九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

車頭空間保持特性についての研究

松木，裕二
知能システム学専攻 ： 修士課程

志堂寺，和則
知能システム学専攻

北村，文昭
知能システム学専攻

松永，勝也
知能システム学専攻

https://doi.org/10.15017/1485035

出版情報：九州大学大学院システム情報科学紀要. 2 (1), pp.71-74, 1997-03-26. 九州大学大学院システム情報科学研究院
バージョン：
権利関係：

九州大学大学院
システム情報科学研究科報告
第2巻 第1号 平成9年3月

Research Reports on Information Science and
Electrical Engineering of Kyushu University
Vol.2, No.1, March 1997

車頭空間保持特性についての研究

松木裕二* ・ 志堂寺和則** ・ 北村文昭** ・ 松永勝也**

The Study of the Human Trait of Maintaining of the Distance between Cars

Yuji MATSUKI , Kazunori SHIDOJI, Fumiaki KITAMURA and Katsuya MATSUNAGA

(Received December 24, 1996)

Abstract: The stability of car-following was examined utilizing a newly developed recorder of the distance between cars. Eight undergraduate and graduate school students (seven men, one woman) joined this experiment. At varying speeds, the drivers followed the lead car under the instructions of maintaining a 15 m distance between cars, maintaining the distance by counting one second mentally,and then again maintaining the distance by counting the beats on a metronome set at one-second intervals. Results showed the most stability of driving under the instruction of the metronome with one-second intervals at varying speeds. Similar results were achieved under the instructions of the metronome with three-second intervals at varying speeds. Introducing a device which provides a driver with an objective count seems to be effective in the maintenance of a stable distance between cars.

Keywords: Traffic safety, Distance between cars, Time headway, Strategy of car-following, Stability of car-following

1. はじめに

自動車の運転事故，つまり物体との衝突は，自車の停止距離がある時点での他の物体との距離よりも大きい場合に発生するといえる．停止距離は空走距離と制動距離によって決定される．このうち空走距離は主として運転者の認知判断にある程度の時間が必要であることから発生する．しかし，松永ら(1985)や松永(1988)の研究によると，人の認知時間は一定ではなく，ばらついている．特に，事故を多数回経験している人の中には，どのように努力しても，この認知・反応時間が突発的に遅延する人が多い[1),2)]．

このような認知・反応時間の突発的な遅延により停止距離が延長した場合であっても，車頭空間がそれよりも大きいならば衝突は発生しない．十分な車頭空間を保持することが自動車の運転事故の防止には必須の条件といえよう．

当該車両とその前方を走行する車両との間の隔たりを意味する用語として車間距離，車間時間が使用されている．しかし，衝突は車両以外の物体との間でも発生する．そこで本稿ではすべての物体や崖，カーブまでの距離的な隔たり，あるいは時間的な隔たりを，それぞれ車頭空間距離，車頭空間時間と呼ぶことにする．

実際には，車頭空間はどの程度に保持されているのであろうか．例えば，時速100ｋｍで走行している場合は，100m以上の車頭空間距離が安全な空間であると啓蒙されている．そしてこのことはほとんどの運転者が原則として知っているはずである．しかし，中島ら(1983)によると，多くの運転者は高速道路を車頭空間距離25ｍ程度で走行している(東名高速道路，41.5Kmポスト，上り車線)[3)]．

安全といわれている距離を知っていながら，多くの人がそれを保持して走行していないのは，人間には空間の大きさを正確に知覚できず，走行中に車頭空間が変動するという問題があるのではないかと考えられる．車頭空間が短いときに認知・反応時間が遅れた場合に事故が発生する．そこで，本研究は，車頭空間距離を測定するシステムを開発し，人の車頭空間保持特性について，実験的に検討した．

2. 車頭空間測定システムの開発

2.1 システムの構成

レーザーレーダ(シリコンハイツ社製:ControLaser200A)を主な構成要素として車頭空間の測定システムを開発した．この測定システムは実験車の速度を測る車速測定センサ，前方の車との車頭空間距離を測るレーザーレーダ，実験車の前方の画像を記録するビデオカメラの3つの測定装置と計測データを記録・解析するパーソナルコンピュータによって構成されている(**Fig. 1**)．車速と車間距離はRS232Cを用いてノート型パーソナルコンピュータ(PC／AT互換型)に取り込み，約

平成8年12月24日受付
* 知能システム学専攻修士課程
** 知能システム学専攻

1秒のサンプリング間隔で記録する．記録と同時にサンプリングした値をディスプレイ上にグラフ表示するため，測定データを確認しながら計測することが可能である．また，ビデオカメラによる録画画像は計測データと環境変化との照合に利用するためのものである．

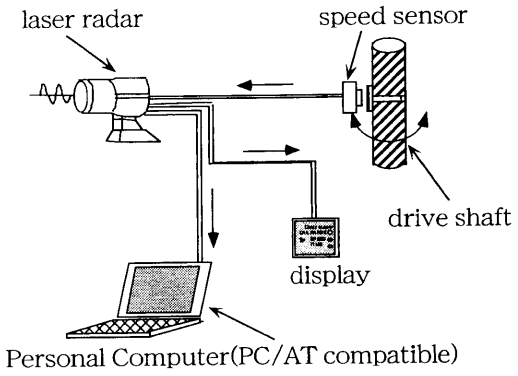

Fig.1　Measurement system of the distance between cars

2.2　車速測定方式

実験車のドライブシャフトに取り付けた磁石の回転数を計測することにより走行速度を測定している．

2.3　レーザー車間距離測定装置

Fig. 2に示すように，実験車の助手席前に設置したこの装置は，前方を走る車との車頭空間距離をレーザーにより測定する装置である．最大で約140m先の前方車との距離を測定することが可能である．なお，走行速度が10km/h以下ではレーザー車間距離測定装置は作動しない．

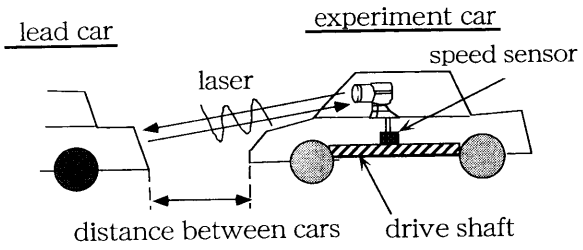

Fig.2　Sketch of the experiment

2.4　車頭空間距離・時間計測システムのソフトウェア

このソフトウェアはWindows3.1以上のOSで動作し，開発にはBorland Turbo C++を用いた．最大で約1週間連続で測定するように作成した．測定に際し最初に測定時間を設定する．**Fig. 3**に測定システムからの出力グラフの例を示した．濃い破線が実験車の車速（左縦軸），濃い実線が車頭空間距離（左縦軸）を表している．単位はそれぞれ[km/h]と[m]である．また薄い実線は車頭空間時間（右縦軸）を表しており，単位は[秒]である．

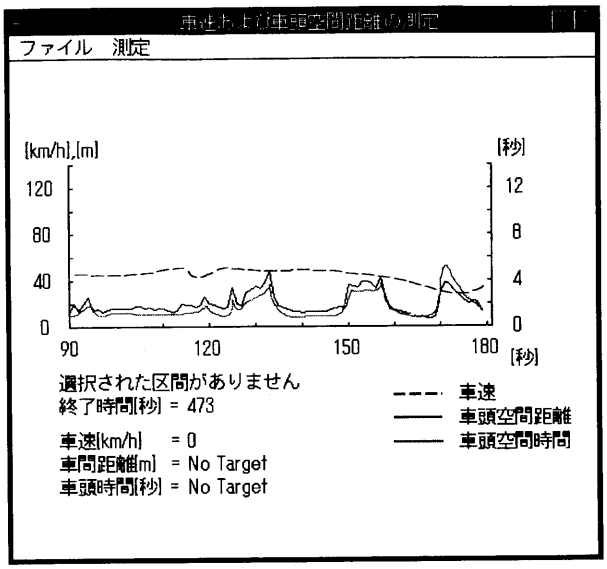

Fig.3　A sample of data record

3.　実　　験

3.1　目的

一般に車頭空間を保持するための手段として次の二つがよく用いられている．1)前方の車との距離を保持させる方法，例えば，50mとか100mとかの距離を知覚，記憶させ，保持させる方法，2)前方の車がある地点を通過してからの時間を保持させる方法がある．前にも述べたように，推奨されている車頭空間を保持して走行している人は少ない．これは，これまで提案されている方法を人が実行しようとしても，能力的に実行が困難であるのかも知れない．そこで，人の車頭空間距離の保持特性を実験的に明らかにすることを計画した．主観的に通過時間差を評価して追従した場合と客観的な指標を援用して時間差を評価して走行した場合の車頭空間の大きさの安定性を比較した．また，主観的距離評価にもとづいた追従走行についても検討した．

3.2　方法

車頭空間測定車を被験者に運転させ，前方を走行する自動車を追従させた．

3.2.1　実験に使用した走路

実験は，F県交通機動隊訓練所の訓練コースにおいて行った．1周約1kmの周回コースで直線部分の長さは約200mであった．

3.2.2　先行車の走行パターン

練習試行として50km/hで2周し，本試行では直線部分の前半を40km/hで走行し，後半は30km/hへと減速さ

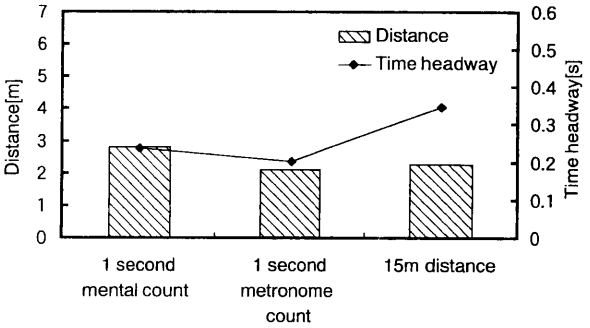

Fig.4 The average of all drivers' standard deviation of distances between cars at varying speeds

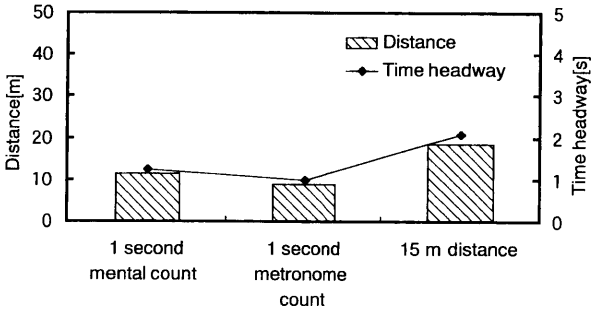

Fig.5 The average of all drivers' distances between cars at varying speeds

せた.

3.2.3 被験者に課した課題

被験者には先行車との車頭空間を1)主観的に一定の時間差を保つ(主観的時間保持課題), 2)客観的指標を利用して一定の時間差を保つ(客観的時間保持課題) 課題を課した. 客観的時間保持課題に関して客観的な指標として1秒ごとにクリック音が鳴るメトロノームを使用した. 主観的時間保持課題と客観的時間保持課題における車頭空間時間条件は1秒と3秒の2条件とした. また, 3)主観的に一定の距離を保つ(主観的距離保持課題) 課題も設定した. 車頭空間距離条件は15mと30mの2条件とした. 30km/hで走行している場合, 1秒は8.3m, 3秒は25.0mに相当する.

3.2.4 被験者

被験者は普通自動車免許を有する8名の大学生, 大学院生 (男7, 女1) であった.

3.2.5 計測及びデータの分析

計測は全走行時間について行ったが, 分析区間は周回コース内の約200mの2つの直線道路を走行し, 先行車が30km/hに減速したときである. 分析区間における車速, 車頭空間時間(距離)の標準偏差および平均値を算出した. 標準偏差は分析区間における車頭空間の変動の程度を示しており, 前述した通り衝突事故と関連が深いと考えられる測度である.

4. 結　　果

4.1 車頭空間時間1秒条件と車頭空間距離15m条件

Fig. 4と**Fig. 5**は3つの課題における全被験者の標準偏差と平均値を示したものである.

標準偏差は主観的時間保持課題においては0.24秒(距離換算値2.8m), 客観的時間保持課題では0.20秒(距離換算値2.1m)となった.

主観的時間保持課題における実測平均値は1.3秒(距離換算値12.0m), 客観的時間の実測平均値は0.98秒(距離換算値9.1m)であった.

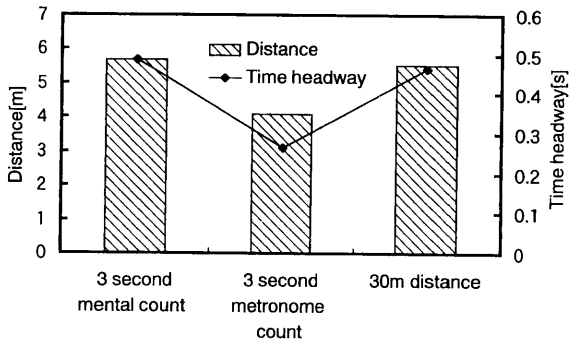

Fig.6 The average of all drivers' standard deviation of distances between cars at varying speeds

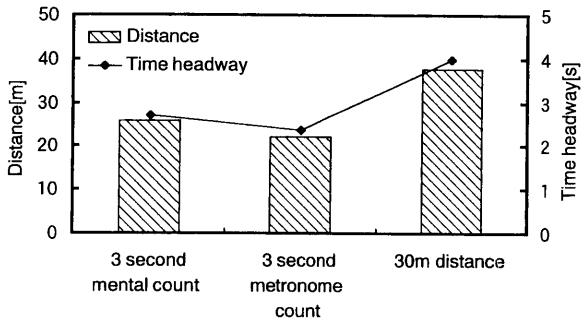

Fig.7 The average of all drivers' distances between cars at varying speeds

また, 主観的距離保持課題による実測値の標準偏差は2.3m(時間換算値0.4秒)であり, 平均値は18.6m(時間換算値2.1秒)であった.

4.2 車頭空間時間3秒条件と車頭空間距離30m条件

Fig. 6と**Fig. 7**は3つの課題における全被験者の標準偏差と平均値を示したものである.

標準偏差は主観的時間保持課題においては0.49秒(5.7m), 客観的時間保持課題では0.27秒(4.1m)となった.

主観的時間保持課題における実測平均値は2.7秒(距離

換算値25.9m)，客観的車頭空間時間の実測平均値は2.4秒(距離換算値22.4m)となった．

主観的距離保持課題による実測値の標準偏差は5.5m(0.5秒)であり，実測平均値は37.7m(時間換算値4.0秒)であった．

5. 考　　察

標準偏差に関して，1秒条件においては2つの時間保持課題の間に大きな差は見られなかった．しかし，3秒条件においては主観的時間保持課題の方が客観的時間保持課題よりも大きい傾向を示した．このことは1秒程度の短い時間の場合には主観的時間評価においても，変動が少ない車頭空間を保持することができるが，時間が長くなると主観的に時間を評価する場合に変動が大きくなることを示唆している．平均値に関して，1秒，3秒条件ともに大きな差は見られなかった．実験後の被験者からの内省報告から，3秒条件の時にカウント方法のミスで3秒ではなく実際は2秒の車頭空間を保持して追走していた被験者もいたことが分かった．これは両課題に共通した要因であるため，その被験者のデータも分析に含めている．そのため，両条件とも3秒よりも短い値を示していると考えられる．主観的時間保持課題は客観的時間保持課題よりも平均値，標準偏差ともに大きかった．

一般に時速100kmで走行している場合は100m以上の車頭空間距離が安全な空間の大きさであると啓蒙されている．実際，高速道路には最高速度が100km/hの区間には50mと100mの距離の標識が示されている．また一方では，主観的な距離感により十分な車頭空間距離を保持することの困難さから，主観的な時間によって車頭空間を保持することも提案されている．また，北村らの研究からも主観的な距離感での車頭空間距離の評価は不正確であり，変動が大きいことが予測できる[4]．しかし，本研究において，時間による車頭空間の保持においても，主観的に行った場合は変動が大きいことが示された．そのため，主観的な時間による車頭空間保持は主観的な距離感による保持と同様の問題があると考えられる．

ところで，これまでの歩行社会では，大きな空間距離の認識を必要としてはこなかった．例えば，Hall(1959)によると，人の遠方位相は7.6m以上であり，ドイツ人が他人から侵入を受けたと感じる距離は7フィート(約21m)以内という．自動車社会で要求されるような数10m以上の距離は，歩行社会においては日常的に認知する必要はなかったと考えられる[5),6)]．このようなことから，我々にはいまだ，自動車社会で要求されるような大きな車頭空間を正確に認知する能力は与えられていないと考えられる．

また，時間についても長い間太陽の動きに合わせた生活を人類は過ごしてきた．このような生活において数秒という時間は瞬間であり，認識の必要はなかったであろう．このようなことから，数秒という時間を主観により正確に評価できる能力も獲得していないといえよう．

しかしながら，時計を利用すると正確に時間を評価できる．時計により与えられる音を使用すると，より安定して必要な大きさの空間を保持できるということが本研究で示唆された．運転時に，ときどきメトロノームのようなものを利用し，客観的な時間経過を確認して車頭空間をとるようにすれば，安全運転に十分な車頭空間を安定して作ることができるようになると期待される．

6. ま　と　め

自動車の事故は，当該自動車の停止距離が車頭空間距離よりも長い場合に発生するといえる．停止距離においては，運転者の認知時間の突発的な遅延や路面状態の変化などにより，予期できない延長が発生する．このような場合でも衝突をしないためには，平素から十分な車頭空間を保持して走行する必要がある．しかし，これまで確実な方法として啓蒙されてきた主観的な時間感覚によって車頭空間を保持する場合も，主観的な距離感によるものと類似した不安定さが存在した．本研究で用いたメトロノームのような客観的な指標を利用しての車頭空間の保持では，他の2方法以上に安定した車頭空間を保持することができた．この方法は大いに推奨されよう．

参　考　文　献

1) 松永勝也:自動車事故発生原因についての一つの考察. 九州心理学会第46回大会発表論文集,p42,1985.
2) 松永勝也:自動車運転における事故防止のための管理システムについての研究. 九州大学研究紹介, 九州大学,vol.1,p2-4,1988.
3) 中島源雄, 末永一男, 鈴村昭弘, 船津孝行, 堀内数, 松永勝也:動的な環境における視覚の特性.IATSS REVIEW,vol.1,p162-173,1983.
4) Kitamura,F.,Egami,Y.,Ohta,T.,Nagao,I.,Yasuda,T., and Matsunaga,K.:Estimation of distances from stationary objects and of distances between cars while driving. 交通安全と健康, 杏林書院, 印刷中.
5) Hall, E.T. 1966, 日高敏隆, 佐藤信幸 (訳):かくれた次元. みすず書房,1970.
6) Hall, E.T. 1959, 国広正雄, 長井善見, 斎藤美津子 (訳):沈黙のことば. 南雲堂,1966.