

首都高速道路における突発事象発生時の入口転換分析*

Analysis of On Ramp Selection Behavior Due to Incidents on Metropolitan Expressway*

田村勇二**・割田博***・桑原雅夫****・佐藤光*****・岡田知朗*****

By Yuji TAMURA**・Hiroshi WARITA***・Masao KUWAHARA****・Kou SATOU*****・Tomoaki OKADA*****

1. はじめに

首都高速道路（以下首都高）上では事故、故障車、道路障害物など、突発的事象が発生している。その中でも事故は、首都高機能を著しく低下させる事象であり、首都高上では年間 13,000 件以上発生している¹⁾。このような状況に対し、首都高利用者は事故による渋滞の影響を様々なメディアから入手し、入口閉鎖を始め、事故による交通状況の変化に敏感に反応し、首都高利用の有無や利用経路選択の判断を行っている²⁾。

情報提供を行うため、首都高交通管制システムでは、車両感知器データを用いたリアルタイム情報を作成しているが、その他にも、より精度の高い情報を提供するためにオンライン予測機能が組み込まれている。当機能では、予測開始時に入口交通量、交通容量など各パラメータのオンライン補正を行っているが、予測時間中における事故に起因した変動までは考慮されていない³⁾。

しかしながら、突発事象発生時の入口転換（入口交通量）の変動を予測することは、提供予測情報の精度向上につながり、先述した事故発生状況を考慮すると、突発事象を取り込んだ予測情報の作成は、常時予測情報提供をする上で重要な課題の一つである。

そこで本研究では、図 1 に示すような突発事象発生時における入口転換を考慮した精度の高い入口交通量予測手法の構築を目指す中で、基本分析として行った、車両感知器データを活用した事故発生時の入口転換状況の分析と既存のモデルを用いた転換先入口存在範囲絞り込みの一手法（図 1 破線枠内）について報告する。

*キーワード：経路選択、交通行動分析、ネットワーク交通流

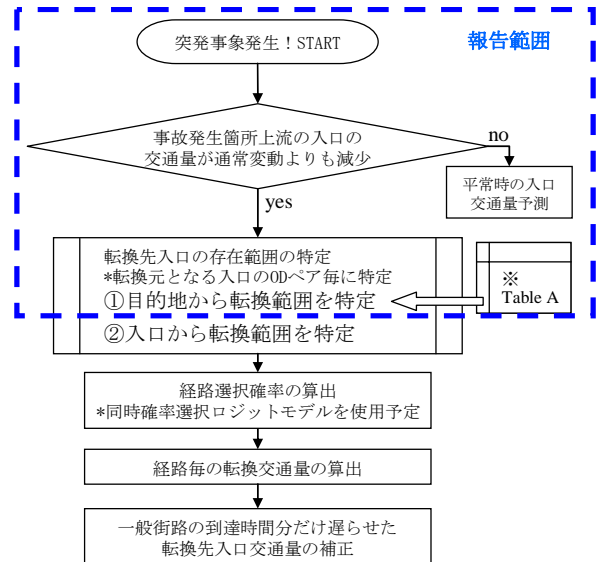
**正員、工修、パシフィックコンサルタンツ株式会社
(東京都新宿区西新宿二丁目 7 番 1 号新宿第一生命ビル、
TEL:03-3344-1884 FAX:03-3344-1887)

***正員、工博、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、Ph. D、東京大学 国際・産学共同研究センター
(東京都目黒区駒場 4-6-1、TEL:03-5452-6419 FAX:03-5452-6420)

*****正員、理学、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:042-372-0111 FAX:042-372-2155)

*****M. E.、首都高速道路株式会社
(東京都千代田区霞が関 1-4-1、
TEL:03-3539-9506 FAX:03-3502-5676)



※各ランプ間ODに対して平常時に既存の首都高転換率式を適用したテーブル（平常時における各ランプ間ODに対する一般街路と首都高の取り合い率）

図 1 突発事象発生時の入口交通量予測モデルの適用フローと本報告範囲

2. 事象による入口交通量の閾値設定

本節では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、2003 年 4 月～2004 年 11 月の入口車両感知器データから交通量の相加平均値を算出し、各首都高入口の曜日別基本パターン（平常時の入口交通量パターン）を作成した。また、標準偏差を算出し、通常変動域を設定した。

本研究では、この通常変動を閾値とし、これを超える範囲が観測された入口を、事象の影響を受けた入口とした。（図 2）

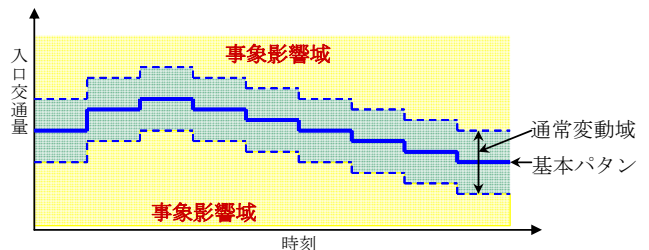


図 2 入口交通量基本パターンと閾値設定

3. 事故発生時の転換元入口の特定

(1) 分析対象となる事故の抽出

事故の基本情報を格納している事故分析データベースを用いて2003年4月～2004年11月に発生した事故の中より、以下の条件で分析対象とする事故を抽出した。

- ・ 堀切 JCT—清新町入口間で発生（四つ木、平井大橋、清新町入口に影響を及ぼす事故）
- ・ 入口閉鎖を伴う大規模な事故（入口転換が明確に発生する）
- ・ 当該事故発生時の直前に、近傍で他の事故が発生していない

抽出した事故情報を表 1 に示す。

表 1 抽出した分析対象事故

事故情報	
事故日	平日(金曜日)
天気	晴れ
路線名	中央環状線(内)
事故発生箇所	四つ木出入口間
事故発生時刻	6:55
事故処理期間	226分間
通行止め継続時間	149分間
車線規制数	全車線
入口閉鎖	あり(平井大橋入口)
事故渋滞距離	250 m

(2) 入口転換状況の分析範囲の選定

第 25 回首都高速道路交通起終点調査⁴⁾ (以下 250D) より、平井大橋及び清新町入口の利用特性を把握した。結果、それぞれの入口において、東北道や常磐道、外環道など首都高域外を目的地とした交通が 2955 台/日 (55.1%) であった。これら利用台数の多い OD ペアの交通が入口転換する場合は、最も傾向が現れやすいと考えられる。本研究では首都高域外の目的地を接続部の JCT と捉え、一つの目的地として設定した。

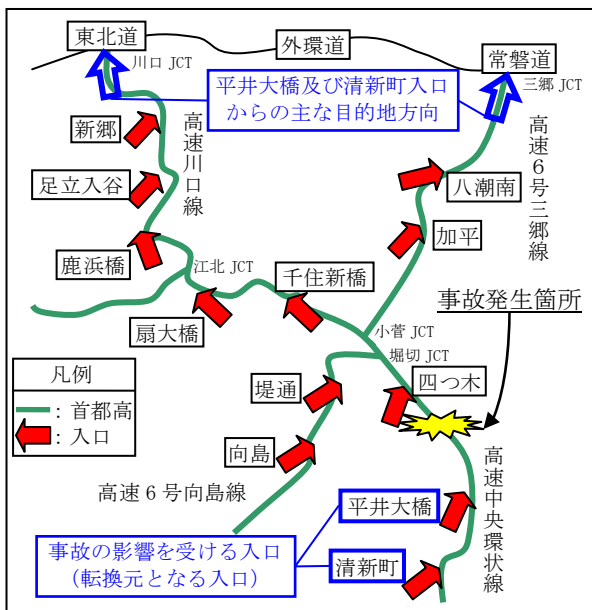


図 3 目的地からの入口転換分析範囲の選定

上記を踏まえ、分析範囲を川口 JCT 及び三郷 JCT を目的地とした交通が利用すると考えられる経路を考慮し、転換先として予想される高速川口線、高速 6 号三郷線及び高速 6 号向島線を選定した。分析対象となる入口の配置図を図 3 に示す。

(3) 当該事故における転換元入口の特定

車両感知器データより事故発生箇所上流の入口交通量の変動を確認したところ、平井大橋入口、清新町入口の交通量が閾値を越えており、入口交通量の減少は事故による影響であると判断した。(図 4、図 5) よって、当該二箇所の入口を転換元入口と特定した。

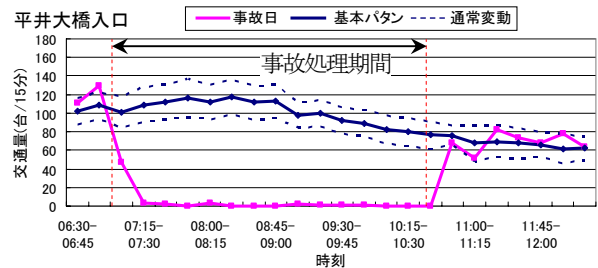


図 4 当該事故日における平井大橋入口交通量

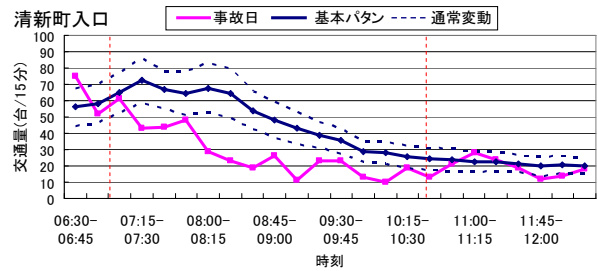


図 5 当該事故日における清新町入口交通量

4. 転換範囲の絞り込み手法の提案

(1) 転換先入口存在範囲の検討方針

利用者が首都高利用の判断を行う因子として、当該利用者が持つ OD ペア間の距離、あるいは旅行時間、首都高利用料金などが挙げられる。(図 6)

しかしながら、単にある入口の 5 分間当りの入口交通量をとっても、利用傾向 (利用方向や利用距離など) はあるものの、様々な目的地を持つ交通が混在した利用交通量となっている。よって、転換先入口を特定する際には、当該交通が持つ目的地を考慮することが必要である。本研究では目的地から利用先入口を限定し、そのテーブルを活用した転換先入口存在範囲の絞り込み方法を考案した。

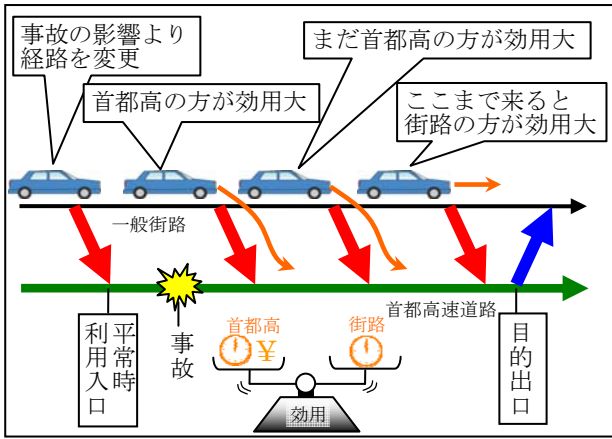


図 6 首都高利用の判断

(2) 既存の転換率式の適用

a) 転換率式の概要

本研究で利用する転換率式とは、首都高での配分手法（転換率式併用利用者均衡配分）で使用されているモデルである⁵⁾。簡単に概要を述べると、OD ペアに対して首都高利用時と一般街路利用時の最短ルート探索を行い、それら二経路に対して旅行時間、距離、首都高利用料金を説明変数として二項ロジットモデルを適用し、各々の選択確率を算出している。（図 7）

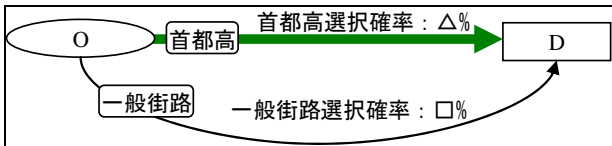


図 7 転換率式適用イメージ

基本式を以下に示す。（式 1）

$$P_{rs} = \frac{1}{\exp\{-\theta_{rs} \cdot (C_{rs}^A - C_{rs}^F) + \psi_{rs}\} + 1} \dots(\text{式 1})$$

P_{rs} : OD ペア rs 間の首都高選択確率

C_{rs}^A : OD ペア rs 間の一般街路利用の最小コスト

C_{rs}^F : OD ペア rs 間の首都高利用の最小コスト

$\theta \cdot \psi$: パラメータ (OD ペア rs 間の距離より算出)

表 3 既存の転換率式を適用した分析範囲の各 OD ペア間の首都高選択確率

出口 入口	高速中央環状線				高速川口線				東北道	外環道03	高速6号三郷線			三郷	常磐道	外環道01
	千住新橋	扇大橋	鹿浜橋	加賀	新郷	安行	新井宿	加平			八潮南	八潮				
高速中央環状線																
四ツ木	38.8%	56.8%	67.2%	80.8%	89.8%	96.3%	97.0%	95.6%	95.6%	14.8%	38.1%	61.0%	73.0%	73.0%	73.0%	
千住新橋	-	2.4%	13.9%	24.4%	44.2%	63.0%	71.7%	75.1%	75.1%	-	-	-	-	-	-	
扇大橋	-	-	2.5%	12.1%	29.6%	41.8%	62.7%	68.7%	68.7%	-	-	-	-	-	-	
高速川口線																
鹿浜橋	-	-	-	4.0%	22.0%	34.9%	47.1%	63.9%	63.9%	-	-	-	-	-	-	
足立入谷	-	-	-	-	0.3%	5.3%	16.5%	23.3%	23.3%	-	-	-	-	-	-	
新郷	-	-	-	-	-	0.4%	6.6%	11.1%	11.1%	-	-	-	-	-	-	
高速6号 回高線																
堤通	5.6%	21.1%	37.3%	58.3%	70.5%	81.1%	85.3%	86.9%	86.9%	16.7%	40.6%	62.3%	74.7%	74.7%	74.7%	
向島	12.7%	28.8%	55.6%	63.7%	78.9%	83.5%	87.1%	88.4%	88.4%	27.3%	59.9%	67.3%	82.1%	82.1%	82.1%	
高速6号 三郷線																
加平	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.4%	13.3%	32.7%	32.7%	32.7%	
八潮南	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5%	11.4%	11.4%	11.4%	

b) 既存の転換率式を活用した平常時の首都高選択確率

上記転換率式を表 2 に示した条件で適用し、平常時における OD ペア毎の首都高選択確率を算出した。尚、転換率式の適用に当り、本研究ではアクセス・イグレス距離を考慮しておらず、首都高出入口を起終点としている。分析対象範囲における OD ペア毎の選択確率を表 3 に示す。

表 3 は、縦軸が転換元（平井大橋及び清新町入口）利用者の転換先の対象となる入口、横軸が転換元から考慮した出口となっている。即ち転換元からある目的出口へ向かうドライバーが、別の入口から目的出口へ向かう可能性を考えた表である。尚、ハッチング部分は首都高選択確率が低い（50%以下）部分である。

表 2 本研究における既存の転換率式の適用条件

起終点	ランプ間 OD ※既存モデルではゾーン間に対して適用	
距離	一般街路	DRM より設定
	首都高	250D より設定
速度	一般街路	東京都みちづくりアウトカムプラン ⁶⁾ より一律 20km/h に設定
	首都高	2003/4~2004/11 の車両感知器データより平日平均値を算出
対象出口	200D より 100 台/日以上利用がある出口	

(3) 突発事象発生時の転換先入口範囲の絞り込み

ここで、各目的地に対し、平常時に首都高選択確率の低い入口に関しては突発事象発生時における転換先入口にならないと仮定する。つまり、突発事象が発生し、利用者が入口を変更した場合、目的地に対して首都高利用率の低い入口まで到達した場合には、そのまま一般街路経路で目的地まで走行するということである。この仮定より転換先入口の存在範囲が絞り込むことができる。

例えば、表 3 において、安行出口を目的出口に持つ交通を対象とした場合、四つ木、千住新橋、堤通、向島入口が転換先入口候補となり、扇大橋、鹿浜橋、足立入谷、新郷入口は候補から外れるということである。

5. 実態の交通状況からの転換先入口の特定

(1) 事故日における分析範囲の入口交通量変動

ここで、抽出した事故日における分析範囲において、通常変動を越える入口の配置図及び交通量変動を図 8 図 9 に示す。

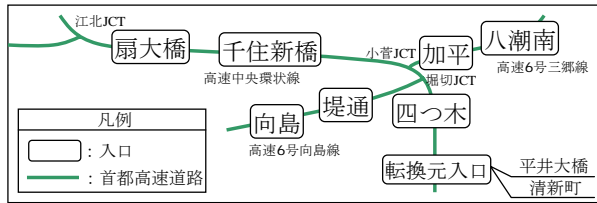


図 8 通常変動を越える入口の配置図

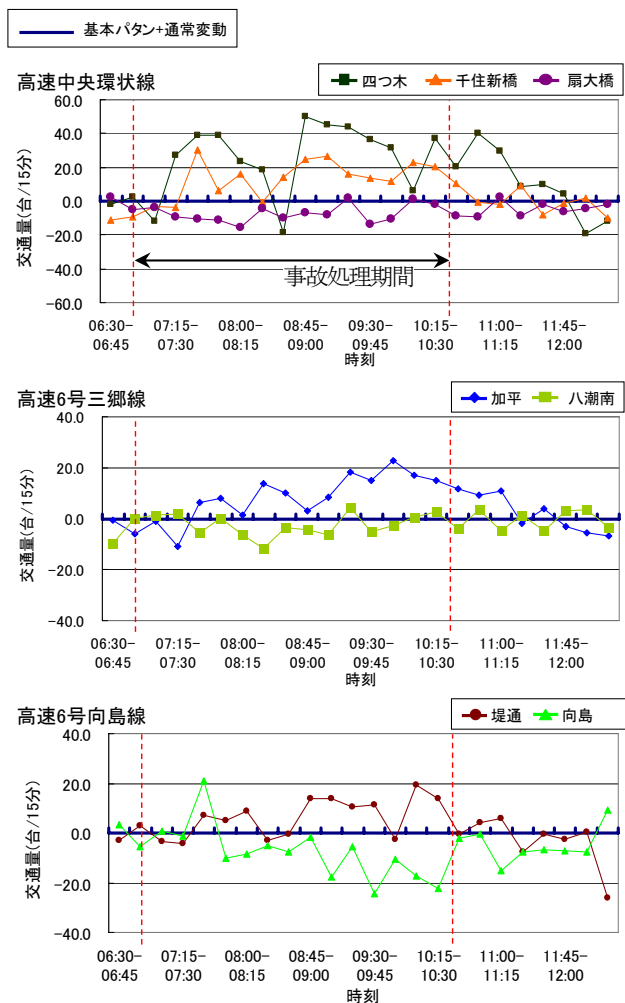


図 9 分析範囲における各入口交通量変動

(2) 入口交通量変動の傾向

図 9 より、入口交通量変動は、転換元入口である平井大橋入口及び清新町入口から距離に比例した傾向となっている。八潮南や向島入口において、通常変動を超える変動が発生しているが、大幅に通常変動を超えているのは四つ木、千住新橋、加平、堤通入口である。

(3) 転換先入口絞り込み手法との比較

図 9 と表 3 を比較すると、入口交通量が増加した入口については表 3 において絞り込んだ範囲内にあることがわかる。しかし、加平入口については首都高選択確率が低いにも関わらず、通常変動を超える交通量の増加が見られる。

6. おわりに

本研究では、車両感知器を利用した事故発生時の入口転換状況の分析と、既存の転換率式を適用した転換先存在範囲の絞り込み手法の検討を行った。結果、事故による影響と考えられる入口転換が発生しており、転換元となる入口から距離に比例した転換傾向が見られた。しかしながら、以下のような課題が挙げられる。①入口転換状況の分析は、車両感知器データのみであり、詳細な実態を把握していない。②他の箇所でも発生した事故など、より多くの分析を行う必要がある。

次に転換先入口存在範囲の絞り込みに関しては、一部整合が取れない部分があったが、適用の可能性はあるものと考えている。課題としては以下のものが挙げられる。①首都高選択確率と転換先入口となる可能性の設定根拠が未知である。②一般街路の距離や速度の設定が一律であるが、実態の把握は困難である。

以上のような課題を受け、今後は ETC データやアンケート調査結果などのデータ拡充を行い、転換先範囲の特定手法の確立と、更には転換交通量の算出方法、転換先入口までの到達時間の予測など、段階的な検討を行っていくことを予定している。

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⁷⁾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) 首都高速道路株式会社 HP <http://www.shutoko.jp/>
- 2) ジョイパタチャリアら：「RP 調査に基づいた動的交通情報提供がドライバーの経路選択行動に与える影響分析」, 土木計画学研究・講演集 No. 18(2), 1995. 12
- 3) 大塚ら：「首都高速の新しい交通管理システム(システム 97)」, 第 17 回交通工学研究発表会論文報告集, pp177-180. 1997
- 4) 首都高速道路公社計画部ほか：「第 25 回首都高速道路交通起終点調査の補正 報告書」, 平成 17 年 3 月
- 5) 中村ら：「首都高速道路における転換率内生化利用者均衡配分モデルの適用」, 第 29 回土木計画学研究発表会公演論文集, 2004. 6
- 6) 東京都建設局 HP <http://www.kensetsu.metro.tokyo.jp/>
- 7) 白石ら：「リアルタイム予測交通流シミュレーションシステムの開発」, 第 30 回土木計画学研究発表会公演論文集, 2004. 11