

## 交差点部対向車情報表示システムにおけるドライバー行動の検討

大門 樹\* 赤松幹之\*\* 川嶋弘尚\*

\*慶應義塾大学理工学部

\*\*生命工学工業技術研究所

概要：近年、インフラ基盤を利用したドライバーへの積極的な情報提供が検討されている。このような情報提供の1つに交差点部における直進車-右折車の相互衝突事故の減少を目的としたシステムがあり、加工情報（距離）、加工情報（時間）、未加工情報の3種類が検討されている。本研究では、これらのシステムのもとでのドライバーの行動特性を検討した。いずれのシステムでもドライバーの危険な右折開始の減少に効果があったが、加工情報と未加工情報ではドライバー行動が大きく異なった。結果的には、加工情報（時間）が主観評価において高い評価を示し、また危険な右折開始の頻度も少ないと最も効果的であると考えられる。

## Study on driver behavior in the information system for displaying cars on the opposite lane at the intersection

Tatsuru Daimon\* Motoyuki Akamatsu\*\* Hironao Kawashima\*

\*Faculty of Science and Technology, Keio University

\*\*National Institute of Bioscience and Human-Technology

Abstract: In recent years, it is investigated to provide various kinds of information to drivers actively by using telecommunication technology and roadside infrastructure. One of the systems aims at avoiding a collision between an oncoming car and a car turning to the right at an intersection. Three kinds of user interfaces - Distance-type, Time-type and Actual-view-type interface - have been under examination as the Intersection Information System. In this paper, driver behavior was studied under the traffic environment with the system. Although each user interface was effective to decrease dangerous turning to the right, the driver behavior was different between the Actual-view-type and the other interface. Consequently, the Time-type interface is the most effective of the three from the viewpoint of subjective evaluation and the number of dangerous turning to the right.

## 1. はじめに

近年、交差点において車両相互間の事故が多く発生している。交差点部における車両相互間の事故のうち、出会い頭の衝突事故が最も多く、次に直進車と右折車の間の衝突事故が多い [1]。特に直進車ー右折車間の衝突事故の全体に占める割合は増加する傾向にある。このような直進車ー右折車間の衝突事故は、交差点内に停車している対向右折車の存在によって、対向直進車の存在が遮られたり対向直進車の動きを見誤るなど、対向直進車に関する情報が右折待ちをしているドライバーに対して不足していることに起因していると考えられる。

一方、情報通信技術の発達やインフラ基盤の拡充によって車内のドライバーに対して積極的な情報提供が可能となりつつある。このような交通環境への変革は、アメリカ、ヨーロッパ、日本を中心に ITS (Intelligent Transport Systems) プロジェクトとして進行中であり、いくつかの情報システムの提案および研究がなされている [2]。この ITS プロジェクトにおいて、直進車ー右折車の衝突事故の低減を目的として交差点内で右折待ちをしているドライバーに情報を提供するシステムが検討されている。

本研究では、まず右折開始の判断に関するドライバーの特性を調査し、現在検討されている情報システムの表示方法がドライバーの右折行動にどのような影響があるのかについて検討を行った。

## 2. 交差点部対向車情報表示システム

情報システムの表示方法として、図 1 に示さ

れるような 3 種類の情報を用いた。

加工情報（距離）では、対向直進車の交差点への進入状況は交差点到達までの残り距離としてバーグラフで表示される。対向直進車が交差点を通過するとその後続車に関する情報が同様にバーグラフで表示される。

加工情報（時間）では、対向直進車の交差点への進入状況は交差点到達までの残り時間としてバーグラフで表示される。後続車の情報は加工情報（距離）と同様な手続きで表示される。

本研究では、これらの加工情報における対向直進車の交差点到達までの残り距離・残り時間はあらかじめ計測された実測値を利用した。

未加工情報では、交差点部の対向直進車の状況が映像情報としてそのまま提供される。映像は交差点の手前から斜めの方向で撮影されたものを利用した。

## 3. 実験 1

対向右折車によって視界が遮られる場合と遮られない場合において、右折待ちをしているドライバーの右折開始の判断がどのように変化するかを検討した。

### 3.1. 実験装置および方法

図 2 に示されるような実験装置において、対向右折車の存在によって対向直進車が見えにくい状況のドライバーの前景映像が 100 インチスクリーン上に投影された。実験条件によって情報システムからの情報はスクリーンの右上隅に投影可能であった。被験者は実験装置の運転席に座り、スクリーンに投影される映像を見て右折

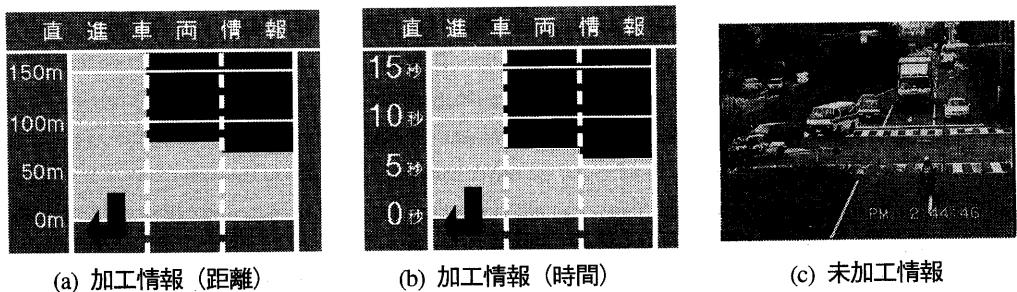


図 1 交差点部対向車情報表示システムにおいて提示される情報

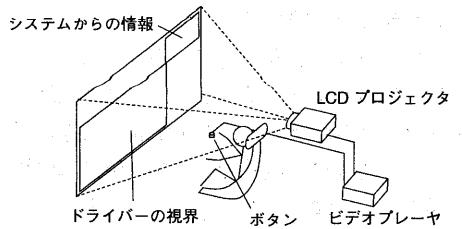


図2 実験装置の概略図

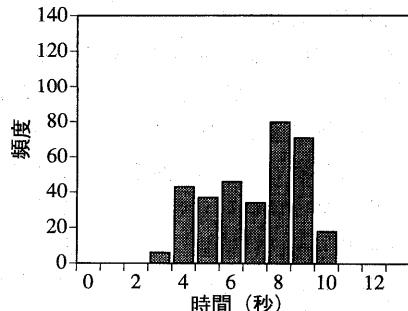
可能かどうかを判断し、可能だと判断した時に手元のボタンを押すように指示された。ボタンを押したときのタイミングや交差点と対向直進車の位置関係が記録された。呈示映像は30秒から50秒の映像で、対向右折車によって視界が遮られていらないものが7種類、視界が遮られているものが5種類であった。呈示順序はランダムであった。被験者は22歳から24歳の学生11名（男性8名、女性3名）で、運転経験は2年から4年であった。

### 3.2. 結果

右折開始時点における対向直進車の交差点到達までの時間の分布を図3に示す。対向右折車が存在せず被験者の視界が遮られていらない状況では、対向直進車との間におよそ3秒から11秒の間隔がありドライバーはこの程度の間隔が存在するときに右折可能と判断していると考えられる。逆に3秒未満の間隔での右折開始は見られず、この間隔での右折開始はドライバーにとって安全でない右折開始であると考えられる。

これらを距離的に見た場合、ドライバーは40mから160mの間隔で右折開始を行っており、40m未満での右折開始も同様に安全でない右折開始と考えられる。

一方、対向右折車の存在によって被験者の視界が遮られている場合には、対向右折車が存在しない場合に比べて右折開始の分布は広く、特に3秒未満および40m未満の間隔での右折開始が増加した。これは被験者の視界が遮られているために、対向直進車の情報を十分に把握することができなかったことに起因していると考えられる。



(a) 対向右折車なし

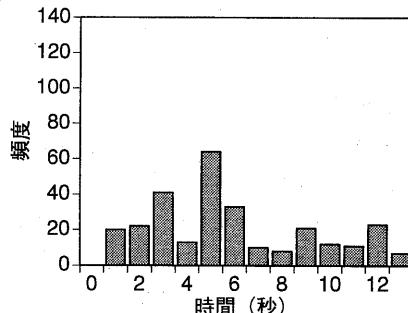


図3 右折開始決定時点における対向直進車との時間的位置関係

ここで、本研究では3秒未満での右折開始を「安全でない右折開始」として定義する。40m未満での右折開始を尺度として採用することは、次のような理由により不適切であると考えられる。対向直進車との衝突を避けるために、ドライバーはその直進車が交差点に進入する前に右折を終えなければならない。この時、直進車の交差点進入までの距離が40m以上あったとしても、速度によっては3秒未満となる可能性があり、対向直進車の交差点到達までに右折が完了しない場合があると考えられる。

### 4. 実験2

対向右折車によって視界が遮られている場合において、情報システムの表示方法がドライバーの右折開始決定にどのような影響を与えるのかを検討した。

#### 4.1. 実験装置および方法

実験1の実験装置において、前景映像に加えて情報システムの情報が表示された。被験者はこれらの前景映像と情報システムの情報に基づいて右折可能かどうかの判断を行い、実験1と同様な手続きでボタンを押すように指示された。また実験終了後、各情報システムの表示方法についての主観的な評価が行われた。表示された映像は実験1と同じ5種類の映像であり、各情報ごとに表示順序はランダムであった。被験者は実験1に参加した11名であった。

#### 4.2. 結果

各情報システムにおける右折開始時の対向直進車との時間的な間隔の分布を図4に示す。いずれの情報システムも安全でない右折開始を大きく減少させた。特に加工情報（時間）に関しては3秒未満での右折開始ではなく、被験者の右折開始の判断に対して最も効果があったと言える。

未加工情報と加工情報（距離）ではわずかに安全でない右折開始が見られた。未加工情報は対向直進車の状況を映像としてそのまま与えているため、対向直進車がある程度混雑している場合に右折可能かどうかの判断が難しかったものと考えられる。また実験終了後のインタビューでもそのようなコメントがみられた。加工情報（距離）での安全でない右折開始は、対向直進車と交差点との距離的な間隔に換算するといずれも40m以上の間隔があり、対向右折車が存在しない場合に被験者が右折開始して

いる距離間隔と同様であった。しかしながら、これらの対向直進車の速度を調べてみると、いずれも70km/hを超えており、他の対向直進車と大きな速度差があった。加工情報（距離）では大きな速度差のある場合には対向直進車の動きを捉えにくい傾向があるものと考えられる。

各情報システムにおける右折開始の分布を見ると、加工情報にはいくつかのピークがあるが、未加工情報はおよそ一様であった。これを5種類の前景映像ごとに分類すると、右折開始が困難となるにつれて、右折開始時の対向直進車の時間的間隔は小さくなり、対向直進車との間隔に余裕がなくなる傾向があった。しかしながら、加工情報におけるその到達時間の標準偏差は未加工情報よりも小さい傾向が見られた。つまり、加工情報によるドライバーへの情報提供は、ある特定のタイミングでの右折開始を促せていることを示している。この理由としていくつかの要因が考えられるが、対向車線の状況が大きく異なっていても加工情報の場合には2本のバーグラフの反復運動で表現されるために、未加工情報の場合よりも右折開始のタイミングをはかり易かったものと考えられる。

対向車線の交通状況および情報の種類によってドライバーの右折開始タイミングが変化したが、ここで、どのくらい余裕のある発進を促しているかを検討するために対向右折車が存在しない場合の右折開始タイミングの平均値よりも大きいものを余裕発進として定義する。実験1の結果から、その平均値は7.0秒となるので、各情報システムの右折開始タイミングのうち、

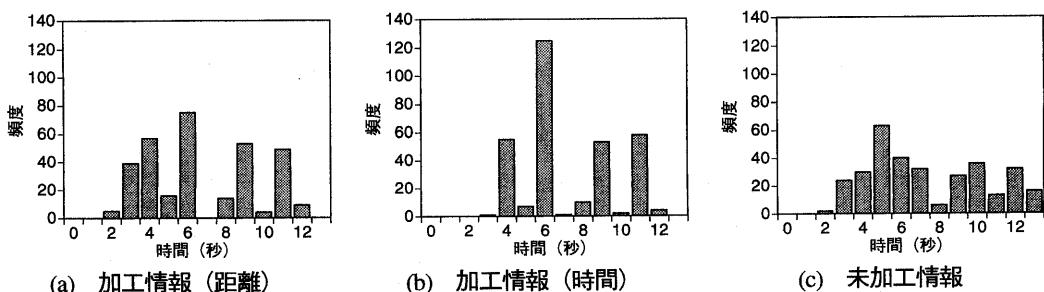


図4 各情報システムにおける右折開始タイミング

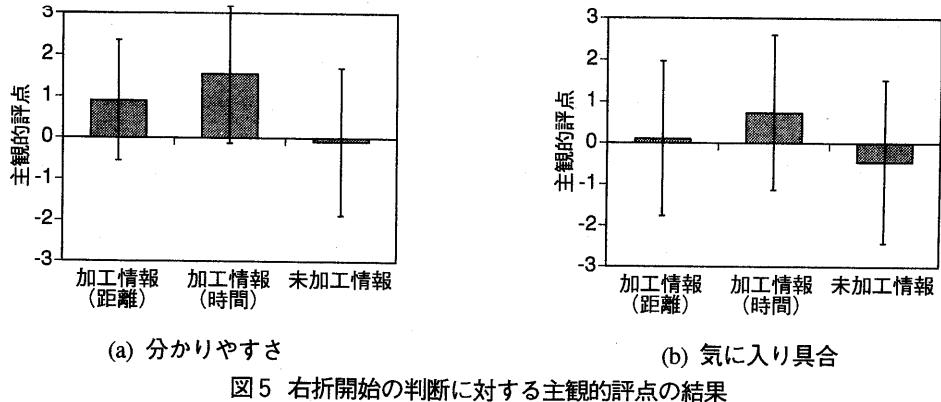


図 5 右折開始の判断に対する主観的評点の結果

7.0 秒以上のものの割合は、加工情報（距離）が 40%，加工情報（時間）が 41%，未加工情報が 51% となった。全体として未加工情報は加工情報に比べて余裕のある右折開始をドライバーに促せるものと言える。

実験終了後に行った右折開始の判断に関する主観的評価の結果を図 5 に示す。有意差はなかったが、加工情報は未加工情報に比べて右折開始の判断を行いやすく、また好まれる傾向があると考えられる。また加工情報（時間）の方が加工情報（距離）に比べて高い評価が得られていることから、距離の概念よりも時間の概念の方が右折開始の判断を行いやすいと考えられる。

## 5. 実験 3

各情報に対するドライバーの注視行動の特徴について検討した。

### 5.1. 実験装置および方法

各システムからの情報は、図 6 に示されるように実験装置のダッシュボード中央にある液

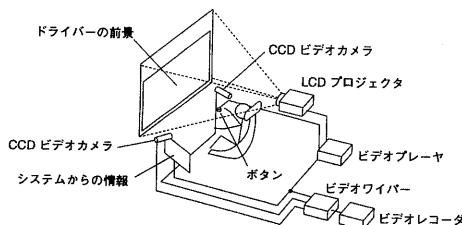


図 6 実験装置の概略図

晶ディスプレイ上に表示され、また実験中の被験者の注視行動を計測するために 2 台の小型 CCD カメラが設置された。実験 2 と同様に、被験者は右折開始が可能であると判断した時、手元のボタンを押すよう指示された。液晶ディスプレイ上の情報へのアクセス方法は拘束せず、それぞれの被験者の使い易い方法をとらせた。実験終了後、被験者の注視行動が記録されたビデオテープから 1 秒 30 フレームで情報への注視時間・注視頻度が抽出された。呈示映像は実験 2 で用いられた 5 種類のものであった。被験者は 22 歳から 24 歳の学生 10 名（男性 8 名、女性 2 名）で、運転経験は 2 年から 4 年であった。実験 2 の被験者のうち 3 名が参加した。

## 5.2. 結果

5 種類の交通シーンごとの各情報への 1 回当たりの平均注視時間を図 7 に示す。各シーンはアルファベット順に右折開始が困難であった。

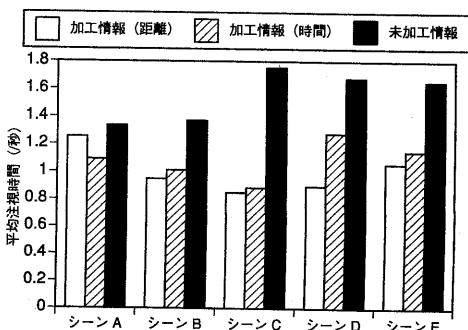


図 7 情報に対する平均注視時間

各情報に対する注視時間は、加工情報のものでおよそ 0.8 から 1.3 秒、未加工情報のもので 1.3 から 1.8 秒であった。2つの加工情報の間に有意差はなかったが、未加工情報と加工情報の間では有意差が存在した ( $p=0.0001$ )。停車中の注視行動であるため、運転行動への直接的な影響はないと考えられるが、注視時間は情報把握のしやすさを表わしており、未加工情報からの対向直進車状況の抽出が加工情報に比べて困難であったことを示している。

右折開始が困難になるに連れて、未加工情報では注視時間が増加する傾向にあった。未加工情報は交通量が密になると情報映像が複雑化し、対向直進車状況の抽出が困難になったためと考えられる。一方、加工情報ではそのような傾向がなく、情報抽出が交通状況に依存しないものと考えられる。

各交通シーンでの情報に対する 1 分当たりの平均注視頻度を図 8 に示す。どの情報の場合も被験者は 1 分当たり 30 から 50 回と比較的高い頻度で注視していた。対向直進車の状況が対向右折車によって遮られていることや停車中の注視行動であることを考慮すれば、情報システムへの継続的な注視が可能であるにもかかわらず、前景と情報システムの間の反復的な注視行動がとられたことは、システムへの信頼度などのドライバーの心理的な要因が大きく関わっていると考えられる。

2つの加工情報における注視頻度の間に有意差はなかったが、未加工情報と加工情報の間

では有意差が存在し ( $p=0.007$ )、未加工情報の注視頻度は加工情報のものに比べて低く、その傾向は右折が容易になるほど高かった。加工情報では交差点に進入してくる対向直進車のうち、最も交差点に近い車だけをバーグラフで表示しているため、ドライバーはその後続車の情報を同時に入手する事はできない。それゆえ、右折可能かどうかを判断するには注視頻度を高くして常に新たな情報を取得する必要がある。一方、未加工情報では交差点に進入する対向直進車の画像をそのままドライバーに提示するため、最も交差点に近い対向直進車の情報だけでなく、後続車の状況や対向直進車群に存在する車両同士の間隔も入手することができる。それゆえ加工情報ほど注視頻度を高くする必要がなく、また後続車の状況を把握できることが余裕発進の促進につながったと考えられる。

## 6. おわりに

加工情報、未加工情報ともにドライバーに対して安全でない右折開始を大きく減少させる効果があったが、余裕発進や注視行動など情報内容に大きく影響されることを考慮し、余裕発進を増加させるための情報内容の改善などが今後の検討課題となる。また、本実験における被験者は若年層であったが、高齢層のドライバーは若年層と比べて運転や認知・判断能力が劣るとの報告もあり、今回のシステムにおける高齢ドライバーの運転行動の検討も必要である。

## 謝辞

本研究において多大な協力を頂いた渡辺三輪女史に深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 交通工学統計, 交通工学, Vol.32, No.1, pp.82 ~85, 1997.
- [2] N. Imacho et al, The Verification of The Guidelight Effectiveness and The System of The Future, Proceeding of the 2<sup>nd</sup> World Congress of ITS, pp.1152~1156, 1995.

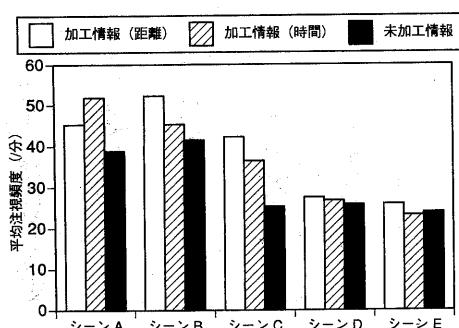


図 8 情報に対する平均注視頻度