

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*

An Analysis of Opening Effect of a New Intercity Expressway Route Based on ETC-card User's Behavioral Change*

○山崎浩気[†]・宇野伸宏[‡]・塩見康博[§]・太田修平^{‡‡}・倉内文孝^{††}

By Hiroki YAMAZAKI[†]・Nobuhiro UNO[‡]・Yasuhiro SHIOMI[§]・Shuhei OTA^{‡‡}・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可能性が高い。平成20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、その開通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への利用シフトによる現名神上の渋滞減少効果が示されている¹⁾。一方で近年の情報技術高度化に相まって、膨大な規模の交通データの蓄積および解析が可能となった。特に本研究で用いるETCデータは、料金収受を目的にカード番号、利用日時、車種情報等のデータが記録されており、プライバシーの保護をはかりつつ適切に利用することで、今まで観測が困難であった高速道路の利用に関わる個々人の行動に着目した分析が可能である。

本稿では、まず同一カードでの利用者の行動を常時観測可能なETCの仮IDを活用した分析方法の考え方についてまとめる。その上で、滋賀県湖南地域を対象に営業データや交通量検知器データなどを用いて、新名神高速道路開通前後における交通状況の変化を把握する。さらに、当該地域の各ICを高頻度で利用するユーザーの行動変化をETCデータから分析し供用効果分析を行う。

2. ETC仮IDを活用したデータ分析の考え方

ETC カードデータを用いた分析の最大の特長は、大量の利用者の行動を自動的かつ経時的に観測できることである。その特性を活かすことで今まで把握することが困難であった高速道路利用に関わる交通行動特性を詳細に把握することが可能となる。本研究で用いる仮 ID は、個人情報保護の観点から、ETC カード番号に対してランダムに割り振られた番号であり、個人を特定すること

はできないが、あるカードに対しては固定的に ID が割り振られるため、ユーザーの日々の行動を時系列的に追跡することができる。ただし、同一ユーザーがカードを複数枚併用しているケースや、企業等で同一カードを複数の車両で共用しているケースも想定されるため、データ解析の際に十分注意する必要がある。

個別の利用者行動の経時的な分析の観点からは、高頻度ユーザーの新規路線開通前後での高速道路利用頻度、利用 IC の変更、利用時間帯の変更について把握することが可能である。また、目的に応じた利用 IC の変更・使い分けなど、高速道路利用特性の変化について把握することが可能である。加えて、流入・流出 IC 間の所要時間の日変動、時間変動も集計可能であり、対象地域全体のサービスレベルを ETC データのみで計測することもできる。ETC データの個々人の流入出情報は1分単位での分析活用ができるため、地点観測データである検知器データや日単位集計データである営業データより、時空間的に詳細な分析が可能となる。

一方で、全てのトリップデータを対象とした場合、扱うデータが膨大となるため、その処理に非常に時間がかかってしまうことが欠点としてあげられる。

3. 交通流動から見た新規路線供用効果

本章では、検知器データ、営業データ、ETC 仮 ID データの多種データを活用して、主に高速道路上の交通流動を表す指標に基づき、新名神供用の影響を把握することを試みる。

(1) データ内容

分析対象を 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(図-1)。湖南地域は、新名神高速道路開通に伴って高速道路利用の変化が生じている地域であると考えられる。具体的には、一般道から高速道路への利用転換や高速道路利用頻度の増加、利用 IC を新名神 IC に変更するといった変化が考えられる。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

*キーワード: ETC, 新規路線供用効果, ITS, 行動変化
†: 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

‡‡: 学生会員, 京都大学大学院工学研究科

††: 正会員, 博(工), 岐阜大学工学部

されている期間である。検知器データ、営業データについてもこの期間のデータを抽出して、分析対象地域内の大域的な交通流動の変化、各ユーザーの利用 IC の変化という2つの観点から供用効果を分析する。

(2) 当該地区の交通流動の変化について

ここでは分析対象地域内の現名神・新名神の隣接 IC ペア間の平均速度に基づき、新名神供用前後での混雑状況の変化を把握する。最初に当該地区に設置されている交通量検知器データを用いて交通状況の変化を捉える。本研究では Edie 式によって定義した15分間空間平均速度 V を5分間ごとの車線別交通量 q_{5jk} 、車線平均速度 v_{5jk} を用いて算出した。算出に用いる車両検知器は、3ヶ月間の平均エラー率 20%未滿の検知器のみを利用した。また、道路形状の類似性などによりそれぞれの車両



図-1. 分析対象ネットワーク

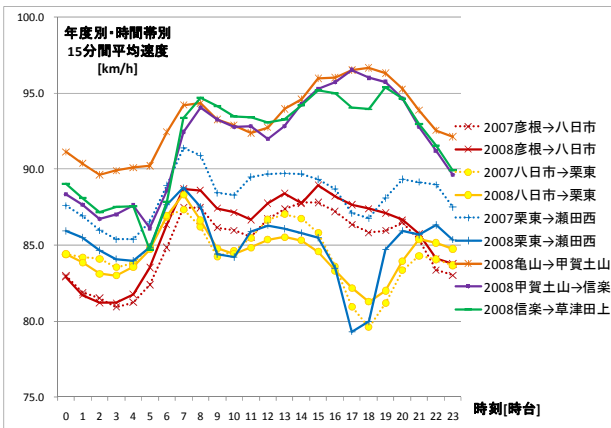


図-2. 分析対象地域の空間平均速度 V (07, 08 年度)

表-1. 空間平均速度 V の平均値・標準偏差の変化率

値	8	12	17
平均 / (V)彦根→八日市	101%	101%	101%
平均 / (V)八日市→栗東	101%	100%	102%
平均 / (V)栗東→瀬田西	96%	96%	91%
標準偏差 / (V)彦根→八日市	84%	79%	99%
標準偏差 / (V)八日市→栗東	103%	105%	108%
標準偏差 / (V)栗東→瀬田西	248%	213%	308%

改善;青字, 悪化;赤字

検知器の値を用いる区間長 l_i を決定している。

$$\text{空間平均速度 } V[\text{km/h}] = Q / K$$

$$= \left\{ \frac{60 \times \sum \frac{(\text{対象車両検知器の区間長 } l_i) \cdot \sum (\text{車線交通量 } q_{5jk})}{(\text{区間長 } L_i) \cdot 15}}{60 \times \sum \frac{(\text{区間長 } l_i) \cdot \sum (\text{車線交通量 } q_{5jk} / (\text{車線速度 } v_{5jk} / 60))}{(\text{区間長 } L_i) \cdot 15}} \right\}$$

i ; 検知器番号, j ; タイムステップ, k ; 車線番号

紙面の都合上、西向きトリップの結果を図-2 に示す。また、表-1 には空間平均速度 V の朝 (8 時), 昼 (12 時), 夕方 (17 時) の代表時間帯における集計値の年次間比較結果を示す。空間平均速度 V の時刻別平均値が大きくなり、時刻別標準偏差が小さくなっているとサービスレベルが改善された状況と判断できる。これより、現名神・新名神合流後の区間を含む栗東→瀬田西間において平均速度、速度の標準偏差からみたサービスレベルが悪化している。特に平均値は17時台において07年値の91%まで減少し、標準偏差値は07年値の308%となっており、新名神高速道路開通に伴って、平均速度・速度の分散ともに非常に悪化した区間と分かる。つまり、混雑時と非混雑時の交通状況が大きく異なっていることが予想される。一方、草津田上～豊田間 (東名高速道路 IC) については、現名神と新名神が並行2経路の状況となっていて、新名神高速道路と並行した現名神上の区間である彦根→八日市間、八日市→栗東間においては、平均速度がやや改善している。1経路区間と並行2経路区間で平均速度の年次間比較を行った結果、1経路区間を含む栗東→瀬田西間において悪化傾向が非常に顕著である。これは栗東→瀬田西間の地理的要因によるものと推察され、名神高速道路・新名神高速道路両方からの流入交通量を受け持つ区間が含まれているために混雑が発生するようになったと考えられる。図-2 で新名神高速道路のサービスレベルを検証すると、深夜時間帯に全体の平均速度が減少しているものの、名神高速道路のような時間帯によるサービスレベルの大きな差異は見られない。以上より、西向き交通に限定すると、新名神高速道路開通後に現名神の草津田上→瀬田西間において、平均的な速度の低下ならびに速度の分散の増加が生じており、新名神供用前と比して混雑度が増したものと考察できる。

次に、各 IC の3ヶ月間の利用台数について分析する。図-3 に営業データから集計した IC 総利用台数と ETC データから集計した ETC 車トリップ数を示す。なお、営業データには、ETC 車トリップ数に加え、通行券データのトリップ数が含まれる。はじめに湖南地域全体で年次間比較を行うと営業データが430万→489万トリップへ、ETC データが299万→357万トリップへと総利用台数は増加しており、新名神高速道路開通に伴って地域全体の高速道路利用数は増加したといえる。ETC 普及率に年度間差異があるため純粋な比較分析はできないが、

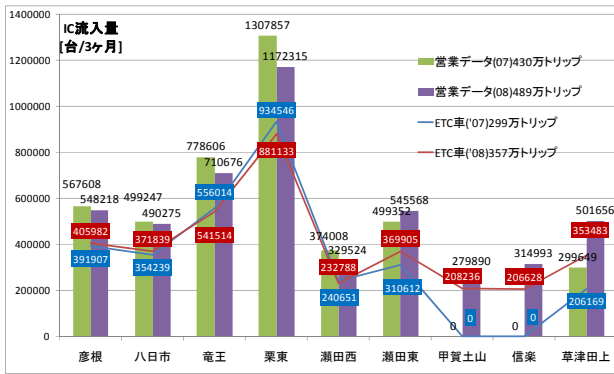


図-3. 開通事前・事後 IC 別利用頻度

営業データにおいて瀬田東 IC を除く名神高速道路 IC で利用台数が減少していることが読み取れる。ここで瀬田東 IC は、新名神高速道路経由で三重県方面に向かう東向きトリップが 08 年 ETC データにおいて観測されるようになったことから、新名神高速道路の開通に伴い利用台数が増加したと予想される。

(3) 開通事前事後における方向別利用割合

表-2, 3 に方向別の ETC-OD 表を示す。ただし、表中の瀬田以东-豊田以西は、新名神高速道路開通が特に影響を受けていると考えられる東名・名神高速道路(豊田～関ヶ原)、東名阪自動車道、伊勢湾岸自動車道に位置する IC を指している。前述のとおり ETC-OD 表は年度間の ETC 普及率の差異の影響で単純比較は難しいため、方向別 OD の割合を利用して分析する。

新名神供用前後で、総発生交通量は 299 万→357 万トリップと増加しており、湖南地域全体として ETC トリップは増加している。竜王、栗東、瀬田西の各 IC では ETC 利用台数が減少しており、従来名神高速道路へとアクセスしていたユーザーの利用 IC 変更が生じている可能性が指摘される。

次に、各 OD 交通量の変化について考察を行う。まず湖南地域への OD トリップに着目すると、例えば栗東 IC では、瀬田以西へと向かうトリップの占める割合が 75.2%(07)から 69.5%(08)に減少している一方で、湖南地域内内トリップの占める割合が 15.0%(07)から 18.1%(08)へと増加している。これは、新規路線が開通したことにより、湖南地域の高速道路利便性が良くなり新規路線 IC⇄既存路線 IC のトリップだけでなく、既存

表-2. 2007 年 ETC-OD 表

O \ D	2007				総計
	瀬田以西	湖南地域	瀬田以东-豊田以西	豊田以东	
彦根 (Existing)	33.6%	18.8%	24.0%	23.6%	391905
八日市 (E)	44.5%	25.5%	11.6%	18.5%	354217
竜王 (E)	65.7%	19.8%	5.9%	8.7%	556011
栗東 (E)	75.2%	15.0%	3.6%	6.3%	934539
瀬田西 (E)	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	240651
瀬田東 (E)	77.3%	16.9%	2.3%	3.5%	310611
甲賀土山 (New)	未開通				
信楽 (N)					
草津田上 (N)	65.9%	25.0%	3.0%	6.1%	208169
総計	1973239	518066	214861	287937	2994103

路線同士の比較的短距離トリップについても利用数が増加したものと考えられる。この傾向は、既存路線の全 IC において見られる。次に、瀬田以东-豊田以西への OD に関しては、草津田上 IC、栗東 IC、瀬田東 IC において割合増加が顕著である。栗東 IC では早期開通割引期間中、名神高速道路ルートよりも新名神高速道路経由ルートの方が名古屋方面への距離抵抗、料金抵抗が小さくなったために、当該交通が多く観測されたものとする。最後に、新名神高速道路 IC に関する OD 交通特性に目を向けると、甲賀土山 IC は東側(三重・名古屋)との結びつきが強く、信楽 IC は西側(京阪神)への結びつきが強いことが分かる。草津田上 IC は 07 年度と比して西向き(45.4%)、東向き(23.5%)、湖南地域内内(31.0%)で比較的均等にトリップが発生するようになっている。

以上より、新名神高速道路開通によって、名神高速道路 IC においては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が増加したことが明らかとなった。また、湖南地域南部に近い IC では全体的に ETC トリップが減少していることより、新名神高速道路の IC への転換が起こっているものと推察される。

4. 高速道路利用行動から見た新規路線供用効果

3 章の分析にて、既存路線 IC の利用台数が年次間で減少したことが明らかとなった。本章では、名神高速道路から新名神高速道路への流入 IC の変更が生じたために利用台数が減少したものと仮定して、ETC データでその検証を行う。具体的に想定される行動変化のうち、07 年度において竜王 IC、栗東 IC に国道 1 号線を用いてアクセスしていたと考えられる湖南地域南部の多頻度ユーザーが、08 年度においてどの IC を利用しているかを、両年度栗東 IC 多頻度ユーザーと 08 年度新名神 IC 多頻度ユーザーという 2 つの異なる集計方法で検証する。

(1) 湖南地域の高速道路利用頻度に関する分析

分析対象地域全体の総ユーザー数および同一個人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-4 に 2008 年度 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、累積比率のパーセンタイル値についてまとめた。これより、対象データに含まれる約 357 万トリップが 74 万人のユ

表-3. 2008 年 ETC-OD 表

O \ D	2008				総計
	瀬田以西	湖南地域	瀬田以东-豊田以西	豊田以东	
彦根 (E)	31.7%	19.7%	24.8%	23.8%	405981(+3.6%)
八日市 (E)	43.2%	27.0%	11.4%	18.3%	371837(+5.0%)
竜王 (E)	62.5%	22.1%	6.3%	9.0%	541513(▲2.6%)
栗東 (E)	69.5%	18.1%	5.6%	6.8%	881131(▲5.7%)
瀬田西 (E)	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	232787(▲3.3%)
瀬田東 (E)	74.9%	17.6%	4.0%	3.5%	369905(+19.1%)
甲賀土山 (N)	26.8%	11.1%	55.4%	6.7%	208236
信楽 (N)	53.4%	28.5%	15.5%	2.6%	208628
草津田上 (N)	45.4%	31.0%	17.6%	5.9%	353482(+71.5%)
総計	2218072(+5.4%)	716772(+38.4%)	520366(+142.2%)	353734(+15.2%)	3571500(+19.3%)

ユーザーによっておこなわれていることが分かる。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45万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15[回/3ヶ月]であることから、3ヶ月で15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、新規路線供用効果がある程度把握できると考える。

表-4. 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

(2) 多頻度ユーザーに着目した行動変化分析

ここでは、仮説「新規路線供用はユーザーの利用ICの選択肢を増やす効果がある」を検証する。各ユーザーは出発地、目的地およびそのコストなどによって利用するICを決定していると考えて、湖南地域多頻度ユーザーでこの仮説検証を行う。

a) 両年度栗東多頻度ユーザー

湖南地域において最も利用数の多いICは栗東ICである(図-3参照)。ここでは、栗東ICを多頻度利用しているユーザーに着目して、新規路線供用前後の利用IC数を分析する。分析対象ユーザーを「栗東ICを07、08年ともに3ヶ月間で20回以上利用したユーザー」とする。ただし、3ヶ月間で湖南地域内内のみのトリップしかおこなわないユーザーについては対象外とした。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。07年と08年について、これらのユーザーが3ヶ月間で利用したICを集計する(表-5)。表の対角成分よりも上が選択肢を増やしたユーザー数であり、開通後には利用IC数が増加する傾向が読み取れる。

b) 08年度新名神高速道路多頻度ユーザー

08年度に新名神高速道路を多頻度で使うユーザーが07年度に名神高速道路をどの程度利用しているかを確認する。分析対象ユーザーの切り分け方法として、「甲賀土山ICと信楽ICを08年の3ヶ月間で20回以上使っているユーザー」とした。この条件に当てはまるユーザーは1818ユーザーであった。このうち397ユーザーが07年度の3ヶ月間でも湖南地域のICを20回以上利用していた。つまり、残りの1421人のユーザーは新規路線開通に伴って多頻度利用を始めたユーザーである可能

性が高い。一方で、07年度にも多頻度利用している397ユーザーに着目して分析を行うと、このうち67ユーザーが08年に新名神高速道路しか使わないユーザーであった。残りの330ユーザーは08年においても名神高速道路ICからの流入もおこなっており、すべてのユーザーがすぐに流入ICを転換するわけではなく、行き先などによって流入するICを変えていることが予想される。ここで、08年に新名神高速道路のみを利用したある特定ユーザー(ユーザーAと仮称する)の利用回数、及び名神高速道路ICも利用している特定のユーザー(ユーザーB,Cと仮称)の利用回数を表-6に示す。これより、ユーザーBとユーザーCでは08年に重点的に使う道路が違っており、IC選択肢数や利用時間帯をさらに詳細に分析する必要性がある。

表-5. ユーザー別の利用IC選択肢数

		2008年度IC利用個数[カ所]									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
2007年度 IC 利用個数 [カ所]	1	435	406	161	33	10	3	0	0	0	1048
	2	166	355	298	128	49	14	5	1	0	1016
	3	26	142	254	163	85	36	12	1	0	719
	4	10	47	115	135	114	64	15	7	1	508
	5	8	10	27	57	57	50	35	12	0	256
	6	0	1	6	12	23	25	31	15	2	115
	7	0	1	1	1	8	6	10	6	2	35
	計	645	962	882	529	346	198	108	42	5	

表-6. 代表ユーザーの高速道路利用回数

ユーザー\頻度	2007名神	2007車津田上	2008名神	2008新名神
A	61	10	0	75
B	59	0	4	50
C	77	0	59	32

5. おわりに

本稿では、新名神高速道路供用効果について多種データを用いて経時的に分析した。営業データ、交通量検知器データを用いた分析では、区間によってサービスレベルの変動傾向が異なることが分かった。また、新規路線供用後には湖南地域内内の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が創出されていることが分かった。ETCカードの仮IDを用いた分析では、新規路線供用に伴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が存在すること、などユーザーの行動変化を捉えることができた。

なお、ここで示したのは分析手法を例示したに過ぎず、全データを活用した分析が必要である。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 データの収集に際しては、NEXCO西日本㈱関西支社ならびに㈱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

- 「新動脈の利用定着へ」：『京都新聞』2009年2月22日。
- 山崎ら：「ETCデータを活用した都市間高速道路の利用頻度分析」、第63回土木学会年次学術講演会講演概要集、IV-035、2008。