

# 首都高速道路における入口交通量変動要因に関する分析\*

## Analysis of Inflow Demand Fluctuation Factor on Tokyo Metropolitan Expressway \*

田村勇二\*\*・割田博\*\*\*・桑原雅夫\*\*\*\*・佐藤光\*\*\*\*\*

By Yuji TAMURA\*\*・Hiroshi WARITA\*\*\*・Masao KUWAHARA\*\*\*\*・Kou SATO\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

首都高速道路（以下、首都高）は、1日の利用台数が100万台を超える首都圏の大動脈である。近年の中央環状線開通（ネットワーク拡充）により渋滞は減少しているが、時空間的な交通集中や年間約10,000件の事故により、渋滞問題の解消には至っていない<sup>1)</sup>。今後、渋滞緩和を目的とした新規路線の建設や大規模な改築は困難になると予想される。

以上の背景の下、既存道路の有効活用は重要性を増すと考えられ、その実現手法として需要を直接制御する流入制御への期待は高まると思われる。流入制御を実施した際に、入口転換が発生することは自明であり、首都高においても例外ではなく、既往の研究でも事故時の入口転換と思われる交通量変動を確認している<sup>2)</sup>。

筆者らは、首都高入口に設置されている車両感知器データから、首都高で発生した突発事象（事故）を対象に、実際に若しくは擬似的に流入制御された状態に対する事故発生箇所と入口交通量変動関係について、事故の影響範囲と入口交通量変動割合をパターン化した入口転換パターンテーブルを作成している<sup>3)</sup>。しかし、既往の研究では事故規模が考慮されておらず、入口交通量変動については、事故発生区間に対して一律の増減割合となっており、課題としている。本研究は、突発事象発生時における入口交通量の予測精度向上を目指し、入口交通量変動に影響を与える要因分析を目的に実施したものである。

\*キーワード：経路選択、交通行動分析、交通制御、ETCデータ

\*\*修（工），パシフィックコンサルタンツ株式会社  
（東京都多摩市関戸1丁目7番地5（せいせきC館），  
TEL:042-372-7433 FAX:042-372-6394）

\*\*\*正員，博（工），首都高速道路株式会社  
（東京都千代田区霞が関1-4-1，  
TEL:03-3539-9389 FAX:03-3502-2412）

\*\*\*\*正員，Ph.D，東北大学大学院 情報科学研究科  
（宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06，  
TEL:022-795-7492 FAX:022-795-7494）

\*\*\*\*\*正員，パシフィックコンサルタンツ株式会社  
（東京都多摩市関戸一丁目7番地5（せいせきC館），  
TEL:042-372-6159 FAX:042-372-6394）



図1 首都高速道路（東京線）ネットワーク図

### 2. 本研究における基本情報

#### (1) 分析対象及び使用データ

本研究では、以下に示す期間及び入口を対象に分析を実施した。なお、期間については、サンプル数の確保を目的に、中央環状新宿線2次供用以前を対象とし、G.W.とお盆は特異日として除外している。また、入口については、流入交通量の多い、放射線末端における他路線からの接続箇所を主とした。

●分析対象期間：2009年4月～10月の平日

●分析対象路線（図1）及び入口：

- ① 3号渋谷線（11.73km）：東名道，三軒茶屋
- ② 4号新宿線（12.93km）：中央道

●使用データ：

- ①首都高本線上及び入口に設置されている車両感知器データ（5分間交通量及び速度）
- ②ETC-ODデータから作成した，時間帯別OD表

#### (2) 通常時の交通状況の設定（基本量の設定）

本研究での分析対象は事故時であるため、通常時の交通状況との比較が必要となる。そこで、通常時の入口交通量及びOD交通量を以下の通りに設定した。

##### a) 入口基本交通量及び通常変動域

各首都高入口に対し、分析対象期間の入口車両感知器データより、入口交通量の相加平均を算出し、曜日別基本パターン（通常時の入口交通量パターン）を作成した（以下、基本交通量）。次いで、通常変動域の閾値とし

て、標準偏差 ( $\sigma$ ) を算出し、通常変動域として設定した (図 2)。

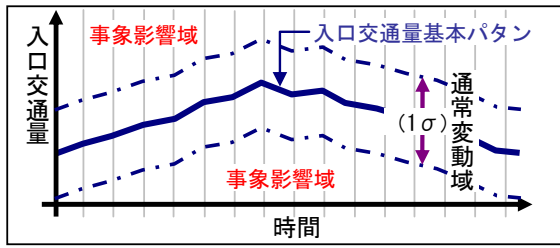


図 2 入口交通量基本パターンと通常変動域の設定

b) 通常時の時間帯別OD交通量の設定

ETC-ODデータから、日別時間帯別のOD表を作成し、各月毎に平日・土曜・日祝日に分類し、分類毎に中央値を算出することで月別時間帯別基本OD交通量パターン (通常時のOD交通量パターン) を作成した<sup>4)</sup> (以下、基本ETC車交通量)。

(3) 入口交通量と本線交通状況の比較時間

ドライバーは、道路上に設置された情報板やVICS等の各種メディアを通して交通状況を受信し、首都高利用の有無や経路を選択していると考えられる。首都高上に設置された情報板でも、特定の目的地までの所要時間や、渋滞状況が提供されているが、提供される情報は提供直前の過去データの演算結果となっている (図 3)。そこで、実態に沿った時間でのデータ比較を実施するため、本研究では、入口交通量と比較する本線交通状況は、入口交通量観測時間から前5分間として分析を実施した。

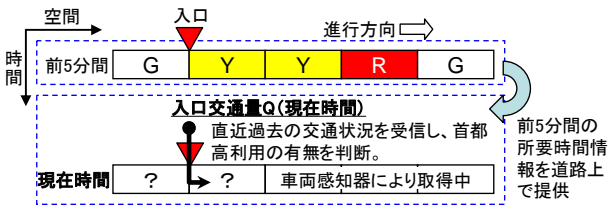


図 3 首都高おける所要時間情報の提供イメージ

3. 事故事例による入口交通量変動分析

分析対象入口に影響を及ぼす事故として、対象入口が配置されている路線に事故渋滞が延伸している事例を抽出し、分析対象事例とした。

(1) 特定の事例に着目した詳細分析

事故の規模を示す一つの指標として、事故渋滞長が考えられ、事故渋滞長の大小が入口交通量の変動に影響を与えることは自明であると考えられる。ここでは、事故渋滞長の影響を除外するため、事故渋滞長が同程度の事例について、特徴的な傾向が見られた比較結果を示す。比較した事例の事故情報を表 1に示す。なお、事故発生

時間帯については、同程度の時間帯である。

表 1 抽出した事例1及び2の事故情報

事故情報	事例1	事例2
事故日	4月平日 (水)	9月平日 (月)
天候	晴	晴
発生路線	都心環状線内回り	3号渋谷線上り
車線閉塞状況	一車線規制	一車線規制

a) 車両センサーデータによる入口交通量変動の確認  
事例1の渋滞延伸状況及び入口交通量変動を図 4及び図 5に示し、事例2について図 6及び図 7に示す。両事例について比較した結果を以下に示す。

- 三軒茶屋について、両事例において基本交通量よりも減少傾向にある。事例1の方が、減少割合が大きいのは、三軒茶屋から経験する渋滞長が事例1の方が長いことに要因があると考えられる。ただし、渋滞末尾が到達しており、観測値は交通需要ではないことには注意が必要である。
- 東名道について、事例1では入口交通量の5分間観測値は通常変動域内で推移しており、減少傾向は見られない。一方、事例2については、入口交通量が大きく減少しており、事故の影響と考えられる入口交通量変動が観測されている。

凡例	▼:入口	▲:出口	■:渋滞	■:混雑	■:事故発生区間													
東名道	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
8:30	80	78	76	85	27	20	36	26	25	38	33	29	39	36	62	64		
8:35	72	79	79	83	43	43	30	24	30	29	31	35	39	40	63	61		
8:40	75	74	73	82	74	36	28	18	18	51	47	30	46	44	55	37		
8:45	77	78	76	84	76	26	28	28	49	50	40	36	38	35	25	24		
8:50	75	78	77	85	65	28	38	31	39	47	39	29	30	20	18	28		
8:55	72	75	73	81	73	53	33	32	38	39	17	14	23	24	14	20		
9:00	75	78	77	86	77	76	40	30	20	15	18	17	17	17	13	20		
9:05	75	77	78	84	77	79	54	11	16	23	15	12	16	13	8	21		
9:10	73	76	75	81	77	80	25	18	27	17	14	10	11	17	7	19		
9:15	73	79	76	83	77	78	34	15	15	11	9	11	13	15	10	30		
9:20	69	75	78	83	78	80	36	12	9	7	12	11	13	15	9	30		
9:25	70	79	76	83	77	80	19	14	14	11	11	11	11	11	10	30		
9:30	73	75	76	81	78	78	18	11	11	11	11	11	11	11	11	31		
9:35	75	76	75	80	75	74	13	11	11	11	11	11	11	11	11	18		
9:40	75	78	77	82	77	71	13	12	11	11	11	13	20	25	11	28		
9:45	76	78	76	85	78	32	20	9	10	16	15	17	30	22	11	27		
9:50	74	79	78	83	77	38	15	11	19	16	26	20	19	24	11	28		
9:55	76	76	73	81	76	38	17	11	15	24	24	17	20	26	22	12	27	
10:00	74	77	78	85	80	45	19	23	22	22	24	12	14	19	11	31		
10:05	53	75	75	78	74	65	27	17	23	16	11	12	16	16	11	30		
10:10	75	77	76	80	75	78	26	17	15	12	12	11	19	16	11	36		
10:15	75	76	77	84	78	79	27	11	10	17	13	18	16	28	11	33		
10:20	74	79	79	88	79	81	18	11	16	16	17	23	36	51	62	62		
10:25	78	76	75	80	74	77	21	15	18	18	32	30	36	39	56	64		
10:30	77	74	74	79	73	78	20	18	23	35	41	31	32	46	56	65	64	

図 4 事例1における渋滞延伸状況

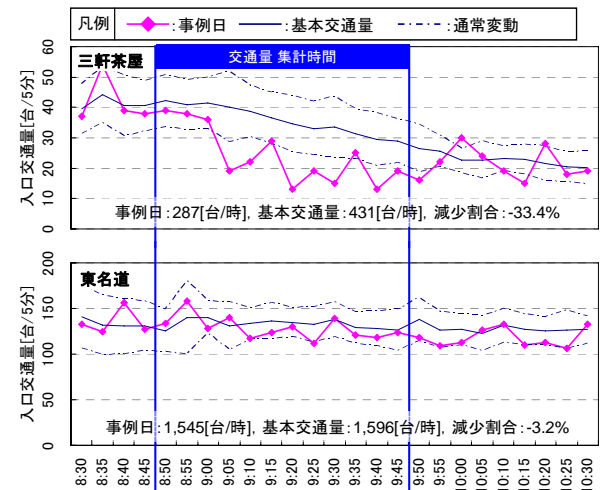


図 5 事例1における入口交通量変動

凡例	▼:入口	△:出口	■:渋滞	□:混雑	■:事故発生区間													
用賀																		
東名道																		
3号渋谷線(上)																		
三軒茶屋																		
池尻																		
渋谷																		
高樹町																		
谷町																		
飯倉																		
JCT																		
都環(内)																		
時間	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
8:50	72	35	20	23	31	32	23	17	26	26	35	37	36	60	55			
8:55	80	20	30	36	43	35	18	20	29	41	36	29	34	34	65	63		
9:00	76	31	28	45	31	14	30	32	30	36	29	31	30	33	61	61		
9:05	77	66	53	18	21	51	40	25	25	33	27	25	36	37	61	61		
9:10	79	78	24	31	55	39	21	23	27	18	13	41	32	33	52	58		
9:15	74	76	69	59	42	23	29	15	10	10	13	71	54	35	64	64		
9:20	80	76	76	81	48	26	10	7	9	11	16	73	76	76	56	67		
9:25	74	79	78	86	63	10	8	7	8	8	9	15	73	79	77	53	63	
9:30	76	77	79	87	15	8	9	8	8	8	10	18	74	77	77	68	66	
9:35	80	78	80	81	9	10	8	8	8	12	18	75	75	71	68	66		
9:40	79	78	78	37	12	7	8	8	9	10	10	76	77	73	70	66		
9:45	79	81	79	26	6	11	12	8	7	9	12	74	80	77	69	67		
9:50	75	78	46	1	1	1	1	1	1	1	1	74	76	72	66	65		
9:55	73	77	79	43	15	3	7	7	7	10	8	16	73	73	70	68	63	
10:00	78	79	76	46	6	7	10	8	7	8	12	73	78	74	65	64		
10:05	76	79	79	14	9	13	8	8	7	7	9	15	73	74	70	66	63	
10:10	76	77	77	18	13	7	8	8	7	8	9	15	75	78	74	65	64	
10:15	76	78	77	19	8	9	8	8	8	9	11	14	73	79	78	64	64	
10:20	73	74	77	20	9	9	10	10	10	10	10	85	65	71	69	65	64	
10:25	79	77	73	18	9	10	11	8	9	23	49	60	61	60	59	62	63	
10:30	82	81	69	13	13	8	12	8	12	32	52	44	59	61	60	54	62	59
10:35	81	79	73	16	8	22	41	11	40	51	40	58	58	55	59	63	61	
10:40	78	79	46	13	35	58	31	11	12	29	61	66	63	59	50	61	61	
10:45	77	77	47	51	65	23	9	10	31	76	76	75	76	60	68	63	63	
10:50	79	78	76	79	37	10	11	19	51	70	76	76	74	71	68	64	64	

図 6 事例2における渋滞延伸状況

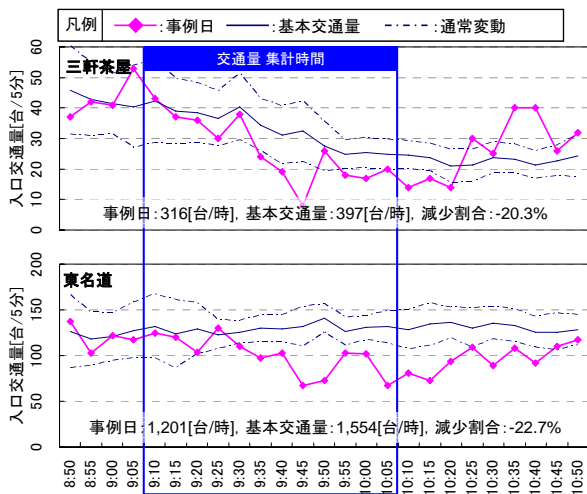


図 7 事例2における入口交通量変動

b) ETC-OD表によるトリップ長分布変化の確認

前項で示した入口交通量変動から、同規模の事故渋滞を経験する場合でも、入口交通量変動が異なる場合があることが確認された。両事例の相違点は、対象入口から事故渋滞先頭及び末尾までの距離だが、東名道からに関しては、3号渋谷線を通過する交通であれば、経験する事故渋滞長はほぼ同程度と言える。よって、事故渋滞末尾の影響が大きいことが考えられる。

事故渋滞末尾が入口交通量変動に対して影響を与える理由としては、末尾までの距離と対象入口利用者のトリップ長との関係が考えられる。既往の研究でも、ETC-ODデータを使用した個々のドライバーの行動変化が分析されており、ドライバーの目的地に応じた入口選択行動変化が確認されている<sup>5)</sup>。そこで、前項で示した事例について、トリップ長分布の変化を確認した。

ここで、トリップ長の比較には、時間帯別ETC-OD表を使用したため、正時からの1時間ODトリップでの比較をしていることに留意されたい。本事例においては、9時台のトリップ長分布を比較しているため、事例2については、9:00~9:10までは事故が発生していない時間範囲が含まれている。

事例1及び事例2について、基本ETC交通量とのトリップ長分布比較結果を図8及び図9に示し、両事例を比較した結果を以下に示す。

- ・三軒茶屋について、0~5kmのトリップ量が増加しており、出口転換行動が想像される。
- ・また、5~15kmのトリップ量の減少が著しく、トリップ長が長くなるほど通常時と変わらない交通量となっている傾向が見られる。
- ・更に事例1と事例2を比較すると、事例1(当該入口から経験する事故渋滞長が事例2より長い)の方が、10~15kmのトリップ量の減少が顕著である。
- ・東名道について、事例1では、5~10kmのトリップ量に顕著な増加が見られ、出口転換行動が想像されるが、事例2では通常時と同程度である。

以上より、同程度の事故渋滞下において、車両感知器で捉えた入口交通量が通常時と同等でも、そのトリップ長分布は、出口転換と考えられる行動変化により、大きく変化していることが確認された。これより、事故渋滞末尾は、入口交通量変動に影響を与える一要因と考えられる。

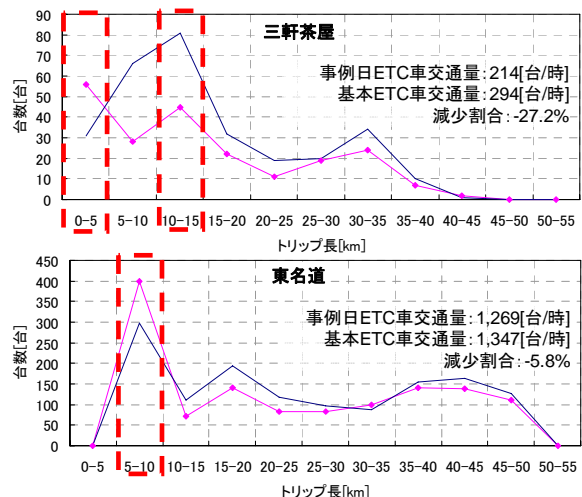


図 8 事例1におけるトリップ長分布の変化

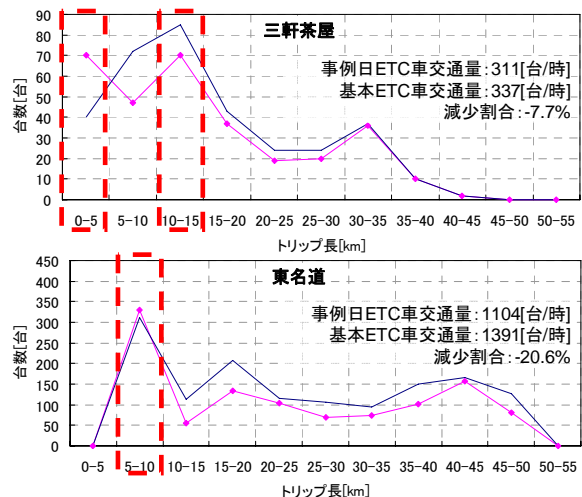


図 9 事例1におけるトリップ長分布の変化

(2) 複数の事例を対象とした影響分析

事故渋滞末尾と入口交通量変動の関係性について、複数のサンプルを対象に、傾向分析を実施した。

a) 車両感知器データによる傾向分析

対象路線で事故が発生している5分間の入口交通量変動割合を対象とし、事故渋滞末尾までの距離との傾向分析を実施した。ここでは、3号渋谷線上りの東名道に加え4号新宿線上りの中央道も対象として実施した。なお、4号新宿線には西新宿JCTで中央環状新宿線外回りへ経路選択が可能である。

事故規模は、サンプル中で出現頻度が高かった4km以上、6km未満及び6km以上、8km未満の2種類を対象とした。事故渋滞末尾距離と5分間入口交通量の増減割合を比較した結果を図 10 に示す。

図より、事故渋滞末尾が対象入口遠方になるにつれ、入口交通量減少割合が右上がりの傾向となった。

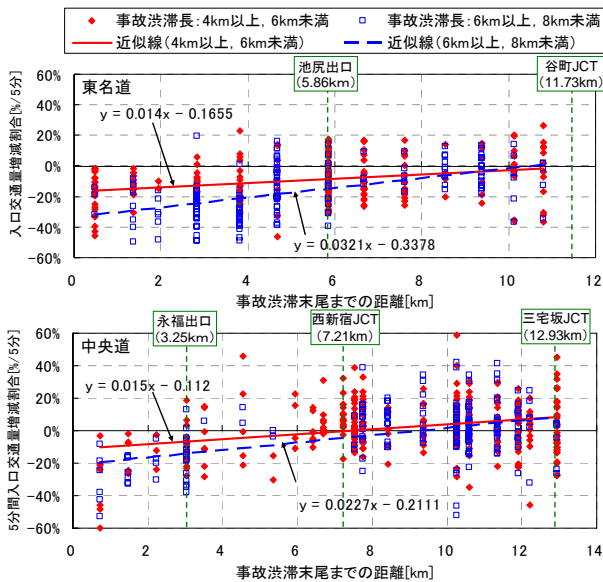


図 10 事故渋滞末尾距離と入口交通量増減割合の比較

b) ETC-OD表による傾向分析

次に、前節と同様の方法で、複数事例に対し、ETC-OD表からトリップ長分布を算出し、傾向分析を実施した。トリップ量の変化を示す指標としては、トリップ長別の基本ETC車交通量を分母とした増減割合を算出し、事故渋滞末尾が池尻出口を越えている（末尾が池尻出口より以西に位置する）か否か（以東に位置する）で区別し、比較を行った。事故渋滞長は、4km以上、6km以下とした。なお、使用するETC-OD表が時間帯別であるため、事故継続時間が50分以上の事例のみを対象とした。そのため、サンプル数は少数となった。

比較結果を図 11 に示す。結果、事故渋滞末尾が池尻出口以西か以東かにより、5~10kmのトリップ量増減割合に顕著な相違が見られた。

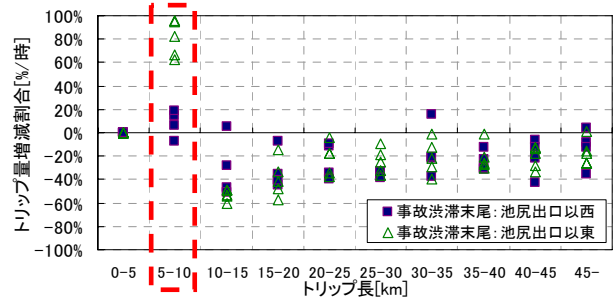


図 11 事故渋滞末尾とトリップ量増減割合の比較 (対象入口：東名道)

4. おわりに

本研究は、突発事象発生時における入口交通量の予測精度向上を目指し、事故時の入口交通量変動に影響を与える要因分析を目的に実施した。本研究の成果として、同等の事故渋滞長（規模）でも、入口交通量の変動有無が確認できる場合とできない場合があり、要因として対象入口に対する事故渋滞末尾距離により、出口転換と考えられる行動変化の有無が影響していると考えられる知見を得た。よって、事故時の入口交通量予測精度向上に向けた検討では、対象入口と事故渋滞末尾の距離関係を考慮することが必要と考えられる。

なお、本研究の分析結果より、同程度の事故渋滞長下において、事故渋滞末尾のみで入口交通量変動を説明することはできず、更なる他の要因分析を実施することが必要であり、課題である。今後も、入口交通量予測の首都高全線への展開に向け、研究を継続する所存である。

謝辞

本研究は、首都高速道路の「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<sup>6)</sup>」の一環として遂行しているものである。研究遂行に際し、京都大学：吉井稔雄准教授、首都大学東京：小根山裕之准教授、東京大学：田中伸治講師、株式会社アイ・トランスポート・ラボ：堀口良太氏らから貴重な助言を得た。ここに記し感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 首都高速道路株HP：<http://www.shutoko.jp/>
- 2) 田村勇二, 割田博, 桑原雅夫, 佐藤光, 岡田知朗：「首都高速道路における突発事象発生時の入口転換分析」, 土木計画学研究・講演集, Vol.36, 2007.11
- 3) 田村勇二, 割田博, 桑原雅夫, 佐藤光, 岡田知朗：「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, 2008.6
- 4) 宗像恵子, 稲富貴久, 割田博, 佐藤光：「ネットワーク変化に伴うETC-ODの変動分析」, 第41回土木計画学研究発表会投稿予定
- 5) 秋元健吾, 小根山裕之, 西内裕品, 割田博, 桑原雅夫：「ETCデータを用いた首都高速道路のランプ入口・出口選択行動に関する実証分析」, 土木計画学研究・講演集, Vol.37, 2008.6
- 6) 宗像恵子, 田村勇二, 割田博, 白石智良：首都高速道路におけるリアルタイム予測シミュレーションの開発, 第29回交通工学研究発表会, pp.293-296, 2009