると考えられる。

5. 走行距離税の導入シミュレーション

上記のモデルをもとに、走行距離税の導入により、販売台数シェアがどのように動くかシミュレーションを行った。評価指標としては、平均燃費の変動率を用いる。

表-3 SFA分析結果(サンプル数：88)

	係数	z値
切片	16.95	64.03 ***
log(燃費*重量 ²)	0.90	-10.89 ***
log(排気量/重量)	0.270	2.400 *
ハイブリッドダミー	0.7	10.6 ***
σ ²	0.06	2.22 *
γ	0.59	1.49
対数尤度	18.02	
平均効率値	0.86	

. p<0.1 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

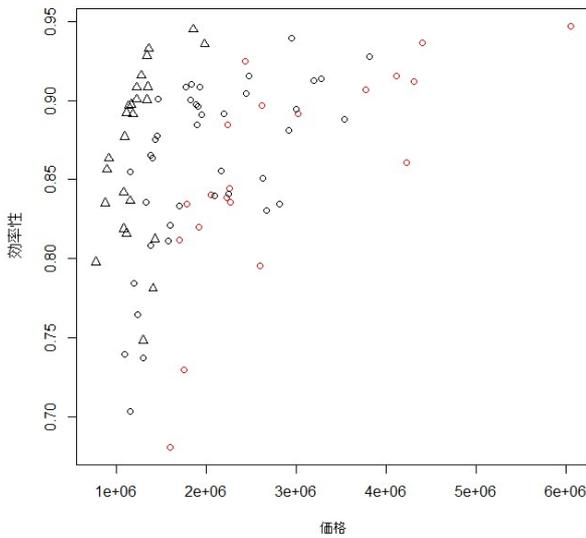


図-4 技術効率性～価格の散布図

(丸点：普通車，三角点：軽自動車，
黒点：ガソリン車，赤点：ハイブリッド車)

(1) 設定

CASE1：走行距離税のみ

自動車取得税・自動車重量税・(軽)自動車税・揮発油税すべてを廃止し，走行距離税とする。

CASE2：自動車取得税・自動車重量税・(軽)自動車税を廃止し，かつ揮発油税の暫定税率分を走行距離税に置き換え

揮発油税は本則税率の28.7円/リットルとし，現行のほぼ半額となる。

CASE3：自動車取得税・自動車重量税および揮発油税の暫定税率分を走行距離税に置き換え

地方自治体の財源であり，道路特定財源ではなかった自動車税(軽自動車税)はそのまま残す。

これらの3ケースそれぞれについて，税率をa)車種によらず一定，b)車両重量の2乗に比例，の2パターン，計6つのケースについてシミュレーションを行った。b)に

表-4 地方：販売台数シェア分析結果

	係数	t値
切片	56.34	5.81 ***
log(価格+取得税)	-2.30	-3.30 **
log((維持費+税)*10年)	-2.11	-2.58 *
決定係数	0.72	

	係数	t値
切片	59.2	6.29 ***
log(効率性*価格+取得税)	-1.98	-3.66 **
log((維持費+税)*10年)	-2.26	-2.50 *
決定係数	0.75	

. p<0.1 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

表-5 都市：販売台数シェア分析結果

	係数	t値
切片	49.2	4.97 ***
log(価格+取得税)	-1.79	-2.62 *
log((維持費+税)*10年)	-2.00	-2.18 *
決定係数	0.59	

	係数	t値
切片	48.25	4.63 ***
log(効率性*価格+取得税)	-1.51	-2.81 *
log((維持費+税)*10年)	-2.16	-2.30 *
決定係数	0.62	

. p<0.1 *p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001

については重量の重い車ほど道路に与えるダメージは大きい点を考慮し，今後，貨物車の影響を分析することを念頭に設定した。

いずれのケースにおいても税率は現在の税体制と同じ税収が得られるよう計算し設定した(表-6)。

(2) 結果

図-5に結果を示す。すべてのケースで1を下回り，燃費の悪い車のシェアが伸び，平均燃費が悪化すると推定された。すべての税を走行距離税に置き換えるケースにおいて平均燃費が最も悪化し，約3%低下すると推定された。地方と都市を比較すると，地方の方がすべてのケースで都市よりも平均燃費が下がった。地方はコンパクトカーや軽自動車などのシェアが現状で都市より高いため，税体制変更の影響が大きく表れたと考えられる。

表-6 シミュレーションの設定

	Case1	Case2	Case3	Case1'	Case2'	Case3'
	a) 税率固定			b) 税率が重量比で変動		
取得税・重量税	なし	なし	なし	なし	なし	なし
自動車税	なし	なし	あり	なし	なし	あり
ガソリン税	なし	半額	半額	なし	半額	半額
税率(円/km)	5.5	4.5	1.7	4.9	4.1	1.6

※Case1'~3'の税率は，車両重量1トンの場合の税率

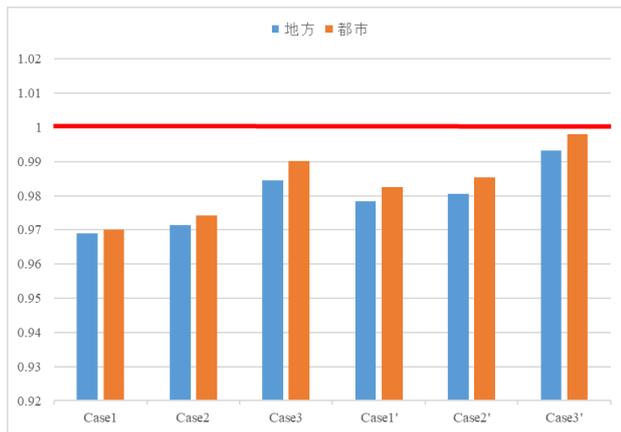


図-5 ケースごとの平均燃費の変化率

形式ごとのシェアを見ると現状エコカー減税の恩恵が多いハイブリッド車、課税額が抑えられている軽自動車のシェアが減り、普通車のシェアが伸びた。

6. おわりに

以上、本研究では、日本における走行距離税の導入効果の分析のための第1段階として、乗用車の価格および販売台数シェアを説明するモデルを作成した。その結果、価格については、燃費、排気量、重量、ハイブリッドダミー、販売台数については、技術効率性、価格、税額が決定要因であることを明らかにした。

また上記のモデルを用いて、走行距離税のシミュレーションを行った。現行の消費税を除く、取得・保有・走行段階の税を（税収を固定して）走行距離税に置き換えると、販売台数ベースで平均燃費が約3%悪化することを示した。

残された課題は多い。今回のシミュレーションでは乗用車のみを対象としている。貨物車は含まれていないため今後はモデルに組み込む必要がある。また、販売台数が僅少であるためモデルに組み込むことができなかったが、今後シェアを伸ばしていくだろう電気自動車や燃料

電池車をこのモデルでは考慮していない。さらに販売台数また走行距離に及ぼす影響についても検討を行う必要がある。課税の目的、税収の使途さらに有料道路料金などとの関係を考慮しながら、走行距離税の位置づけについて議論を深めたいと考えている。

謝辞：本研究はJSPS科研費 JP16K06544の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) The National Surface Transportation Infrastructure Financing Commission : Paying Our Way -A New Framework for Transportation Finance, 2009.
- 2) Simon Luechinger and Florian Roth: Effects of a lileage tax for trucks, Journal of Urban Economics, 92, 1-15, 2016.
- 3) Denvil Duncan, Venkata Nadella, Stacey Giroux, Ashley Bowers, John D. Graham: The road mileage user-fee: Level, intencity, and predictors of public support, Transport Policy, 53, 70-78, 2017.
- 4) Oregon Department of Transportation: Mileage Tax Rates. <https://www.oregon.gov/ODOT/Forms/Motcarr/9928.pdf> (Access: 30 JUL 2018).
- 5) 田邊勝巳：我が国の自動車関係諸税の税体系に関する一考察－走行燃費と自動車保有率を考慮したガソリン消費モデル－, 交通学研究第 57 号, 2013.
- 6) 今西芳一・根本敏則：欧州で導入が進む大型車対距離課金, 自動車交通研究, 28-29, 2016.
- 7) 味水佑毅：受益者負担に基づく走行段階課税に関する一考察, 日本物流学会誌, 13, 75-82, 2005.
- 8) Benjamin Leard, Joshua Linn, Virginia McConnell : How Much Do Consumers Really Value Fuel Economy?, REF REPORT, 2017.
- 9) 久保英也, 劉路：確率的フロンティア生産関数を用いた中国生命保険会社の効率性評価, 生命保険論集第 177, 2011.
- 10) 谷下雅義：パネル調査を用いたハイブリッド車の保有と利用の分析, 環境情報科学論文集, 31, 201-206, 2017.

(2018.7.31 受付)

Factors Associating with Price and Sales Share of Passenger Cars For Impact Analysis of Mileage Tax

Yusuke Bando and Masayoshi Tanishita

Vehicle related taxes has been playing an important role for road supply and maintenance. Gasoline tax revenue has been decreasing mainly due to technological innovation. In this paper, we analysed factors associating with price and sales share of passenger cars for impact analysis of mileage tax. Sales share model has improved when we used the efficiency value obtained by the Stochastic Frontier Analysis of passenger car price. Then applying these models, we showed that mean fuel economy would decrease about 3% by introduction of mileage tax in stead of current acquisition, ownership and usage taxes..