

## ドライバーの交通状況の変化に対する情報認知と 運転行動に関する調査分析

今 田 寛 典\*

### A Study on a Driver's Cognition of Changes in Traffic Circumstances and His Driving Maneuver

Hirofumi Imada\*

The purpose of this study is to analyse the relationship between a driver's cognition of changes in traffic circumstances and his driving maneuver and to understand the driving maneuver. Therefore, the basic experiment using tow cars and the experiment which a subject drives a car in real traffic flow were conducted. And in both experiments subjects were asked about cognition of a visual information on traffic flow. And moreover the methods of those experiments were discussed.

The obtained knowledge are summarized as follow. Firstly the vehicular gap under car following is different between before and after acceleration of a car running ahead. Secondly the vehicular gap is influenced with a driver's cognition of visual information.

#### Key Words (キーワード)

Car following (追従), Cognition of visual information (視覚情報認知), Driving experiment (走行実験), Vehicular gap (車間距離), Traffic density (交通密度), Running speed (走行速度)

#### 1 はじめに

ドライバーは情報の80%<sup>1)</sup>以上を視覚を通して得ており, 得た情報を過去の経験によって蓄積された知識と比較し, 意志決定を行う。

しかし, ドライバーの情報認知や意志決定には個人間変動と個人内変動が存在し, さらにあいまい性が影響している<sup>2, 3)</sup>。これらが交通流を乱している一因であり, 道路のサービス水準の低下にもつながっている。道路交通構成要素には道路, 車両と共に人間が存在し, その人間が重要な要因になっていることを認識しなければならない。村田<sup>4)</sup>はドライバーがとる車間距離に対する認知

について分析をしており, Nan Gung<sup>5)</sup>は, 人間のあいまい性を考慮した運転行動モデルの構築を提案している。また, 「あいまいさ」を理論的に取り扱うことのできるファジィ理論を応用した追従モデルの開発<sup>6)</sup>が試みられている。

このようにドライバーの情報認知と運転行動に関する研究は少なくないが, 本研究もこの種の研究である。特に, 本研究は時々刻々と変化する交通状況に対するドライバーの情報認知が運転行動に及ぼす影響を明らかにする。このため少数の被験者による走行実験を行い, 具体的な運転特性を把握する。さらに, 実験方法を検討することも研究目的の一つである。

\*呉大学社会情報学部 (Faculty of Social Information Science, Kure University)

## 2 走行実験の概要

### (1) 走行実験

走行実験は、前を走る車に対する基本的な追従を調べる走行実験（以降、基本実験と呼ぶ）と、実際の交通流に加わってドライバーの視覚情報に対する認知を調査する走行実験（以降、応用実験と呼ぶ）の2通りである。

基本実験では前を走る車と被験者が運転する車の2台1組で行われる。一方、応用実験は被験者が運転する車1台である。

被験者が運転する車には2台のビデオカメラが設置され、1台は前方の状況を、他の1台はスピードメーターを撮影すると共にインタビュー内容を音声で記録する。また、後で集計しやすいように双方のカメラの時計を合わせておく。

被験者は22～24才の男子学生7人である。7名はいずれも車を保有し、ほぼ毎日車を運転している。なお、被験者にはいつも通りの運転を心がけるよう指示をした。

### (2) 実験場所

基本実験は交通量が非常に少なく、見通しが良く、交差点や信号の影響がない片側2車線道路で行われた。なお、この区間は部分開通された国道の2km区間である。

一方、応用実験は国道2号線の約30km区間で行われた。この区間の車線数は片側1～3車線である。

### (3) 基本実験の目的と方法

追従状態の場合、ドライバーに最も大きな影響を及ぼすものは前車の動きであり、前車の速度や加減速によって自車の速度、車間距離、加減速等を決定する。そこで、追従に関する基本実験は、与えられる情報が前車の動きのみの場合を想定してドライバーの運転特性を調査する。

この基本実験では、(1)追従状態から解放される時の運転特性、(2)追従状態へ拘束される時の運転特性、(3)車線変更可能な場合の運転特性を調べる。

### (a) 追従状態から解放される時の運転特性

前車が速度を上げて後続車が追従状態から解放されるとき、ドライバーがとる行動を調査する。

まず、前車に40km/h、50km/h、60km/hの3種類の速度で走行させ、被験者は前車に追従する。約10秒間追従が続いた後、前車はそれぞれの速度から70km/hまで加速する。その時の被験者の運転行動を記録する。

なお、加速は急な加速（およそ $2.8\text{m/s}^2$ 、2秒に10km/hの加速）と緩やかな加速（およそ $1.4\text{m/s}^2$ 、4秒に10km/hの加速）の2通り<sup>7)</sup>で行う。それぞれ4回分のデータを得た。

### (b) 追従状態へ拘束される時の運転特性

速度の遅い前車に追いつき、追従状態におちいったとき、ドライバーがとる行動を調査する。

また、(a)と比較することにより、追従状態が続いているときの車間距離と自由走行から追従状態に拘束されたときの車間距離に差があるかを検討する。

まず、前車に40km/h、50km/h、60km/hの3種類の速度で走行させ、それぞれ十分な距離を得た後に、被験者に希望速度で走行してもらう。前車に追いつき、減速し、追従状態に入るまでの被験者の運転行動を記録する。それぞれ2回分のデータを得た。

被験者がアクセルペダルやブレーキペダルによる減速を始めるとき、合図をしてもらい記録した。

### (c) 車線変更可能な場合の運転特性

実験は多車線道路上で行い、車線変更可能な場合の運転特性を調べる。また、単車線及び多車線での行動の違いも検討する。

被験者が車線変更可能であると意志表示した後の被験者の運転行動を記録する。前車の速度を40km/h、50km/h、60km/hの3種類に分けてそれぞれ2往復ずつ行った。

### (4) 応用実験の目的と方法

我々は、交通特性や道路特性などさまざまな情報を総合的に判断して行動する。たとえば、同じ50km/hでの追従走行であっても、都市内の多車

表1 認知レベルとその言語レベル

認知レベル	言語レベル	
	速度感	密度感
3	非常に速い	非常に少ない
2	速い	少ない
1	やや速い	やや少ない
0	どちらでもない	どちらでもない
-1	やや遅い	やや多い
-2	遅い	多い
-3	非常に遅い	非常に多い

表2 車種の分類

車種	車幅(cm)	車長(m)
軽自動車	135	2.5
普通自動車	155	4.0
普通自動車(大型)	160	4.5
ボンゴ・小型トラック	170	4.5
中型トラック	170	8.0
大型トラック	220	12.0
バス	220	12.0

線道路と郊外の単車線道路上ではドライバーの運転意識や運転行動に違いがみられる。

本実験は速度、密度、交通量などの物理量やその他の交通状況がドライバーの意識、特に速度感と密度感、さらにドライバーの行動にどのような影響を与えているのかを把握するために行った。渋滞流と自由流のデータを取得するために、朝のラッシュ時から実験を始めた。

質問者は、実験車が定常状態で走行している時、被験者に質問し、速度感と密度感を表1の言語レベルで答えてもらう。

### 3 物理量の推計方法

ビデオを再生して被験者が質問に答えたときの走行速度、車間距離、視覚密度、前車の車種、視覚上の大型車混入率等を数値化、およびカテゴリー化する。

#### (1) 車間距離

まず、車種を表2のように分類し、その車種の幅、長さを決めた。

車間距離のデータは、モニター画面上の前車の車幅をノギスで測り、それを実際の車間距離に較正して求める。較正の方法は著者の文献(2)の方法を準用している。実験に先立って、較正曲線を同定し、その較正曲線より実際の距離を算出する。

また、応用実験では前を走行する車は不特定の

車種であるため、前車の車幅を表2より決める。

#### (2) 視覚密度

本実験で用いている視覚密度 $K$ (台/m)は車内から見える前方の車の台数 $N$ を、その最先端の車と自車との車頭距離 $D$ (m)と最先端の車の長さ $L$ (m)の和で除したものである。

$$K = N / (D + L) \quad (1)$$

#### (3) 視覚上の大型車混入率

視覚上の大型車混入率 $T$ は、 $N$ と大型車の台数 $N_t$ の割合とする。大型車は中型トラック以上とする。

$$T = N_t / N \quad (2)$$

#### (4) 速度の補正

本実験は被験者の所有する車を用いているために速度メーターの誤差を補正する必要がある。そこで、車 $i$ の速度メーターが指す速度 $v_i$ と車 $i$ の測定した真の速度 $y_i$ 間の関係を示す較正式

$$y_i = a_0 + a_1 v_i \quad (3)$$

を最小2乗法で求める。なお、実験に用いた車7台全ての較正式の寄与率は99%以上であった。

## 4 基本的な追従に関する解析

追従状態では速度や加減速は制限され、車間距離がドライバーの運転特性を表す適切な指標になると考えられる。そこで前車の走行状況の変化が、

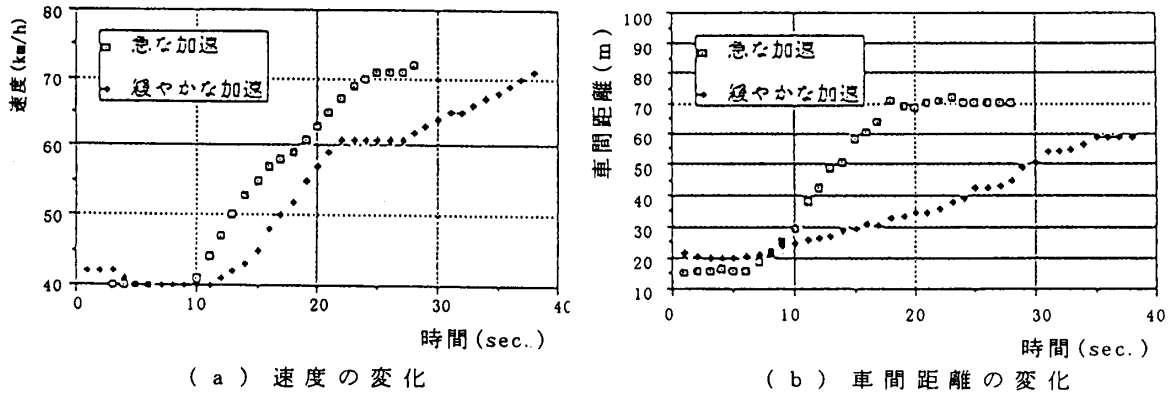


図1 前車が40km/hから70km/hまで加速した場合の追従車の時間変動

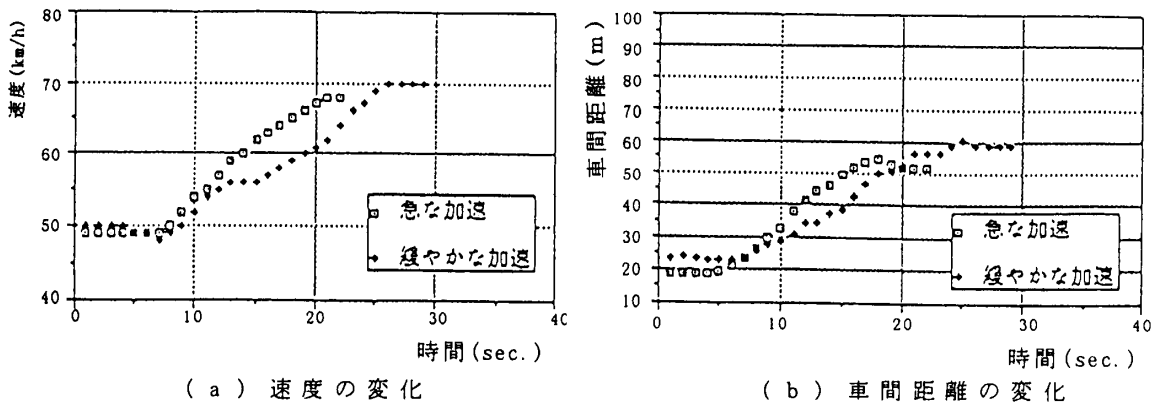


図2 前車が50km/hから70km/hまで加速した場合の追従車の時間変動

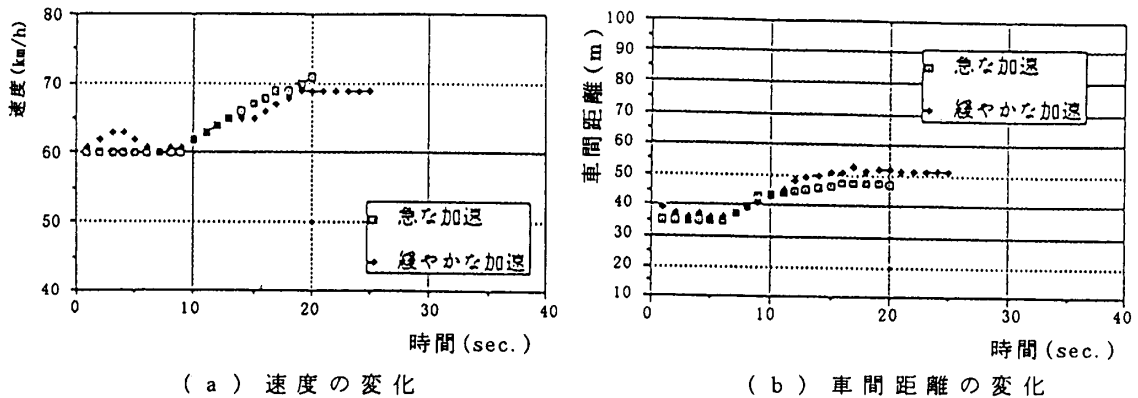


図3 前車が60km/hから70km/hまで加速した場合の追従車の時間変動

直ぐ後を走る被験者の車間距離にどのような影響を及ぼすのかを解析する。

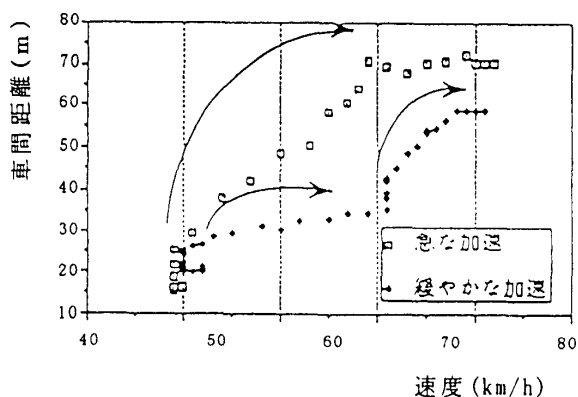
ここでは、被験者1の運転行動を時間軸上に示す。これは、被験者1が7人の被験者の中で中間的な運転特性を示していること、また、速度と車間距離の関係が、従来から言われている右回りの楕円状の曲線<sup>9)</sup>を比較的顕著に表しているためである。なお、他の被験者も同様な関係である。

(1) 追従状態から解放される時の運転特性

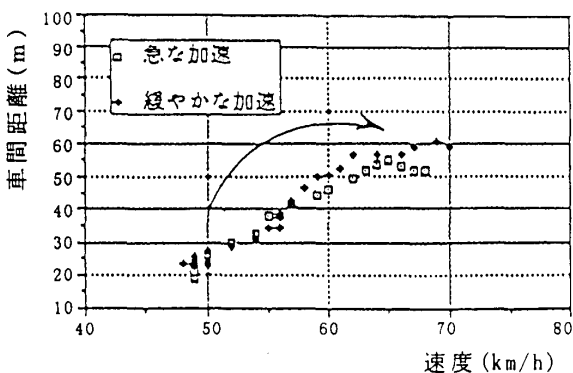
(a) 速度・車間距離の時間的推移

追従状態が継続した後、前車が加速した場合、被験者1がとる速度と前車との車間距離の時間的推移を図1～3に示す。このとき、前車には40、50、60km/hのそれぞれの状態から急加速と緩やかな加速をするよう指示をした。

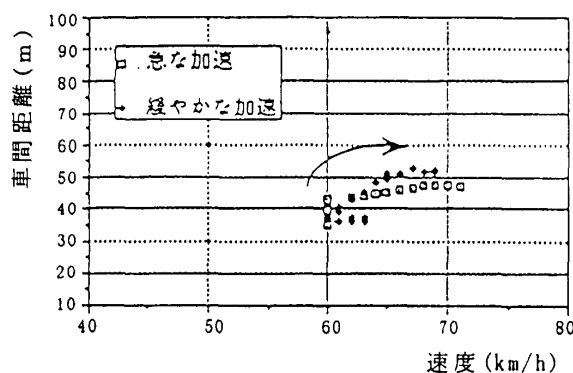
追従している被験者1が加速を開始するのは、



(a) 40km/hから70km/hまで加速



(b) 50km/hから70km/hまで加速



(c) 60km/hから70km/hまで加速

図4 前車が70km/hまで加速した場合の後続車の時間変動

前車が加速を始めてから約3～5秒後である。また、前車が急な加速をした場合、加速を開始する前の速度が低いほど、被験者がとる速度と車間距離の関係と、緩やかな加速の場合の関係との間には差がみられる。しかし、加速前の速度が高くなるほど両者間の差は小さくなる。

(b) 速度と車間距離の関係

追従状態から解放される時の速度と車間距離の関係を図4に示す。

加速時の速度と車間距離の関係は、反応の遅れ

表3 70km/hまで加速した後の車間距離に影響を及ぼす要因

要因	カテゴリー	サンプル数	係数	相関比
個人間変動	被験者1	12	14.03	0.87
	被験者2	12	-8.50	
	被験者3	12	-11.73	
	被験者4	12	-9.06	
	被験者5	12	24.20	
	被験者6	12	-28.13	
	被験者7	12	19.19	
加速の大きさ	急加速	48	0.56	0.03
	緩加速	48	-0.56	
追従時の速度	40km/h	28	5.87	0.22
	50km/h	28	-0.62	
	60km/h	28	-5.24	
平均			42.80	
重相関係数	0.900 (寄与率: 0.810)			

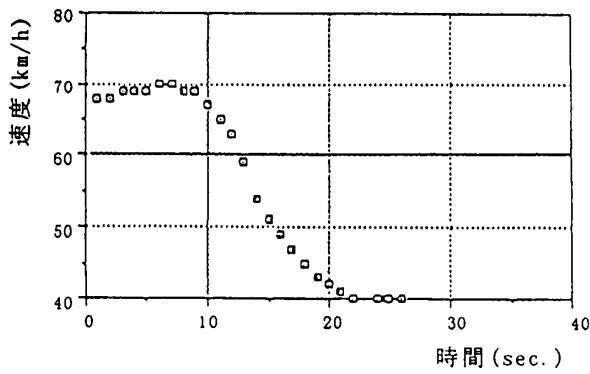
により楕円状の曲線になる。図は楕円形の上部分を描いている。また、40km/hのように2段階で楕円を描いているものも見られる。しかし、楕円の傾きには規則性は認められない。

50km/h時の軌跡と60km/h時の軌跡間の差は小さい。

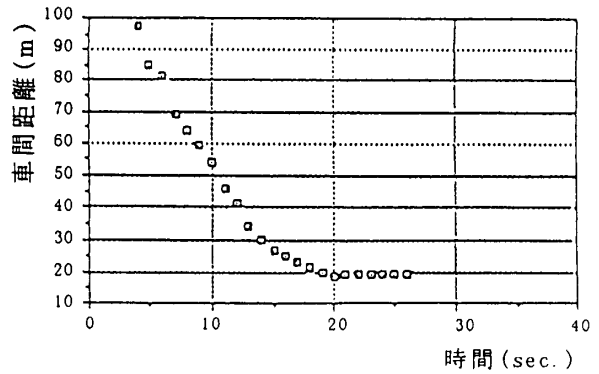
(c) 車間距離の差の検定

(a)と(b)は特定の被験者の行動を分析したものであったが、ここでは個人間変動、追従状態時の速度、前車の加速の大きさ等が車間距離に及ぼす影響を考察する。特に、前車がかなり速い速度で走行した場合を検討する。これは、最近の円滑な交通流においては速度がかなり高くなっていることを考慮するためである。すなわち、70km/h時の車間距離に差が見られるかを多重分類分析(Multiple Classification Analysis)で検討する。用いるデータは全被験者の調査結果である。結果を表3に示す。

MCA結果によると、個人間変動の影響が大きいことは当然の結果であるが、追従時の速度も大きな影響を示していることがわかった。また、追

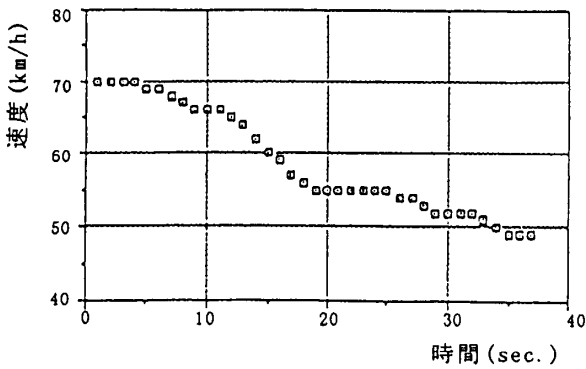


( a ) 速度の変化

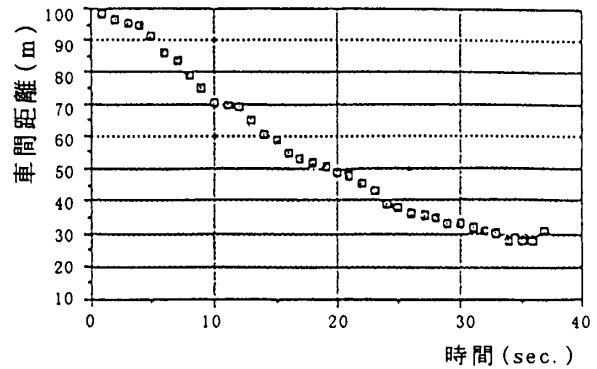


( b ) 車間距離の変化

図5 70km/hから40km/hまで減速した場合の追従車の時間変動

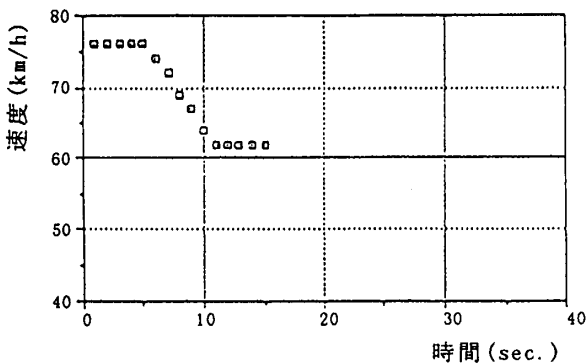


( a ) 速度の変化

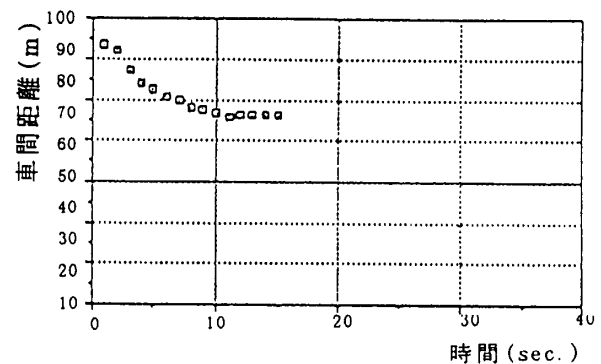


( b ) 車間距離の変化

図6 70km/hから50km/hまで減速した場合の追従車の時間変動



( a ) 速度の変化



( b ) 車間距離の変化

図7 70km/hから60km/hまで減速した場合の追従車の時間変動

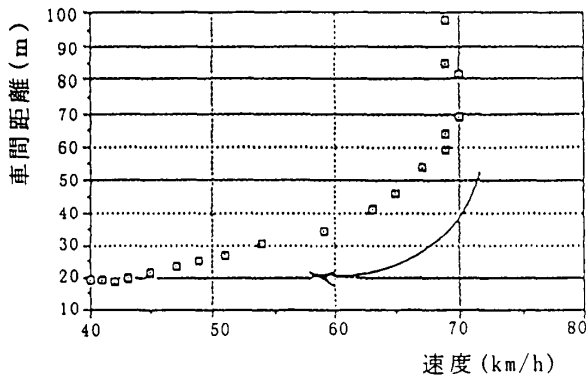
従時の速度が40km/h時の場合加速後の車間距離が大きく、50、60km/hとなるにつれて小さくなっている。

(2) 自由走行から追従状態に移る場合の運転特性

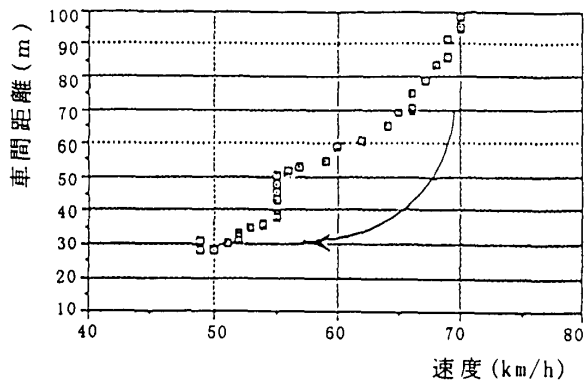
(a) 速度・車間距離の時間的推移

前車が70km/hから減速して40km/hで走行した場合、さらに50、60km/hに減速して走行した場合、被験者1の速度と車間距離間の時間的推移を図5～7に示す。

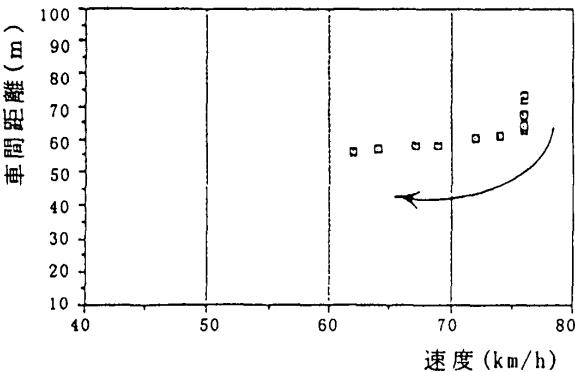
いずれの速度の場合も、前車の速度が後続する



(a) 70km/hから40km/hまで減速



(b) 70km/hから50km/hまで減速



(c) 70km/hから60km/hまで減速

図8 前車が70km/hから減速した場合の後続車の時間変動

車に直接的には影響を及ぼしておらず、車間距離の減少が後続車の減速に大きな影響を及ぼしている。特に前車の減速幅が大きいほど速度および車間距離の時間的推移の傾きが大きくなっている。

(b) 速度と車間距離の関係

自由走行から追従状態になるときの被験者1の速度と車間距離の関係を図8の(a)~(c)に示す。これは前節(1)の(a)とは逆になり、楕円形の

表4 追従走行前の走行状態が追従時の車間距離に及ぼす影響

要因	カテゴリー	サンプル数	係数	相関比
個人間変動	被験者1	18	10.33	0.66
	被験者2	18	-1.96	
	被験者3	18	-1.04	
	被験者4	18	-5.92	
	被験者5	18	8.84	
	被験者6	18	-10.90	
	被験者7	18	0.64	
追従前の状態	追従走行	84	-0.71	0.09
	自由走行	42	1.41	
速度	40km/h	42	-5.91	0.54
	50km/h	42	-1.88	
	60km/h	42	7.79	
平均			20.39	
重相関係数	0.859 (寄与率: 0.738)			

下部分を描いている。また図2と同様に2段階で楕円を描いているものも見られる。しかし、楕円の傾きには規則性は認められない。

(c) 追従前の違いによる車間距離の差の検定

前節(1)と同様に個人間変動の影響を検討する。追従する以前の状態も追従走行であったか、または自由走行であったかが車間距離にどのような影響を及ぼすのかを全被験者の調査結果を用いて検定する。MCA分析結果を表4を示す。

車間距離の差に最も大きな影響を及ぼしている要因は個人間変動であり、次に前車の減速後の走行速度が大きな影響力をもっている。減速後の走行速度が小さくなると、車間距離は小さくなっている。追従前の状態が自由走行の時は、追従状態の時と比較して車間距離は大きくなっているが、個人の違いや走行速度に比べて影響は小さい。

(d) 車線変更可能な場合との比較

自由走行から追従走行になる場合、単車線では減速せざるを得ないが、多車線では車線変更を行うことが可能である。ここではアクセルペダルを緩めるなどの減速開始と車線変更開始時における

表5 車線数が被験者がとる車間距離に及ぼす影響

要因	カテゴリー	サンプル数	係数	相関比
個人間変動	被験者 1	10	20.95	0.84
	被験者 2	12	-10.69	
	被験者 3	12	5.14	
	被験者 4	12	-6.16	
	被験者 5	12	19.55	
	被験者 6	12	-16.36	
	被験者 7	12	-8.93	
車線数	単車線	42	-6.69	0.02
	多車線	40	0.73	
前車の速度	40km/h	28	7.22	0.35
	50km/h	28	-0.53	
	60km/h	26	-7.21	
自車の速度	~55km/h	6	6.39	0.29
	55~60km/h	27	4.58	
	60~65km/h	15	2.85	
	65~70km/h	22	-4.92	
	70~75km/h	9	-3.54	
平均	75km/h~	3	-21.55	
重相関係数	0.847 (寄与率: 0.717)			

車間距離に差があるかを検討する。表5にMCA結果を示す。

(c)と同様に個人間変動に最も大きな差が認められた。また、車線数の違いによる差はみられず、単車線での減速開始も多車線での車線変更開始も前車との車間距離はほぼ等しい。前車の速度が低いほど行動開始の車間距離は大きくなり、また、自車の速度が高いほど車間距離は小さくなる。

## 5. 実際の交通流における解析

### (1) 路側における交通調査から算出される物理量

本研究の走行実験の特徴である車内から視覚を通して得られる物理量は短時間で変化し、かつ車は移動している。そこで、車内から得られるデータの信頼性を確認するため、路側からの交通調査を単車線道路と多車線道路の2ヶ所で行い、速度・

表6 現実の交通流に加わった走行実験で得られたデータ数

被験者	単車線	2車線	3車線	計
1	38	35	10	83
2	44	21	11	76
3	40	18	13	71
4	42	28	10	80
5	33	23	9	65
6	44	20	10	74
7	36	23	7	66
計	277	168	70	515

密度・交通量の関係と車内から見た速度・密度・交通量の関係を比較する。

調査は午前8時以降に行った。調査場所は応用実験を行う国道2号線上の単車線部分と多車線部分の2個所である。

まず、横断歩道橋上にビデオカメラを設置し、およそ30分間撮影した。あらかじめ道路上に2つの目印を置き、その距離 $L_0$ (m)を測っておく。ビデオを再生して任意の車が区間 $L_0$ を通過する時間 $t$ (sec.)を測定し、さらにその任意の車が区間 $L_0$ に到着したとき区間 $L_0$ 内に存在する車の台数 $N$ をカウントする。走行速度を $V'$ (km/h)、密度を $K'$ (台/km)とすれば、 $V'$ 、 $K'$ はそれぞれ

$$V' = 3.6 L_0 / t \quad (4)$$

$$K' = 1000 N / L_0 \quad (5)$$

により求められる。また、交通量 $Q'$ は

$$Q' = K' \cdot V' \quad (6)$$

により求められる。ところで、本論文では密度の単位は台/100mを用いるので、

$$K' = 100 N / L_0 \quad (7)$$

となる。

$K' \cdot Q' \cdot V'$ の関係を図5に示す。

### (2) 走行実験データから算出される物理量

表6は応用実験で得られたサンプル数である。また、応用実験から得られた視覚密度 $K$ 、走行



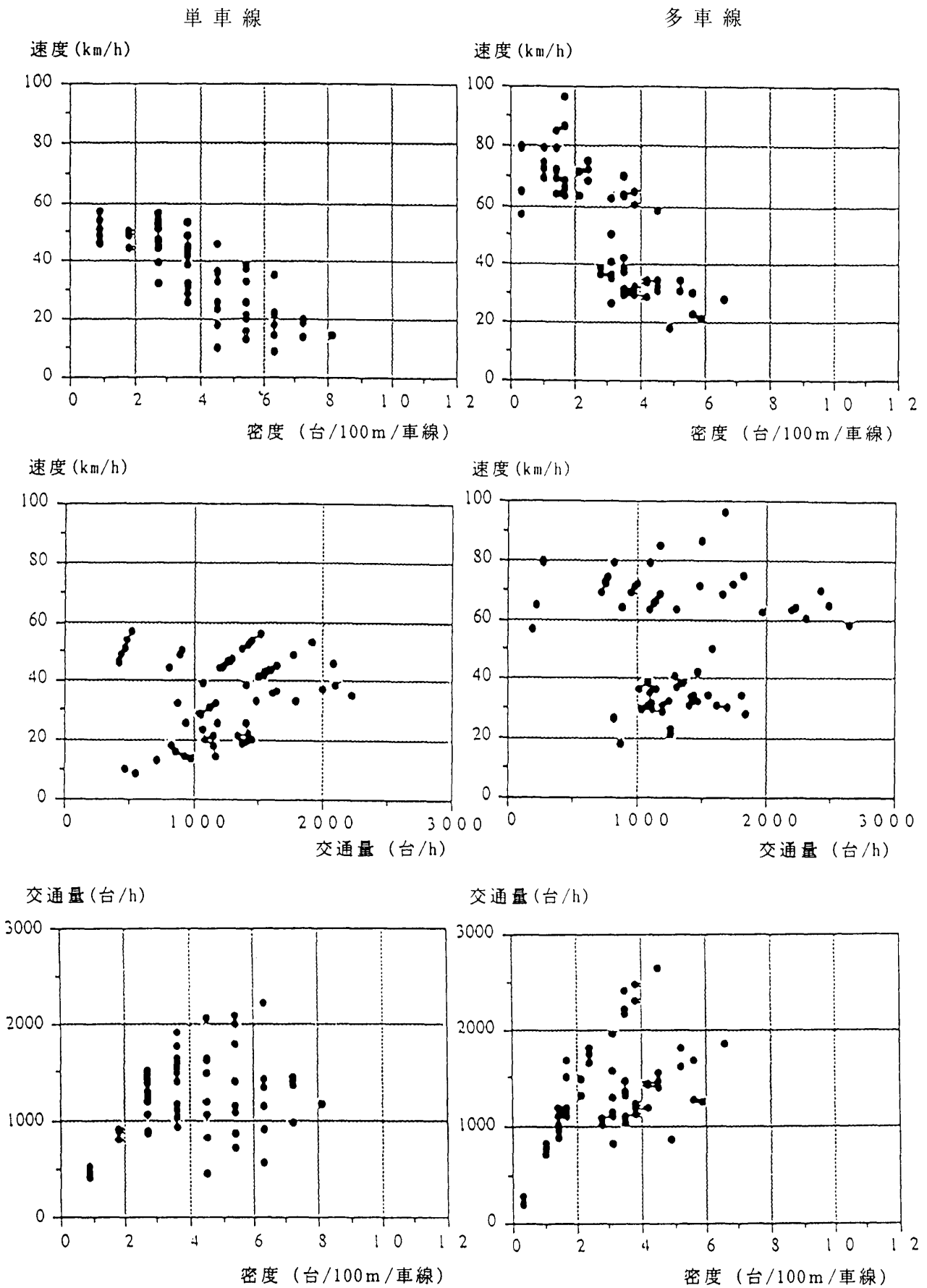


図9 路側で行った交通量調査結果から求めた交通流の基本的性質

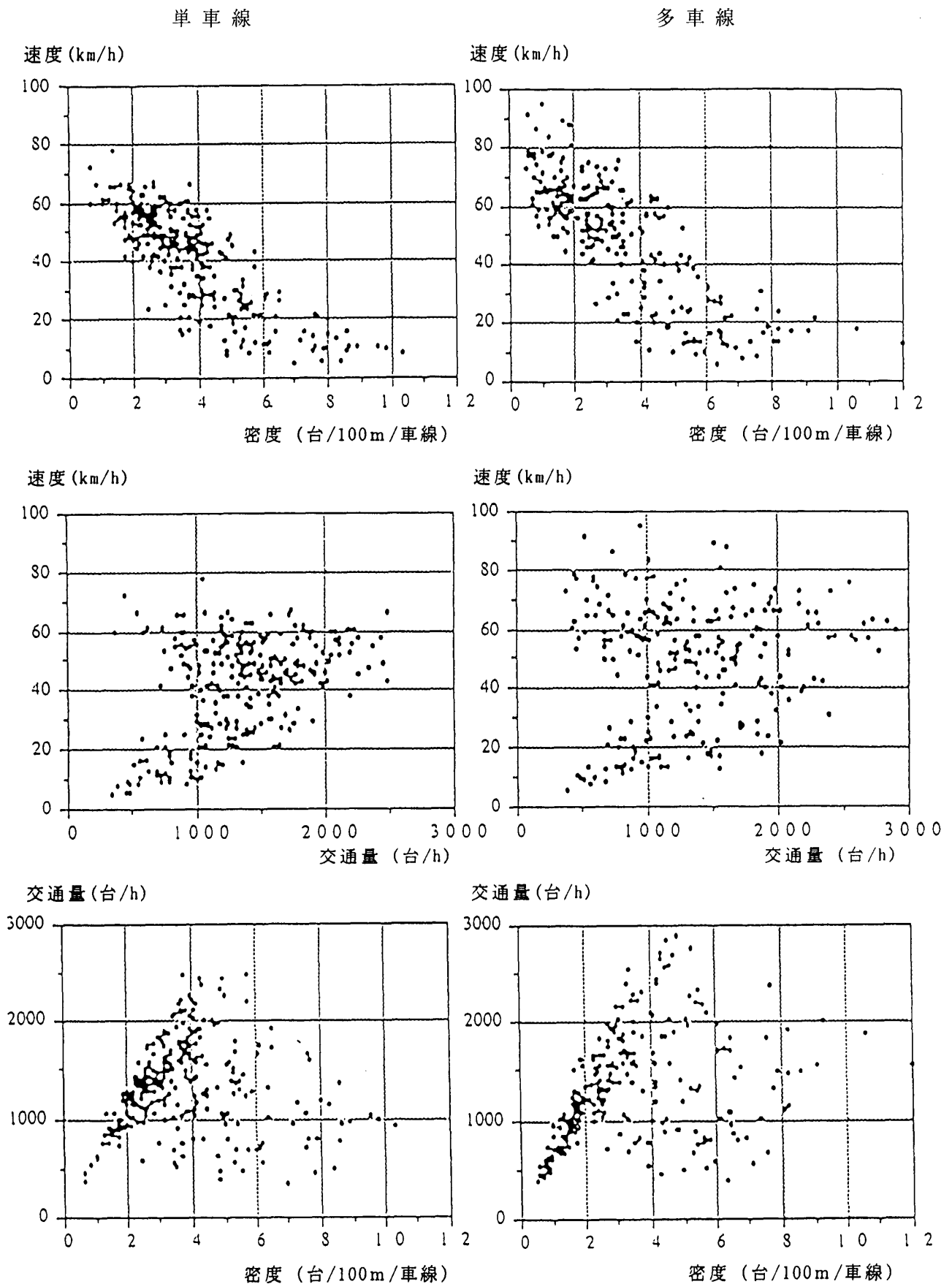


図10 車内に設置したビデオから求めた交通流の基本的性質

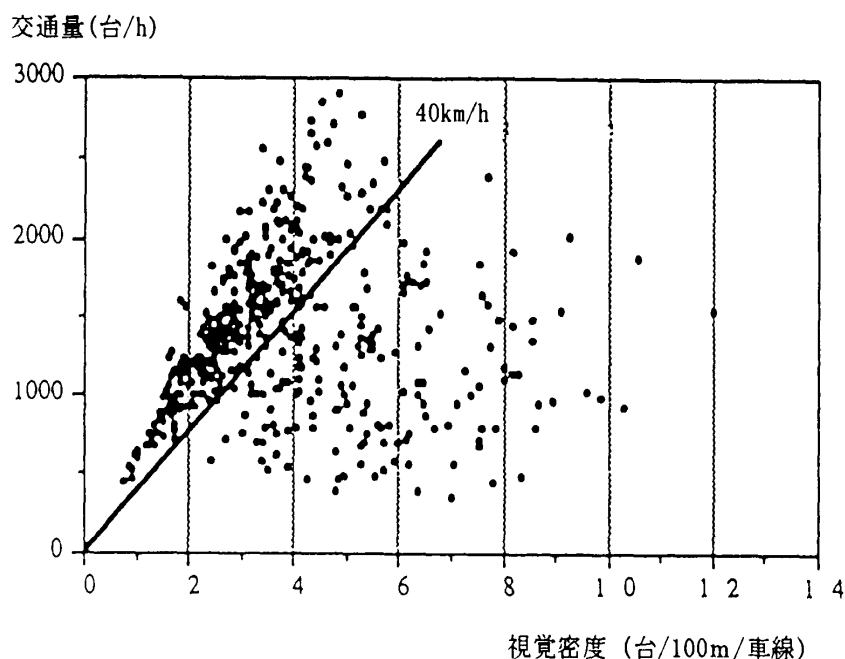


図11 視覚密度と交通量との相関

速度  $V$ 、交通量  $Q$  の関係を図10に示す。なお、交通量  $Q$  は

$$Q = K \cdot V \quad (8)$$

により求めた。

図9、10に示された速度、密度、交通量の関係は、これまで多く調査されている結果<sup>9, 10)</sup>とほぼ等しい結果をしている。また、図9と図10を比較すると、プロットされた点のばらつき幅、傾き、切片はほぼ等しいことが分かる。したがって、ドライバーの視覚から得られる物理量の信頼性は非常に高いといえる。

### (3) ドライバーの行動分析

自由走行をしている場合、ドライバーは走行速度を調整できる。追従状態になると、走行速度は前車に拘束され、ドライバーは速度を調整することよりも車間距離を調整することが主となる。そこで、車間距離をドライバーの運転特性を表す指標としてドライバーの行動を分析する。

本節では車間距離が60m以上では自由走行とみなし<sup>11)</sup>、60m以内のものを追従走行とする。

#### (a) 車間距離と交通状況の関係

車間距離は前車の速度に強く影響されることは前章で述べたが、実際の交通流では他の多くの交通状況が車間距離に影響している。ただし、渋滞流の交通現象と自由流とは性質が異なるため分けて考慮する必要がある。図11に視覚密度と交通量の相関を示す。この図上に  $Q=40K$  の直線を示す。この直線より自由流と渋滞流との境界の速度は40 km/hであると判別できる。

ここで、40km/hを境界に、渋滞流時の車間距離  $S_1$  と自由流時のそれ  $S_2$  を目的変数として重回帰分析を行う。説明変数として走行速度  $V$ 、視覚上の大型車混入率  $T$ 、前車の車種  $C$ 、車線数  $N$  を用いた。

重回帰分析の結果を表7に示す。車間距離に影響を及ぼす要因は走行速度の他に、渋滞流の場合は車線数が危険率1%で有意であり、自由流の場合は前車の車種と視覚上の大型車混入率がそれぞれ危険率1%、5%で有意であった。

すなわち、渋滞流の場合多車線になると単車線の場合よりも車間距離は短くなっている。これは、多車線上では車間距離を長くすれば、他車に割り込まれるという心理のためと思われる。一方、自

表7 渋滞流と自由流での車間距離に影響を及ぼす要因に関する重回帰分析

重回帰式	R <sup>2</sup>	F値
$S_1 = 7.80 + 0.28V - 2.30N$ (7.34**) (6.91**) (-3.02**)	0.263	30.31**
$S_2 = 8.83 + 0.35V - 5.80C - 5.95T$ (2.20*) (4.97**) (2.89**) (-2.13*)	0.097	10.37**

( )内はt値, \*\*危険率1%有意, \*危険率5%有意

表8 被験者がとる速度別平均車間距離 (m)

被験者	40km/h	50km/h	60km/h
1	19.3	21.5	40.5
2	12.5	13.3	24.4
3	14.1	19.8	24.4
4	8.7	12.1	18.7
5	22.0	25.4	39.9
6	7.5	9.1	10.4
7	13.7	21.0	35.0

自由流では、前車が大型車であれば、車間距離は長くなり、大型車混入率が大きくなると、短くなる。しかし、渋滞流ではこの傾向は認められない。

また、自由流の寄与率R<sup>2</sup>は渋滞流のそれよりもかなり小さい。自由流での車間距離は渋滞流のそれよりもばらつきが大きく、考慮した要因以外のものが大きく影響していると理解できる。たとえば、個人間変動または個人内変動の影響が大きいと予想される。

基本実験で調査した追従時の車間距離を被験者が前車の影響のみを受けるときの車間距離であると仮定する。表8は基本実験で得られた車間距離を速度、被験者別に平均した値を示す。自由流での車間距離のばらつきはこの被験者間のばらつきによく類似しており、自由流の車間距離は個人間変動が影響していると考えられる。

#### (b) 車間距離と運転意識の関係

同じ速度でも速く感じたり、遅く感じたりする。

このことが自由流での車間距離のばらつきを説明できると予想される。ここでは、自由流での車間距離はドライバーの速度感や密度感にどのように影響されるかを分析する。

いま、走行速度を35~45, 45~55, 55~65km/hに分割し、それぞれの代表値を40, 50, 60km/hとする。その時の車間距離と、表8に示される前車の影響のみを受けた車間距離の差(式(9))を40, 50, 60km/hの速度別に多重分類分析(MCA)を行った。考慮する要因として被験者、速度感、密度感、前車の車種を用いた。

$$S_{i(p)'} = S_{ir}(p) - S_{ib}(p) \quad (9)$$

$S_{i(p)'}$ : 被験者pがi km/hで走行するとき車間距離の差

$S_{ir}(p)$ : 被験者pがi km/hで実際の交通流の中を走行したとき車間距離

$S_{ib}(p)$ : 被験者pがi km/hで走行した基本実験で得られた車間距離

表9は40, 50, 60km/hにおける車間距離の差のMCA結果を示す。

これを見ると、速度感での修正偏差は「遅く感じる」ほど負に、「速く感じる」ほど正に影響している。しかし、密度感ではこのような傾向は認められない。また、前車が大型車だと車間距離は大きくなる傾向がある。

さらに、各要因の偏相関比を40, 50, 60km/h別に表9に示す。これをみると、個人間変動の偏相関比が60km/hで最も大きく、速度が高くなると車間距離は個人間変動に大きく影響されている。また、速度が高くなると、密度感と前車の車種の偏相関比はともに小さくなっていることから、低速走行であるほど密度感と前車の車種は車間距離に影響を与えていると言える。しかしながら、速度感ではどの速度でも偏相関比はほぼ一定である。

#### (c) まとめ

追従状態下での車間距離は前車の走行速度の影響が一番大きく、速度が大きくなるほど車間距離は広くなる。また、渋滞流に比べ自由流では車間距離のばらつきが大きくなっている。これは、自由流では個人間変動の影響が大きいと考えられる。

表 9 被験者の速度と密度に対する感覚と被験者がとる車間距離

(a) 40km/h

要 因	カテゴリー	サンプル数	偏 差	相関比	修正偏差	偏相関比
個人間変動	被験者 1	8	-1.23	0.42	-2.98	0.47
	被験者 2	12	-4.51		-3.34	
	被験者 3	8	1.95		0.01	
	被験者 4	12	4.66		5.65	
	被験者 5	10	-1.85		-1.37	
	被験者 6	6	3.80		5.36	
	被験者 7	7	-1.70		-3.22	
速 度 感	- 2	4	-1.22	0.27	-1.40	0.21
	- 1	31	-1.66		-1.14	
	0	18	2.45		0.72	
	1	9	0.37		2.09	
	2	1	8.77		9.04	
密 度 感	- 3	4	0.88	0.40	-1.80	0.35
	- 2	21	-3.02		-1.07	
	- 1	19	0.68		0.42	
	0	16	4.17		3.16	
	1	2	-7.47		-8.57	
前車の車種	普通車	55	0.02	0.01	-0.36	0.12
	大型車	8	-0.15		2.48	
平 均			7.36			
重相関係数	0.592 (寄与率 : 0.350)					

(b) 50km/h

要 因	カテゴリー	サンプル数	偏 差	相関比	修正偏差	偏相関比
個人間変動	被験者 1	25	-4.81	0.40	-0.47	0.40
	被験者 2	17	-2.49		-1.13	
	被験者 3	19	5.00		4.24	
	被験者 4	16	5.79		5.92	
	被験者 5	14	1.49		1.47	
	被験者 6	11	0.42		0.32	
	被験者 7	10	-4.84		-6.26	
速 度 感	- 1	15	-2.32	0.14	-2.29	0.13
	0	37	1.87		1.68	
	1	38	-0.96		-0.69	
	2	22	0.09		-0.08	
密 度 感	- 2	5	-1.08	0.17	0.51	0.19
	- 1	29	-1.32		-1.57	
	0	47	0.75		0.70	
	1	23	-1.47		-1.60	
前車の車種	普通車	85	-0.07	0.01	-0.33	0.06
	大型車	27	0.23		1.03	
平 均			9.12			
重相関係数	0.457 (寄与率 : 0.209)					

(c) 60km/h

要因	カテゴリー	サンプル数	偏差	相関比	修正偏差	偏相関比
個人間変動	被験者 1	14	-15.26	0.76	-15.57	0.76
	被験者 2	11	-3.45		-1.73	
	被験者 3	11	5.83		1.92	
	被験者 4	16	14.07		13.25	
	被験者 5	13	-3.89		-2.67	
	被験者 6	23	6.42		7.79	
	被験者 7	14	-9.62		-10.05	
速度感	- 1	5	-1.71	0.23	-7.89	0.20
	0	18	1.82		-1.48	
	1	32	-2.37		-0.96	
	2	41	-0.19		1.75	
	3	6	9.92		4.16	
密度感	- 2	4	9.32	0.31	6.88	0.16
	- 1	17	-1.34		1.36	
	0	27	-3.23		1.31	
	1	31	-1.63		-1.93	
	2	22	5.96		-0.94	
前車の車種	普通車	77	-2.02	0.28	-1.32	0.02
	大型車	25	6.21		4.07	
平均			2.51			
重相関係数	0.807 (寄与率 : 0.651)					

さらに、同じ個人であっても前車の車種や大型車混入率、さらに交通状況に対する認知の仕方が異なる個人内変動が存在するためと考えられる。また、基本実験より追従前の状態や速度によって車間距離に差があることが確認されており、このことも車間距離のばらつきに影響を与えていると考えられる。

実際の運転では、ドライバーは車間距離だけでなく、速度、加減速度、車線変更など数多くの行動をとると考えられるが、それらの行動もさまざまな交通状況の影響を受けるとともに、ドライバー個人個人の意識により大きく変化している。今後より一層個人内変動に注目した実験、分析が重要となる。

## 6 結 論

本研究で得られた知見を以下に示す。

まず、基本的な追従に関する実験より、

- (1) 前車が加速することによって追従状態から解放される場合、たとえ前車が加速し終えた後、加速前と同じ速度になったとしても加速開始前の速度が小さいほど加速後の車間距離は大きくなる傾向が見られる。
- (2) 追従状態が続いた場合と自由走行から追従状態になった場合、車間距離には若干の差がみられるが、明確な傾向は認められない。今後多くのデータ分析が必要とされる。
- (3) 単車線道路において前車が減速を開始した時の車間距離と、多車線道路における車線変更開始時の車間距離はほぼ等しい。などがわかった。次に、実際の交通流に加わった走行実験により、
- (4) 現実の交通流では車間距離は速度に大きく影響されるが、渋滞流と自由流においても異っている。また、ドライバーの意識や情報認知によっても車間距離は異なっている。
- (5) 自由流における車間距離は、速度が低いほ

ど密度感と前車の車種の影響を受けている。などがわかった。最後に、走行実験の方法について考察する。

- (6) 真に知りたい現象を再現する実験的技法である基本実験では、研究者が独立変数を統制し、操作することができる。追従現象のみを解析するような基本的な現象解析には適した手法である。一方、現実の交通流の中での現象を観測する観察的技法である応用実験間では、問題とする変数の変動を測定し、変数間の相関を調べるものである。しかし、研究者が変数を操作することは困難であり、変数は測定されるだけである。したがって、観察される関係は見かけ上の可能性がある。そのため、2つの実験を行い、比較することは意義深いことである。
- (7) ドライバーは時々刻々と変化する交通状況を視覚を通して収集するために、応用実験では車内から見える視覚上の交通状況を数量化およびカテゴリー化すること、さらに被験者に対するインタビュー調査を行ってデータ整理をした。これはドライバーの意識と行動を考える上で意義のあることである。しかし、ドライバーは実際の運転では前方の交通状況だけでなく横や後方の交通状況、道路線形、天候、時間帯、また時間的な状況変化などを総合的に判断して行動をしている<sup>2)</sup>。このため新しい実験手法の開発が必要である。たとえば、コンピュータを用いたバーチャルリアリティは有力な手段になると考える。

## 参考文献

- (1) 交通工学研究会編：交通工学ハンドブック，技報堂，pp. 57, 1973
- (2) 今田寛典：ドライバーの視覚情報認知と運転行動，社会情報学研究，Vol. 3, pp. 19-36, 1997
- (3) 今田寛典：ドライバーの視覚情報認知過程－車線変更を例として－，社会情報学研究，Vol. 4, 1998, pp. 1-17
- (4) 村田隆裕：自動車運転者の車間距離認知，交通工学，Vol. 22, No. 5, pp. 21-29, 1987
- (5) Moon NAMGUNG, 門田博知, 今田寛典：運転者のあいまい性を考慮した運転行動解析，土木計画学研究・論文集，No. 14(1), pp. 359-366, 1991
- (6) 大口敬他：ファジィ推論を用いた車両の追従挙動モデル，土木計画学研究・講演集，No. 13, pp. 221-228, 1990
- (7) 尾崎晴男：自動車の追従走行挙動に関する研究，土木計画学研究・講演集，No. 14(1), pp. 375-380, 1991
- (8) 山田稔他：街路の追従走行における速度と車間距離の変動に関する研究，土木計画学研究・論文集，No. 10, pp. 87-94, 1992
- (9) 藤田大二：交通現象と交通容量，技術書院，1987
- (10) 社団法人交通工学研究会：道路交通データブック，1988
- (11) 越正毅他：渋滞時の交通流現象に関する研究，土木学会論文報告集第306号，pp. 57-70, 1981