

新規路線供用にともなうETCカード利用者の行動変化分析*

An Analysis of Behavioral Change of ETC-card User Due to Opening of a New Intercity Expressway Route*

○山崎浩気†・宇野伸宏‡・塩見康博§・倉内文孝**

By Hiroki YAMAZAKI†・Nobuhiro UNO‡・Yasuhiro SHIOMI§・Fumitaka KURAUCHI**

1. はじめに

新規高速道路の開通は、既存道路ネットワークが提供する交通サービスに対しても、交通需要の変化、ユーザーの利用形態の変化といった影響を与える。2008年2月に新名神高速道路が開通し、大阪-名古屋間の都市間高速による経路が複数化された。都市間の交通流動面から見ると、その供用効果は非常に大きく、既存路線である現名神高速道路から新名神高速道路への利用シフトによる現名神上の渋滞減少効果を示されている。現名神高速道路においては、2ルート化された区間（草津JCT～豊田JCT間）がマクロな交通指標でサービスレベル向上が示された一方で、2つの経路からの交通量が集中する草津以西の区間においてサービスレベルの低下があることが確認された¹⁾。これらの交通現象は個々人の行動決定の結果であり、高速道路利用に関わる個々人の利用を詳細に、時系列的に分析することによって、これらの交通流動面での変化が生じた原因について、その候補を見いだせる可能性があると考えている。そこで、ETCデータに含まれる、カード番号、利用日時、流入出IC、車種情報等のデータを、個人情報に関わる部分を削除した上で、適切に利用することにより、個々人の行動に着目した分析をおこなう。本稿では、ETCデータを活用して得られた高速道路利用の経時変化を紹介したうえで、特に滋賀県湖南地域のETC新規多頻度ユーザー、両年多頻度ユーザーの2種類の質の異なるユーザーに関する分析、栗東IC多頻度ユーザー、新名神IC多頻度ユーザーに着目した分析をおこなう。

2. データ概要およびその分析方針

(1) データ概要

本研究で用いるデータは、先行研究¹⁾と同様に、NEXCO 西日本・中日本管内の名神高速道路彦根 IC から瀬田西 IC、新名神高速道路甲賀土山 IC から草津田上 IC の琵琶湖の湖南地域における ETC 車トリップとする

*キーワード：ETC、サービス水準、ITS、交通行動分析
†：学生会員，修(工)，京都大学大学院工学研究科
(〒615-8540，京都市西京区京都大学桂，TEL 075-383-3237，
FAX 075-383-3236，yamazaki@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

‡：正会員，博(工)，京都大学大学院経営管理研究部

§：正会員，博(工)，京都大学大学院工学研究科

**：正会員，博(工)，岐阜大学工学部

(図-1)．分析対象は、2007年、2008年の3月1日から同5月31日までのETCデータであり、新名神高速道路については早期開通割引が実施されている期間である。

先行研究において、分析対象地域において交通の円滑性を示す平均速度 V_{15ave} と変動を示す速度の標準偏差 V_{15std} の指標、湖南地域全体の利用交通量などを用いてサービスレベルと交通状況変化を考察した。得られた結論として、以下の5点が挙げられる。

- ✓ 栗東 IC→瀬田西 IC 間の平均速度低下、速度の分散が増加したことにともなうサービスレベル悪化
- ✓ 栗東 IC をはじめとする既存の名神 IC から流入する交通量は開通前と比して減少傾向にある
- ✓ 新規路線開通にともない、湖南地域内内 OD が ETC トリップに占める割合が増加しており、高速道路利便性の向上が考察出来た
- ✓ それぞれの IC で西向き交通の割合が減少して、湖南地域内内および東向き交通の割合増加を推察
- ✓ 湖南地域南部の IC では、利用 IC の転換が発生していることを推察

湖南地域で観測された上記の交通流動変化について、個人の行動に着目し、新名神供用前後での変化を読み解くことで、交通流動に生じた変化の原因の候補を推測することが可能となると考える。本稿では「どういう特性を持った人がどのように、何をきっかけとして日々の行動を変化させたのか」を ETC データに含まれる情報を活用して、推察していく。



図-1. 分析対象ネットワーク

(2) 着目する行動変化について

a) 新規利用開始ユーザーに関する分析

着目する行動変化の性質ごとに分けて、その可能性を列挙する。まず新規路線開通にともない高速道路に乗るという新規利用開始行動が考えられる。すなわち、「08年度新規利用開始ユーザーが多いのはどのICなのか」、「(IC転換行動が起こっていると推察した)栗東ICの新規利用開始ユーザーは少ないのか」といった視点で分析をおこなう。ここで、新規利用開始ユーザーとは、「08年度のみ高速道路利用が記録されているユーザー」であり、

- 1) 07年度に一般道を利用していたユーザー
- 2) ETC車載器を08年度にセットアップして、ETC利用を始めたユーザー
- 3) カードの期限更新などで、07年度とは違うETCカードを使用しているユーザー

の3種類のユーザーを含んでおり、あいにくとこれら1)~3)の分類はETCデータの特性上不可能である。しかしながら、この指標により、ICごとの新規ユーザー比率が分かるため、誘発交通需要が多いICを明らかにすることが出来ると考える。

b) 利用回数の変化に関する分析

一方で、従来から高速道路を利用していたユーザーに対しても、さまざまな行動変化が生じていることが考えられる。まずは、利用回数の変化が考えられる。特に、開通事前事後で高速道路利用回数が増加するユーザーは、影響要因考察も比較的容易に可能であるため、分析対象ユーザーをサービス改善面に絞って詳細に分析してみる。サービス悪化の影響を被ったユーザーについては、その分析手法を十分に検討する必要がある。

c) 利用距離帯の変更にに関する分析

次に利用距離帯の変化が考えられる。新名神高速道路開通にともない高速道路利便性が向上して、短距離帯である湖南地域内内トリップについても高速道路利用増加や新規ユーザーの獲得につながったことが先行研究からも推察された。

d) 利用ICの変更にに関する分析

また、新名神高速道路上に新設された2つのIC(信楽・甲賀土山)の影響により、各ユーザーが目的地に合わせてICを選択している傾向があることも推察されている。具体的には、目的とするICが西側にある場合は以前から選択していた名神高速道路ICから流入をおこなうが、目的ICが東側にある場合は、新名神高速道路經由ルートの方が所要時間が短いなどの要因でもあり、上手く使い分けをおこなう事例可能性が挙げられる。これに付随して、新規路線開通にともない、湖南地域内どのような空間的利用分布の変化が生じているかを分析することが興味深い。新名神にICが新設されたために、

アクセスできる人が空間的に拡大する他に、名神高速道路の竜王IC、栗東IC、瀬田東(西)ICの湖南地域南部に位置するICを従来使っていたユーザーのうち、08年度に新名神高速道路を多頻度で利用するユーザー、すなわち、先行研究で着目した新名神多頻度ユーザーの両年度の利用状況を分析することによって、名神ICと新名神IC利用特性の差異についても考察を加えることが可能である。

以上まとめると、ETCデータを活用することによって、以下に挙げた分析を実証可能と考える。次章からは、行動変化を指標などによって定量化して先行研究で得られた結果検証を試みる。

- A) 利用回数変化に関する分析
- B) 利用距離帯の変更にに関する分析
- C) 利用IC選択肢に関する分析

3. ETCデータの特性を考慮した分析

(1) 湖南地域全域の高速道路利用頻度分析

分析対象データの中の最も大きな分析単位に対して集計をおこない、07年度、08年度で利用しているユーザー数の増減を確認する。分析対象地域全体の総ユーザー数および個々ユーザーの利用回数について集計を行うことで、分析対象地域の利用のされ方を把握する。表-1,2に07年度、08年度の3~5月の分析対象ネットワーク内のユーザー数、トリップ数、ユーザーベース集計とトリップベース集計でのパーセンタイル値についてまとめた。表-1より、07年度において対象ETCデータに含まれる約299万トリップが59万人のETCユーザーによっておこなわれたことが分かる。また、50%タイルのユーザー利用頻度が2回で、この中でも1回利用ユーザーと2回利用ユーザーで全データの65%となる約38万人分のデータが記録されており、分析対象ネットワーク内の高速道路を3ヶ月間で数回しか利用しないドライバがデータの大部分を占めていることが分かる。

その一方、各ユーザーの利用回数を掛け合わせてトリップベースで集計を行うと50%タイル値が17[回/3ヶ月]であることから、3ヶ月で17回以上高速道路を利用しているユーザーによって、分析対象ネットワーク内のトリップの半数が占められていると分かる。すなわち、多頻度ユーザーのみに絞って行動変化を分析しても、新規路線供用による交通流動変化の原因をある程度推測できると考えられる。

表-2の08年度との比較をおこなうと、ETC車載器の普及、ならびに、対象とする湖南地域で新名神高速道路にICが2ヶ所新設された影響があるため、地域全体としてのETC利用トリップ数は299万トリップから357万トリップへと19%増加している。また、ETCユーザー数に関しても26%増加している。50%タイルのユーザー

一利用頻度は2回で同一であるが、95%タイル値が19回、トリップベースでの50%タイル値が15回であり、両指標ともに2007年と比較して小さい値をとっている。すなわち、08年度の方が20[回/3ヶ月]以下の低頻度ユーザーが占める割合が大きく、数回程度のETCユーザーが開通後に多いことがいえる。

(2) 多頻度利用者の利用回数変化に関する分析

3ヶ月で湖南地域のICを20回以上利用したETCユーザーを「多頻度ユーザー」と定義し、この多頻度ユーザーに着目して分析する。表-3より、07年度多頻度ユーザーは32,126人、08年度多頻度ユーザーは36,610人であった。このうち、07・08年度のカードIDが共通しているユーザーが16,549人であり、07年度の湖南地域多頻度利用者の約半数は08年度も同一のETCカードで多頻度利用をおこなっていることが分かる。

08年度分の利用について両年度多頻度ユーザーと新規利用多頻度ユーザーのIC別のトリップ数とユーザー数を集計すると(表-4,5)、両年度多頻度ユーザーは名神ICからのトリップ割合が高く、新規利用多頻度ユーザーは新名神ICからのトリップ割合が相対的に高い傾向が分かる。トリップ数で見ると、両年度多頻度ユーザーは新名神ICからのトリップ割合が合計14.7%と低い一方で、一度でも利用したことのあるユーザー数を集計すると22.9%と割合が増加する。すなわち、両年度多頻度ユーザー1人当たりの新名神IC平均利用回数(8.1回)は名神IC平均利用回数(14.1回)よりも少ないため、両年度多頻度ユーザーには、新規路線開通後の08年度においても現名神側のIC利用をするユーザーが多く、新名神ICはあまり利用していない一方、名神ICをメインの流入ICとしつつ、新規設置された新名神ICを数回程度利用していることが推察される。

新規利用多頻度ユーザーは、新名神ICからのトリップ割合が合計22.6%であり、両年度多頻度ユーザーと比してその割合が大きい。また、名神ICである彦根ICのトリップ割合が9.7%で、両年度多頻度ユーザーよりも割合が高い。彦根ICは、地理的な要因とサービスレベル改善区間であるということの複合要因によって、新規利用多頻度ユーザーが多くなった可能性があるICであることが推察される。

4. 分析対象ユーザーを絞った分析

栗東IC多頻度ユーザーと新名神高速道路の3IC多頻度ユーザーを対象として本章では分析をおこなう。2007年度と2008年度の湖南地域における高速道路利用特性を分析するためには、多頻度ユーザーのカード番号、利用ICペア、利用時刻などの情報をうまく組み合わせる必要がある。

表-1. ETCデータ利用頻度集計(2007年)

	総数 (回)	50%タイル値 (回/3ヶ月)	95%タイル値 (回/3ヶ月)
ユーザーベース	585,439	2	21
トリップベース	2,994,138	17	103

表-2. ETCデータ利用頻度集計(2008年)

	総数 (回)	50%タイル値 (回/3ヶ月)	95%タイル値 (回/3ヶ月)
ユーザーベース	739,271	2	19
トリップベース	3,571,508	15	104

表-3. 利用回数20回以上多頻度ユーザーの基礎集計結果

	多頻度ユーザー 数(人)	両年度多頻度 ユーザー数(人)	片方年度のみ 多頻度(人)
2007	32,126	16,549	15,577
2008	36,610		20,061

表-4. 両年度多頻度ユーザー集計結果

IC IN	トリップ数	割合	ユーザー数	割合
彦根	69,626	8.5%	6,681	10.4%
八日市	84,557	10.3%	7,379	11.5%
竜王	143,974	17.6%	9,586	14.9%
栗東	234,491	28.7%	12,427	19.3%
瀬田西	68,888	8.4%	4,978	7.7%
瀬田東	96,831	11.8%	8,459	13.2%
甲賀土山	17,624	2.2%	3,433	5.3%
信楽	22,717	2.8%	3,880	6.0%
草津田上	78,923	9.7%	7,475	11.6%

表-5. 新規利用多頻度ユーザー集計結果

IC IN	トリップ数	割合	ユーザー数	割合
彦根	75,622	9.7%	7,882	10.6%
八日市	72,287	9.3%	8,193	11.0%
竜王	120,015	15.4%	10,453	14.1%
栗東	201,165	25.8%	13,777	18.6%
瀬田西	48,946	6.3%	5,144	6.9%
瀬田東	85,649	11.0%	9,486	12.8%
甲賀土山	44,794	5.7%	4,962	6.7%
信楽	44,564	5.7%	5,392	7.3%
草津田上	87,513	11.2%	8,856	11.9%

(1) 栗東IC多頻度ユーザーに関する分析

栗東多頻度ユーザーとは、07年度に栗東ICを3ヶ月間に20回以上の多頻度利用をしつつ、08年度においても高速道路を20回以上利用しているユーザーと定義する。この条件に当てはまるユーザーは3,697ユーザーであった。栗東多頻度ユーザーに対して考えられる行動仮説として、

- 1) 新名神高速道路の開通により、最寄りICが07年度にメイン入口であった栗東ICから他のICへと変更した、
- 2) 08年度に栗東ICからの利用回数が増加した、

- 3) 08 年度においても利用回数、利用方法に目立った変化が観測されない、
- 4) サービスレベル悪化影響、ガソリン価格の影響を受けて、08 年度において利用回数が減少、そして、
- 5) 行き先によってフレキシブルに利用 IC を選択しており、栗東 IC の利用回数が減少した代わりに、他の新名神 IC などから流入回数が増加、

といったものが考えられる。表-6 は、栗東 IC 多頻度ユーザーについて、表の列は湖南地域の名神高速道路の IC の中で選択肢とした IC 数、表の行は新名神高速道路で選択肢とした IC 数をとっている。08 年度分のクロス集計結果から、名神 IC を選択肢としない名神利用 IC 数がゼロのユーザーは、26 ユーザーしかいない。新名神高速道路へと完全に転換するユーザーは少なく、名神 IC を選択肢に入れつつ新名神 IC も合わせて利用している傾向が見て取れる。また、新規路線開通後の 08 年度の方が名神 IC の利用選択肢数が増加傾向にあり、近距離帯での高速道路利用が増加していることが推察される。

次に栗東 IC 多頻度ユーザーの方向別利用トリップ割合に着目する(表-7,8)。まず栗東 IC 多頻度ユーザーのみの総トリップ数に着目すると、07 年度の 28 万トリップに対して、08 年度は 27 万トリップと減少している。同種のユーザーグループに着目しているにもかかわらず、その総トリップ数が新規路線開通後である 08 年度の方が少ないということは、行動仮説 2)の利便性向上にともない利用トリップ数を増加させた多頻度ユーザーの存在はその可能性が少ないことを示唆している。

利用トリップ数は全体として減少しているが、方向別の利用状況に着目すると、新名神高速道路によって接続性が向上した瀬田以東-豊田 JCT以西の IC へのトリップは増加しており、特に甲賀土山 IC で名古屋方面へと向かうトリップ数が顕著に観測されている。これは行動仮説 5)の使い分けの最たるものであると考えられる。一方で、栗東 IC から流入した湖南地域内トリップをおこなう割合が 24.1%(07)→25.4%(08)となっていることは、栗東多頻度ユーザーが近距離帯利用を増やしたと整合が取れている。また、栗東 IC からの流入トリップ数が減少して、新名神 IC からのトリップをするようになっていることも行動仮説 1),5)と整合が取れる。

ここで紹介した栗東多頻度ユーザーは、3 章での分類による両年度多頻度ユーザーであり、大部分の利用者の行動はある程度決定的であったとも考えられる。さらに細かく分析対象ユーザーを絞り込むことで、それぞれの仮説に適合したユーザーを抽出できることを確認していく必要があるだろう。

表-6. 栗東 IC 多頻度ユーザークロス集計

2007年度クロス		名神利用IC数					
新名神利用IC数	1	2	3	4	5	6	総計
0	1048	897	534	291	88	26	2884
1	119	185	217	168	89	35	813
総計	1167	1082	751	459	177	61	3697

2008年度クロス		名神利用IC数						
新名神利用IC数	0	1	2	3	4	5	6	総計
0		623	690	393	154	58	10	1928
1	22	268	423	287	192	88	26	1306
2	4	46	84	84	81	65	28	392
3		4	12	19	17	14	5	71
総計	26	941	1209	783	444	225	69	3697

表-7. 栗東 IC 多頻度ユーザー方向別トリップ割合('07)

2007 IC_IN	O\D	方向	瀬田以東		総計		
			西	内々			
彦根			16.1%	63.5%	7.1%	13.3%	14080
八日市			16.4%	76.7%	1.4%	5.5%	18711
竜王			40.0%	49.5%	2.9%	7.6%	28358
栗東			68.9%	24.1%	1.7%	5.3%	195804
瀬田西			100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4888
瀬田東			54.0%	44.0%	0.2%	1.7%	13255
甲賀土山			未開通				0
信楽			未開通				0
草津田上			50.7%	45.0%	0.4%	3.9%	8782
総計			168127	94256	5439	16056	283878

表-8. 栗東 IC 多頻度ユーザー方向別トリップ割合('08)

2008 IC_IN	O\D	方向	瀬田以東		総計		
			西	内々			
彦根			18.2%	61.3%	7.5%	13.0%	12706
八日市			18.1%	74.6%	2.2%	5.1%	18491
竜王			41.2%	48.2%	2.8%	7.9%	27419
栗東			67.2%	25.4%	1.9%	5.5%	166135
瀬田西			100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4959
瀬田東			59.5%	37.7%	0.4%	2.4%	15820
甲賀土山			36.9%	10.2%	45.2%	7.7%	6662
信楽			64.0%	33.3%	2.1%	0.6%	5264
草津田上			44.1%	41.8%	9.4%	4.7%	13036
総計			154534	90848	9686	15424	270492

(2) 新名神多頻度ユーザー

新名神多頻度ユーザーとは、08 年度に新名神高速道路に3ヶ所ある IC から 20 回以上高速道路を利用しているユーザーであり、

- 1) 07 年度名神多頻度ユーザーから転換
- 2) 07 年度名神低頻度ユーザーから転換
- 3) 07 年度一般道利用ユーザーから転換
- 4) 07 年度 non-ETC ユーザーから新規利用開始

の4種類のグループ分けが出来るかと考える。1)が3章での両年度多頻度ユーザーであり、3),4)が新規利用多頻度ユーザーである。

まず、1)について分析をおこなう。07 年度も湖南地域 IC を 20 回以上利用して、08 年度には新名神 IC のいずれかで 20 回以上流入をおこなっているユーザーは、398 ユーザーであった。表-9 の 07・08 年度の各 IC の利用 IC 選択肢クロス集計結果より、08 年度に名神 IC を全く利用しないユーザーは 71 ユーザーであり、残りの 327 ユーザーは名神 IC を選択肢として残し、使い分けをおこなっている状況が推察される。

表-9. 新名神 IC 多頻度ユーザークロス集計

2007年度クロス 新名神利用IC数	名神利用IC数							総計
	0	1	2	3	4	5	6	
0		89	108	55	24	7	2	285
1	5	20	38	26	17	6	1	113
総計	5	108	146	81	41	13	3	398

2008年度クロス 新名神利用IC数	名神利用IC数							総計
	0	1	2	3	4	5	6	
1	51	85	68	34	15	5	1	259
2	16	32	34	17	7	4	1	111
3	4	4	7	7	4	2		28
総計	71	121	109	58	26	11	2	398

2),3),4)の各ユーザーについては非常に切り分けが難しい。条件に当てはまるユーザーは1,421ユーザーであり、新規路線開通にともなう、多頻度ユーザーとなったユーザーであると考え。具体的にそれぞれの条件に当てはまるユーザーのIC別利用回数を表-10にて例示する。

これらの分析方法については、今後検討を加える必要があるが、個々のユーザーの名神IC、新名神ICの各利用状況をグループ内、グループ間で比較、または、栗東多頻度ユーザーと比較するなどして特性を考察していく必要があるだろう。

5. おわりに

本稿では、新名神高速道路の供用にもなう、高速道路利用行動の変化について、ETCデータを用いて経時的に分析し、さらに既存研究で示された交通流動変化の原因を推測した。分析可能な行動変化のうち、利用回数、利用距離帯、利用選択肢に関してユーザー層別に切り分けて、集計をおこなった。以下に得られた基礎的知見を示す。

(1) 開通前後でカードIDが共通であった両年度多頻度ユーザーは、08年度においても名神ICにメイン入口ICを持ち、新名神ICは使い分け型のサブ入口ICとなる可能性が高いことが、利用回数変化に関する分析より推察できた。

(2) 新規利用多頻度ユーザーは、湖南地域内内のETCトリップの増加、東向きETCトリップの増加という新たな需要に大きく寄与していることが分かった。

(3) 分析対象ユーザーを絞った分析からは、新規路線供用にともない多頻度ユーザーのIC選択肢数が増加する傾向にあること、名神ICから新名神ICへ利用ICを変更するユーザーにも様々なパターンが存在していることを確認し、ユーザーの行動変化をある程度捉えることができた。

なお、ここで示したのは考えられる行動仮説に沿って複数の分析ユーザーの結果から理解しやすいユーザーについて例示したに過ぎず、全データを活用して適切な指標化をおこなう手法が必要である。今回のような特定IC多頻度利用者によるユーザー抽出のほかにも、車種や利用時間帯についても処理方法を工夫したうえで分析を継続する必要がある。

謝辞 データの収集・解析に際しては、NEXCO西日本(株)関西支社ならびに(株)システム科学研究所より多くのご協力・ご支援をいただきました。記して謝意を表します。

参考文献

- 山崎ら：“ETCカード利用者の行動変化に着目した新規路線供用効果分析”，第39回土木計画学研究・講演集，No.128，2009。

表-10. 新名神代表ユーザーの高速道路利用回数

2007 利用回数【回】	利用IC								
ユーザー	彦根	八日市	竜王	栗東	瀬田西	瀬田東	(未開通)	草津田上	総計
1)07年度名神多頻度ユーザー	28	9		44					81
2)07年度名神低頻度ユーザー		7		3					10
3) or 4)									0

2008 利用回数【回】	利用IC									
ユーザー	彦根	八日市	竜王	栗東	瀬田西	瀬田東	甲賀土山	信楽	草津田上	総計
1)07年度名神多頻度ユーザー	37	8					54			99
2)07年度名神低頻度ユーザー	1	3	2	2			50		1	59
3) or 4)				4			68	2	42	116