

ETC データを用いた都市内高速道路における 料金改定時の利用変化に関する研究

Using ETC Panel Data to Analyze Behavioral Changes in Response to a Toll Revision on an Urban Expressway

後藤 大輝*

Hiroki GOTO

*交通マネジメント工学講座 交通情報工学分野

1. 序論

日本は今後社会情勢の大きな変化を経験し、高速道路需要の変化も想定される。人口減少に伴う料金収入の減少が考えられる一方、人口の偏在が進み需要が特定の区間に集中することも考えられるが、利用の誘導等のマネジメントにも料金制度が活用される。料金制度は様々な用途に利用されており、重要性が高まると考えられる。

しかし、料金改定を受けてすべての利用者が等しく行動を変えるわけではない。そこで、より正確に料金改定の影響を把握するためには、どのような利用者がどの程度利用を変えるのか知る必要があると考える。

本研究では都市内高速道路を対象として、料金改定時にどのような利用者がどのように利用を変えたか、即ち利用者の特性によって料金改定時の利用変化にどのような差異があるのか明らかにすることを目的とする。

2. 利用データ

本研究では、2017年6月3日に阪神高速道路で行われた料金改定を対象に分析を行う。阪神高速道路株式会社より提供された2012年1月から2018年3月までの75ヶ月間のETCデータを用いる。ICカードのIDを独立な数字に置き換えた仮ID、利用年月日、時刻、流入および流出した出入口、車種、通行料金、区間距離のデータが含まれている。出入口の情報が欠落しているものや不適切なものは分析の対象外とした。なお、8号京都市線はネットワークから独立しているため、分析の対象外とした。

3. 個人の特性による影響の差異

重回帰分析を用いて、個人の特性が改定前後における利用回数および支払額の変化に与えた影響を明らかにする。2017年5月(改定前)と6月(改定後)の両方に阪神高速道路を利用した159万7114IDを対象とする。5月の利用回数が31回(1日あたり1回)以上のIDを高頻度利用者、その他を低頻度利用者とし別個に分析する。

(1) 全線に対する分析

阪神高速道路全線の一泊あたり利用回数および支払額に対する重回帰分析の結果を表1に示す。「6月の推定値」は各IDに対し2017年5月の利用状況を用いて6月の被説明変数の値を推定したものである。いずれも1を下回

っており、改定のない場合に比べ利用の減少を示唆している。「大型車」は2017年5月に当該IDが大型車を利用した割合を示す。有意ではあるが値は極めて小さく、車種による影響は少ないと考えられる。「平日利用割合」は2017年5月に当該IDが平日に利用した割合を示す。いずれも正に有意であり、平日に多く利用するIDは利用を減らしにくいことが示唆される。SCR(空間集中度)は特定の出入口への利用の集中度を表し、式(1)に示される。

$$SCR = \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{x_{ij}}{2y_j} \right)^2 \quad (1)$$

n_j : 利用者jが利用した出入口の総数

x_{ij} : 利用者jが出入口iを利用した回数

y_j : 利用者jの総利用回数

支払額に関して高頻度利用者は負に、低頻度利用者は正に有意となった。SCRの低いIDは利用が固定化し減らしにくいと考えられるが、低頻度利用者に関しては利用回数減少の影響を受けたと考えられる。「支払額変化率」は「改定後換算額」を「実際の支払額」で除した値である。各IDに対して算出した2017年5月の総利用金額が「実際の支払額」である。5月の利用実績に対し改定後の料金で支払った場合の金額が「改定後換算額」である。いずれも負に有意となり、支払額の増加が見込まれるIDほど利用を控えたことが示唆される。

表1 阪神高速道路全線に対する重回帰分析

高頻度利用者 129924 IDs				低頻度利用者 1467190 IDs			
1日あたり利用回数(回)		1日あたり支払額(円)		1日あたり利用回数(回)		1日あたり支払額(円)	
R-squared: 0.713		R-squared: 0.756		R-squared: 0.556		R-squared: 0.560	
変数	係数	変数	係数	変数	係数	変数	係数
定数	0.0453 ***	定数	335.76 ***	定数	0.0425 ***	定数	78.86 ***
推定値	0.9960 ***	換算推定値	0.91 ***	推定値	0.9983 ***	換算推定値	0.97 ***
大型率	0.0123 ***	大型率	-2.74	大型率	0.0024 ***	大型率	-2.34 ***
平日割合	0.0632 ***	平日割合	156.54 ***	平日割合	0.0056 ***	平日割合	9.47 ***
SCR	-0.0026	SCR	-42.74 ***	SCR	-0.0021	SCR	5.29 ***
支払額変化率	-0.0864 ***	支払額変化率	-340.10 ***	支払額変化率	-0.0387 ***	支払額変化率	-70.68 ***

(2) 料金変動によるODの分類

料金改定に伴い料金が下降したODと上昇したODがあり、影響が異なると考えられる。改定前の料金に対する改定後の料金の比に着目して阪神高速道路の出入口間ODを区分した。ここでは分析対象IDのうち各群を1回以上利用したIDを各群の分析対象とした。

下降2群の結果を表2に示す。改定後の料金が改定前の0.8倍未満となったODであり、「6月推定値」はいずれも1程度または1を上回っている。また、「支払額変化

率は高頻度利用者では負に有意, 低頻度利用者では正に有意であり異なる傾向を示している。

表2 下降2群の結果

高頻度利用者 69646 IDs				低頻度利用者 310208 IDs			
1日あたり利用回数 (回)		1日あたり支払額 (円)		1日あたり利用回数 (回)		1日あたり支払額 (円)	
R-squared: 0.771		R-squared: 0.792		R-squared: 0.372		R-squared: 0.370	
変数	係数	変数	係数	変数	係数	変数	係数
定数	0.0025	定数	13.17 ***	定数	-0.0249 ***	定数	-4.81 ***
推定値	0.9944 ***	換算推定値	1.06 ***	推定値	1.0367 ***	換算推定値	1.07 ***
大型率	0.0056 **	大型率	0.90	大型率	0.0044 ***	大型率	-3.61 ***
平日割合	0.0094 *	平日割合	-0.76	平日割合	0.0069 ***	平日割合	0.30 *
SCR	0.0335 ***	SCR	-3.68	SCR	0.0136 ***	SCR	-6.44 ***
支払額変化率	-0.0083 *	支払額変化率	-12.46 ***	支払額変化率	0.0221 ***	支払額変化率	4.99 ***

上昇3群の結果を表3に示す。改定後の料金が改定前の1.4倍以上となったODであり、「6月推定値」は全て1を下回っている。「支払額変化率」は全て負に有意である。

表3 上昇3群の結果

高頻度利用者 51331 IDs				低頻度利用者 369414 IDs			
1日あたり利用回数 (回)		1日あたり支払額 (円)		1日あたり利用回数 (回)		1日あたり支払額 (円)	
R-squared: 0.796		R-squared: 0.785		R-squared: 0.435		R-squared: 0.408	
変数	係数	変数	係数	変数	係数	変数	係数
定数	-0.0010	定数	33.27	定数	0.0316 ***	定数	18.58 ***
推定値	0.9543 ***	換算推定値	0.91 ***	推定値	0.9595 ***	換算推定値	0.95 ***
大型率	-0.0044	大型率	-3.84	大型率	-0.0057 ***	大型率	-1.02 **
平日割合	0.0360 ***	平日割合	33.58 ***	平日割合	0.0098 ***	平日割合	7.79 ***
SCR	0.0675 ***	SCR	51.36 ***	SCR	0.0425 ***	SCR	24.04 ***
支払額変化率	-0.0286 ***	支払額変化率	-56.03 ***	支払額変化率	-0.0320 ***	支払額変化率	-18.15 ***

4. 個人の支払金額の変化が利用に与える影響

料金改定が各IDの支払額に与えた影響に着目して分析を行う。支払額変化率が1以上のIDを「支払額増加群」、1未満のIDを「支払額減少群」と定義した。分析対象IDのうち支払額増加群は123万8594ID, 支払額減少群は35万8520ID存在している。

季節変動を除去するため、料金改定がない場合の6月の値を推定し、その推定値との比較を行った。

(1) 料金改定前後における利用動向

一日あたり利用回数についてt検定を行った結果を表4に示す。減少群は利用回数が増加, 増加群は減少している。減少群の方が変化は大きく, 利用回数の面では減少群の方が改定に対する反応が強いことを示している。

表4 料金改定前後の一日あたり利用回数

支払額減少群	全ID	高頻度利用者	低頻度利用者
6月の推定値	0.384	1.618	0.257
6月の実際の値	0.404	1.647	0.277
増加率	+5.2%	+1.8%	+7.4%
p値	0.000	0.026	0.000
支払額増加群	全ID	高頻度利用者	低頻度利用者
6月の推定値	0.352	1.580	0.248
6月の実際の値	0.346	1.569	0.243
増加率	-1.6%	-0.7%	-2.1%
p値	0.000	0.003	0.000

一日あたり支払額についてt検定を行った結果を表5に示す。「6月の推定値(実勢値)」は5月の実際の支払額に対して6月の支払額を推定したもので、「6月の推定値(換算値)」は改定後換算額に対して推定したものである。

「6月の推定値(実勢値)」と「6月の実際の値」を比較すると、支払額増加群では増加し減少群では減少している。低頻度利用者の減少群のみ支払額の増加が料金改定によって生じた差を上回り、それ以外では料金改定によって生じた差を埋めるほどの増減は見られなかった。

「6月の推定値(換算値)」と「6月の実際の値」を比較す

ると、支払額減少群は支払額が増加, 増加群は減少した。また、低頻度利用者では減少群の方が大きく変化しているのに対し高頻度利用者では増加群の方が大きくなった。

表5 料金改定前後の一日あたり支払額

支払額減少群	全ID	高頻度利用者	低頻度利用者
6月の推定値(実勢値)	315.5	1397.4	204.7
6月の推定値(換算値)	287.0	1252.9	188.1
6月の実際の値	312.3	1289.2	212.3
増加率(換算値)	+8.8%	+2.9%	+12.9%
p値(換算値)	0.000	0.000	0.000
支払額増加群	全ID	高頻度利用者	低頻度利用者
6月の推定値(実勢値)	262.0	1182.8	184.1
6月の推定値(換算値)	305.1	1388.4	213.5
6月の実際の値	290.4	1320.6	203.2
増加率(換算値)	-4.8%	-4.9%	-4.8%
p値(換算値)	0.000	0.000	0.000

(2) 料金改定後における利用動向の安定

利用の安定に時間を要する可能性があるため、改定後10ヶ月、即ち2018年3月までの利用回数と支払額に関し月ごとの平均値の変化を示して改定後の変動を明らかにする。ここでは2017年5月から2018年3月までの11ヶ月全て利用した66万9531IDを対象とし、全ての月に一日あたり1回以上利用したIDを高頻度利用者とした。

t検定を実施して線形トレンドの有無を検証した結果を表6に示す。この際、季節変動の影響を除去するため、改定後の推移から改定前5年間の平均を差し引いた系列に対して実施した。いずれも有意な変化は見られず、利用回数および支払額について料金改定後に変動は見られなかった。

表6 トレンドの検定結果

指標	利用者	トレンド(傾き)	p値	
一日あたり利用回数(回)	高頻度利用者	支払額増加群	1.7×10^{-4}	0.97
		支払額減少群	1.8×10^{-2}	0.72
	低頻度利用者	支払額増加群	-4.2×10^{-4}	0.65
		支払額減少群	4.6×10^{-4}	0.70
一日あたり支払額(円)	高頻度利用者	支払額増加群	-1.44	0.66
		支払額減少群	0.60	0.88
	低頻度利用者	支払額増加群	-0.74	0.36
		支払額減少群	0.34	0.72

5. 結論

本研究では、阪神高速道路を対象に利用者の特性に着目して料金改定時の利用変化の差異を明らかにした。

高頻度利用者と低頻度利用者、支払額増加群と減少群とで料金改定に対する反応の差異が見られた。特に、支払額増加が見込まれるIDほど改定後の利用を控えたことが示唆された。そして、高頻度利用者は負担の増加に対する反応が強く、低頻度利用者は負担の減少に対する反応が強い傾向が見られた。また、支払額増加群では料金変化率に比べて反応が小さく、支払額減少群では料金変化率よりも大きな反応が見られた。

今後の課題として、車種等での分類の可能性、低頻度利用者に関し当てはまりが悪いことが挙げられる。