

首都高速道路における流入制御時の入口転換行動分析*

Analysis of On Ramp Selection Behavior at the Time of Inflow Control 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

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¹⁾。

現在の首都高交通管制システムには、短期将来予測機能が組み込まれており、予測開始時にはパラメータのオンライン補正を行っているものの、予測時間中における入口転換は考慮しきれていない²⁾。そこで筆者らは、既往研究において、既存モデルである首都高転換率式を活用した入口転換範囲の特定を試みており、その適用の可能性を示唆する結果を得ている¹⁾。しかし、一般街路距離や速度などのパラメータに課題を抱えており、実務への適用に至っていない。

本研究では、流入制御導入に際し無視することの出来ない転換行動を把握すべく、首都高上で発生した突発事象（特に事故）により、実際に若しくは擬似的に流入制御された状態に対し、事故発生箇所と入口交通量変動関係をパターン化することで、入口転換行動分析を行った。

2. 入口交通量の基本パターンと通常変動域の設定

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1）。

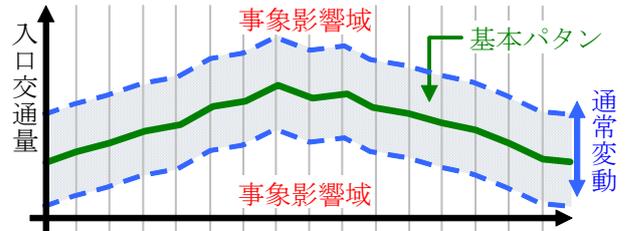


図1 入口交通量基本パターンと閾値の設定

3. 事故発生箇所と入口交通量変動関係のパターン化を図る手法の提案

まず、入口転換という交通現象を分析するに当たり、分析対象を“範囲”と“交通量”、“時間差”の3つに大別し、それぞれをパターン化する（図2）。本研究では前者2つのパターン化を図った結果を報告する。

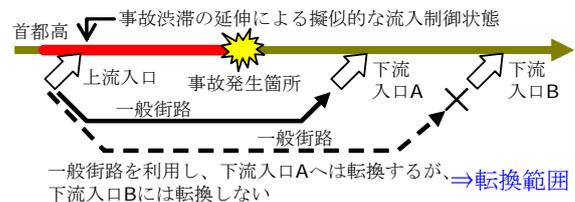
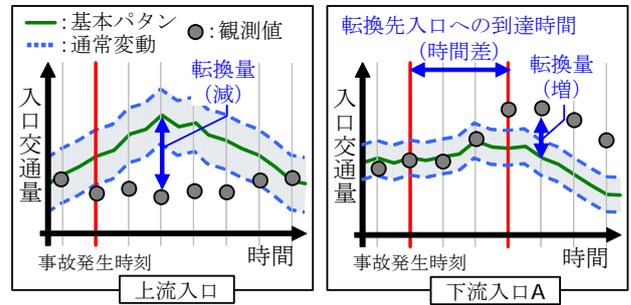


図2 擬似的な流入制御時の入口転換例と分析対象

*キーワード：経路選択、交通行動分析、流入制御
**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、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、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)

(1) 転換範囲のパターン化

事故の基本情報を格納している事故分析データベース（以下、事故 DB）を用いて、2006 年に発生した全事故を抽出した。ここで、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、事故の影響時間と定義した。

転換範囲のパターン化の手順を以下に示す。

a) Step1：事故影響の得点化

事故の影響を得点化する。以下に手順を示し、手順のイメージを図 3 に示す。

【Step1 の手順】

- ① 入口車両感知器データ（5 分データ）を使用し、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変動と閾値を比較し、閾値を越える回数をカウントし、1 カウントを 1 点とする。その際に、変動の増減方向を考慮する。これを全事故について実施する。
- ② 全事故の発生箇所を、入口間範囲（JCT は考慮）に整理する。
- ③ 入口間範囲内で発生した複数の事故について、各入口が持つカウント数を総計し、その範囲内で事故が発生した場合に各入口が持つ得点とする。つまり、事故の影響を強く受ける入口ほど、得点の絶対値が大きくなる。

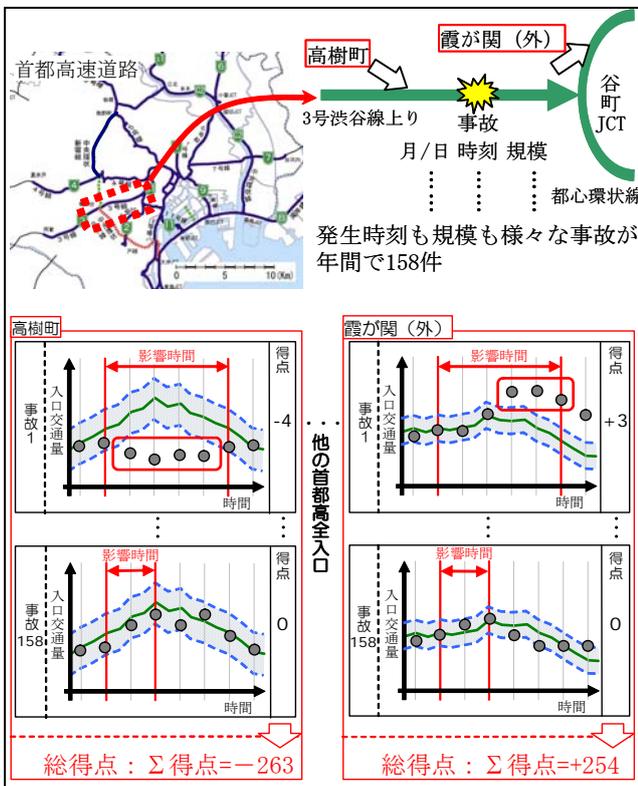


図 3 事故影響の得点化のイメージ
(例：3 号渋谷線上り高樹町～谷町 JCT 間)

b) Step2：得点の評価

Step1 では、事故発生の範囲ごとに、首都高全入口に対する事故の影響を得点化した。Step2 では、それら各入口が持つ得点を相対的に評価し、転換範囲を特定する。以下に手順を示す。また、3 号渋谷線上りを対象に、Step1、Step2 を実施し、転換範囲をパターン化した結果を表 1 に示す。なお、表 1 は高樹町～谷町 JCT で事故が発生した場合に転換範囲となる入口に着目して整理した結果である。

【Step2 の手順】

- ① 事故が発生した入口間範囲ごとに、全入口の得点の平均と標準偏差を算出する。
- ② 平均+標準偏差を超えた入口を、転換範囲とする。即ち、負の得点である入口は転換元となり、正である入口は転換先と特定される。
※ここで、平均-標準偏差が正の値となる場合は、得点が正であるにも関わらず、転換元と特定してしまうこととなるため、0 とした。

表 1 3 号渋谷線上りに対する転換範囲のパターン化

事故発生範囲	東名道 → 用賀 → 三軒茶屋 → 渋谷 → 高樹町 → 谷町 JCT				
	東名道～用賀	用賀～三軒茶屋	三軒茶屋～渋谷	渋谷～高樹町	高樹町～谷町 JCT
事故数	39	305	87	152	158
飯倉(内)	32	315	70	187	235
霧が関(外)	14	139	26	166	254
天現寺(上)	-15	131	56	120	324
高樹町(上)	17	129	116	257	-263
渋谷(上)	0	219	104	-188	-504
三軒茶屋(上)	31	573	-35	-319	-562
用賀(上)	-8	-242	-185	-469	-462
代々木(上)	41	419	91	214	362
高井戸(上)	-18	95	33	165	258
向島(上)	86	619	153	340	325
堤通(上)	78	812	209	450	451
浜町(下)	4	130	5	51	-68
加平南(下)	62	351	71	210	259
加平北(下)	63	522	147	288	231
八潮南(下)	58	642	183	269	260
杉田(下)	61	647	190	333	317
横浜駅東口(下)	52	467	108	210	254
平均	28	269	63	119	99
標準偏差σ	21	142	50	93	120
平均+σ	49	411	113	212	219
平均-σ	0	0	0	0	-22

増加 減少：得点の標準偏差を超える入口（事故発生範囲毎に判定）
 ：事故発生範囲から遠距離に位置する入口

以上、表 1 に示した 3 号渋谷線上りの結果より、事故発生範囲に応じて、同路線上流側の入口が転換元と特定され、下流側もしくは近隣の入口が転換先と特定されている。しかし、事故発生範囲から遠距離に位置し、事故の影響を受けると考え難い入口も転換範囲に特定される結果となっている。

(2) 転換交通量のパターン化

流入制御時の転換交通量の変動割合をパターン化する

ことを図る。ここで、使用するデータや期間などは、転換範囲のパタン化と同条件である。

転換交通量のパタン化の手順を以下に示し、手順のイメージを図 4に示す。

- ① 首都高の全入口に対して、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量を算出し、増減割合を算出する。
- ② 全事故の発生箇所を、入口間範囲（JCT は考慮）に整理する。
- ③ 入口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、その範囲内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。

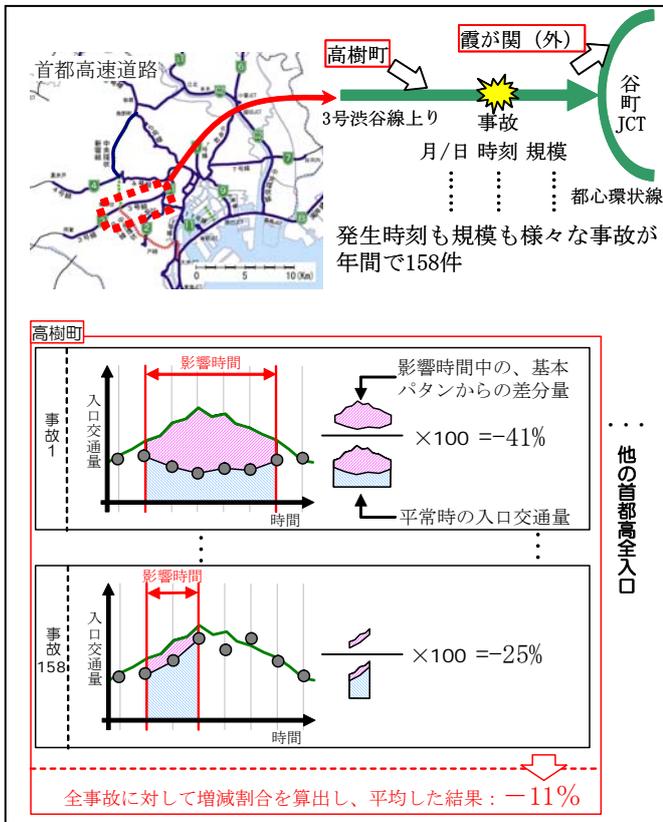


図 4 事故時の増減交通量割合の算出イメージ

(3) 転換パタンテーブルの作成と適用方法

転換範囲と転換交通量の変動割合をパタン化した。ここで、両者を合致させ、転換パタンテーブルを作成する。即ち、転換パタンテーブルとは、事故発生箇所に対し、転換元・先となる入口を示し、それらの入口の平常時入口交通量からの変動割合を示したテーブルである。転換範囲をパタン化した表 1に対して、増減割合を合致させて作成した転換パタンテーブルを表 2に示す。

表 2 3号渋谷線上下に対する転換パタンテーブル

事故発生範囲	東名道				
	東名道～用賀	用賀～三軒茶屋	三軒茶屋～渋谷	渋谷～高樹町	高樹町～谷町JCT
事故数	39	305	87	152	158
飯倉(内)	—	—	—	—	1%
霞が関(外)	—	—	—	—	7%
天現寺(上)	-3%	—	—	—	7%
高樹町(上)	—	—	—	5%	-11%
渋谷(上)	—	—	—	-6%	-21%
三軒茶屋(上)	—	9%	-3%	-11%	-20%
用賀(上)	-6%	-6%	-10%	-13%	-15%
代々木(上)	—	-1%	—	—	9%
高井戸(上)	-6%	—	—	—	4%
向島(上)	1%	-4%	-7%	3%	-3%
堤通(上)	-4%	2%	-3%	3%	1%
浜町(下)	—	—	—	—	-3%
加平南(下)	-3%	—	—	—	0%
加平北(下)	-1%	-3%	-4%	0%	2%
八潮南(下)	-4%	6%	4%	6%	-3%
杉田(下)	-1%	4%	3%	9%	3%
横浜駅東口(下)	0%	1%	—	—	-1%

増加 減少：転換範囲のパタン化で特定された入口
 数字：転換交通量のパタン化で算出された増減割合
 点線：事故発生範囲から遠距離に位置する入口

表 2では、転換範囲の特定では転換先に特定されたにも関わらず、増減割合が負となっている入口が存在しており、その様な入口は、事故発生範囲から遠距離に位置する入口に多いことがわかる。

ここで、転換パタンテーブル適用方法を図 5に示す。

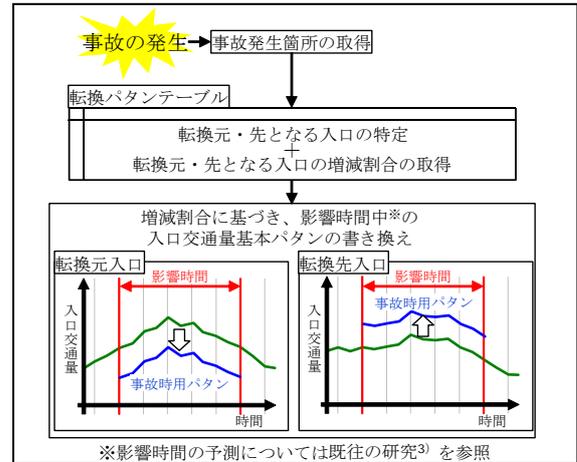


図 5 転換パタンテーブルの適用方法

4. 事例適用による転換パタンテーブルの検証

作成した転換パタンテーブルについて、事例適用による検証を行う。検証に適用した事例は、3号渋谷線上下高樹町～谷町JCT間で発生した事故とした。事故の詳細を表 3に示す。

表 3 検証に適用した事故事例の詳細

事故情報			
事故日	平日(木)	天気	晴
路線	3号渋谷線上下	区間	3
管制受理時刻	8:04	処理終了時刻	9:48
事故継続時間	104分	車線閉塞状況	一車線

事例に対し、表 2 に示した転換パターンテーブルを適用した。なお、高樹町は入口閉鎖であったため、除外した。また、事故発生箇所から遠距離に位置する入口については、浜町入口以外は入口交通量が非常に少ない（10 台/5 分以下）入口であり、パターン書き換えの効果が殆ど見られないため、代表して向島（上）入口の適用結果のみを示す。パターン書き換えを実施した入口の配置図を図 6 に示し、適用結果を図 7 に示す。ここで、影響時間については、既知である管制受理時刻から処理終了時間までの時間としている。

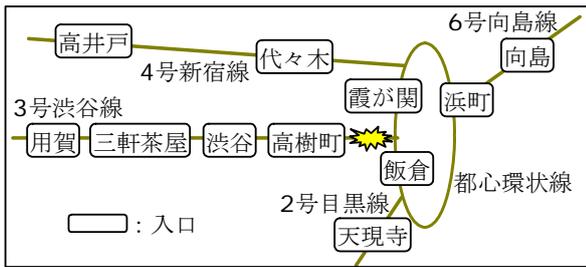


図 6 転換範囲と特定された入口の配置図

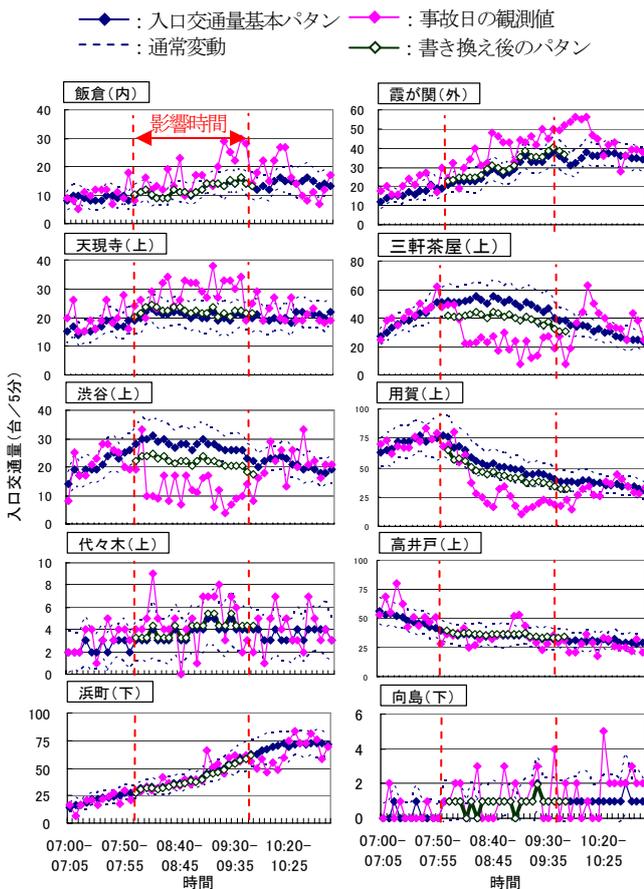


図 7 転換パターンテーブルの適用結果

図 7 より、事故発生箇所の上流に位置する同路線上入口では、転換元となっていると考えられる交通量の減少が観測されている。また、事故発生箇所と近距離の入口

口で、且つ下流方面に位置する飯倉（内）、霞が関（外）、天現寺（上）については、転換先となっている可能性が高い入口交通量変動が観測されており、事故発生箇所と近隣範囲では、転換範囲的中していると考えられる結果を得た。しかし、転換交通量割合については、観測値を追えておらず、課題が残る結果となった。

5. おわりに

本研究の成果として、流入制御時に無視出来ない転換行動の存在を確認し、転換行動に関する範囲・交通量・時間差の概略的な把握手法の提案を行った。

本研究では、転換範囲と転換交通量の増減割合をパターン化し、その両者より、事故の発生箇所に対して転換先・元となる入口を示し、且つそれら入口の平常時入口交通量からの変動割合を示す転換パターンテーブルを作成した。これを用いて、3 号渋谷線上り高樹町～谷町 JCT 間で発生した事故により検証した結果、①転換範囲については事故発生箇所近隣については的中していると考えられる結果を、②転換交通量割合については事例の入口交通量変動を追えていない結果を得た。今後の対応として、①については事故発生箇所から遠距離に位置する入口が転換範囲に特定されていることに関して、閾値を越える条件に、“5 台/5 分以上の交通量変動が起こった場合”等の条件を追加すること、また得点の評価方法にも検討の余地があると考えられる。②については、事故の規模を無視した形で、1 年間に発生した全事故に対する平均的な割合を一律で与えているため、時間帯や事故規模に応じた修正が考えられる。

最後に、本研究で提案した手法を応用することで、事故時の転換先までの到達遅れ時間や、出口転換のパターン化も可能であると考えられ、今後、順次着手していく予定である。

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⁴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、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。

参考文献

- 1) 田村ら：「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) 大塚ら：「首都高速の新しい交通規制システム(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
- 3) 稲富ら：「首都高速道路における事故処理時間予測に関する一考察」,土木計画学研究・講演集,Vol.36,2007.11
- 4) 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論文集,2004.11