

高速道路の追越車線利用偏重解明のための車線変更挙動の研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○岩崎 真純  
 芝浦工業大学大学院 学生会員 山口 恭平  
 株式会社道路計画 正会員 野中 康弘

1. はじめに

都市間高速道路の交通集中渋滞は、サグ部やトンネルといった単路部で発生することが多い。交通需要が増加すると、追越車線に交通量が偏るとともに大きな車群が形成される。片側3車線区間の渋滞発生直前における車線利用率は一般に、第1走行車線で約25%、第2走行車線で約30%であるのに対して追越車線では約45%に達する。第1・第2走行車線の交通容量にまだ余裕があるにも拘らず、交通量が偏る追越車線から減速波が生じ、最終的に全車線に交通集中渋滞が波及する。

そこで本研究では、片側3車線区間の高速道路単路部の追越車線利用偏重の原因解明と追越車線の車群形成を緩和する対策立案に向けて、ドライバーの車線変更挙動要因を把握することを目的とする。

2. 分析データ概要

本研究では、東名高速道路(下り線)の大和地区ボトルネックを対象とした21.7kp-22.5kpの車両軌跡データとビデオカメラ映像データを用いて分析を行う。分析対象日時は2011年8月17日6時30分~6時45分の渋滞発生直前15分間とする。

3. 分析方法

本研究では、まず分析時間帯のTime-Space Diagramとビデオカメラ映像から車線変更時の車両挙動を抽出する。車線変更挙動は、第1走行車線から第2走行車線及び第2走行車線から追越車線への「右車線変更要因」と、追越車線から第2走行車線及び第2走行車線から第1走行車線への「左車線変更要因」に分類して整理する。

次に車線変更行動を行わない車両挙動も同様に抽出整理し、これらのデータから車線変更する場合としない場合の二項ロジットモデルとして「右車線変更モデル」「左車線変更モデル」を構築する。

表1 車線変更要因の抽出結果

右車線変更要因		左車線変更要因	
前方速度差	$v - v_f$	前方速度差	$v - v_f$
前方車尾距離	$X - X_f$	後方速度差	$X - X_r$
右車線ギャップ	$gap_R$	前方車尾距離	$X - X_f$
右車線前方ラグ	$X_{Rf} - X$	左車線ギャップ	$gap_L$
右車線後方ラグ	$X - X_{Rr}$	左車線前方ラグ	$X_{Lf} - X$
右車線後方速度差	$v - v_{Rr}$	左車線後方ラグ	$X - X_{Lr}$
右車線との速度差	$v_{Rf} - v_f$		

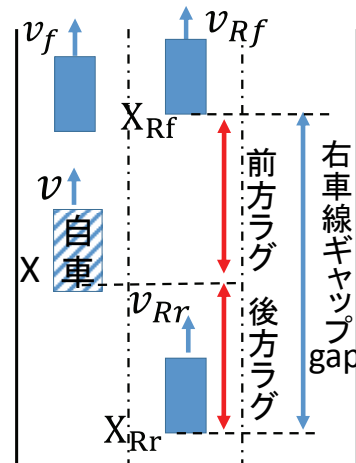


図1 車線変更時の説明変数(右車線変更時)

4. 分析結果

4.1 車線変更要因の抽出結果と説明変数

車線変更挙動の考察から得られた車線変更要因の抽出結果を表1に整理し、右車線変更を例として車線変更時の説明変数を整理して図1に示す。なお、ビデオカメラ映像の制約上、各車両の車尾位置情報からの距離を用いて整理している。

4.2 車線変更モデルの構築

各車線変更モデルのパラメータの推定結果を表2に示し、それぞれの効用関数を式(1)~(4)に示す。  
 [右車線変更モデルの効用関数]

$$V_R = \theta_1(v - v_f) + \theta_2(v - v_{Rr}) + \theta_3(v_{Rf} - v_f) + \theta_4 \Delta(gap_R) \quad (1)$$

$$V_S = -V_R \quad (2)$$

表 2 車線変更モデルのパラメータ推定結果

右車線変更モデル				左車線変更モデル			
	説明変数	パラメータ	t値		説明変数	パラメータ	t値
$\theta_1$	前方速度差	0.09	2.65	$\theta_1$	後方速度差	5.13	3.98
$\theta_2$	右車線後方速度差	0.16	4.12	$\theta_2$	前方車尾距離	0.028	2.11
$\theta_3$	車線速度差	0.024	1.8	$\theta_3$	左車線ギャップ	-3.7	-3.12
$\theta_4$	$\Delta$ 右車線ギャップ	3.44	1.1	$\theta_4$	前方接近時間	-0.22	-2.62
				$\theta_5$	後方接近時間	2.69	1.41
	尤度比	0.67			尤度比	0.21	
	サンプル数	86			サンプル数	101	

[左車線変更モデルの効用関数]

$$V_L = \theta_1(v - v_r) + \theta_2(X_f - X) + \theta_3(gap_L) + \theta_4\left(\frac{X_f - X}{v - v_f}\right) + \theta_5\left(\frac{X - X_r}{v - v_r}\right) \quad (3)$$

$$V_S = -V_L \quad (4)$$

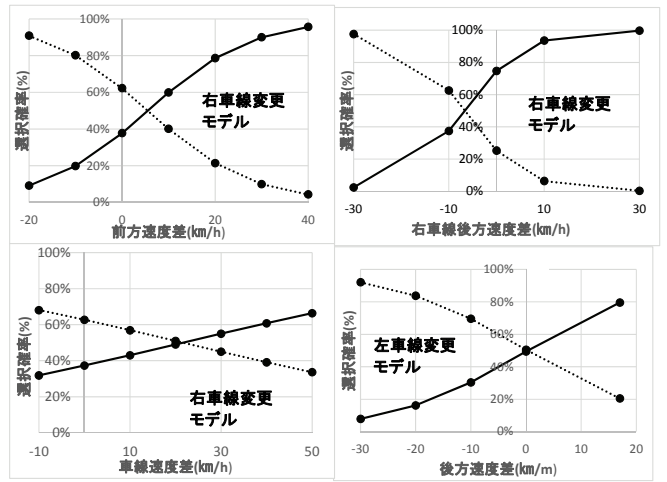
$V_R$  : 右車線変更時の効用関数  $V_L$  : 左車線変更時の効用関数  $V_S$  : 車線変更しない時の効用関数  
 $X_f$  : 前方車両位置  $X$  : 自車位置  $X_r$  : 後方車両位置  $v$  : 自車速度  $v_{Rr}$  : 右車線後方車両の速度  $v_{Rf}$  : 右車線前方車両の速度  $v_f$  : 前方車両の速度  $v_r$  : 後方車両の速度  $X_{Lf}$  : 左車線前方車両位置  $X_{Lr}$  : 左車線後方位置  $gap_R$  : 右車線ギャップ  $gap_L$  : 左車線ギャップ  $\theta_1 \sim \theta_4$  : 各変数のパラメータ  $\Delta$  : 15 秒間での変化量

両モデルともに尤度比, パラメータの t 値が良好なモデルとなった. 次にパラメータの整合性を確認するため, 図 2 に示すように感度分析を行い, 前方車尾距離と左車線ギャップ以外の変数で符号条件の整合を確認できた.

5. 考察

感度分析より, 要因ごとにドライバーの車線変更挙動を右車線変更と左車線変更に分け考察する.

右車線変更する際, 前方車両との速度差が自車の方が 6 km/h 速い時, 選択確率が 50% になり, 自車の速度の方が速くなるにつれ車線変更する確率が高くなる. これは前方に自車より遅い車両が存在し, 速度を維持するため右車線変更したと考えられる. 右車線後方速度差は自車と右車線後方車両との速度差が -8 km/h 付近で選択確率が 50% になる. 同程度の速度の場合, 車線変更する確率が 80% 近くまで上がる. 車線速度差は前方車両より



※実線 : 車線変更する 破線 : 車線変更しない

図 2 車線変更モデルの感度分析結果

右前方車両の速度が 20 km/h 速いと車線変更する確率が 50% となり, その速度差が大きくなるにつれ, 車線変更する確率が高くなる. これは自車が右車線変更を行い, 速く走行できる車線へ車線変更するためだと考えられる.

左車線変更の場合, 自車と後方車両との速度差がない時, 選択確率が 50% となり, 速度差が大きければ大きいほど車線変更する確率が高くなる結果となった. 前方接近時間は前方車両との差がないとき左車線変更する確率が 50% となり, 前方車両との差が小さくなるにつれ, 左車線変更する選択確率が高くなる結果となった.

6. まとめ

右車線変更モデルはパラメータの整合性が確認でき, 良好なモデルを構築でき, 右車線変更挙動を把握することができた. 左車線変更モデルの改良が今後の課題である.

謝辞 : 本研究を行うにあたって, 国土技術政策総合研究所の方々に貴重なデータをご提供して頂きました. 心より感謝申し上げます.