

走行試験車両を用いた都市間高速道路単路部における車線変更挙動データの収集

名古屋大学 学生会員 C 鈴木 弘司 劉 俊晟 武内 政義
名古屋大学 正会員 中村 英樹

1. はじめに

高速道路単路部における車両挙動は、大きく自由走行／追従走行、車線変更に分けることができる。追従挙動に関しては、高速道路の単路部区間、特にサグ部やトンネル部入り口付近のボトルネック現象を解明するための研究¹⁾²⁾³⁾がなされてきている。また、車線変更挙動に関しては、ボトルネックとなり易い合流部や織り込み区間を対象に分析が行われている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

一方、単路部における車線変更挙動は、サービス水準や安全性と深いかわりを持つものと考えられるが、これに着目した研究は見受けられない。

そこで、本研究では特に車線変更挙動に関わるデータの収集を目的として、複数のビデオカメラおよび各種計測機器を搭載した走行試験車両を用いた走行実験を実施した。本稿では、その概要と画像からの車両軌跡の読み取り方法について報告する。

2. 走行実験

2.1 実験概要

計測機器を搭載した2台の走行試験車両(建設省土木研究所所有)を用いて、表.1 に示すような実験を東名高速道路単路部において行った。走行試験車両には合計 11 台のビデオカメラを搭載しているが、その撮影方向のイメージを図.1 に示す。

また、実験日当日のマクロな交通状況は車両感知器データより収集し、その代表的なものを図.2 に示す。これより、実験区間が自由流から渋滞流までさまざまな交通状況を示す区間であったことがわかる。

2.2 走行試験車両

走行試験車両に搭載された計測機器により0.1秒ごとに取得される主なデータについて表.2 にまとめ、実際に得られたデータの代表的な集計値を表.3 に示す。

表.3 のうち、第6走行については、一部の区間で渋滞流を走行したため、旅行速度が低くなっている。また、区間全体での走行車線から追越車線への車線変更回数については、各ドライバーで個人差があるものの、10km に 4 回程度であった。

表.1 走行調査の概要

目的	車線変更挙動に関するデータの収集
対象区間	東名高速道路 (往復4車線区間) 名古屋IC～音羽蒲郡IC(上・下線)の約45.3km
日時	平成11年9月8日(水) 午前6時～午後5時
被験者	名古屋大学 教官・学生他計6名 (上・下線 各3名)
方法	実験車両2台(主走行車、追従車)で調査 (主走行車の役割) ・各被験者は上区間を1方向1走行、原則としてキープレートで走行 ・車線変更を希望したときにはその旨を音声で記録 ・搭載調査機器により車両走行データを測定、記録 ・ビデオカメラを8台搭載し、周辺の交通状況を撮影 (追従車の役割) ・主走行車の同一車線後方を無理せず追従走行 ・搭載調査機器により車両走行データを測定、記録 ・ビデオカメラを3台搭載し、主走行車の周辺の交通状況を撮影

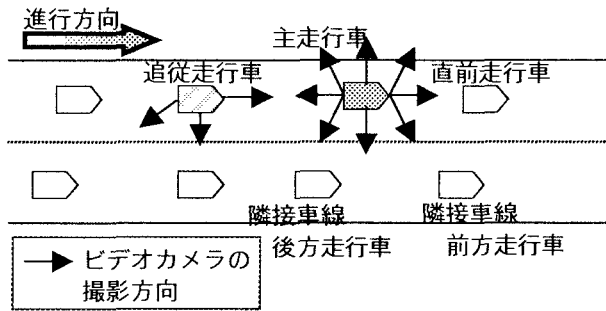


図.1 ビデオカメラ撮影方法

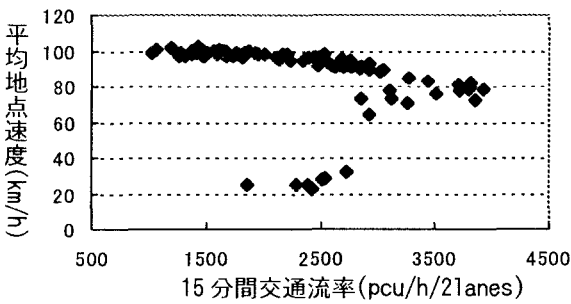


図.2 実験日のQ-V図(下り 324kp;名古屋 IC 付近)

表.2 走行試験車両により取得可能な主なデータ

取得可能データ	主走行車 (日産ステージャ)	追従車 (三菱グランディス)
位置	○	○
速度	○	○
前後加減速度	○	○
横加速度	○	—
先行車との車間距離	○	○
燃料消費量	○	—
道路傾斜	○	—
車線変更希望	○(音声入力)	—

3. 画像からの隣接車線走行車両軌跡の読み取り

本研究では、隣接車線を走行する数台の車両の位置や速度をビデオ画像より読み取り、自車(走行試験車両)軌跡とともにこれらを時間-空間図上に表現し、車線変更挙動を分析する方法を検討している。その方法は以下のとおりである。

- ①再生ビデオ画面上に等間隔に n 本の鉛直線を引く
- ②その鉛直線を通過した時刻、自車との車間距離を記録し、時間-空間図に落とす。このとき、自車との車間距離については以下の手順で算出する。

(1)読み取り対象車両の右側面を Y 軸とし、ビデオカメラ位置から Y 軸に垂線をおろし、その交点を原点 0 とする(図.3)。

(2)ビデオカメラと Y 軸との距離 δ (m)は図.3 より以下のように決まる。

$$\delta = 5.4 + W/2 - P \cdots (a)$$

ただし、 W : 読み取り対象車両の車幅、 P : 基線からビデオカメラ位置までの距離、車両はすべて車線中央を走行していると仮定する。

(3)画面上の n 本の線を通過した時の読み取り対象車両との車間距離を、それぞれ自車に近いところから $S_0, S_1, S_2, \dots, S_n$ とすると、車間距離 S_i は次式で求められる(図.4)。

$$S_i = \delta \cdot \tan(\phi - \theta/2 + k \cdot \theta/n) \cdots (b)$$

4. 車線変更挙動の分析方針

以上の方法を用いて、車線変更をする際のギャップ選択の様子を分析する。図.5は、計測機器より得られた走行試験車両の車線変更直前の軌跡と、隣接車線を追い抜いて行った数台の車両の位置のプロットを併せて示した時間-空間図である。

この時間-空間図に平滑化処理を施した上で軌跡を読み取ることにより、車線変更時の他車との車間距離や選択したギャップ、相対速度などを把握することが可能となる。

今後は、車線変更を希望してから実行するまでのドライバーの一連の行動を、車両間の物理的な位置関係だけでなく、ドライバーの車線選択の意思決定を考慮に入れてモデル化していく予定である。

本研究は、(社)土木学会土木計画学研究委員会「道路利用の情報化・効率化小委員会」における研究の一環として実施したものである。走行調査車両を貸与して頂いた建設省土木研究所高度道路交通システム研究室、走行実験に協力して頂いた、日本道路公団名古屋管理局、(株)オリエンタルコンサルタンツの関係各

表.3 走行試験車両により得られた集計データ

	旅行速度(km/h)	車線変更回数 比率(回/km)	平均燃費(km/l)
第1走行	105.8	0.40	7.95
第2走行	94.1	0.35	8.93
第3走行	91.0	0.70	7.93
第4走行	102.7	0.40	8.14
第5走行	102.2	0.14	7.94
第6走行	74.7	0.39	7.91

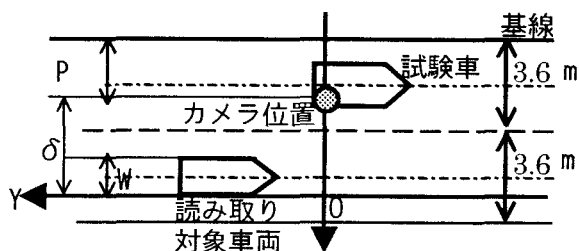


図.3 ビデオカメラと車両間の距離算出(全体図)

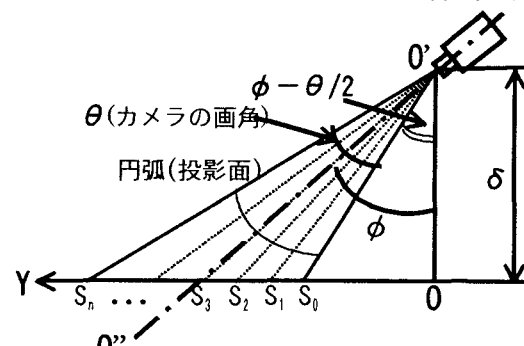


図.4 投影画像からの車間距離の算出

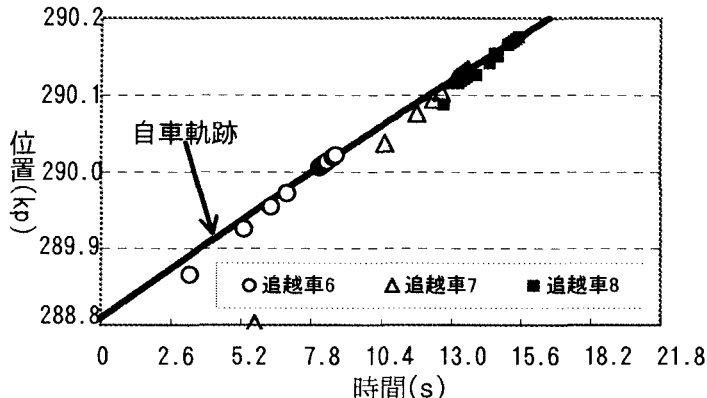


図.5 車線変更前後の時間-空間図(下り 288kp~294kp;音羽蒲郡 IC 付近)

位に謝意を表す。

<参考文献>

- 1) 大口敬: 高速道路サグにおける渋滞の発生と道路線形との関係, 土木学会論文集, No. 524/IV-29, pp.72-77, 1993.1.
- 2) 尾崎晴男: 車両の追従挙動とサグの陥路現象, 東京大学学位論文, 1994.
- 3) Xing, J., 越正毅: 高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集, No. 506/IV-26, pp.45-55, 1995.1.
- 4) 中村・桑原・越: 織込み区間の交通容量算定シミュレーションモデル, 土木学会論文集, No. 440/IV-16, pp.51-59, 1992.
- 5) 喜多他: 流入タイミング調整行動を考慮した流入挙動モデル土木計画学研究論文集, 1995.8.
- 6) 内山: 高速道路における工事時の合流意思決定プロセスのモデル化, No. 625/IV-44, pp.29-37, 1999.7.