

# 高速道路合流部における車線変更挙動の分析とモデル化

岐阜大学 ○丸尾香菜子 岐阜大学 倉内文孝 京都大学 宇野伸宏 岐阜大学 高木朗義

## 1. はじめに

高速道路合流部は、交通安全面・効率面からも問題の多い地点であるが、事故や渋滞の発生メカニズムはまだ明らかになっていない。その最大の理由は、十分なデータ観測が行えなかったことにある。一方で、ビデオ画像データから多数の車両挙動の観測が可能となっており、それらを用いることで新たな車両挙動のモデル化が可能ではないかと考えられる。本研究ではビデオ画像から抽出された車両挙動データを活用し、車線変更挙動のモデル化を試みる。車両挙動データを加工し、ギャップ長、相対速度などの指標とギャップ選択に関する基礎集計分析を行ったうえで、関連性の高い項目を用いて車線変更モデルの構築をめざす。

## 2. 分析データの概要<sup>1)</sup>

本研究の分析対象区間は、阪神高速道路1号環状線と12号守口線の合流部（以下、守環合流部）の前後約620mである。対象区間近くのビルに11台のビデオカメラを設置し撮影を行った。そのうち2005年8月29、30日の2日間のそれぞれ15分間ずつについて、ビデオ画像を目視し車両挙動データを抽出した。車両サンプル数は2,548台（29日）、2,483台（30日）で、そのうち車線変更車両台数はそれぞれ1,229台、1,360台であった。車線・座標の定義を図1に示す。

## 3. 合流挙動の分析

### (1) 車線変更の定義とLagの設定

本研究における車線変更の定義は、「車両が1秒以上同じ車線にいて、その後1秒以上異なる車線に居続けたこと」とする。車両番号と車線変更した先のギャップの番号は図2のように定義する。ただし、運転手が車線変更することを決めるのは、実際に車線変更を行った時点より前である。しかし、いつ意思決定したのかはわからないため、意思決定時点から車線をまたぐまでの時間をLagとし、これを様々設定することで車線変更車両台数と選択ギャップの割合を示す。車線変更車両の台数分析を進める。表1にLagごとの車線変更車両台数を示すが、Lagの増加につれ減少しているのは、Lagが長いと意思決定時点が分析対象区間外

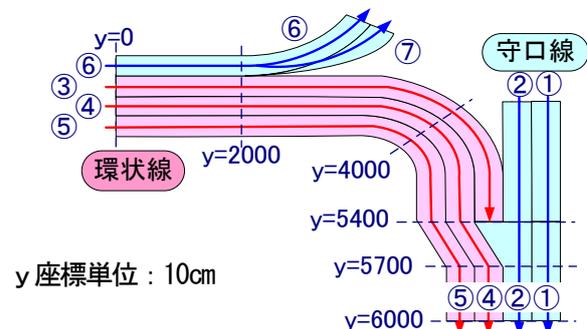


図1 車線・座標の定義

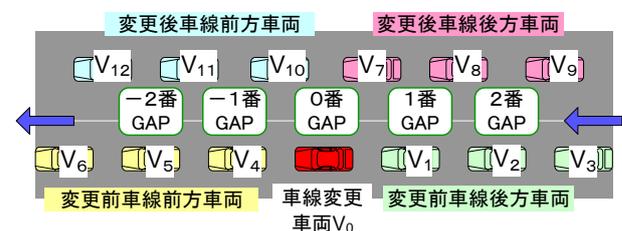


図2 ギャップと車両番号の定義

表1 車線変更台数と選択ギャップの割合

Lag(秒)	選択ギャップ番号					車線変更台数(台)
	-2	-1	0	1	2	
1	0	5	93	1	0	609
3	1	7	79	12	1	697
4	2	11	67	19	2	400
5	2	13	57	25	3	363
6	4	13	52	27	4	326
7	7	13	41	32	7	275
8	8	11	38	34	10	236
10	6	13	27	35	18	190

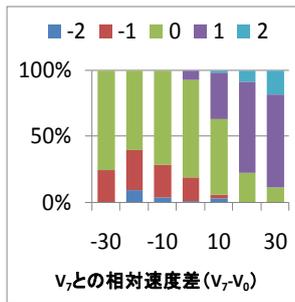
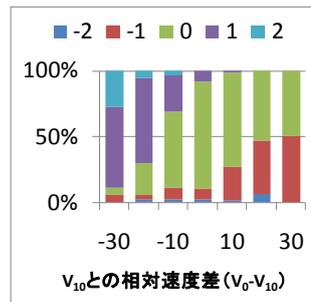
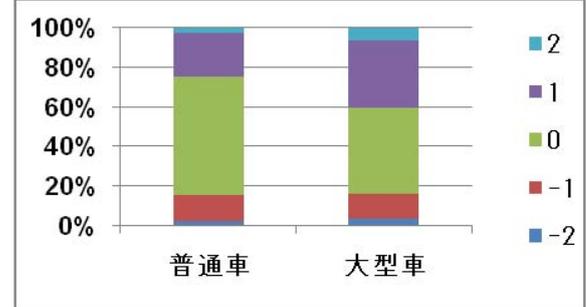
になってしまうことが原因である。選択ギャップの割合や、サンプル数また $\chi^2$ 検定の結果などによりLagは5、6秒が妥当だと思われる。以下ではLagを5秒とした結果を報告する。

### (2) ギャップ選択に影響を与える要因

ギャップ選択に影響を与えている可能性がある要因は意思決定位置・車両速度・加速度・相対速度・ギャップ長・ギャップの相対変化・ギャップの中での相対位置・車種などがある。例として、図3、4に車線変更車両 $V_0$ と車両 $V_7$ 、 $V_{10}$ それぞれとの相対速度とギャップ選択との関係を示した。横軸は相対速度(km/h)、縦軸はギャップ選択後方のギャップを、負で大きくなるほど前方のギャップを選択する傾向がみられる。また $V_{10}$ とは $V_7$ と反対の傾向がみられる。これらの相対

表2 相関係数と  $\chi^2$ 検定結果

要因	$\chi^2$ 検定	意思決定位置	-1番GAP長	0番GAP長	1番GAP長	V0速度	V4加速度	7との相対速度	10との相対速度	相対位置
意思決定位置	3.21E-09									
-1番GAP長	1.17E-02	-0.316								
0番GAP長	9.81E-01	-0.102	0.243							
1番GAP長	5.01E-01	0.183	-0.110	0.109						
V0速度	1.48E-13	-0.687	0.353	0.259	-0.086					
V7加速度	3.07E-06	0.359	-0.162	-0.062	0.191	-0.399				
7との相対速度	9.45E-17	0.399	-0.201	-0.007	0.298	-0.709	0.353			
10との相対速度	3.56E-25	-0.289	0.002	0.068	-0.238	0.668	-0.342	-0.839		
相対位置	7.70E-04	0.179	-0.023	-0.011	-0.032	-0.083	0.014	0.100	-0.069	

図3  $V_7$ との相対速度図4  $V_{10}$ との相対速度図5  $V_0$ 車両車種別ギャップ選択率

速度は、ギャップ選択に影響を与えられる。このようにギャップ選択に影響を与えていると考えられた項目のギャップ選択との  $\chi^2$ 検定と各説明変数候補との相関係数を表2に示す。意思決定位置は合流前の直線区間では前方のギャップを、合流後は後方のギャップを選択する車両が多い。V4車両が加速度を大きくするとより後方ギャップを選択する割合が増加する。0番ギャップの中での相対位置は、意思決定時点でV7車両に近い車両ほど後方ギャップを、V10車両に近いほど前方ギャップを選択する割合が増加する。ほとんどの項目において  $\chi^2$ 検定の値は小さく、相関係数も高くないためそれぞれが独立にギャップ選択に影響を与えていると考えられる。

### (3) 車種の影響

図5に  $V_0$ の車種別のギャップ選択率を示す。サンプル数は普通車299台、大型車64台で、大型車はトレーラーなどかなり大きなものを指す。図5より大型車は普通車に比べ後方ギャップの選択率が高いことがわかる。また周辺車両が大型車の時、 $V_0$ は大型車の後ろのギャップを選択する傾向が見られた。原因としては混雑により大型車が追い越しにくいことや、大型車の後ろのギャップ長が長いことなどが考えられる。このような結果より車線変更車両やその周辺車両の車種もギャップ選択に影響があると考えられる。

### 4. 車線変更のモデル化方針

車線変更のモデル化はロジットモデルを使用する。パラメータ推定を繰り返し、試行錯誤より最も適合度の高いものを選定する。ここまでの分析の段階では-2~-2番の5つのギャップについて調べてきたが、表1よりモデル化する予定であるLag5, 6秒の時の選択ギャップの割合をみるとどちらの時も-2, 2番ギャップの選択率は非常に少ない。そのため、モデル化の際は-1, 0, 1番ギャップの3択で進める。推定結果については、講演時に報告する。

### 5. おわりに

ここでは合流挙動について詳しく分析したが、今後は分析結果を活用してモデル化を進め、最適モデルの探求に努めたいと思う。

【謝辞】:本研究で用いたビデオ観測調査実施にあたっては阪神高速道路株式会社、(社)システム科学研究所、住友電気工業株式会社にご協力いただいた。記してここに深謝いたします。

### 【参考文献】

- 1) 倉内文孝・宇野伸宏・飛ヶ谷明人：都市高速道路合流部における渋滞発生メカニズムに関する画像データ解析，土木計画学研究・論文集，vol. 24，609-618，2007