

燃料価格の自動車交通需要への影響分析*

Analysis of Fuel Price Influence on Traffic Demand*

森昌文**・石田東生***・岡本直久****・毛利雄一*****

By Masafumi MORI**・Haruo ISHIDA***・Naohisa OKAMOTO****・Yuichi MOHRI*****

1. はじめに

2002年以降、エネルギーの長期的な需給の逼迫化や地政学的リスクの増大、資源ナショナリズムの台頭などによって燃料価格が上昇してきた。特に近年は、原油市場に対するマネーの流入も影響し、燃料価格は急激に上昇し、2008年8月には、レギュラーガソリン1リットル当たりの店頭価格（全国平均）は、過去最高の185円となった。このような近年の燃料価格の変動は、国際的な政治背景や経済動向等に大きく影響し、今後もどのように変化するかを予測することが難しい状況になっている。

一方で、自動車の交通需要を示す指標である自動車走行台キロについては、高度経済成長やモータリゼーションを背景に増加の一途を辿ってきたが、乗用車においては2003年以降減少、貨物車においては2000年以降減少という局面を迎えている¹⁾。特に、近年では、乗用車を中心に減少比率も高まっている。このような近年の自動車交通需要の減少の要因は、少子高齢化をはじめとする人口減少や経済の停滞等の影響があるものの、先に示した燃料価格の上昇も影響していると考えられる。

本研究では、このような近年の燃料価格と自動車利用に関する議論を踏まえ、燃料価格が自動車交通需要に及ぼす影響について、海外の研究事例をレビューし、その影響を整理する。また、これらのレビューを参考に、我が国における自動車交通需要と燃料価格の関係について、時系列データを用いたモデルを構築し、その要因分

析を行うとともに、燃料価格が自動車交通需要に及ぼす短期的・長期的な影響について整理する。

2. 海外における研究事例のレビュー

海外における研究事例をレビューする前に、国内における燃料価格等が自動車交通需要に及ぼす影響を分析している研究事例をレビューする。日本を対象とした研究としては、短期的な燃料価格の変化が交通需要への影響を1年ごと時系列データで分析したTanishita²⁾、香川³⁾による研究、月別の高速道路交通量の時系列データを用いて分析した力石ら⁴⁾による研究などがあるが、海外と比較して、その研究事例は少ない。ここでは、海外における燃料価格等が自動車交通需要に及ぼす影響の分析事例をレビューし、その結果について整理する。なお、ここでの海外の研究事例については、2002年以降の近年における燃料価格の高騰を踏まえ、これらの変化が交通需要に及ぼす影響について、定量的に分析を行ったものを対象にレビューを行った。

(1) 「価格と所得に関する道路交通と燃料消費量の弾力性」 Goodwin *et al.* (2004.5)⁵⁾

この研究は、価格や所得の変化が、燃料消費量・走行台キロ・燃料効率・車両保有台数に与える影響について欧米諸国における分析事例（69事例）を収集し、これらの分析事例における定量的な分析結果を取りまとめ、燃料消費量や交通需要等への価格弾力性などを分析したものである。具体的には、69件の欧米各国で行われた分析事例に示される175の推定式を収集しレビューしている。レビューされた175の推定式の特性を表-1示す。分析対象となった推定式のうち、時系列分析が83、クロスセクションと時系列分析を組み合わせたものが77、クロスセクションのみが15となっている。使用されているデータ間隔は、毎年が145であり、毎四半期が15、毎月が7となっている。また、対象とする車両は、乗用車が141、乗用車と貨物車が29となっている。

既往分析事例のレビューの結果として、燃料価格が10%上昇した場合に①走行台キロ、②燃料消費量、③燃料効率、④車両保有数が何%変化するのかに着目し、整理している（表-2）。本研究では、燃料価格等が交通需

*キーワード：燃料価格、自動車交通需要、時系列モデル

**正員、国土交通省道路局有料道路課

(東京都代田区霞ヶ関2-1-3、TEL:03-5253-8111、

E-mail:mori-m92qb@mlit.go.jp)

***正員、工博、筑波大学大学院

(つくば市天王台1-1-1TEL029-853-5073、

E-mail: ishida@sk.tsukuba.ac.jp)

****正員、工博、筑波大学大学院

(つくば市天王台1-1-1TEL:029-853-5093、

E-mail:okamoto@sk.tsukuba.ac.jp)

*****正員、工博、(財)計量計画研究所

(東京都新宿区市ヶ谷本村町2-9、TEL03-3268-9954、

E-mail:ymohri@ibs.or.jp)

要等に与える影響として、燃料価格の変化率 (%) に対する交通需要 (走行台キロ) の変化率 (%) を「価格弾力性」として定義する。具体的には、表-2における燃料価格10%上昇に対して、短期の走行台キロ1.0%減少は、価格弾力性：-0.1として表される。

燃料価格が10%上昇した場合の影響は、走行台キロに対しては、短期で1.0%減 (価格弾力性：-0.1)、長期で3.0%減 (価格弾力性：-0.3) であるのに対し、燃料消費量に対する影響は、短期で2.5%減 (価格弾力性：-0.25)、長期で6.0%減 (価格弾力性：-0.6) であり、燃料消費量への影響の方が大きくなっている。

燃料消費量の価格弾力性の絶対値の方が、走行台キロの価格弾力性よりも大きい理由としては、燃料の効率的な利用が促進されることを原因として挙げている。具体的には車両の技術的改良、燃料消費量を抑えた運転スタイルの普及、道路交通条件の改善、燃費の悪い車の廃車などが燃料価格の上昇でさらに促進されるからとしている。

なお、燃料効率と車両保有台数の結果はサンプル数が少ないため、走行台キロや燃料消費量に対する分析結果ほど信頼性は高くないとしている。

表-1 分析事例における 175 の推定式の特徴

特性	範囲
地理	米国 (n=63)、英国 (29)、カナダ (12)、フランス (7)、ドイツ (7)、ベルギー (6)、OECD12カ国 (6)、その他 (それぞれ1-4)
データ	1929年から1998年まで。平均継続期間19年 (SD=10)、データ収集時点の中央値：1974年
データタイプ	時系列 (n=83)、クロスセクション/時系列 (77)、クロスセクションのみ (15)
データ間隔	毎年 (n=145)、毎四半期 (15)、毎月 (7)、その他 (15)
従属変数	燃料消費 (n=101)、台キロ (34)、台 (20)、燃料効率 (16)、その他 (4)
車両燃料の種類	乗用車 (n=141)、乗用車+貨物車 (29)、その他 (5)、ガソリン (92)、ガソリン+ディーゼル (43)、ディーゼルのみ (1)
定式化及び推定	静的 (n=89)、動的 (86)、弾力性定数 (138)、線形 (26)、通常の最小自乗法 (113)、FIML (19)、一般化最小自乗法 (18)、その他 (27)

表-2 燃料価格 10%上昇ケースの変化率

	短期	長期
①走行台キロ	1.0%減少↓	3.0%減少↓
②燃料消費量	2.5%減少↓	6.0%以上減少↓
③燃料効率	1.5%増加↑	4.0%増加↑
④車両保有台数	1.0%未満減少↓	2.5%減少↓

また、この研究では、実質所得が10%上昇した場合に①走行台キロ、②車両保有台数、燃料消費量が何%変化するかを分析し、交通需要や燃料消費量の所得弾力性についても検討している (表-3)。

実質所得が10%上昇した場合の影響は、走行台キロに対しては短期で2%増、長期で5%以上増という結果に対し、燃料消費量に対しては短期で4%増、長期で10%増であり、燃料消費量への影響の方が大きくなっている。

表-3 実質所得 10%上昇ケースの変化率

	短期	長期
①走行台キロ	2.0%増加↑	5.0%以上増加↑
②車両保有台数、燃料消費量	4.0%増加↑	10.0%増加↑

実質所得に対する燃料消費量の弾力性の絶対値の方が、走行台キロの弾力性よりも大きい理由として、所得増加は、運転意向の低い人が新たに自動車保有する可能性があり、また、所得増加による保有台数の増加は、1台当たりの自動車の稼働率低下を促すことを挙げている。具体的には、豊かな国では実質所得の増加により複数台の車両を持つようになり、貧しい国では1台目の車を保有するようになる。また、所得が増加するにつれて大型の自動車を購入するようになり燃料効率が低下するといった変化が生じているとしている。

(2) 「乗用車交通行動を変化させるためのインセンティブ付与」 Goodwin (2008.5)⁶⁾

この研究レポートでは、先の「価格と所得に関する道路交通と燃料消費量の弾力性」 Goodwin *et al.* (2004.5)で得られた価格弾力性に基づき、短期・長期への影響について考察を行っている。

先に示した表-2に示すとおり、燃料消費量の価格弾力性は、走行台キロの価格弾力性のおよそ2倍となり、長期の弾力性は短期の弾力性のおよそ2倍となっている。また、既存研究における燃料価格変化の影響期間は、短期は通常1年以内とされており、長期は反応が完了した状況を対象とすると、多くの文献で5~10年であるとし、その中で最も大きな反応が生じるのは最初の3~5年間であるとしている。

このように、燃料の価格変化が生じた時点から年数が経過するにつれて、燃料価格の変化による影響を識別することは困難になり、燃料価格の変化が長期的な10年後の走行台キロに与える影響は、通常、その他の要因に比べて小さくなるため、燃料価格の変化の影響は無視できるものと考察している。

(3) 「ガソリン価格が運転行動と自動車市場に与える影響」 CBO (2008.1)⁷⁾

CBO (米国議会予算局) による研究では、自動車ユーザーは、ガソリン価格高騰に対して、①トリップ回数

の抑制、②燃費の良い旅行速度での運転、③低燃費車の購入等で対処していると結論付けている。

近年の研究のレビューからガソリンの価格弾力性について、以下のようにまとめている。

- 最近の研究によるとガソリン価格の変化に対するガソリン消費量の変化（＝価格弾力性）は数十年前に比べて低下した。
- 価格の変化に敏感に反応しなくなった要因としては、①実質所得の上昇（ガソリン支出が全支出に占める割合の低下）、②燃費の改善、③郊外化と自動車依存の増加などが挙げられる。

また、近年の研究レビューに基づいて、走行台キロと燃料消費量の弾力性を整理した結果は、表-4に示すように、ガソリン価格に対して、ガソリン消費量の価格弾力性の方が、走行台キロの価格弾力性よりも2倍程度大きくなっていると分析している。

表-4 燃料価格10%上昇ケースの変化率

	短期	長期
①走行台キロ	0.2～0.3%減少↓	1.1～1.5%減少↓
②ガソリン消費量	0.6%減少↓	4.0%減少↓

(4) 「交通分野では安価な燃料が底をつきつつあるのか？」 OECD (2008.2)⁹⁾

この分析では、燃料価格の高騰によるドライバーの対応と近年の弾力性に関して考察されている。

具体的には、燃料価格が上昇すると、ドライバーは、①運転距離の抑制、②低燃費車の購入という2種類の反応を示す。また、近年の実質所得の増加を背景に、反応の度合に変化がみられ、ドライバーは、運転距離の抑制よりも低燃費車の購入によって燃料消費量を抑えるようになっていると分析している。

近年の弾力性の減少傾向としては、燃料消費量の価格弾力性は小さいことが知られており、長期の弾力性の値は概ね0.4～0.6である。最近のデータを用いた分析では、これまでの研究に比べ、燃料消費量の価格弾力性の値が小さく推定されることが多い（長期の価格弾力性の値が-0.24程度）。このような燃料価格の上昇は、所得増加の効果によって相殺される傾向があると分析している。

3. 我が国の車種別の走行台キロと燃料価格の関係

「2. 海外における研究事例のレビュー」においては、燃料価格の上昇が走行台キロ、燃料消費量、燃料効率、車両保有数へどのように影響するかをレビューした。ここでは、今後の燃料価格の変化が、我が国の交通需要に及ぼす影響に着目し、自動車の交通需要としての乗用車、貨物車の走行台キロを対象として分析を進める。

我が国における乗用車、貨物車別の走行台キロと燃料（ガソリン、軽油）価格の時系列変化について、自動車輸送統計月報（国土交通省）及び石油製品卸価格調査（石油情報センター）を用いて、年度別、四半期別の実績値の動向を把握する。

(1) 乗用車

乗用車の走行台キロ、ガソリン価格の年度推移（図-1）をみると、乗用車走行台キロは2003年度以降減少傾向しており、2007年は2003年比で0.97となっている。一方、ガソリン価格は2002年度以降上昇傾向である。2008年のガソリン価格は、2002年比で1.57と近年高騰している。

また、これを対前年同四半期比としたものを図-2に示す。ガソリン価格の対前年同四半期比が大きくなっていく2004年以降、乗用車走行台キロの対前年同四半期比は概ね1.0を下回る値となっている。



図-1 乗用車走行台キロとガソリン価格

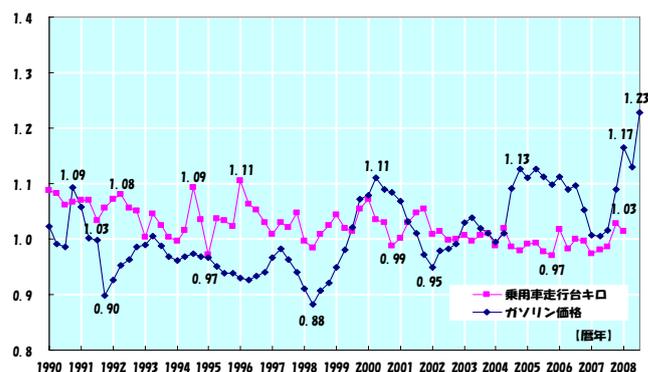


図-2 乗用車走行台キロとガソリン価格 (対前年同四半期比)

(2) 貨物車

貨物車の走行台キロ、軽油価格の年度推移（図-3）をみると、貨物車走行台キロは2000年度以降減少しており、2007年は2000年比で0.93である。特に2003年以降の減少が大きく、2007年は03年比で0.94となっている。一方、軽油価格は2002年度以降上昇している。2008年

の軽油価格は2002年比で1.74と近年高騰している。

また、これを対前年同四半期比としたものを図-4に示す。軽油価格の対前年同四半期比が大きくなっている2004年以降、貨物車走行台キロの対前年同四半期比は概ね1.0を下回る値となっている。

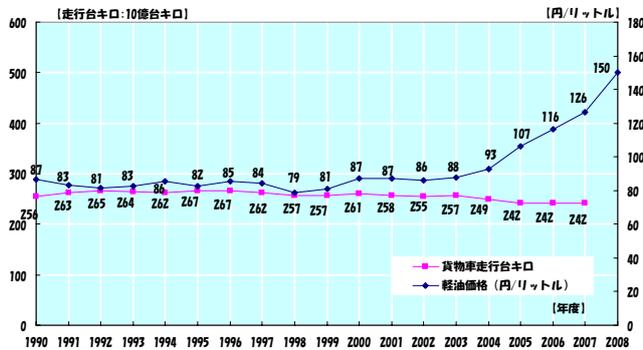


図-3 貨物車走行台キロと軽油価格

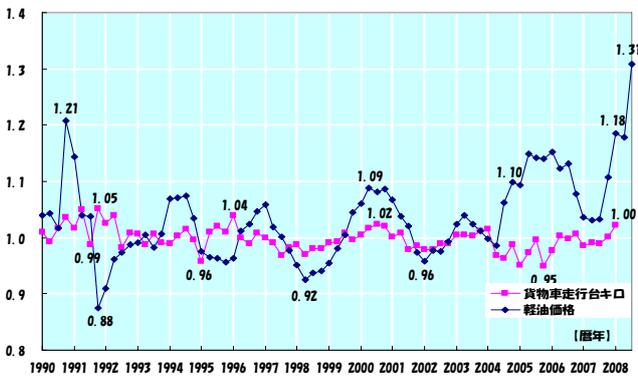


図-4 貨物車の走行台キロと軽油価格
(対前年同四半期比)

4. モデルの構築

燃料価格、所得等が、乗用車・貨物車の走行台キロに及ぼす影響を分析するため、先に行った既往研究のレビューを踏まえ、時系列データによる交通需要とガソリン価格、所得等の関係を示すモデルを構築する。

(1) モデル式

ガソリン価格・所得等が、乗用車・貨物車の走行台キロに及ぼす影響を捉えるためのモデル推定式は、諸外国の分析事例も踏まえ、時系列データを用いた需要関数として、燃料価格、所得 (GDP)、1期前の交通需要(走行台キロ)、トレンド項を説明変数とし、乗用車、貨物車別に式(1)、(2)のように設定した。なお、使用しているデータが四半期データであることから、その変動を考慮し、四半期係数ダミーも説明変数として導入している。また、燃料価格は、乗用車はガソリン価格、貨物車は軽油価格としている。

<乗用車>

$$\ln(Q_t / POP_t) = a_0 + a_0' D_t + a_0'' D_t + a_1 \ln(PRICE_t) + a_2 \ln(GDP_t) + a_3 \ln(Q_{t-1} / POP_{t-1}) + a_4 TIME_t \quad (1)$$

<貨物車>

$$\ln(Q_t) = a_0 + a_0' D_t + a_1 \ln(PRICE_t) + a_2 \ln(GDP_t) + a_3 \ln(Q_{t-1}) + a_4 TIME_t \quad (2)$$

ここで、

- t : 期
- Q_t : t 期の乗用車・貨物車走行台キロ
- Q_{t-1} : $t-1$ 期の乗用車・貨物車走行台キロ
- $PRICE_t$: t 期のガソリン価格・軽油価格
- GDP_t : t 期の GDP
- $TIME_t$: t 期のトレンド項
- a : パラメータ
- D_t : t 期の四半期係数ダミー
- POP_t : t 期の人口

(2) 推定に用いたデータ

モデルのパラメータ推定に用いた時系列データを表-5に示す。なお、ここで用いた時系列データは、四半期データとしている。

表-5 推定に使用データの出典

データ項目	出典		対象期間	備考
乗用車・貨物車の走行台キロ	自動車輸送統計月報	国土交通省	1990年1月～2008年3月	※1
GDP	国民経済計算	内閣府	1990年第1四半期～2008年第1四半期	※2
ガソリン価格 軽油価格	石油製品卸価格調査	石油情報センター	1990年1月～2008年3月	※3
人口	国勢調査	総務省	1990年～2008年	※4

※1：月次データを足し合わせて四半期データに変換

※2：2000年実質価格の四半期データを使用

※3：石油情報センターの月次データに基づいて四半期毎に平均価格を算出（この燃料価格データは、消費者物価指数により2000年価格に実質化している）

※4：国勢調査及び人口推計に基づく推計によって得られる年次データを四半期データに使用

(3) モデルのパラメータ推定結果と現況再現性

上記の乗用車、貨物車別のモデル式(1)、(2)に基づくパラメータ推定結果を表-6に示す。t値、決定係数(R²)、ダービンワトソン統計量(DW)等からみても、統計的に有意なモデルが構築できたと言える。また、このモデル式に基づく、推計値と実績値の比較を行った結果(図-5、図-6、図-7、図-8)をみても、その現況再現性は高いと言える。

表-6 パラメータ推定結果

被説明変数	指標	定数項			$PRICE_t$	GDP_t	Q_{t-1}	$TIME_t$	自由度 修正済 R^2	DW (D.h.)	データ期間
		(a_0)	(a_0')	(a_0'')	(a_1)	(国内総生産) (a_2)	(1期前ラグ) (a_3)	(トレンド項) (a_4)			
乗用車 走行台キロ	係数	-2.03	8.87E-02	0.08	-0.16	0.53	0.49	7.04E-04	0.94	1.78 (1.70)	1990年第2四半期 ～2008年第1四半期 72サンプル
	ダミー期間	—	(第2四半期:1)	(第3四半期:1)	—	—	—	—			
	t値	(-1.40)	(7.71)	(10.25)	(-3.96)	(4.09)	(4.51)	(1.24)			
貨物車 走行台キロ	係数	10.84	-5.94E-02	—	-0.09	0.54	0.07	-1.76E-03	0.83	1.84 (0.17)	1990年第2四半期 ～2008年第1四半期 72サンプル
	ダミー期間	—	(第1四半期:1)	—	—	—	—	—			
	t値	(9.01)	(-8.16)	—	(-3.57)	(6.38)	(0.81)	(-6.53)			

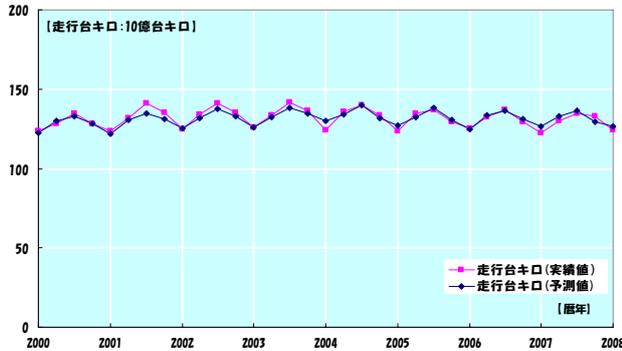


図-5 乗用車走行台キロの実績値と予測値（四半期）

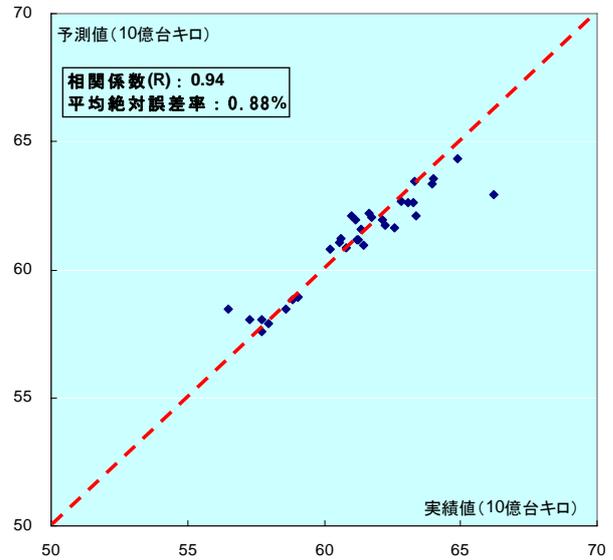


図-8 貨物車走行台キロの実績値と予測値の比較

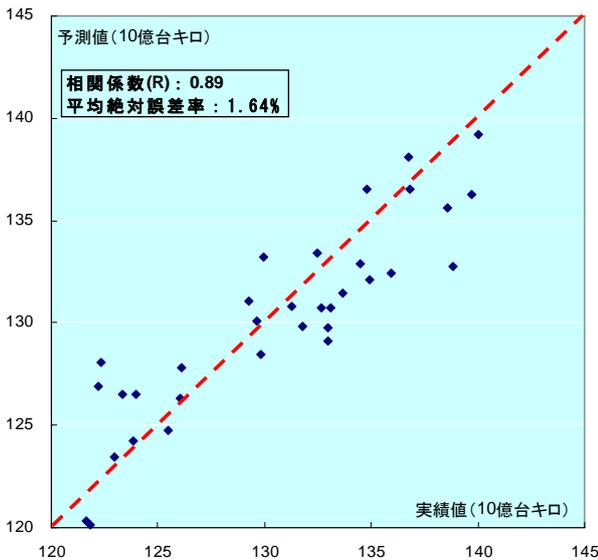


図-6 乗用車走行台キロの実績値と予測値の比較

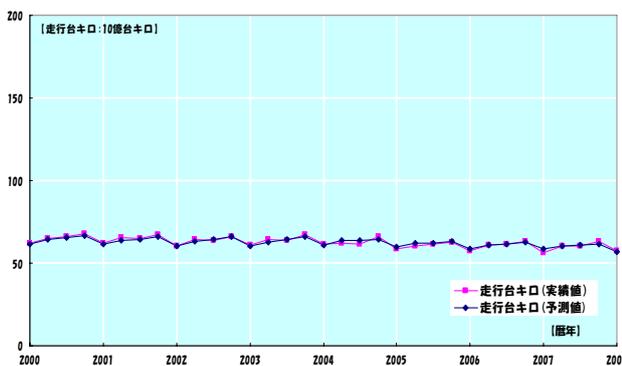


図-7 貨物車走行台キロの実績値と予測値（四半期）

5. 走行台キロの要因分解と弾力性

構築したモデルを用いて、乗用車走行台キロ及び貨物車走行台キロの変化が燃料価格、所得等のどの要因にどの程度寄与しているかを分析する。図-9、図-10の結果をみると、2004年以降は、燃料価格が、乗用車・貨物車の走行台キロの減少に大きく影響していることが確認される。

また、推定されたモデルから得られる車種別・短期長期別走行台キロの価格弾力性、所得弾力性を求めると、表-7ようになる。この弾力性の算定においては、(1)式、(2)式に基づくパラメータ推定結果に基づき、短期の価格弾力性は a_1 、短期の所得弾力性は a_2 、長期の価格弾力性は $a_1/(1-a_3)$ 、長期の所得弾力性は $a_2/(1-a_3)$ より得られる。

表-7 燃料価格・実質所得10%上昇に対する車種別走行台キロの変化率

	乗用車走行台キロ		貨物車走行台キロ	
	短期	長期	短期	長期
燃料価格の10%上昇	1.6%減少↓	3.2%減少↓	0.86%減少↓	0.92%減少↓
実質所得の10%上昇	5.3%増加↑	10%増加↑	5.4%増加↑	5.8%増加↑

その結果、燃料価格が10%上昇すると、全国の自動車走行台キロは、乗用車で、短期的には1.6%減少、長期的には3.2%減少し、貨物車で、短期的には0.86%減少、長期的には0.92%減少するとなる。また、この結果

より、①長期弾力性は、短期弾力性よりも大きい。②所得弾力性は、価格弾力性よりも大きい。③乗用車弾力性は、貨物車弾力性よりも大きい。という特徴が得られる。

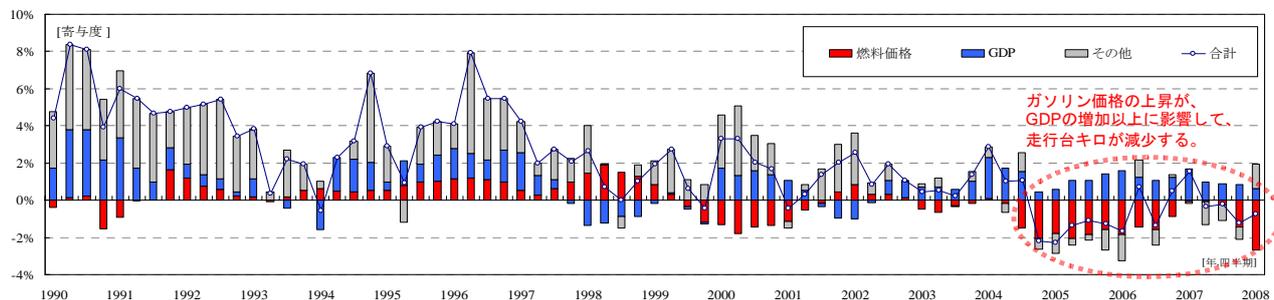


図-9 乗用車走行台キロの前年同四半期比に対する寄与度

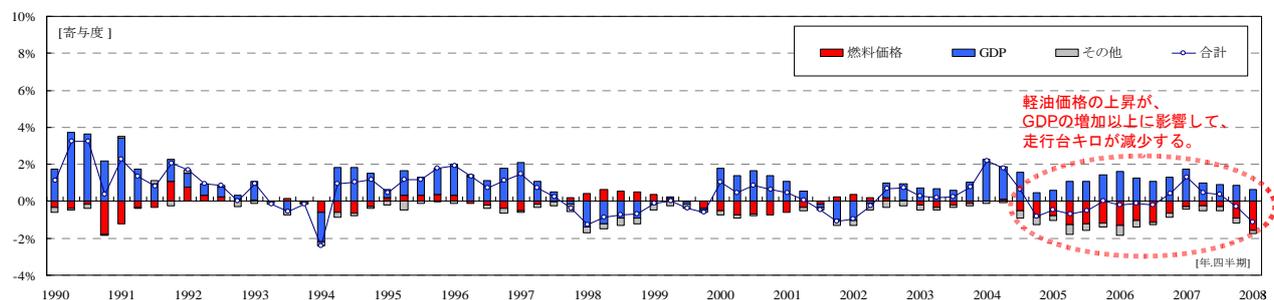


図-10 貨物車走行台キロの前年同四半期比に対する寄与度

6. おわりに

本研究では、燃料価格が交通量に及ぼす影響について、欧米の研究事例をレビューし、その影響を整理するとともに、我が国における自動車交通需要と燃料価格の関係について、時系列データによるモデルを構築し、その要因分析を行い、燃料価格が自動車交通需要に及ぼす短期的・長期的な影響について整理を行った。

諸外国の研究も踏まえると、長期的な燃料価格の高騰については、10年以上先では社会・経済動向の影響が卓越し、ほとんどその影響を加味する必要はないと考えられる。しかし、短期的な燃料価格の高騰をはじめとするその変化は、乗用車走行台キロ、貨物車走行台キロそれぞれの交通需要に影響を及ぼすことが、本分析より確認された。このような短期的な燃料価格の変化による交通需要への影響は、燃費の良い自動車への買い替えや自動車から公共交通機関への転換など、様々な交通行動の変化をもたらす。特に、短期的にみても、燃料価格の将来予測が極めて難しくなった現状を踏まえると、燃料価格の影響を交通需要予測へ反映したうえで、道路の管理・運営をはじめとする適切な道路政策を展開していく必要がある。そのためには、燃料価格と交通需要との関係、燃料価格の変化が交通行動の変化に及ぼす影響を定期的かつ継続的にモニタリングしたうえで、迅速に交通需要予測へ反映していくことが重要である。

本研究においては、燃料価格の変化が交通需要に及ぼす影響に着目して分析を行ったが、ドライバーにとっては、自動車関係税、燃料費以外の維持・管理費などの自動車経費、高速道路料金など、燃料価格だけではなく、税を含め、自動車を取得・保有・利用それぞれの段階で費用が発生する。燃料価格だけではなく、自動車に係わる他の費用を含めたデータ収集・蓄積とそれに関連する交通行動への影響分析を実施し、その結果を道路政策に反映していくことが、今後の重要な検討課題である。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局HP 社会資本整備審議会道路分科会基本政策部会資料
<http://www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/siryu26.html>
- 2) Tanishita, M : Change in Price and Income Elasticity of Gasoline Demand in Japanese Cities, 1980's-1990's, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies , Vol.6, pp.3250-3263, 2005
- 3) 香川勉：ガソリン乗用車のエネルギー消費量に関する価格及び所得弾力値の推計，日交研シリーズ，A-439，pp.11-23，2008
- 4) 力石真，藤原章正，張峻屹，塚井誠人：ガソリン

- 価格の変動による交通需要の構造的変化の統計分析, 高速道路と自動車, 第52巻, 第8号, 2009.8
- 5) Goodwin et al. : Elasticities of Road Traffic and Fuel Consumption with Respect to Price and Income: A Review, 2004.5
- 6) Goodwin : Policy Incentives to Change

- Behavior in Passenger Transport, 2008.5
- 7) CBO : Effects of Gasoline Prices on Driving Behavior and Vehicle Markets, 2008.1
- 8) OECD : Oil Dependence: Is Transport Running Out of Affordable Fuel?, 2008.2

燃料価格の自動車交通需要への影響分析*

森昌文**・石田東生***・岡本直久****・毛利雄一*****

将来的な自動車交通需要を検討するうえでは、近年の燃料価格の高騰による影響が自動車交通需要に短期的・長期的にどのように影響するかを事前に検討しておく必要がある。本研究では、このような近年の燃料価格の高騰が、自動車の利用状況に影響を及ぼしているのではないかという議論を踏まえ、燃料価格が交通量に及ぼす影響について、欧米の研究事例をレビューし、その影響を整理する。また、これらのレビューを踏まえ、我が国における自動車交通需要と燃料価格の関係について、時系列データによるモデルを構築し、その要因分析を行うとともに、燃料価格が自動車交通需要に及ぼす短期的・長期的な影響について整理する。

Analysis of Fuel Price Influence on Traffic Demand*

By Masafumi MORI**・Haruo ISHIDA***・Naohisa OKAMOTO****・Yuichi MOHRI*****

In this paper, we study effects of fuel price on traffic volume according to discussion that recent soaring of fuel price affect vehicle use, and review earlier researches from the U.S. and Europe. Based on these review, a model was established using time-series data for relationship between vehicle traffic demand and fuel price in Japan, to analyze factors influencing and short- and long-term effects.
