

# 首都高速道路における流入制御を見据えた入口転換行動のパタン化への挑戦\*

Challenge to Make the Pattern of an On-Ramp Selection Behavior during the Inflow Control on 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

多くの制約の下、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昨今、既存道路の有効活用は重要性を増し、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される。

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、首都圏の大動脈の役割を担っている首都高速道路（以下、首都高）においても例外ではなく、既往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>1)</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、1年間に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、転換範囲と入口交通量変動割合をパタン化した入口転換パタンテーブル（以下、パタンテーブル）を作成している<sup>2)</sup>。

本研究は、パタンテーブルの作成結果から挙げられた、転換範囲についての疑問点に対して、ETC利用履歴データ（以下、ETC-ODデータ）を利用した“入口転換”と“潜在的な利用者の増加（純増）”を分析し、事故発生箇所下流の交通状況との関係性を分析した結果を報告するものである。

\*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、東京大学 生産技術研究所  
（東京都目黒区駒場4-6-1、  
TEL:03-5452-6419 FAX:03-5452-6420）

\*\*\*\*\*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）

## 2. 入口転換パタンテーブルの概要

### (1) 本研究における当初の仮定

事故が発生すると、平常時に利用する入口を変更する入口転換行動が発生する（図1）。本研究では当初、事故の影響による入口交通量の増加及び減少は、入口転換行動によるものと仮定していた。

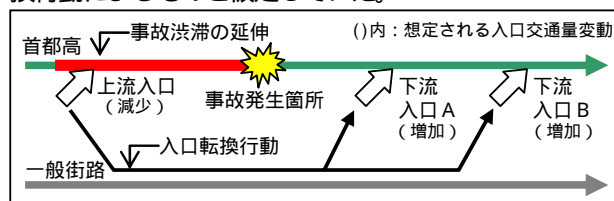


図1 事故による入口転換行動のイメージ

### (2) 通常変動の閾値設定

事象による影響を受ける入口を特定するための閾値を設定する。まず、各首都高入口に対して、2006年の入口車両感知器データより、入口交通量の1年間の相加平均を算出し、曜日別基本パタン（平常時の入口交通量パタン）を作成した。次いで、通常変動域の閾値として、標準偏差（ $\sigma$ ）を算出し、 $1\sigma$ 及び $2\sigma$ を設定した（既往の研究<sup>2)</sup>では $1\sigma$ のみ）（図2）。

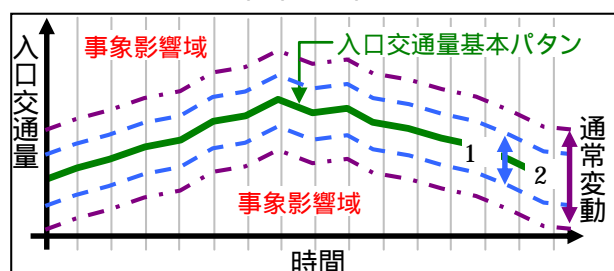


図2 入口交通量基本パタンと閾値の設定

### (3) 入口転換パタンテーブルの作成方法

本研究では、4つの時間帯に区分してパタンテーブルを作成しており、その時間帯区分は以下の通りである。

- 0:00～5:59（上下線で交通量が少ない時間帯）
- 6:00～11:59（上り線の交通量が多い時間帯）
- 12:00～17:59（上下線で交通量が多い時間帯）
- 18:00～23:59（下り線の交通量が多い時間帯）

転換範囲及び入口交通量変動割合のパターン化についての作成手順を以下に示し、3号渋谷線上りの高樹町入口～谷町JCT間で発生した事故を対象に、高樹町入口についてのパターンテーブル作成イメージを図3に示す。

**a) 転換範囲のパターン化手順**

- Step1. 首都高の全入口について、事故の影響時間<sup>注1)</sup>中に、閾値<sup>注2)</sup>を越える入口交通量データ(5分データ)の回数をカウントする(変動の増減方向は考慮)。
- Step2. Step1を2006年に首都高上で発生した全事故について実施する。
- Step3. ノーズ間範囲毎に、各入口について複数の事故に対するカウント数の総計を算出する。
- Step4. ノーズ間範囲毎に、全入口の総カウント数の平均と標準偏差を算出し、平均±標準偏差を超えた入口を、転換範囲とする。

**b) 入口交通量変動割合のパターン化手順**

使用するデータや期間などは、転換範囲のパターン化と同条件である。

- Step1. 首都高の全入口について、事故の影響時間中における入口交通量基本パタンの交通量(平常時の入口交通量)と、観測値と基本パタンの差分を算出し、増減割合を算出する。
- Step2. 全事故の発生箇所を、ノーズ間範囲に整理する。
- Step3. ノーズ間範囲内で発生した複数の事故について、各入口が持つ増減割合を相加平均し、該当するノーズ間範囲で事故が発生した場合の各入口の交通量変動割合とする。

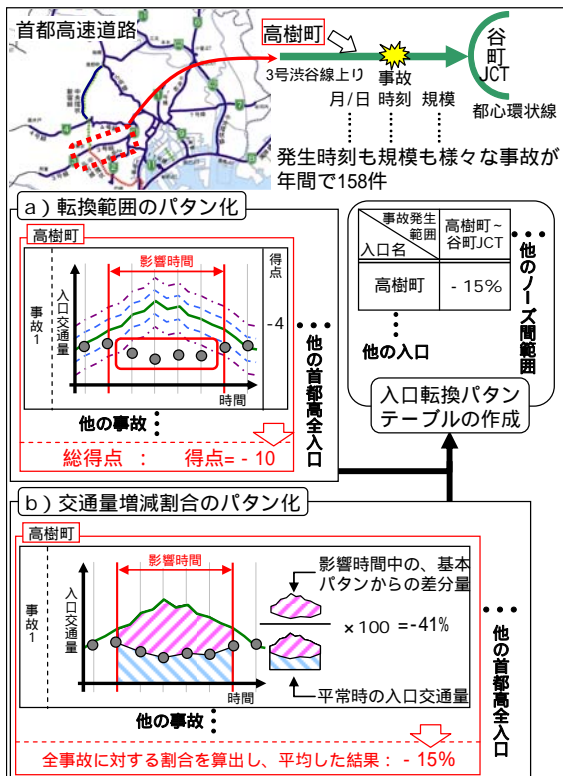


図3 入口転換パターンテーブル作成イメージ

注1) 事故の影響時間については、首都高上で発生した事故の基本情報が格納されている事故分析データベース(以下、事故DB)に記録されている、管制受理時刻(首都高交通管制室が事故の発生を確認した時刻)から処理終了時刻(事故現場から首都高パトロールカーが立ち去った時刻)までの時間を、事故の影響時間とした。

注2) 閾値については、1及び2を設定した(2.(2)参照)。2は、より事故の影響が大きい入口を特定するために設定した。

**(4) 入口転換パターンテーブルの作成結果**

**a) 入口転換パターンテーブル作成結果**

事故発生範囲が3号渋谷線上り高樹町～谷町JCT間であり、事故発生時間帯が6:00～11:59のパターンテーブルについて、閾値を1と2として作成した結果を表1にそれぞれ示す。当然のことながら、閾値設定を2とした場合の方が、より事故の影響が大きな入口が抽出されるため、転換範囲が絞られている。閾値を2として作成したパターンテーブルについて、転換範囲に特定された入口の配置図を図4に示す。

表1 入口転換パターンテーブル作成結果

事故発生範囲: 3号渋谷線上り高樹町～谷町JCT間  
 時間帯区分: 6:00～11:59

【左: 閾値設定1、右: 閾値設定2】

閾値設定 1		閾値設定 2	
事故発生範囲	高樹町～谷町JCT	事故発生範囲	高樹町～谷町JCT
入口名		入口名	
高樹町	-15% (-10)	高樹町	-15% (-4)
渋谷	-21% (-11)	渋谷	-21% (-4)
三軒茶屋	-24% (-25)	三軒茶屋	-24% (-3)
用賀	-16% (-15)	東名道	-8% (-5)
東名道	-8% (-9)	霞が関(外)	14% (5)
霞が関(外)	14% (19)	中央道	3% (6)
幡ヶ谷	11% (14)	護国寺	4% (4)
中央道	3% (13)		
芝公園(内)	7% (15)		
天現寺	17% (17)		
護国寺	4% (13)		

凡例: 入口交通量の変動  
 変動割合(カウント数): 減少 (青)  
 変動割合(カウント数): 増加 (赤)

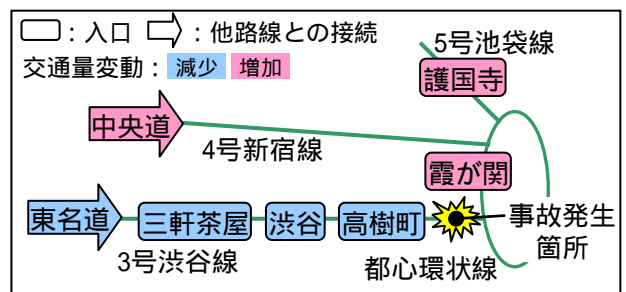


図4 閾値を2とした場合の転換範囲の入口配置図

**b) 入口転換パターンテーブルでの疑問点**

表1より、事故発生箇所に対し、入口交通量が増加する入口として、5号池袋線上り護国寺入口が特定され

ており、図 4 に示した配置図から、3号渋谷線上下りで事故が発生した場合、平常時に3号渋谷線上下りの入口を利用している交通が、護国寺入口まで利用する入口を変更しているとは想像し難く、転換範囲の特定方法に改善の余地が残る。

### 3. 事故事例による入口交通量変動分析

前章において、入口転換パターンテーブルの作成結果を示し、転換範囲についての疑問点を挙げた。本章では、一つの事故事例を対象に、入口利用者の分析と、下流域の交通状況を分析することで、疑問点の解明を試みた結果を示す。

#### (1) ETC-ODデータによる入口利用者分析

##### a) 分析対象データについて

首都高速道路のETC-ODデータを使用する。ETC-ODデータについては、既往の研究でも扱われており（例えば参考文献3）、本研究で使用したETC-ODデータは、既往の研究と同様に、ETC-ODデータのIDから個人を特定することはできないようになっている。

##### b) 分析対象とする事故事例及び入口について

本研究で採用した事故事例の詳細を表 2 に示す。ここで、事故の影響により増加した入口交通量を分析するため、事故の影響を強く受けと思われる事故発生箇所直近下流の入口を分析対象とした。

事例は3号渋谷線上下り渋谷出口～高樹町入口間で発生した事故であるため、事故発生箇所直近下流に位置する高樹町入口を分析対象入口とした（図 5）。

表 2 分析対象とした事故事例の詳細

事故情報			
事故日	平日(木)	天候	晴
路線	3号渋谷線上下り	区間	6
管制受理時刻	8:01	処理終了時刻	9:54
事故継続時間	113分	車線閉塞状況	一車線

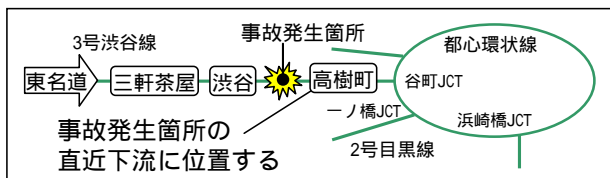


図 5 分析対象とする事故の発生箇所と入口配置図

事故継続時間帯（処理終了時刻+30分程度の余裕を設けた）における高樹町入口の交通量について、事故が発生していない前週同曜日と併せて確認した結果、事故による影響と考えられる、顕著な入口交通量の増加が確認されている（図 6）。

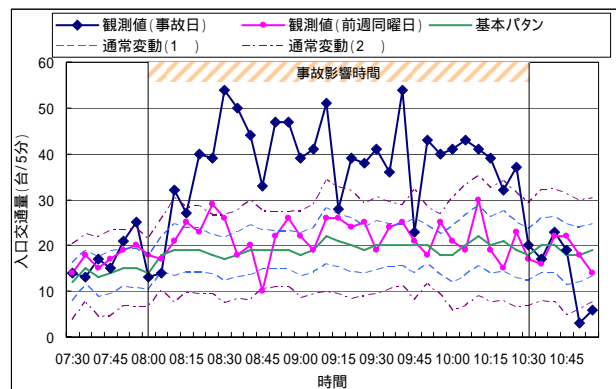


図 6 事故発生時間帯の高樹町入口の交通量変動

#### c) 事故時の高樹町入口利用者分析

事故日と前週同曜日の事故継続時間帯における、高樹町入口の利用者についての分析を実施した。まず、事故日と前週同曜日の事故発生時間帯におけるETC利用率を表 3 に示す。両日とも全車に対して同程度のETC利用率となっている。

表 3 事故継続時間帯の高樹町入口の ETC 利用率

	ETC車 + 現金車 [台] (車両感知器データ)	ETC車 [台]	ETC利用率
A.事故日	1166	929	79.7%
B.前週同曜日	673	532	79.0%
差分(A-B)	493	397	-
年平均	593	-	-

年平均は入口交通量基本パターンから算出（集計時間 8:00～10:30）

次に、表 3 に示した929台のETC車について、2007年1年間の平日8:00～10:30（事故継続時間帯に対応）の首都高利用回数（延べ回数）より、首都高利用回数が51回（週に1回程度の利用を想定）以上を高頻度利用者と設定し、利用回数5回単位で作成した頻度分布図を図 7 に示す。図 7 より、高頻度利用者の増加に加え、年間利用回数が30回程度までの、比較的利用頻度が低いと思われる交通に顕著な増加傾向が見られた。

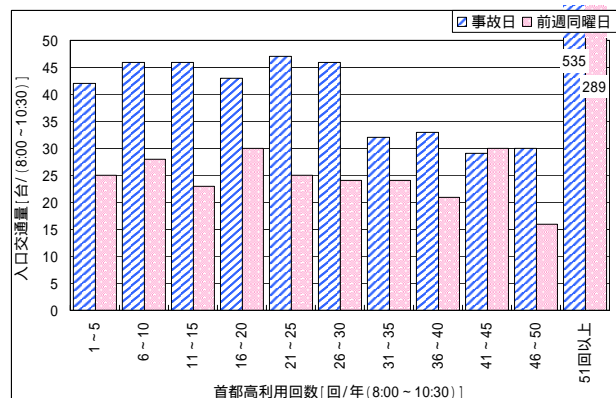


図 7 事故継続時間帯における高樹町入口利用者の2007年の首都高利用回数の頻度分布図

そこで、事故日におけるこれらの交通について、年間の3号渋谷線上下り入口（高樹町、渋谷、三軒茶屋）の利



用率を算出した。ここで、一般に、平日の首都高は高頻度利用者が多いとされているが、その定義についてはケースバイケースであり、本稿では年間の首都高利用回数30回と51回を目安とした区分を設けた。結果、利用率は50%程度であった(表4)。これは、事故時に高樹町を利用した交通の半数は、定例的ではなく(交通状況に応じて)高樹町を利用したことを示唆する結果であり、増加した入口交通量には、純増を想像させる交通が含まれていると考えられる結果である。(本研究における当初の仮定が崩れたこととなる(図8))

表4 3号渋谷線入り入口の利用率

年間の首都高利用頻度 ( )内: 想定する利用者 台数	年間の 首都高 利用回数 (延べ回数)	年間の3号 渋谷線上りの 入口利用回数 (延べ回数)	3号渋谷線上り の入口利用率 ( / )	
30回以下 (1週間に1回未満)	270	4215	1831	43%
31回以上50回以下 (1週間に1回程度)	124	5014	2133	43%
51回以上 (1週間に1回以上)	535	78419	39835	51%
事故日の8:00~10:30 における全交通	929	87648	43799	50%

(集計時間 8:00~10:30)

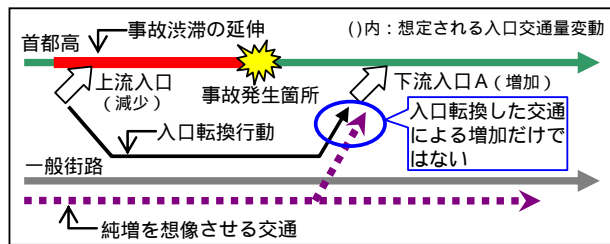


図8 本研究成果からの入口交通量増加要因

(2) 事故発生箇所下流域の交通状況との関係性分析

前節の結果から、純増を想像させる交通が偶発的に首都高を利用した要因として、事故発生箇所下流域の交通状況が考えられる。そこで、慢性的に混雑している都心環状線の交通状況が首都高利用の判断に大きく影響する考え、高樹町入口から都心環状線内回りの浜崎橋JCTまでの交通状況を確認した(図9)。

事故日と前週同曜日と比較した結果、事故日の事故継続時間中における都心環状線への流入交通量は減少しており、交通状況も混雑が緩和されている状況であった(図10)。この交通状況は、道路上に設置されているVMSやVICS情報により提供されており、ドライバーはそれらの情報に敏感に反応し、首都高を利用するか否かを判断していることが示唆される。

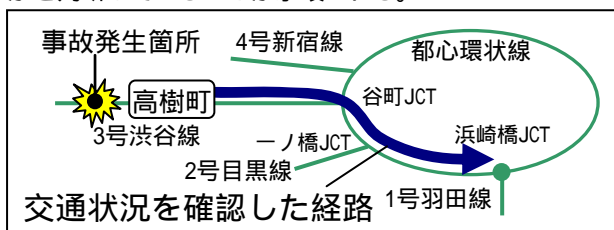


図9 交通状況を確認した経路

事故日		前週同曜日									
時間	区間番号	03-01-04	03-01-03	03-01-01	00-01-20	00-01-19	00-01-18	00-01-17	00-01-16	00-01-15	
08:00 - 08:05		80.3	77.2	46.9	67.5	60.0	29.3	52.2	37.4	46.8	
08:05 - 08:10		79.6	74.7	51.0	71.4	71.0	56.4	64.2	49.2	48.3	
08:10 - 08:15		83.4	76.5	52.0	70.7	71.3	60.4	65.1	65.4	58.5	
08:15 - 08:20		81.9	76.7	48.7	70.0	68.3	60.8	69.2	68.2	65.5	
08:20 - 08:25		79.5	79.4	49.1	70.3	68.5	58.2	66.0	66.1	64.5	
08:25 - 08:30		80.1	75.1	47.5	67.8	66.2	55.1	63.6	65.6	50.2	
前週同曜日											
08:00 - 08:05		52.3	37.2	45.6	62.9	59.2	31.2	40.5	33.3	40.2	
08:05 - 08:10		27.2	32.5	47.7	67.8	58.6	21.0	41.7	32.4	41.8	
08:10 - 08:15		32.1	38.6	43.7	64.1	62.6	35.4	44.9	36.7	46.9	
08:15 - 08:20		36.3	35.1	46.1	66.0	62.8	27.2	46.4	37.3	42.4	
08:20 - 08:25		31.7	33.3	45.4	67.4	66.8	35.8	40.7	30.5	40.3	
08:25 - 08:30		38.5	34.0	44.7	62.1	61.2	26.7	40.6	31.2	41.6	

図10 事故発生から30分間の区間速度

4. おわりに

本研究の成果として、以下の知見を得た。

- ・入口交通量の増加は、入口転換だけでなく、純増を想像させる交通を含むと考えられる。(入口転換パターンではなく、入口交通量変動パターンとなる)
- ・その要因として、事故発生箇所下流の交通状況が考えられ、ドライバーは交通状況の情報提供を受け、敏感に首都高利用を判断しているものと考えられる。(“情報”というものの重要性が伺える)
- ・よって、一見事故発生箇所と無関係と思われる入口の交通量が増加することは、充分発生し得る現象である。

今後の課題及び展開として、以下が挙げられる。

- ・パターンテーブルの入口交通量変動割合は、どのような事故に対しても一定であり、事故規模を考慮する必要がある。
  - ・交通量が増加した入口では、目的出口の構成比率が平常時とは異なると考えられ、分析が必要である。
- 今後は、入口転換のみならず、出口転換や更にはODへの展開も視野に入れ、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」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、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) 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
- 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
- 3) 秋元健吾, 小根山裕之, 西内裕晶, 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