

## Ⅳ-7

### 高速道路走行中の追従挙動に関する研究

北海道大学大学院工学研究科	学生員 野並 克弘
北海道大学大学院工学研究科	学生員 TOKUNAGA Roberto
北海道大学大学院工学研究科	正員 萩原 亨
北海道大学大学院工学研究科	正員 加賀屋 誠一
北海道開発局開発土木研究所	正員 下條 晃裕

#### 1. はじめに

現在の道路環境は様々な車両の影響で、非常に複雑な交通現象となっている。そのような交通環境の中では、車両の走行挙動は個々の車両の挙動すなわちドライバーの特性に影響される部分が大きいと考えられる。

また自動車の運転は、通常ほとんどの場面で追従走行が行われている。そのような追従走行において、先行車が突然減速を行った場合には、運転者のわずかな操作ミスが追突事故などにつながるため、安全に直接かかわる部分が大きい。

本研究では、実車により、被験者に実際に高速道路を追従走行してもらい、高速道路上を運転するドライバーの運転特性について検討を行った。

#### 2. 実験手法

##### 2.1 実験車両

実車実験には、以下の車両3台を用いた。

(1) 先行車両：隊列の先頭を走行した。実験者は、これに乗車し被験者にタスクの指示を行った。ビデオカメラ及び計測機器を車内に設置し、運転挙動の測定を行った。

(2) 追従車両：この車両には、被験者のみが乗車した。先行車両と同様に、ビデオカメラ及び計測機器を車内に設置した。

(3) 後尾警戒車両：先行車両・追従車両を援護しながら隊列の後方を走行した。

##### 2.2 測定装置

本実験では、先行車両と追従車両に、計測機

器を設置しデータの収集を行った。データは1/20秒のサンプリングでパソコンにより記録収集した。

速度は、一定距離の移動に伴い出力されるパルスをカウントし、それを基に速度を算出し、車間距離は追従車両の前頭部に設置したレーザービームによる車間距離計を用いた。

また、ビデオカメラを設置し、先行車両からは、後方の追従車の様子を録画した。追従車両にはデジタルビデオカメラを後部座席に設置し、先行車両及び被験者の様子に加え、計測したパルスカウントのデータがリアルタイムでコンピュータから出力されるディスプレイも録画できるようにした。

2車間の収集データの同期は、次のようにして実現した。1日の実験開始前に測定機器すべての時計を調整した。追従車両に搭載したデジタルビデオカメラの画像から、先行車両のブレーキランプ点灯の瞬間に、追従車両のコンピュータから出力されるカウンターの数値と比較して同期させた。

##### 2.3 実験内容

実験には、成人男性16名が参加した。被験者らの年齢構成は24から45才で、運転歴の平均は11年、年間走行距離は平均13000kmだった。また、

実験走行は、直線が多く勾配が少ない道央自動車道の江別西インター（以下、江別西）から岩見沢インター（以下、岩見沢）の往復区間（50.6km）で行った。被験者は、高速道路上で先行車

A Study on Driver's Car Following Behavior in Expressway

By Katsuhiko NONAMI, TOKUNAGA Roberto Abraham, Toru HAGIWARA, Seiichi KAGAYA, Akihiro SHIMOJO

両と一定の車両間距離（50m）を維持しながら走行するという課題で、追従運転、会話のタスクを行った。会話のタスクは、ハンズフリーシステムの携帯電話により、先行車の実験者との間で会話をするというものである。各被験者の実験走行は、1往復のみ（練習走行なし）とした。

電話操作等の時を除いて、追従運転時および会話時には、先行車両の「ブレーキランプ点灯・減速（100～80 km/h）」の有無をそれぞれに一回ずつ設けた。

### 2.5 実験手順

最初に、被験者は追従車両に乗車し、安全確認を行った。次に、被験者は本実験の目的、追従走行、車両間距離、一般車両による影響及び交通安全に関する注意事項等について説明を受けた。

江別西から、20分弱で岩見沢に到着し、数分の休憩を終えた後、前半と同じ要領で岩見沢から江別西までの区間を走行した。江別西に到着し、実験を終えた被験者は、質問用紙において会話内容や感想などを記入した。

## 3. 解析結果

### 3.1 速度による追従挙動の違い

100km/hで追従走行を行っている状態について、被験者ごとに、先行車と追従車の速度、相対速度、車両間距離について示した。16人の被験者のうち11人からデータを得ることができた。残りの5人は、実験機器のトラブルにより収集できなかった。

各被験者とも速度の平均は、追従車は先行車より遅い値となっている。また、追従車の速度の標準偏差は先行車のものより大きくなっており、追従車は速度の乱れが大きいと言える。車両間距離については、被験者には50mで走行するよう指示していたため、45～60mの間に集中しているようである。ただし、被験者によっては平均が40mより短い車間で走行しているものもあり、被験者によって差が見られる。

先行車が80km/hに減速したときの追従走行を行っている状態について示した。なお、先行車は0.2G前後の減速速度で100km/hから80km/hに急減

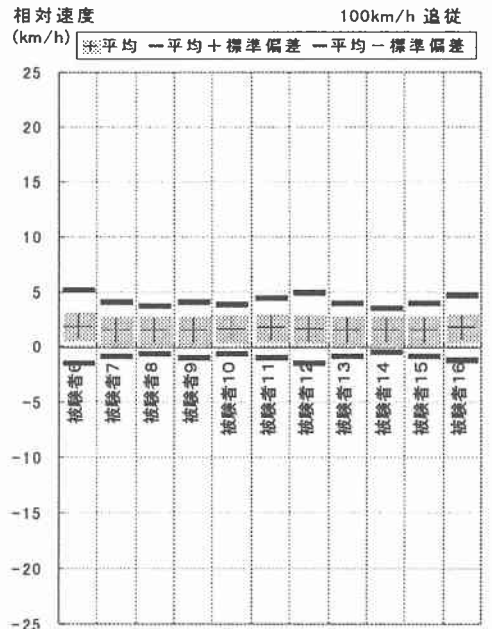
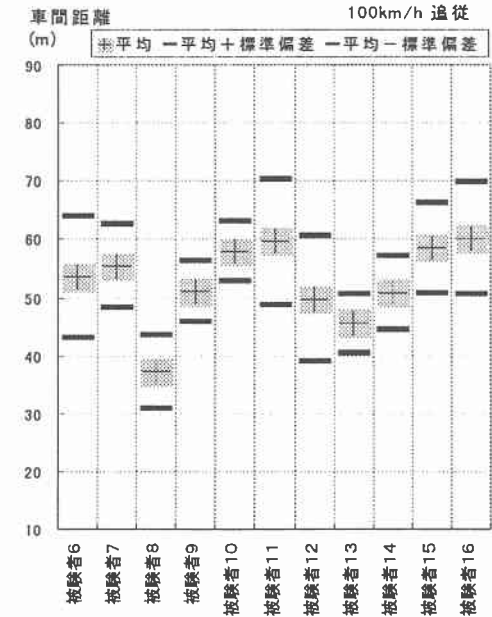


図1 車両間距離と相対速度 (100km/h)

速し、1分間80km/hで走行している。その1分間から前後を抜いた40秒程度のデータについて検討した。11人からデータを得ることができた。

速度の平均は、追従車は先行車より遅くなっているのは同じだが、その差は少なくなっている。車間距離の平均値は、100km/hのものより小さく、また標準偏差も小さくなっている。

### 3.2 会話が追従挙動に及ぼす影響

100km/h と 80km/h で追従走行を行いながら会話をを行っている状態について示した。10人からデータを得ることができた。なお、会話は1分間ほど行われ、その1分間から会話の始まりと終わりを除外した、40~50秒間ほどのデータについて検討した。

まず、被験者ごとに同速度の条件で比較した。速度の傾向は、追従車の速度がわずかに遅く、標準偏差も追従車の方が大きく、会話の有無では目立った違いは見られなかった。

車間距離は、被験者によって傾向が異なっているようである。会話によって車間距離が伸びている、車間距離が小さくなっている、といった2パターンが見られた。

### 3.3 走行挙動

相対速度と車間距離の関係についてグラフ化し、時系列の軌跡を図3に示した。なお相対速度は、正の値が先行車が離れていく状態を、負が接近していく場合を表している。

$$(\text{相対速度} = \text{先行車速度} - \text{追従車速度})$$

この特徴を見てみると、相対速度が0の付近で収束するような、時計まわりの螺旋を描いているようである。

まず、車間距離が56m付近に収束し、そのあと53m、47mの付近でそれぞれ収束している。

相対速度と車間距離に加えて、z軸を時刻として3次元で表現したものが、図4である。

また、z軸を追従車の速度として表現したものが、図5である。

この軌跡の特徴を、日本大学の中山らは、次のようなモデルで再現可能であると考えた。追従走行をしている車両は、走行速度、車頭距離、相対速度感覚の刺激を受けこれらの刺激が小さくなるように加減速を繰り返す。このとき車両は、相対速度0でドライバーが保ちたいと考える希望車

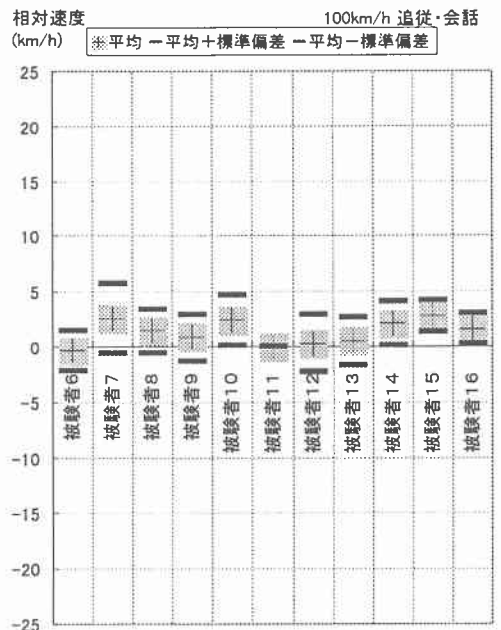
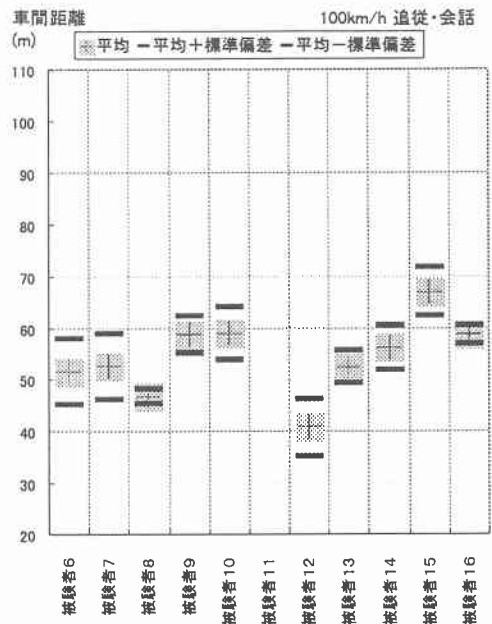


図2 会話中の車間距離と相対速度

頭距離に向かって時計まわりの螺旋の走行軌跡を描く。また中山らは、このような追従現象をスパイラル曲線によって表している。先行車の速度が

一定とすると、相対速度の変化量は単位時間あたりの追従車の加速度で表すことができ、車間距離の変化量は相対速度による走行速度の差となることから、相対速度の変化量を車頭距離の変化量で除することにより、スパイラル曲線の傾きを求められている。

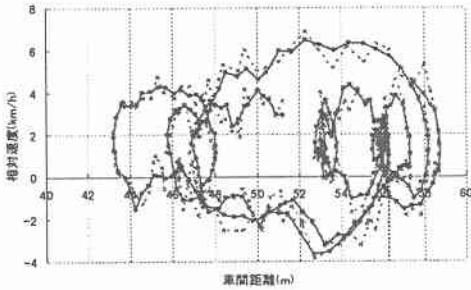


図3 相対速度と車間距離

#### 4. まとめ

本研究では、実際の高速道路本線上において、実車実験を行い、高速道路走行中の運転者の追従挙動について調べた。また、100km/hで追従、80km/hで追従、100km/hで会話しながら追従、80km/hで会話しながら追従の、4つの状況下について検討した。

本研究では、走行速度、相対速度、車間距離の結果を用いて追従挙動の検討を試みた。

実車実験の結果から、これら3つのデータについて統計的に検討を行ったが、被験者によって大きな違いはないように見えた。

今後、相対速度や車間距離などの相互の関係など、統計的な結果からは掴みきれなかった追従挙動の違いについて、詳細な検討を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 中山晴幸、和田幹彦、市川幸太郎：スパイラル曲線を用いた交通流シミュレーションモデルの検討、第13回交通工学研究発表会論文集、1993年11月

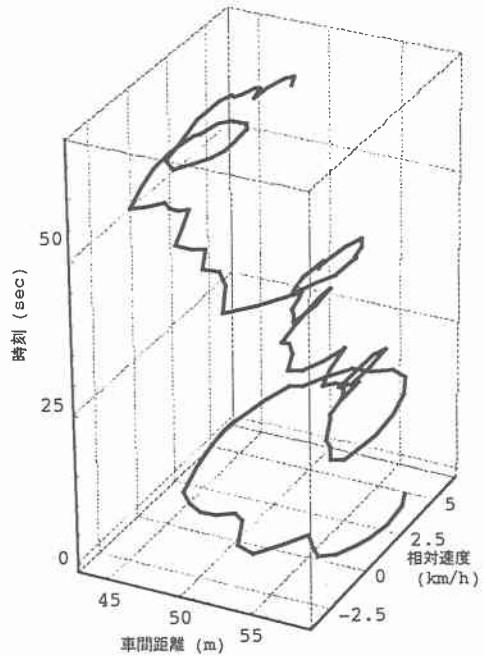


図4 相対速度と車間距離

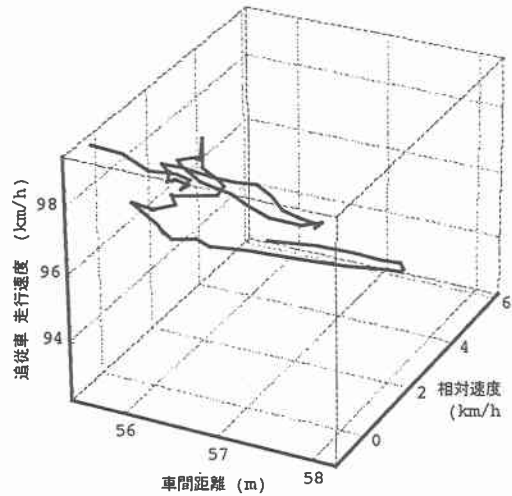


図5 相対速度と車間距離と走行速度