

1. 背景と目的

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。その時の車線利用率は図1に示すように片側3車線区間では、第1走行車線が25%、第2走行車線が30%であるのに対して追越車線へ45%の交通需要が集中する。このように、走行車線で交通容量にまだ余裕があるにも拘らず、交通量が多い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していく。

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を把握することを目的とする。

2. 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

3-1. 車線変更要因の抽出

本研究では、Time-Space Diagramとビデオカメラ映像から車線変更要因を抽出する。Time-Space Diagramは、縦軸に距離、横軸に時刻をとることで、傾きが走行速度を表現できるとともに、前後車両との車間距離・時間の関係性や、隣接車線の車群形成状況を読み取ることができる。そのため、どのような交通状態の時に車線変更行動を起こすかを分析することが可能となる。以上

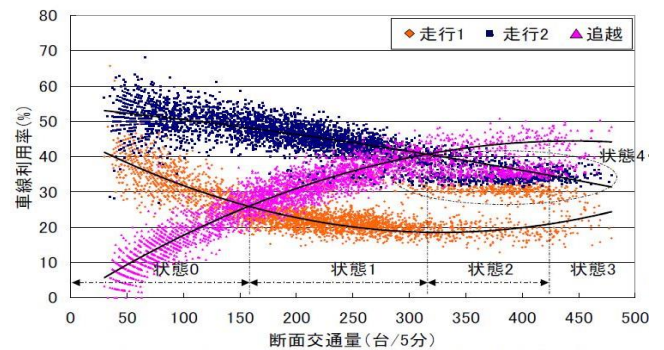


図1 車線利用率と交通量の関係¹⁾

表1 車線変更要因

右車線変更要因	左車線変更要因
前方速度差	前方速度差
前方車頭距離	後方速度差
右車線ギャップ	前方車頭距離
右車線前方ラグ	左車線ギャップ
右車線後方ラグ	左車線前方ラグ
右車線後方速度差	左車線後方ラグ
右車線との速度差	

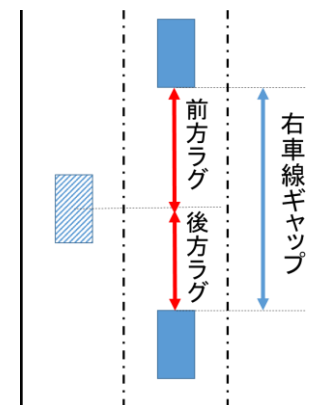


図2 自車と右車線との関係

より第1走行車線から第2走行車線、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、第2走行車線から第1走行車線の「左車線変更要因」に分類したものを表1に整理し、隣接車線との関係図を図2に示す。

表 2 各モデルの推定結果

右車線モデル				左車線モデル			
説明変数	パラメータ	t値		説明変数	パラメータ	t値	
θ_1	前方車頭距離(m)	0.11	-1.25	θ_1	後方速度差(km/h)	0.081	2.23 **
θ_2	右車線後方速度差(km/h)	0.29	4.51 **	θ_2	Δ 前方車頭距離(m)	-0.039	-1.28
θ_3	車線速度差(km/h)	0.11	3.74 **	θ_3	Δ 前方ラグ(m)	0.087	3.04 **
				θ_4	Δ 後方ラグ(m)	-0.074	-3.08 **
尤度比		0.614		尤度比		0.231	
サンプル数		86		サンプル数		101 **5%有意	

3-2. 車線変更モデルの構築

これらの要因から統計計算ソフト R を用いて、車線変更する・しないの二項ロジットモデル「右車線変更モデル」「左車線変更モデル」を構築する。

4. 分析結果

パラメータの推定結果を表 2 に、効用関数の式を、式(1)~(4)に示す。・右車線変更モデルの効用関数

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

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

・左車線変更モデルの効用関数

$$V_L = \theta_1(v - v_r) + \theta_2\Delta(X_f - X) + \theta_3\Delta(X_{Lf} - X) + \theta_4\Delta(X_{Lr} - X) \quad (3)$$

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

X_f : 前方車両位置 X : 自車位置 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

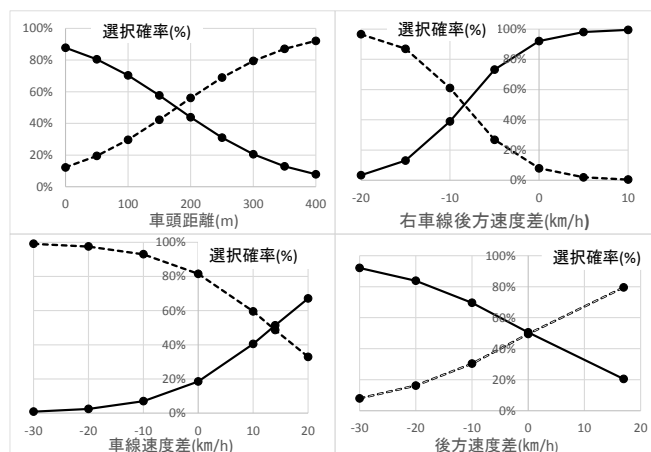
v_f : 前方車両の速度 v_r : 後方車両の速度 X_{Lf} : 左車線前方車両位置 X_{Lr} : 左車線後方位置 $\theta_1 \sim \theta_4$: 各変数のパラメータ Δ : 15 秒前との車線変更する時までの変化量

両モデル共に尤度比、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 3 に示すように感度分析を行い、 Δ 前方車頭距離以外のパラメータの整合性を確認できた。

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、前方車両との車頭距離が 180m 付近で選択確率が 50% になり、前方車両との車頭距離が小さ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、車頭距離が徐々に小さくなることでドライバーが右車線に変更してしまうことを表している。右車線後方速度差は自車と右車線後方車両との差が -8 km/h



※実線：車線変更する 破線：車線変更しない

図 3 感度分析結果

付近で選択確率が 50% になる。速度差がないときに右車線変更する確率が 80% 以上になる。8 km/h 遅い車両が存在すると右車線に変更する。右車線の走行速度が走行中の車線より 15 km/h 高いと右車線変更を行う確率が 50% になる。左車線変更の場合、後方車両との速度差が -30 km/h あるとき 90% 以上の確率で左車線変更を選択する。しかし、後方との速度差に余裕がある場合はそのまま走行する可能性が高いことが分かった。

6. まとめ

良好な車線変更モデルを構築できたことにより、ドライバーの車線変更挙動を把握できた。今後の課題としては、先行研究の少ない左車線変更モデルの精度を向上させるために新たな変数を組み込むことと、追越車線に車線利用が偏重する原因を見つける必要がある。

参考文献

1)国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度道路交通システム研究室サグ部における渋滞対策の検討(H17~20 年度)

謝辞：本研究を行うにあたって、多大なるご協力を頂きました株式会社道路計画の野中様、石田様、清田様に厚く御礼申し上げます。