

ETC データを用いた首都高速道路における事故発生時のランプ選択行動に関する実証分析*

Empirical analysis on ramp choice behavior in case of accidents
on Metropolitan Expressway using ETC data

小根山裕之**・秋元健吾***・大口敬****・鹿田成則*****・割田博*****

By Hiroyuki ONEYAMA**・Kengo AKIMOTO***・Takashi OGUCHI****・

Shigenori SHIKATA*****・Hiroshi WARITA*****

1. はじめに

首都高速道路において事故や通行止めなどの突発事象が発生した場合、入口・出口ランプの転換や利用の取りやめなど、ランプ選択行動が行われ、入口・出口ランプの流入・流出交通量が大きく変動することが、車両感知器ベースの分析により実証されている¹⁾。しかしながら、これらの分析では個々の利用者の突発事象に対する行動変化は明らかになっていない。一方、このような入口・出口のランプ選択行動の分析には、個別利用者の首都高速道路のランプ利用履歴が把握可能な ETC データの活用が有効である。これまでも入口選択行動分析への適用事例も見られる²⁾。

本研究では、首都高速道路利用者の交通行動を ETC データから把握することで、首都高速道路上での事故と ETC 車の流入交通量の変動を明らかにすることを目的とする。

2. 分析対象データ

(1) 使用データの概要

本研究では、首都高速道路の ETC 利用履歴データを用いる。ETC データには、利用した入口・出口ランプ、日付、流入時刻、流出時刻、個人 ID に相当する情報が含まれている。なお、同一 ID による複数の利用機会を特定することができるが、ID にはスクランブル処理が施されており、個人特定は全くできない。また、突発事象の抽出には車両感知器データに含まれる突発事象情報を用いている。



図-1 分析対象範囲

(2) 分析対象範囲と期間

本研究では、通勤交通を念頭に 2006 年 7 月～12 月の平日 5:00～10:00 に首都高速道路を利用した ID (約 213 万) を対象とする。この中で、距離が比較的近く平行に整備されているためランプ選択が起りやすいと想定される 3 号線上り (三軒茶屋、渋谷、高樹町)、4 号線上り (永福、幡ヶ谷、新宿、代々木、外苑) の入口を分析対象とした。分析対象範囲を図-1 に示す。

3. 高頻度利用者を対象とした事故発生時のランプ選択行動分析

(1) 分析方法

まず、高頻度利用者 (ここでは、半年間で 20 日以上首都高速道路を利用している ID と定義する) を対象として、当該 ID の利用者が普段利用している入口・出口ランプを基準として、事故時にどのように首都高速の利用を変更しているかを分析する。手順は以下の通りである。

① メインランプの決定

分析対象の期間・時間帯において ID 別に最も利用回数が多い入口 (出口) ランプを、ID 別の「メイン入口」(「メイン出口」と定義する。なお、以下の分析では、出口を路線単位毎に集計する (以降、「メイン出口路線」という)。

*キーワード: ETC, ランプ選択行動, 都市内高速道路
**: 正会員, 博(工), 首都大学東京大学院都市環境科学
(〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1, oneyama@tmu.ac.jp)
***: 非会員, 修(工), 東京ガス株式会社
****: 正会員, 博(工), 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
*****: 正会員, 修(工), 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
*****: 正会員, 博(工), 首都高速道路株式会社

表-1 事故発生位置による事故の分類

	高樹町	渋谷	三軒茶屋
下流で事故あり (=「事故あり」)	15	23	30
上流で事故あり (=「対象外」)	25	17	10
事故なし (=「事故なし」)	69	69	69

メイン入口とメイン出口路線を決定した結果、全 ID は「メイン入口×メイン出口路線」という集団に割り振ることができる。

②事故による入口転換の検証

ここでは、3号線の高樹町、渋谷、三軒茶屋をメイン入口として利用する ID を対象にした。各入口の下流側で事故が発生したときを「事故あり」、3号線で事故が起らなかった日を「事故なし」として、比較検証した。なお、各入口の上流側で事故が発生したときは「対象外」として、分析には用いていない。各入口の「事故あり」、「事故なし」および「対象外」の日数を表-1に示す。

(2) 分析結果および考察

高樹町、渋谷、三軒茶屋の各入口をメイン入口とする利用者が実際に利用した入口を、事故の有無別、メイン出口路線別に集計した。その結果を表-2に示す。表より、以下の状況が窺える。

- ・事故発生日にはほとんどの入口ランプ×メイン出口路線のケースにおいてもメイン入口からの流入交通量が減少していることがわかった。転換率をメイン入口の増減率で判断すると、概ね5~10%程度に相当する。様々な事故の状況を含んだ数値であることを考えると、必ずしも小さい値であるとは言えない。
- ・この減少分の転換先を各 OD の増減で推測すると、そのほとんどは“利用なし”，つまり首都高の利用を取りやめているようである。同一路線（3号線）の下流ランプへの転換も若干見られるが、他路線へ転換はあまり大きくない。特に、平行している4号新宿線への転換はほとんどみられないようである。
- ・転換量や転換先などの転換の態様はメイン出口路線によって異なる。都心環状線をメイン出口とする利用者は利用の取りやめが多いようである。また、5号池袋線がメイン出口の場合、

高樹町では利用取りやめが少ないのに対し、三軒茶屋では比較的多くなる（一般道路の環状道路を用いているものと思われる）など、入口と出口の位置関係で大きく特徴が異なる。

以上をまとめると、高頻度利用者については事故発生による入口変更は一定量存在すること、転換の態様は入口と出口の位置関係で大きく異なり、入口の転換よりもむしろ首都高の利用を取りやめる場合が多いことがわかった。

4. 全利用者を対象とした入口ランプの転換分析

(1) 分析方法

前章で高頻度利用者の事故時のランプ選択行動の様子が示されたが、既往の車両感知器ベースの分析で示された転換傾向¹⁾とは若干異なるようである。また、高頻度利用者と低頻度利用者では利用傾向が異なることが想定できる。

そこで、次に全利用者を対象とした入口ランプの転換分析を行う。分析方法は以下の通りである。

①全 ID の分類

まず、前章で分析対象とした高頻度利用者（半年間で20日以上、首都高速道路を利用している ID）はメイン入口を定義できるので、メイン入口毎に分ける。一方、20日未満の利用の ID はメイン入口を定めることのできない「低頻度利用者」として定義する。なお、低頻度利用者は約189万 ID、分析対象期間中に流入する全 ETC 車両は約213万 ID であることから、88.8%の ID はメイン入口を定義できない低頻度利用者である。

②入口ランプ流入台数の利用者属性別分類・集計

3, 4号線の入口ランプの流入台数を、高頻度利用者についてはメイン入口ランプ毎に分類・集計する。また、低頻度利用者についてはメイン入口毎にまとめることができないため、まとめて分類・集計する。

③事故による流入台数構成比の変動分析

上記で分類した利用者属性毎に、事故発生による各ランプの流入交通量を集計し、比較する。3号線の事故を対象とし、3号線の入口ランプについては、「事故なし」「下流で事故あり」、「上流で

表-2 事故の発生有無とメイン出口路線別の利用入口集計

メイン入口	メイン出口路線	事故	高樹町		渋谷		三軒茶屋		4号線上リ		その他		利用なし		合計	転換率
			(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)	(増減)				
高樹町	湾岸線	なし	25.9	(-2.7)	0.8	(-0.3)	0.2	(0.1)	0.8	(0.4)	11.0	(1.1)	74.3	(1.4)	113	-10.4%
		発生	23.2		0.5		0.3		1.2		12.1		75.8			
	5号池袋線	なし	29.0	(-1.8)	0.8	(0.3)	0.2	(-0.2)	0.1	(0.1)	7.1	(1.6)	49.8	(-0.0)	87	-6.3%
		発生	27.2		1.2		0.0		0.3		8.7		49.8			
	7号小松川線	なし	18.5	(-3.4)	1.1	(-0.2)	0.0	(-0.0)	0.1	(-0.1)	6.0	(1.7)	44.3	(1.9)	70	-18.1%
		発生	15.2		0.9		0.0		0.0		7.8		46.2			
	6号三郷線	なし	11.4	(2.3)	0.5	(-0.1)	0.3	(-0.1)	0.1	(-0.1)	7.1	(-2.8)	37.6	(0.8)	57	20.0%
発生		13.7		0.4		0.2		0.0		4.3		38.4				
都心環状線	なし	16.9	(-2.9)	1.1	(-0.3)	0.3	(-0.3)	0.4	(0.3)	3.1	(0.3)	32.3	(2.8)	54	-17.0%	
	発生	14.0		0.8		0.0		0.7		3.4		35.1				
合計(他路線含)	なし	150.4	(-10.0)	6.4	(-1.0)	1.2	(-0.1)	2.1	(1.0)	54.4	(2.9)	359.5	(7.1)	574	-6.6%	
発生	140.4		5.4		1.1		3.2		57.3		366.7					
渋谷	都心環状線	なし	2.4	(1.2)	103.7	(-13.0)	1.4	(-0.2)	1.6	(0.2)	18.9	(-0.2)	139.9	(12.1)	268	-12.6%
		発生	3.6		90.7		1.3		1.8		18.8		152.0			
	湾岸線	なし	1.3	(0.9)	46.2	(-3.9)	1.5	(-0.2)	2.2	(-0.9)	17.8	(1.8)	112.1	(2.2)	181	-8.5%
		発生	2.2		42.3		1.3		1.4		19.6		114.3			
	5号池袋線	なし	1.2	(0.3)	27.0	(-2.6)	0.1	(0.1)	0.4	(-0.1)	5.9	(0.2)	35.4	(2.1)	70	-9.4%
		発生	1.6		24.5		0.2		0.3		6.1		37.5			
	7号小松川線	なし	1.4	(0.3)	20.7	(-1.4)	0.9	(0.2)	0.3	(-0.2)	5.3	(0.6)	40.2	(0.5)	69	-6.9%
発生		1.7		19.3		1.2		0.2		6.0		40.8				
川口線	なし	0.1	(0.1)	14.3	(-0.1)	0.4	(0.2)	0.1	(0.0)	4.6	(0.2)	36.5	(-0.4)	56	-0.8%	
	発生	0.2		14.2		0.6		0.2		4.9		36.1				
合計(他路線含)	なし	8.1	(4.3)	305.9	(-29.6)	5.6	(-0.2)	6.5	(-1.2)	79.2	(2.5)	547.6	(24.2)	953	-9.7%	
発生	12.4		276.3		5.5		5.4		81.8		571.8					
三軒茶屋	都心環状線	なし	1.3	(1.5)	6.8	(0.8)	270.2	(-15.9)	3.9	(-0.1)	52.2	(-2.8)	449.6	(16.5)	784	-5.9%
		発生	2.9		7.5		254.3		3.8		49.4		466.1			
	湾岸線	なし	0.7	(0.4)	1.3	(0.5)	60.3	(-3.9)	1.3	(0.5)	21.2	(1.1)	143.1	(1.4)	228	-6.4%
		発生	1.1		1.9		56.4		1.8		22.3		144.5			
	3号渋谷線	なし	0.2	(-0.0)	0.5	(0.3)	56.2	(-3.9)	0.9	(0.0)	10.7	(1.1)	94.4	(2.5)	163	-7.0%
		発生	0.2		0.9		52.3		0.9		11.9		96.9			
	5号池袋線	なし	0.1	(0.1)	1.3	(-0.3)	48.1	(-4.5)	0.2	(0.1)	7.9	(0.2)	83.5	(4.4)	141	-9.4%
発生		0.3		1.0		43.5		0.3		8.1		87.9				
1号上野線	なし	0.3	(0.2)	0.6	(0.1)	40.9	(-1.3)	0.5	(-0.1)	5.6	(0.1)	63.2	(1.1)	111	-3.1%	
	発生	0.4		0.6		39.6		0.4		5.7		64.2				
合計(他路線含)	なし	3.8	(2.8)	13.7	(2.3)	638.1	(-36.6)	10.3	(0.2)	139.2	(0.6)	1161.9	(30.6)	1967	-5.7%	
発生	6.6		16.0		601.5		10.5		139.9		1192.5					

単位: 台

メイン入口毎に、メイン出口路線の合計ID数上位5位までと合計を掲載

●...1台以上増加

■...1台以上減少

(増減) ...事故なしに対する事故発生時の流入量変化

転換率 ...メイン入口の利用者増減率

事故あり」の3分類、4号線の入口ランプについては「事故なし」「3号線で事故あり」の2分類する。なお、ここで「事故なし」とは3、4号線の両方に事故の発生がなかった場合を指す。

(2) 分析結果および考察

各ケースについて、入口ランプ別、利用者属性別、事故有無別の流入交通量の平均値を表-3に示す。これより、以下のことが窺える。

- 3号線の各入口ランプの総流入台数の変化を見ると、下流で事故が発生した場合に大きく流入交通量を減らしているが、その減少率は平均では10%に満たない程度であることがわかる。この内訳を利用者属性別に見ると、多くの属性で流入交通量が減っており、下流側の事故を避けている様子が窺える。一方、当該入口ランプの3号線上流のランプをメイン入口ランプとしている高頻度利用者ではむしろ交通量が増加している。これは、事故により上流側に延伸した渋滞を避けるため通常利用しているメイン入口ランプを回避して、その影響が比較的小さ

くなったランプから乗っているものと思われる。

- 一方、上流で事故が発生した場合には、渋谷は微減であるが、高樹町、三軒茶屋は増加している。内訳を見ると、3号線上流のランプをメイン入口ランプとしている高頻度利用者が渋滞を回避して渋滞下流側に転換している様子が窺える。
- 一方、3号線で事故が発生した場合の4号線入口ランプの流入交通量については、いずれも増加しているが、特に3号線をメイン入口ランプとする高頻度利用者で増加率が高いが、増加量としてはさほど大きくはない。その他の利用者属性の増加分については、3号線の事故により下流の都心環状線や4号線の渋滞が通常より緩和されたことによる効果の可能性もあるが、単なる交通量変動の範囲内の可能性もあり、精査が必要である。
- 高頻度利用者と低頻度利用者では増減率が若干異なる。特に、3号線の下流側で事故が発生し

た場合、低頻度利用者の減少率が大きく、低頻度利用者の方が下流での事故発生時に当該入口の利用を避ける傾向があることがわかる。この要因としては、首都高利用頻度による利用者特性の違い、OD比率の違いの両面が考えられるが、今回の分析では明かではない。

- また、低頻度利用者についてみると、3号線の上流側で事故が発生した場合の下流ランプ、および3号線の事故に伴う4号線ランプの流入交通量の増加は、高頻度利用者の増加率に比べて大きくない。事故により下流側や他路線の交通状況に変化があったとしても、低頻度利用者ではそれに対して反応しているようには見られない。

以上をまとめると、高頻度利用者では増減率は必ずしも大きくないものの、事故に伴い各ランプでの流入交通量を変化させており、それらの影響は事故の路線や位置によって異なる。それに対し、低頻度利用者では、事故の負の影響を受ける入口ランプでは高頻度利用者以上に利用者を減少させているのに対し、正の影響が想定される入口ランプでもさほど利用者増は起きていない。

5. おわりに

本分析では、IDを識別できるETCデータを用いて事故発生時の流入交通量の変動を分析した。高頻度利用者を対象とした分析により、事故発生

時のランプ利用の変更がある一定のレベルで発生していること、メイン入口、メイン出口と事故発生箇所の位置関係によっては入口ランプの転換よりは首都高利用の取りやめが多いことがわかった。その一方、高頻度利用者と比較して、低頻度利用者は事故発生時には首都高利用を取りやめる傾向が高く、ランプの転換は比較的少ない可能性があることが示唆された。

今回の分析では、事故の規模（継続時間）、事故発生時刻等、事故の詳細との関係は十分ではない。また、広域の事故影響を分析も必要である。

謝辞

本研究は首都高速道路(株)が推進する「新しいリアルタイムネットワークシミュレーション研究WG」での検討の一環として実施されたものである。実施に当たり首都高速道路(株)にはデータ提供その他で多大なるご協力をいただいた。また、東大生研の桑原教授、日大（前東大生研）の西内氏から研究の推進に当たり貴重なご意見を頂いた。この場を借りて謝意を表します。

参考文献

- 1)田村，割田，桑原，佐藤，岡田：“首都高速道路における流入制御時の入口転換行動分析”土木計画学研究・講演集，Vol.37，CD-ROM,2008
- 2)秋元，小根山，西内，割田：“ETCデータを用いた首都高速道路入口選択行動の分析”第27回交通工学発表会論文集 p.193-196

表-3 事故発生の有無とETC流入台数の構成 ※単位：台

対象入口ランプ	事故の有無	総流入台数	高頻度利用者(メイン入口別)						合計	低頻度利用者
			用賀本線	三軒茶屋	渋谷	高樹町	4号線	その他のメイン入口		
高樹町	事故なし	515.5	12.2	4.9	8.6	150.9	8.1	109.0	293.7	221.8
	下流で事故あり	473.7 (-8.1%)	13.2 (8.2%)	7.8 (59.2%)	11.9 (38.4%)	139.9 (-7.3%)	5.7 (-29.6%)	98.6 (-9.5%)	277.1 (-5.7%)	196.6 (-11.4%)
	上流で事故あり	530.5 (2.9%)	16.7 (36.9%)	8.8 (79.6%)	12.2 (41.9%)	146.3 (-3.0%)	7.6 (-6.2%)	112.8 (3.5%)	304.4 (3.6%)	226.0 (1.9%)
渋谷	事故なし	811.0	11.1	15.3	312.0	6.5	17.0	144.8	506.7	304.3
	下流で事故あり	744.5 (-8.2%)	15.0 (35.1%)	18.2 (19.0%)	287.3 (-7.9%)	5.2 (-20.0%)	13.8 (-18.8%)	133.9 (-7.5%)	473.4 (-6.6%)	271.1 (-10.9%)
	上流で事故あり	797.1 (-1.7%)	15.8 (42.3%)	16.8 (9.8%)	299.0 (-4.2%)	6.7 (3.1%)	15.9 (-6.5%)	142.5 (-1.6%)	496.7 (-2.0%)	300.3 (-1.3%)
三軒茶屋	事故なし	1466.5	55.7	637.4	5.9	1.3	15.7	198.9	914.9	551.6
	下流で事故あり	1420.8 (-3.1%)	85.1 (52.8%)	610.4 (-4.2%)	6.2 (5.1%)	0.8 (-38.5%)	14.7 (-6.4%)	187.8 (-5.6%)	905.0 (-1.1%)	515.7 (-6.5%)
	上流で事故あり	1510.3 (3.0%)	74.9 (34.5%)	630.7 (-1.1%)	4.9 (-16.9%)	1.4 (7.7%)	14.6 (-7.0%)	218.2 (9.7%)	944.7 (3.3%)	565.6 (2.5%)
4号線上りランプ	事故なし	3221.6	31.4	10.8	6.9	2.2	1223.7	706.1	1981.1	1240.6
	3号線で事故あり	3310.4 (2.8%)	36.4 (15.9%)	12 (11.1%)	7.2 (4.3%)	2.8 (27.3%)	1280.7 (4.7%)	717.5 (1.6%)	2056.6 (3.8%)	1253.3 (1.0%)

注：()内は事故なしの場合の増減率