

高速道路における接近追従走行出現の背景分析

AN ANALYSIS STUDY ON SHORT SPACING OCCURANCES ON EXPRESSWAYS

田中聖人*

By Seijin TANAKA

On expressways, it is widely noticed that drivers do not consider the safety spacing between vehicles according to the running speed. Therefore, the objectives of this research are to get, at first, the size of the problem, and to classify the psychological demands which result in this dangerous situation. Also, a questionnaire survey, on hearing base, was conducted on drivers, and it was found that "the desire to speed" is the main reason for running in short spacing. Next, another experimental work was designed to find the spacing necessary to transmit this desire to the preceding driver. This can give an explanation to the effecting factors in the problem of short spacings on expressways.

1. はじめに

高速道路は、快適で自由にしかも高速で安全に走行できる道路であるが、近年の交通量の増大とともに、ドライバーは前後左右の車の動きを意識した運転を強いられるようになってきた。また、高速道路の本線上に低速の車の流れや停止した車の列が存在しているような交通状態も頻繁に出現するようになり、ドライバーは片時も前方への注意を怠れない走行状況にある。このような走行状況下にある高速道路ではドライバーは車をいかに道路線形に合うようにもっていくかよりも、いかに車間距離を設定して前車に追従するか、他車の動きの変化をいかにすばやくつかみ、適切な行動をとるかが安全上極めて重要なこととなる。ところが、実際の高速道路における走行状態を見ると、安全上望ましい走行状態とは

大きく異なり、いつ追突事故が発生してもおかしくないような危険な車間距離での追従走行がおこなわれている。

従来より、車間距離を取り扱った研究例は多い。ドライバーの車間距離見積もり能力を扱ったもの¹⁾²⁾³⁾、夜間の接近追従現象を扱ったもの⁴⁾、前車の視認性と車間距離の関係を扱ったもの⁵⁾、前車・後車の車間距離の関係や追従時の車間距離の危険性を扱ったもの⁶⁾などがある。しかし、高速道路において日常的に出現している接近した追従走行の背景説明を取り扱った研究は極めて少ない。

本研究は、接近追従走行はドライバーの速く行きたいという欲求表現の一形態であり、車間距離が前車への欲求伝達の手段となっていると考え、このような速度欲求の存在することを明らかにするとともに、車間距離に対する前車・後車のドライバーの反応を調べることにより、接近追従走行出現の背景について考察したものである。

*正会員 大阪大学助手 工学部土木工学科
(〒565大阪府吹田市山田丘2-1)

2. 追従走行の分類

接近追従走行の出現する背景を検討する場合、追従ドライバーの心理要素を考慮して追従走行を分類しておくことが重要である。追従時のドライバーの心理要素としては速く行きたいという欲求（速度欲求という）と安全態度がある。ドライバーはこの二つの心理要素を折り合わせながら追従時の車間距離を決定しているが、大きく分けると表-1に示すような4つのタイプの追従走行状態が考えられる。タイプⅡは一般に追い上げ走行と呼ばれるものである。接近追従走行となるのは、タイプⅡとタイプⅦであるが、本研究はタイプⅡに着目したものである。

表-1 追従走行のタイプ

タイプ	速度欲求	安全態度	車間距離	走行状態
I	不満	重視	大	追従
Ⅱ	不満	軽視	小	追い上げ
Ⅲ	満足	重視	大	追従
Ⅳ	満足	軽視	小	追従

3. 接近追従走行の実態

(1) 使用データ

2つのデータを用いた。1つは、昭和56年10月～11月の昼間時に名神高速道路の茨木～京都南間の5つの地点において、40m区間の車の流れを8ミリカメラで撮影し、フィルム解析より得られた車間距離データである。他の1つは、昭和58年11月の昼間時に名神高速道路の西宮～京都南間で実験車を走行させ、実験車に追従する一般車の車間距離を車間距離計で測定することにより得られたデータである。

(2) 接近追従の実態

図-1はフィルムデータより得られた高速車の車間距離分布を車線別に示したものである。追越車線についてみると車間距離10～20mの比率が32.1%と最も高く、続いて20～30mの22.9%となっている。10m以下の車間距離も7.2%ほど存在している。図-2は走行実験により得られた高速車の車間距離の累積分布を示したものである。追越車線についてみると30m以下の追従が63.

1%、20m以下の追従が31.7%となっている。このように、実際には多くの車が高速でしかも接近した危険な車間距離で追従走行をおこなっている。

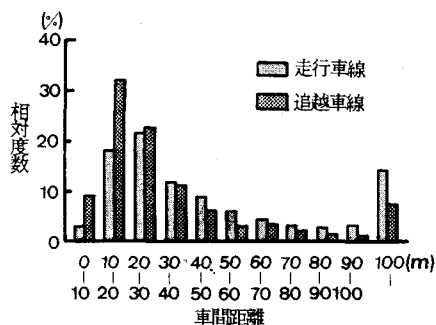


図-1 通常走行時の車間距離分布

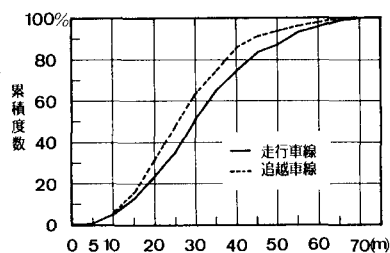


図-2 車線別車間距離の累積度数分布

4. 速度欲求伝達型追従の存在

ドライバーが速度欲求を前車に伝えるためにおこなう接近追従が高速道路において存在していることを示すために、ここでは、高速でしかも20m以下の短い車間距離での追従を接近追従と定義して以下のようなドライバーへのヒヤリング調査をおこなった。

(1) 調査概要

調査項目：①接近追従の頻度、②接近追従の理由、

③接近追従時の危険感、④個人属性

調査日時：昭和60年12月16、17日

調査場所：名神高速道路下り線吹田サービスエリア内

調査方法：サービスエリア内に休憩中のドライバーに、調査員が直接、接近追従走行の写真および質問内容を提示しながらヒヤリングをおこなった。ヒヤリングできたドライバーは236人（一般ドライバー145人、職業ドライバー91人）であった。

(2) 調査結果

表-2は接近追従をおこなう頻度を示したものである。「よくある」と答えたドライバーは全体の約26%を占め、「時々ある」まで含めると58%を占めており、ドライバーは意識的に接近追従をおこなっているといえる。つぎに、表-3は接近追従時の危険感を示したものである。9割以上のドライバーが危険を感じており、安全を軽視した接近追従をおこなっている。図-3は接近追従をおこなう理由を示したものである。図中の指摘率はある理由へ反応したドライバー数を全ドライバー数で除したものである。最も多く指摘された理由は「全体の流れに合わせるため」(64.4%)であり、つづいて、「後車が詰めてくるため」(45.8%)、「速度欲求を伝えるため」(35.6%)となっている。積極的理由の中では「速度欲求を伝えるため」の指摘が最も多い。このように、高速道路での接近追従は多様な理由によっておこなわれているものの、速度欲求を前車に伝えるための接近追従も少なからず出現しているといえる。

表-2 接近追従をする頻度

頻 度	データ数
よくある	61 (25.8)
時々ある	76 (32.2)
まれにある	25 (10.6)
ほとんどない	74 (31.4)
合 計	236 (100)

注) 単位: 人 () 内は%

表-3 接近追従をするときの危険感

危 険 感	データ数
非常に危険だと感じている	147 (65.6)
やや危険だと感じている	59 (26.3)
それほど危険であるとは思っていない	14 (6.2)
まったく危険であるとは思っていない	4 (1.8)
合 計	224 (100)

注) 単位: 人 () 内は%

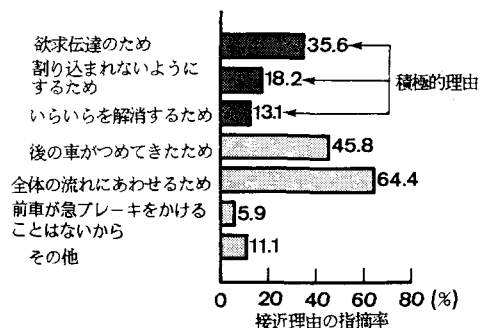


図-3 接近理由 (データ数: 236人)

5. 車間距離に対する反応

ここでは、ドライバーが速度欲求が前車に伝わると感じる時の車間距離、後車からの追い上げを感じる時の車間距離および両者の大小関係について明らかにする。

(1) 車間距離と占有領域の関係

ドライバーは、図-4に示すように安全感覚によって決定される占有領域を前後に設定しながら走行している。後車が、これらの占有領域よりも長い車間距離で追従していれば、前車・後車のドライバーは心理的に安定した走行状態にある。一方、後車が速度欲求を前車に伝えようとするれば、車間距離を短くし、前方占有領域内に前車を取り込むことになるが、その場合、前車の後方占有領域よりも車間距離が長ければ速度欲求は伝達されず、前車ドライバーは心理的に安定した走行を維持するので、後車はさらに車間距離を短くすることになる。しかしながら、これまで前方占有領域と後方占有領域の大きさおよびその大小関係は明らかにされていない。

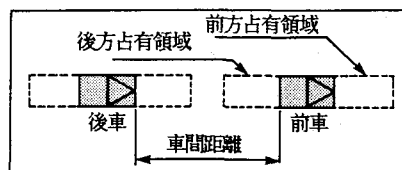


図-4 ドライバーの占有領域

(2) 実験の概要

今回おこなった2種類の追従走行実験の概要は以下のとおりである。

a) 実験1

i) 目的

後車ドライバーが接近していき、速度欲求が前車に伝わったと感じるときの車間距離と、そのときの前車ドライバーの反応を得ること。

ii) 実験方法

実験は、昭和60年12月の天気の良い昼間に中国自動車道においておこなった。用いた器具は、実験車2台（後車：トヨタクラウン、前車：マツダファミリア）、車間距離測定器（名古屋電気製MT-100C）、タコグラフ（矢崎製）、ルームミラー（62×240、5mm、平面鏡）である。被験者は20才代の若い男性10名であった。全員がほぼ毎日運転し、高速道路の走行経験も有していた。測定項目は、後車ドライバーが「速度欲求がなんとか伝わる」および「十分伝わる」と感じる時の車間距離と、そのときの前車ドライバーの反応である。前車ドライバーの反応は、ルームミラーを通して見たときの後車からの追い上げられ感について「強く感じる」～「全く感じない」の5段階評価により得た。前車の速度条件は60 km/h、70 km/h、80 km/hの3段階とした。実験の手順はつぎの通りである。被験者2人1組となり、それぞれ前車ドライバー、後車ドライバーとなる。2台の実験車は離れた状態で走行しながら、前車は設定された速度に調節し、それを保持する。その後、後車は前車に近づき、「速度欲求がなんとか伝わる」と感じる車間距離まで接近し追従する。そのとき、後車に同乗の測定員は車間距離を読取り、前車の測定員はドライバーの追い上げ感を聞き取る。続いて、後車は「速度欲求が十分伝わる」と感じる車間距離まで接近し追従する。そのとき再び車間距離と追い上げられ感が測定される。このような実験が1人につき、30回（速度水準3×速度伝達欲求水準2×繰返し5回）おこなわれた。

b) 実験2

i) 目的

後車の設定する車間距離と前車ドライバーの追い上げられ感との関係を得ること。

ii) 実験方法

実験の日時、道路、被験者、実験車、器具等はすべて実験1と同じである。

実験条件は、速度を60 km/h、70 km/h、

80 km/hの3種類、車間距離を10～40mを5m刻みにした7種類として、 $3 \times 7 = 21$ 通りの追従走行場面を作り出した。

実験の手順は次の通りである。前車は指定された速度に調整し、それを保持する。後車は前車に接近し、指定された車間距離に調整し、それを保持する。両車が安定追従状態になったときに、前車に同乗中の測定員がドライバーにルームミラーを見るように指示し、追い上げられ感を聞き取る。同時に、前車に同乗中の他の測定員が速度を、後車の測定員が車間距離を読み取る。

(3) 実験の結果

i) 後車ドライバーの反応

図-5、6は2人の被験者について、速度と速度欲求伝達時の車間距離との関係を示したものである。速度欲求伝達車間距離は被験者間で大きく異なるものの、速度の影響は小さいことがうかがえる。表-4、5は被験者と速度を要因として、欲求伝達車間距離についての分散分析結果を示したものである。

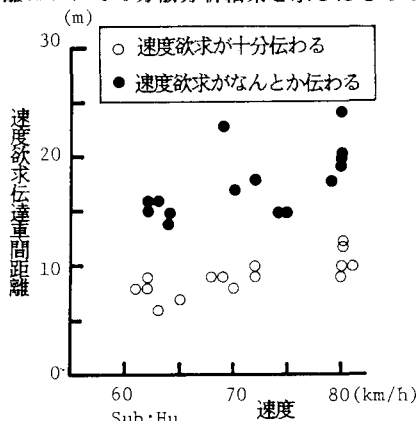


図-5 速度と欲求伝達車間距離の関係

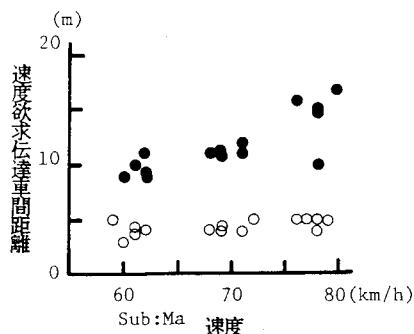


図-6 速度と欲求伝達車間距離の関係

被験者、速度とも有意な変動要因になっているが、被験者の寄与率が極めて高く、「速度欲求がなんとか伝わる」で76%、「速度欲求が十分伝わる」で80%となっている。図-7は速度を55~65 km/h、66~75 km/hおよび76~85 km/hの3階級に区分して各階級の速度欲求伝達車間距離の平均を被験者別に示したものである。また、図-8は速度を無視したときの速度欲求伝達車間距離の平均を被験者別に示したものである。これらの図より、つぎのようなことがいえる。

①「速度欲求がなんとか伝わる」および「速度欲求が十分伝わる」と感じる時の車間距離は速度の増加とともに長くなる傾向がみられるものの、その影響は少ない。

②「速度欲求がなんとか伝わる」と感じる時の車

表-4 速度欲求伝達車間距離の分散分析表 (欲求がなんとか伝わる)

要因	変動	自由度	分散	分散比	純変動	寄与率
被験者	3805.42	9	422.82	67.47**	3748.99	75.7
速度	282.72	2	141.36	22.55**	270.18	5.4
残差	854.88	138	6.27		933.85	18.9
合計	4953.02	149	33.24		4953.02	100

表-5 速度欲求伝達車間距離の分散分析表 (欲求が十分伝わる)

要因	変動	自由度	分散	分散比	純変動	寄与率
被験者	2011.64	9	223.52	100.11**	1991.57	80.2
速度	107.01	2	53.50	23.96**	102.55	4.1
速度×被験者	96.66	18	5.37	2.41**	56.52	2.3
残差	267.93	120	2.23		332.60	13.4
合計	2483.24	149	16.67		2483.24	100

注) * は有意水準1%で有意、** は有意水準5%で有意

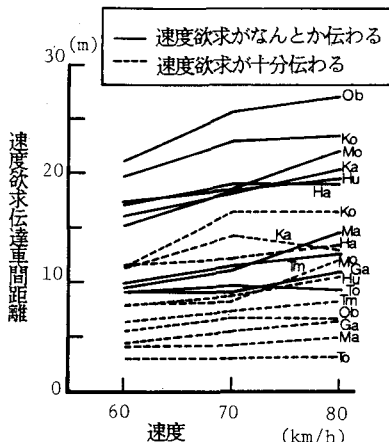


図-7 速度欲求伝達車間距離の平均

間距離は、被験者間で大きく異なり、平均値でみると9~25mの範囲にある。また、「速度欲求が十分伝わる」と感じる時の車間距離は3~15mの範囲にある。

③「速度欲求がなんとか伝わる」と感じてから「速度欲求が十分伝わる」と感じるまでに詰める距離は4~18mの範囲でばらついている。

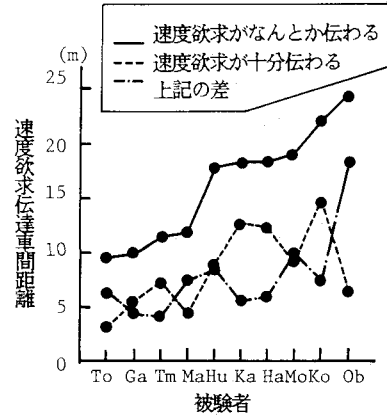


図-8 被験者別速度欲求車間距離の平均

ii) 前車ドライバーの反応

図-9、10は車間距離の変化によって前車ドライバーの「追いつけられ感」がどのように変化するかを2人の被験者について示したものであり、図-11は10人の被験者全員のデータを一括して示したものである。これらの図より、つぎのことが指摘できる。

①車間距離が長くなるにつれて追いつけられ感も弱まる傾向は、すべての被験者に共通にみられるものの、同じ強さの反応の生じる車間距離は幅広く変動し、その変動は被験者間で異なる。

②追いつけられ感の反応が弱くなるほど、反応の生じる車間距離の変動は大きくなる。

③追いつけられ感の各反応の生じる車間距離の範囲は、およそ表-6に示す通りである。3.0m以上になるとドライバーは追いつけを感じなくなる。

iii) 両者の反応の比較

まず、同一被験者について、後車ドライバーの場合と前車ドライバーの場合とで、車間距離に対する反応の強さが異なるかをみることにする。そのために、つぎのようなデータの読取りをおこなった。後車ドライバーが、「速度欲求がなんとか伝わる」

(反応尺度値3)と感じるときの平均車間距離に対する前車ドライバーの追い上げられ感の反応尺度値を、各被験者について描いた図-9をもとに、全被験者について読み取った。また、後車ドライバーが、「速度欲求が十分伝わる」(反応尺度値1)と感じる平均車間距離に対しても、同様にして読み取った。後車ドライバーになった場合と、前車ドライバーになった場合の反応を比較したのが図-12である。両者の反応に大きな差異は見られないが、短い車間距離において、前車ドライバーの反応の方が後車ドライバーに比べてやや弱くなるといえる。次に、前車ドライバーと後車ドライバーの被験者が異なる場合についてみることにする。図-13は、後車ドライバーが「速度欲求がなんとか伝わる」および「速度欲求が十分伝わる」と感じるときの前車ドライバーの反応の平均尺度値を示したものである。後車と前車のドライバー間で反応にややギャップがみられ、後車ドライバーの速度欲求は前車ドライバーに伝わりにくい傾向にあるといえる。

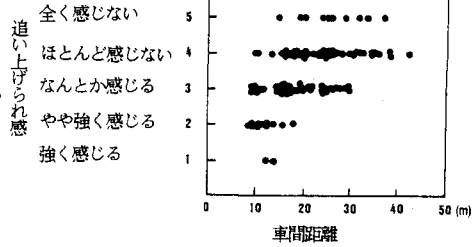


図-11前車ドライバーの反応 (全被験者)

表-6各反応の生じる車間距離の範囲

追いつけられ感	車間距離
強く感じる	～14m
やや強く感じる	5～18
なんとか感じる	9～30
ほとんど感じない	10～42
全く感じない	14～

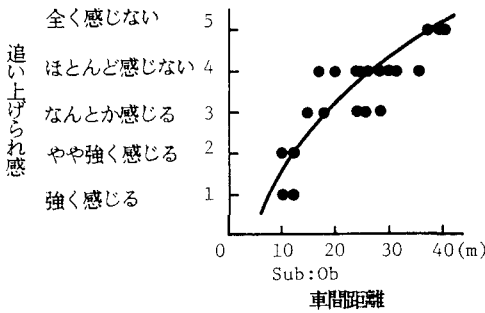


図-9前車ドライバーの反応

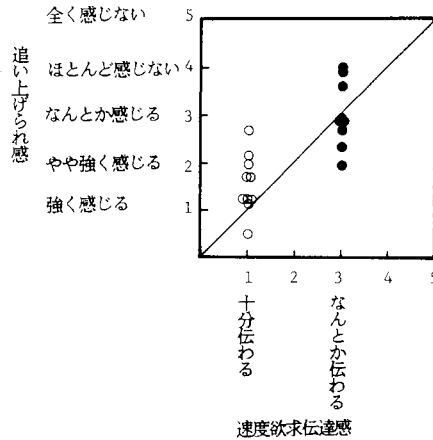


図-12前車・後車 ドライバーの反応比較 (同一被験者の場合)

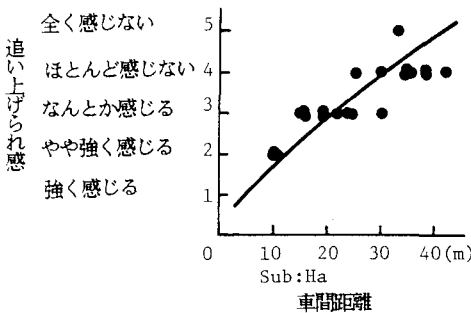


図-10前車ドライバーの反応

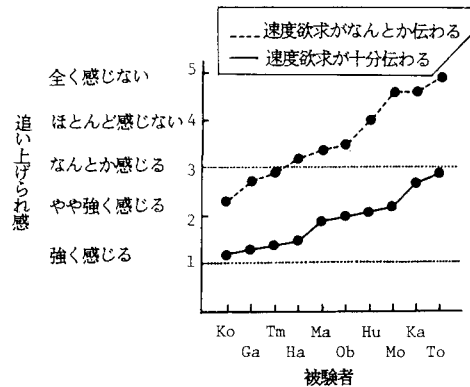


図-13前車・後車 ドライバーの反応比較 (異なる被験者の場合)

6. 速度欲求伝達車間距離と安全必要車間距離の対比

安定追従していて、前車が急制動をかけたとき、後車が追突しないための安全必要車間距離は次式で表せる。

$$l_s = V_2 \cdot T + \frac{1}{2} \left(\frac{V_2^2}{\beta_2} - \frac{V_1^2}{\beta_1} \right)$$

T: 反応時間

V₁, V₂: 前車・後車の速度

β₁, β₂: 前車・後車の減速度

ここでは、名神高速道路での追突事故車の追突直前の速度と車間距離のデータをもとに、両者の散布図を描き、上式がデータ分布の上限となるように T = 1.0sec, β₁ = 7.8m/s², β₂ = 4.9m/s² と設定し、安全必要車間距離を求めた。安全必要車間距離と速度欲求伝達車間距離を対比したのが図-14である。速度欲求伝達車間距離は安全必要車間距離よりはるかに短く、ドライバーは速く行きたいという欲求を前車に伝えるためには、安全を犠牲にして車間距離を短くしなければならないといえる。

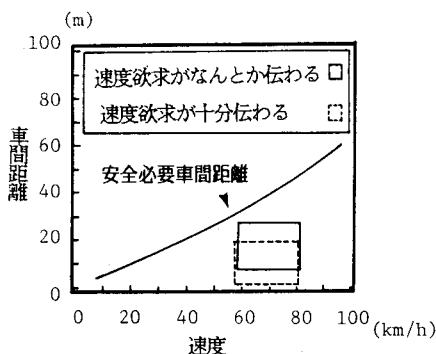


図-14 速度欲求伝達車間距離と安全必要車間距離の対比

7. 接近追従走行出現の背景

高速道路での実際の交通流の観測およびドライバーへのヒヤリング調査より、接近した追従走行が常態化していることが判明した。そして、ほとんどのドライバーは、接近追従することの危険性を意識していることも明らかになった。ドライバーは安全性を犠牲にして、あるいは軽視して接近追従をおこな

っているといえる。ドライバーはなぜ、このような接近追従走行をおこなうのであろうか。その理由は、4. で示したように多様であるが、基本的に速く行きたいという欲求があり、その表現と考えられる。この速度欲求を前車に伝える手段として、「ヘッドライトのパッシング」、「クラクションを鳴らす」、「車間距離を短くする」などがあるが、実際には、「車間距離を短くする」手段が最も用いられている。では速度欲求を前車に伝えるためには、車間距離をどの程度まで短くする必要があるのか。本研究の結果によれば、9~25mの短い車間距離にしなければならないといえる。前車ドライバーも、ほぼ同様の車間距離(9~30m)において追い上げられていることを感じ始めるが、その反応は弱く、後車ドライバーは前車の行動変更を促すために、車間距離を更に短くすることになる。高速道路における実際の交通流において、車間距離が非常に短くなっているのも、速度欲求の伝達とい面からみれば、理にかなったものといえる。各ドライバーが車間距離を40m以上離して追従すれば、安全で安定した交通流が実現されるが、現実には、ドライバー間の希望速度のばらつきとドライバーの速度欲求の強さが、接近追従を出現させ、安全な交通流の形成を阻害しているといえる。

8. おわりに

本研究では、高速道路における追突事故発生に大きく関与する、高速での接近追従走行に着目し、その出現する背景を、ドライバーの速度欲求の側面から説明することを試みた。高速道路におけるドライバーの速度欲求は極めて強いものであり、安全面を犠牲にした接近追従が頻繁におこなわれていること、速度欲求を前車に伝えるためには接近追従をおこなわざるを得ないことを明らかにした。今後は、接近追従車の行動特性を分析することと、接近追従車が前車の走行挙動に与える影響を明らかにすることが必要である。最後に、本論文をまとめるにあたり、暖かいご指導をいただいた大阪大学毛利正光教授ならびに調査に、協力いただいた大阪大学合谷敦司技官、大阪大学大学院生荒木浩文君に感謝いたします。

参考文献

- 1) DAVID B. HARLE他:Estimates of Car-Following Distances on Three Types of Two Laned-Roads, HUMAN FACTORS, 18(4), 1976
- 2) 大森正昭：車間距離判断についての実験的研究、第48回日本心理学会発表論文集、1984
- 3) 上野精順：高速道路におけるドライバーの車間距離評価、人間工学、第21巻特別号、1985
- 4) 国際交通安全学会214プロジェクトチーム：視覚反応における後部灯火器の検討、交際交通安全学会誌、vol.5, no.4, vol.6 増刊号、1979, 1980
- 5) 谷口実：高速道路の車間距離、自動車技術、vol. 37, no.5, 1983
- 6) 毛利正光他：高速道路における追突事故と追従走行時の車間距離、第7回交通工学研究発表会論文集、1984