

## 予防安全性向上のためのドライバー特性研究

宇野 宏\*

予防安全対策における支援対象の抽出と仕様検討には、事故事例分析とドライバー特性についての知見が重要な役割を果たし、試作段階の評価でもドライバー特性を適切に反映した評価方法を用いることが重要である。本稿では運転行動と対応能力に関する実験研究を紹介し、追突事故を例に事故発生過程の各段階で関与が想定されるドライバー特性を考察する。また、運転支援機能の仕様検討と車載情報提供装置の評価に関わる研究例を紹介する。

### Contributions of Drivers' Behavioral Researches on Active Safety Improvements

Hiroshi UNO\*

In the process of developing active safety functions equipped on the vehicle, knowledge for drivers' properties and accident analysis is contributing to extraction of target situation and driver behavior, and it has a role to clarify system specification from view point of human factors. At the stage of trial production, assessment procedures that are representing driving behaviors adequately have to be used. This article introduces some experimental researches regarding driver behaviors and their coping abilities, and discusses about supposed drivers' properties that are involved in detailed process of accident occurrence using a rear-end collision as an example. Researches contributing to the specifications of driver support systems and the assessments of in-vehicle information systems are also illustrated.

#### 1. はじめに

自動車は、人と物の移動を担保する手段として現代生活を支える大きな柱である。一方、自動車事故の発生件数は依然として年間70万件を越えている。自動車の保護装置や車両構造の改善、救急救命体制の拡充などが奏功して事故死者数が年間5千人を下回っているなかで、衝突を未然に防ぐ予防安全対策の重要性は一層高まるものと思われる。

自動車の運転とは、高速で移動する重量物を、限られた情報処理能力と身体能力しか持たない人間が

制御するという作業である。車外状況の検出や通信、電子制御などの高度化により、自動車に応用できる先進技術は年々増しつつあり、これを利用した運転支援機能が普及すれば、これまで生身の人間では対応が困難であった状況でも予防安全性を高めることが可能になると期待される。ただし、実用レベルまで技術の精度を高めるには相応の時間とコストを要するため、機能開発にあたってまず支援の対象と内容を明確にすることが必要であり、試作が成った時点では有効性を検証する必要がある。

機能を実用化する一連の過程において、ドライバー特性に関する研究は一定の貢献をしている。本稿では、予防安全機能とドライバー特性との関わりを概観した上で、運転行動と対応能力を分析した研究から得られている知見と、追突事故を例に事故発生

\* 財団法人自動車研究所安全研究部次長  
Deputy General Manager, Safety Research Division,  
Japan Automobile Research Institute  
原稿受理 2011年3月29日

過程への関与を考察する。この上で、運転支援機能と車載情報提供装置を対象に、予防安全性向上を狙いとした研究例を紹介する。

## 2. 予防安全機能とドライバー特性との関係

ドライバー特性の研究は、予防安全機能の仕様検討と評価の段階で役割を担う。新しく開発する機能について、何をどのような手段で補うのかを明らかにするためには、支援の対象とする交通状況や行動を特定する必要がある。すなわち、ドライバーが苦手とする状況を抽出して、その理由を分析し、ドライバーの何を補うことを狙いとするのかを明瞭にしなければならない。これと利用可能な技術との接点を探ることで、効果的な支援機能の企画と設計が可能になる。支援を必要とする状況と、運転行動に含まれている問題点を抽出するためには、事故発生に関与するドライバー要因と行動特性の分析が重要となる。

また、機能が試作された段階では、設計者が意図した改善効果が現れること、ならびにその機能の使用により従前の運転行動が阻害されるなどの問題が生じないことを確認する必要がある。評価を適切に行うためにも、ドライバーの行動特性をふまえた評価方法を用いることが重要である。

衝突件数を集計した事故統計<sup>1)</sup>は、現実生じた事故のデモグラフィックな特徴を把握できる重要な基礎資料であるが、時々刻々と変化する交通状況と交通参加者の行動詳細については十分な情報を得ることはできない。このため、統計データだけではなく、個別事例の発生経緯の分析が重要となる。交通事故の発生状況の記述に用いることができる方法の一つに、バリエーションツリー分析がある<sup>2)</sup>。これは作業時の不具合発生に関わる人的要因を抽出する目的で考案された手法<sup>3)</sup>であり、通常と異なる行為を作業部署毎に抽出し、不具合発生に至るまでの時間経過に沿ってこれを列記して当事者間の関係を整理するものである。この手法を交通事故事例に適用すると、当事者要因(ドライバー、他の交通参加者)と環境要因(道路形状、信号機現示など)の相互関係を、衝突に至るまでの間の時系列上に表現できるため、事故の直接あるいは間接の原因となった要因を点検することが容易になると考えられる。バリエーションツリー分析を交通事故へ適用した例として、事故事例調査の結果をもとに出会い頭事故を分析した例や<sup>2)</sup>、事故が生じた前後の経緯を加速度や速度、

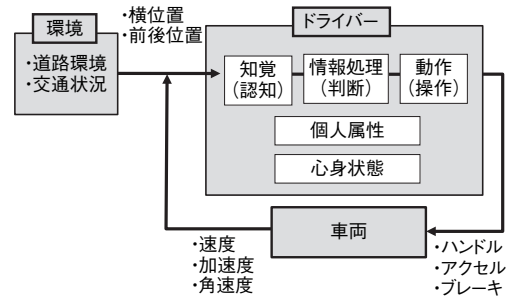


Fig. 1 運転行動の要素

画像データとして記録するドライブレコーダを利用して、追突や右直ニアミス状況を分析した例<sup>4,5)</sup>などが報告されている。

このような事故事例の分析によって、特定の事例において事故発生に至る過程を把握することができる。ただし、たとえ同じ種類の事故であっても、事故が発生した道路環境と交通状況はさまざまに異なるため、導かれた要因の中には同系統の事故類型に共通するものと、特定の事故が発生した環境あるいは状況に特異的に観察されたものが含まれている。効果的かつ効率的な支援を考えるためには、多くの事故に共通する要因を見つけることが重要となる。

## 3. ドライバー特性分析と事故発生過程

### 3-1 ドライバーの特性

事故発生の直接的・間接的な要因には、ドライバーの「人間としての」生理的あるいは心理行動的な特性に起因するものも多い。道路環境と車、ドライバーは、Fig.1の関係にあると考えられる。道路環境中の自車位置や交通状況の変化をドライバーは主に視覚情報として入手し、運転操作を継続する<sup>6,7)</sup>。ここで運転行動は、ドライバーの内部過程である知覚、情報処理、動作の連鎖からなる系を通して現れる<sup>8)</sup>。車外や車内にある情報は、目、耳、皮膚、筋などの感覚器官により受容され、短期貯蔵にて、長期貯蔵と呼ばれる既存知識に基づいた処理を受け、骨格筋などの効果器より動作として出力される。この一連の系は、身体的特性や過去の経験から獲得した処理過程に関する個人特性、疲労や覚醒度などその時々的心身状態の影響を受ける。

運転行動が適切であるか否かは、刺激入力に対して適切な反応出力を行うことができるか否かに帰着する。所与の道路環境と交通状況のなかで、ドライバーが対処しなければならない作業の量が多い、または時間的余裕が小さい場合や、ドライバーの内

部過程である処理の系列が適切でない場合には、運転行動は不適切になる。前者は、交通状況の要請がドライバーの対応能力を超えているケースに相当し、後者は、通常であれば対処できる状況であるにもかかわらずドライバー側に内在する何らかの理由により対応能力が損なわれているケースに相当する。

人間であるドライバーには、実現できる行動に量的、時間的な限界があり、また行動が損なわれやすい条件がある。これらはいわばドライバーの弱点であり、事故発生に関与する。筆者の所属する(財)日本自動車研究所では以下のような実験研究によってドライバーの特性を調べている。

### 1) 視対象の検知

ドライバーは運転に必要な情報の大部分を視覚情報として取得しており、交通状況の変化を検知することは安全に運転を継続する必須の要素である。視覚刺激の検知の適否には、視野範囲中の呈示位置、刺激の大きさ、動き、背景とのコントラストなどの物理的条件が影響する。注視点を固定して上下左右の視野範囲に光点を呈示する室内実験にて、刺激検知への影響を調べたところ<sup>9)</sup>、視野の周辺部に呈示され、サイズが小さく、背景のテクスチャが複雑であるほど、検知までの時間が長くなった。あらかじめ呈示されている刺激のサイズが増大する場合には、サイズ変化率が小さいほど検知時間が長かった。

これらは人間の視知覚についての基本的な特性であり、運転行動にも影響が予想される。例えば、薄暮時に遠方を一定速度で走行する先行車は、コントラスト、刺激としての大きさ、サイズ変化の点で、後続車のドライバーがこれを検知するのに不利と考えられる。また、見通しの良い交差点であっても、衝突するタイミングの自転車と交差車両が一定速度で

走行するコリジョンコースにある場合には、交差車両が視野周辺部に位置して見えのサイズが小さいことに加え、自転車から見た交差車両の左右方向の位置が変化しないため<sup>10)</sup>、出会い頭事故につながるリスクが高まると考えられる。

### 2) 注視点の分布

車外状況を適切に把握するためには、万遍なく注視点を移動する視覚的探索が有利と考えられるが、ドライバーの状態によって注視点の分布範囲は変化する。ドライビングシミュレータで特段の危険のない交通状況を設定し、聴覚暗算作業を実施しながら走行を求めた実験では<sup>11)</sup>、暗算作業を行っている場合に注視点の分布範囲が狭い範囲に集中する傾向にあった。アイカメラにて測定した注視点の時間分布を道路座標系に対して集計したところ、Fig.2に示すように、時間構成率の小さい領域は暗算有無による大きな違いはないものの、相対的に長い時間にわたって注視される領域は、暗算作業時はより進行方向前方に集中していた。設定した暗算作業は、聴覚呈示される加算問題に対して口頭で回答する作業であり、視覚的な負担のない作業でも、認知的負荷が大きい場合には視認行動に影響が生じる。

人間の視知覚が成立するには、眼球運動と焦点調節、ならびに視覚刺激の内容を認識するための時間が必要となる。一方、単位時間中に注視点を移動できる回数は、一カ所の注視に要する時間に依存する。上記の実験では、60歳未満の一般ドライバーでの注視点停留時間は0.3~0.6秒程度であったのに対し、65歳以上の高齢ドライバーでは停留時間が1.0秒を超える場合があった。一般ドライバーでは1秒あたり2回は注視点を切り替えることができるのに対し、高齢ドライバーの注視点移動の回数はこれよりも少ないことになる。高齢ドライバーでは注視点の分布範囲が狭く、また周辺視での検出能力が劣ることも知られており、これに加えて注視点を移動する頻度が小さいことは、車外状況の検知の点で不利となる。

### 3) 車間距離、横位置の変動性

運転行動はその場面でドライバーが行っている処理による影響を受ける。先行車への追従走行状況を実験的に設定し、ナビゲーションシステムを模した車載機器操作タスクを行いながら走行を求めたところ<sup>12)</sup>、Fig.3のように、視認手操作を要する車載タスクだけでなく、音声により操作する車載タスクでも、車間距離の変動性が増す場合があった。すなわち、表示されている情報量と操作ステップ数の大きい視

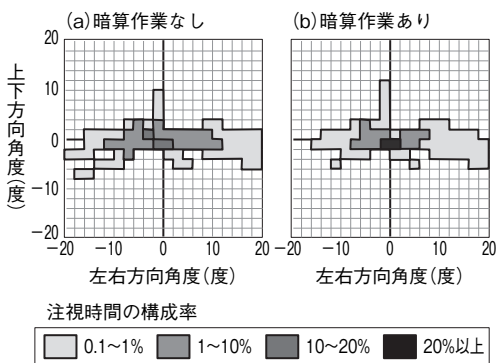


Fig. 2 通常走行時の注視点分布<sup>11)</sup>

認手操作タスク、ならびに階層数が多くドライバーが処理に要する時間の長い音声操作タスクでは、車間距離の変動性が拡大した。

視覚表示画面への注視を伴う視認手操作の車載タスクでは、車外状況から注視点を大きく逸らしている間は、ドライバーは先行車との車間距離の変化を情報として取得できない。車外の状況変化を知覚する入力が増えているため、その後の処理を進めることができず、結果として車間距離を適切に保つペダル操作を行うことができなかつたものと考えられる。一方、音声操作の車載タスクでは、注視方向は車外に向けられており、車外状況の知覚は可能である。ただし視覚的な負荷がない場合であっても、車載タスクの処理にはドライバー自身のもつ処理資源 (resources) を消費する。車外状況に対応するための処理資源が減じたため、音声操作タスクでも車間距離を適切に保つ操作を行うことができない場合があったものと考えられる。

車間距離の変動性増大は、狭い車間距離となる時間が長くなることも意味するため、追突事故のリスクを増す可能性がある。上記の実験では車間距離とともに自車横方向位置の変動性も増加しており、車線を逸脱するリスクも増大する。視覚的な注意分散だけでなく、視認行動を伴わない注意分散であっても、ドライバー自身の運転行動が原因となって、通常の運転状況を危険な状況に変性するリスクを増すと考えられる。

4) 衝突回避行動

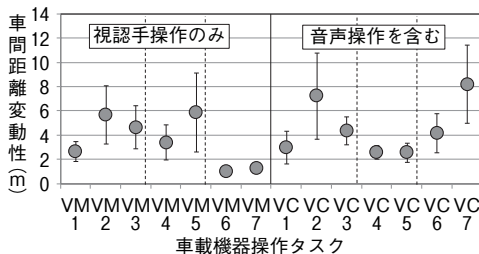
衝突の危険性が顕在化した緊急状況では、状況変

化を即座に検知して衝突回避のための対応行動をとる必要がある。衝突回避の可否は、ドライバーに実現可能な反応時間や操作速度、操作力によって規定される。一般に緊急状況では、衝突までの余裕度が小さいほど、短く、速く、大きい対応行動が観察される。ドライビングシミュレータにて前方に突然に出現する静止障害物を設定し、出現時の自車速度と障害物までの距離を変化させて操舵による回避行動を調べたところ<sup>13)</sup>、衝突までの余裕時間が短いほど、回避行動を開始するまでの反応時間は短縮し、操舵角と操舵角速度は増大した。見通しの悪い交差点にて交差道路から車両が飛び出す状況でも<sup>14)</sup>、Fig.4のように状況の余裕度が小さいほど、操舵あるいは制動回避を開始するまでの反応時間が短縮した。状況が切迫しているほど、ドライバーは自らの対応能力を最大限に発揮して状況に対処しようとする。

ただし、実現できる行動には限界があり、操舵あるいはペダル操作での反応時間は最短の条件で約0.3秒、操舵角速度は約400度/秒が上限であった。また、65歳以上の高齢ドライバーでは、実現できる最短の反応時間が平均値にして0.1秒程度長くなっていた。反応時間は、刺激強度や呈示位置などの物理的特性の影響を受けるほか、不測の状況変化<sup>13)</sup>や状況の危険性の過小評価<sup>15)</sup>、いったん開始した行動を修正する場合<sup>16)</sup>などには反応時間が増大する。

衝突回避行動は、事象が発生した時点でドライバーが行っている車内作業によっても影響を受ける。多くの視覚情報が車載表示装置を介して呈示される状況を想定し、ドライバーが情報を取得している最中に先行車が急減速する状況をドライビングシミュレータで設定して対応行動を調べたところ<sup>17)</sup>、複数情報が呈示されている際のアクセルペダル離しまでの反応は平均で1秒以上かかっていた。これに対し

視認手操作のみ	操作数	表示	操作	音声操作を含む	操作数	表示	操作
VM1 地図縮尺切替	1	S	T	VC1 地図縮尺切替	1	S	V
VM2 メニュー選択	8	S	T	VC2 メニュー選択	8	S	V
VM3 地図スクロール	2	S	T	VC3 地図スクロール	2	S	V
VM4 数字探索4連続	4	S	T	VC4 聴覚航行記憶セト	1	V	V
VM5 数字探索6連続	8	S	T	VC5 聴覚進行記憶セト	1	V	V
VM6 2文字読み取り	1	S	T	VC6 施設名入力2階層	4	S+V	T+V
VM7 10文字読み取り	1	S	T	VC7 施設名入力4階層	6	S+V	T+V



注) S: 視覚表示, T: 手操作, V: 音声表示 / 操作。  
Fig. 3 車載タスク実施中の車間距離変動性<sup>12)</sup>

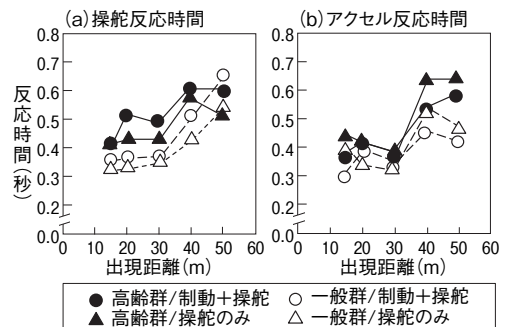


Fig. 4 余裕度と反応時間<sup>14)</sup>



て、優先度に応じて情報を選択し、色や輝度、告知音など表示の物理的特性で修飾して呈示した場合には、反応時間は大きく短縮した。また、複数情報の同時呈示では実験参加者の半数が先行車と衝突する状況であっても、呈示する情報を適切に選択することで全員が衝突を回避することができるようになった<sup>18)</sup>。前述のように車載機器への注視を伴う視覚的な注意分散は、車外状況の変化の知覚を損なうため、緊急状況でも対応行動を劣化する。ただし、ドライバーに理解しやすいよう配慮した情報提供方法を用いることにより、車載機器の操作によるリスクを小さく抑えることも可能と考えられる。

### 5) 道路環境、交通状況の影響

ドライバーは、所与の環境中で状況変化を知覚して運転操作を行うため、当然ながら道路環境や交通状況の影響を受ける。交差点通過時の運転行動に及

ぼす影響を調べるため、テストコース上に形状と見通し条件を変更できる交差点を設定し、速度やドライバーの視線方向を測定する走行実験を実施した<sup>19)</sup>。道路環境の要因として、車線数、視界遮蔽壁の有無、停止線位置を、交通状況の要因として、交差車両の進行方向と通行量、自車の右左折進行方向を水準設定した。その結果、Fig.5に示すように、視界を遮蔽する物がなく自車線数が多いなど、交差点の見通しがよい場合には注視による左右確認が少なく、早期に確認行動を終了し、交差点接近時と進入時の速度が相対的に大きかった。交差車両が少なく通行が自車の左方からのみの場合には、自車の交差点接近時の速度が大きくなっていった。自車の進行方向とは逆方向の交差道路への確認行動は相対的に少なく、かつ早期に終了する傾向にあった。これらの環境・状況の要因は、交差点への接近通過時のリスクを増す可能性がある。

出会い頭事故の発生そのものにも、道路環境と交通状況が影響する。ドライビングシミュレータにて、交差車両の出現タイミングと走行速度によって衝突までの余裕時間が小さい状況を設定して、交差点進入直前から出会い頭衝突に至る間の運転行動を観察したところ、注視の偏りによる交差車両の発見の不適、交差車両を発見した地点から衝突地点までの余裕距離が小さいこと、交差車両発見時点の自車速度が大きいことが、衝突の直接的な原因として抽出された<sup>20)</sup>。このうち注視の偏りは、自車の進行方向と交差車両の接近方向が一致していない場合や交差道路に横断歩行者がある場合に多かった。発見地点と衝突地点の余裕距離が短い例は、視界遮蔽壁と交差道路との距離マージンが小さい道路環境が多かった。また、上記のテストコース走行実験の結果から推定すると、交差車両を発見した時点の速度が大きい事例は、交差点の見通し条件が影響している可能性がある。

### 3-2 追突事故の発生過程

上記のように、これまでさまざまな側面からドライバーの特性が調べられている。衝突事故に至るまでの各段階とこれらの特性との関係を整理することは、事故の誘因や原因の理解につながる。事故

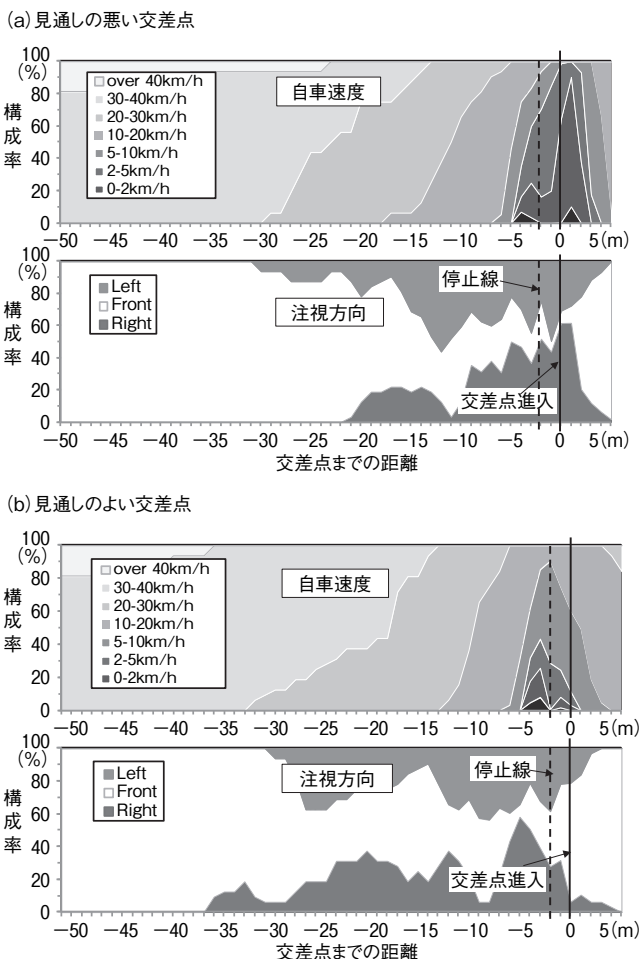


Fig. 5 交差点通過時の速度と注視方向の時間変化<sup>19)</sup>

類型<sup>1)</sup>のなかで事故発生件数の約1/4を占める追突事故を例に考察すると、ドライバー特性の関わりを、Fig.6のように考えることができる。ここでは、追突事故に至る段階を次のように想定している。まず併走車の車線変更や側道からの進入、あるいは自車の車線変更などにより、先行車へ追従走行する状況が生じる。ここで、自車速度の増大や先行車の減速により、相対速度が増大して車間距離が減少すると、衝突のリスクが顕在化する。この時点で、衝突予想時間(Time to Collision; TTC)の減少による衝突リスクをドライバーが認識して適切な回避行動をとることができなければ、車間距離はさらに減少し、先行車との衝突に至ることになる。

追従走行の段階で、先行車の存在をドライバーが適切に認識できない原因としては、距離の大きさに起因する先行車の見えの大きさや照度、コントラストの不足が、ドライバーの知覚に影響した可能性が予想される。処理に関わる問題としては、先行車となる車両への監視あるいは注意配分の不足、他の視対象への視覚的注意分散や、考え事などによる非視覚的な注意分散、覚醒度の低下などが推定される。

車間距離の減少あるいは相対速度が増大してリスクが高まる段階では、自車速度の増大による場合には、速度変化の知覚が不適切であったことや、自車速度の過小評価あるいは車間距離の過大評価、アクセルペダル操作の巧緻性減退などの問題が予想される。また、自車速度の増大にドライバー自身が気づいていても速度を低下できない場合には、対応行動としてのアクセルやブレーキ操作が不適切であったことが予想される。

自車速度の増大あるいは先行車の減速によって衝突リスクが顕在化した段階でドライバーがTTCの減少を認識しない原因として、知覚の問題としては先行車の見え方のサイズあるいはサイズ変化率が小さいこと、処理の問題としてはTTCの過大評価や注意分散が考えられる。TTC減少を認識したにもかかわらず対応行動を適切にとれない場合には、反応時間の増大や操作力の不足などの処理と動

作の問題が推定される。

以上は追突事故を対象とした考察であり、出会い頭事故や対歩行者事故など、形態の異なる事故では発生過程も異なる。支援すべき段階と行動は、対象とする事故の類型毎に、道路環境や交通状況に応じて洗い出す必要がある。対象物の見え方の大きさやコントラスト、視野中の対象物の位置、注意分散、対応行動までの反応時間や操作力、操作速度などは、いずれの事故にも関与する可能性のあるドライバー側の要因である。ただし、一律の対策では予防安全性を高めることは難しいと思われる。衝突直前の段階に比べて、衝突までに多くの段階を経る時点では、想定される要因はまだ衝突発生の直接的な原因では

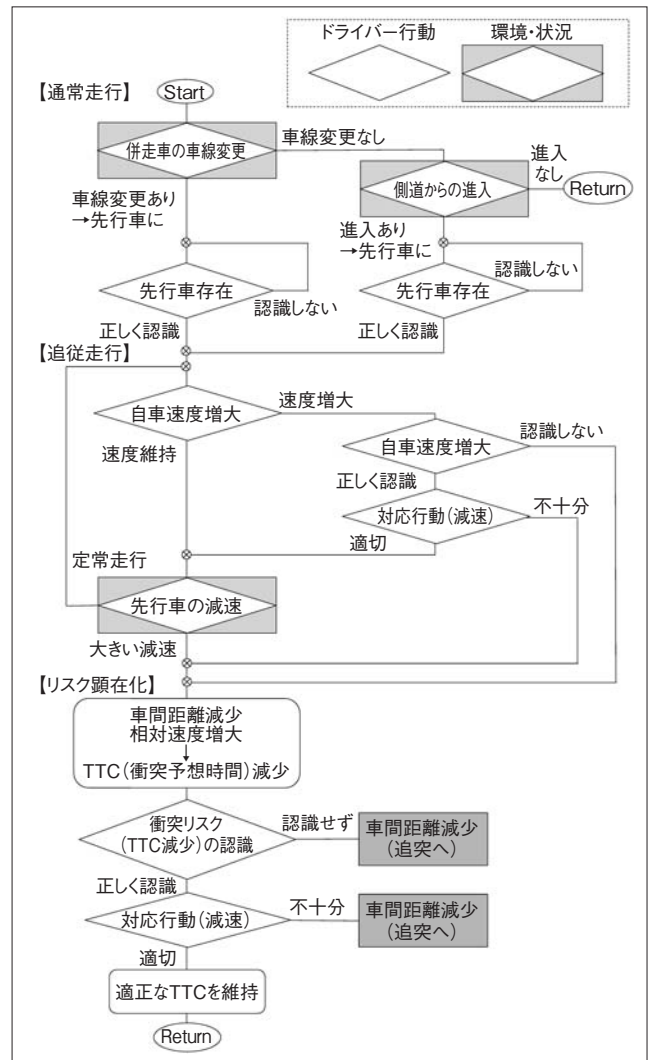


Fig. 6 追突事故の発生過程とドライバー行動

なく、衝突発生地点や時期から離れていると状況変化の検知精度を維持することも難しいと予想されるからである。例えば、衝突までに多くの段階がある時点では、周辺の交通状況や走行経路についての情報提供などにより、知覚や処理の負担を軽減する程度の支援が適切と思われる。これに対して、衝突が切迫した時点での対策では、ドライバーへの訴求力の大きい警報の呈示や、車載システムによる操作への介入が有用と予想される。

#### 4. 機能開発に関わるドライバー特性研究

##### 4-1 運転支援機能の仕様

事故発生過程とドライバー特性との照合により、支援すべき状況と行動を抽出した後は、支援の仕様を明確にしなければならない。この段階では、ドライバーが実現できる具体的な行動についての知見が重要となる。例えば、緊急状況での衝突回避を目的とする警報呈示や注意喚起のための情報提供、あるいは自動ブレーキなどの操作支援では、ドライバー自身の制動あるいは操舵による回避操作の限界に関わるデータに基づいて、システムの作動タイミングなどが検討されている。

前方車両衝突警報の警報発生タイミングについて、ドライビングシミュレータでの追従走行時に低覚醒状態を誘導し、先行車の急減速に対する反応時間や衝突回避の成功率を調べた例がある<sup>21)</sup>。この実験では、まず通常状態のドライバーを対象に警報呈示に対するブレーキ反応時間の分布を調査し、95%タイム値が1.0秒であることを明らかにした。そこで、警報発生タイミングを車間距離として定めるStopping Distance Algorithmにてドライバーの反応時間を1.0秒に設定したところ、警報が呈示されない場合には1割以上のドライバーが衝突に至る低覚醒状態であっても、警報呈示により全員が衝突を回避することができた。この結果は、警報システムなどを検討しているISO TC204のWorking Groupに報告され、Forward Vehicle Collision Warning Systems仕様の議論に活用された。

また、車線変更の敢行可否の判断を支援する後側方警報について、併走する後方車両が自車位置に到達するまでの時間によって、警報の要否を検討した例がある<sup>22)</sup>。高速道路の走行時に車線変更を敢行するか断念するかの実態を、後側方車両の位置と相対速度の計測値により調査したところ、余裕時間が10秒以上の場合にはすべてのドライバーが車線変更を

敢行し、6秒未満の場合には断念する場合があった。車線変更挙動を開始してから終了するまでの所要時間の平均値は5.3秒、標準偏差は1.0秒であった。この結果から、後側方車両の到達予想時間が概ね6秒未満の場合には、ドライバーは車線変更挙動を完了できないリスクがあるため、警報を発する必要性が大きいと考えられる。これに対し、10秒以上の時間があれば車線変更を完了できることから、このタイミングで警報を呈示するとドライバーの煩わしさ感を増し、場合によっては誤警報と受け取られてしまう可能性も予想される。

##### 4-2 車載情報機器の評価

機能の仕様が確定して試作がなされた段階では、実用に供するための事前評価を行うことになる。ここではドライバーの行動特性に基づく適切な評価方法を用いることが必要である。例えば、ナビゲーションシステムなどの車載情報提供装置について、通常時の車両挙動に影響しない視認行動に関する研究結果をもとに、Occlusion法と呼ばれる方法が定められている。これは静的状況での台上評価方法であり、シャッターつきゴーグルなどによって運転時の視認行動パターンを視界遮蔽時間として再現し、評価対象とするタスクの終了までに要する時間を総シャッター開時間(Total Shutter Open Time; TSOT)として測定して、TSOTの長さによって車載装置タスクの良否を評価するものである。この評価方法の開発にあたり、まず実車走行時に車載装置を操作する際の横位置変位量を測定して、装置に対するドライバーの総視認時間(Total Glance Time; TGT)と横位置変位量が対応することを確認し、次いでOcclusion法にて静的状況で測定したTSOTが、実車走行時のTGTと対応することを確認するという手順を踏んでいる<sup>23)</sup>。このような日本での研究に加えて各国でも検討が進められ、2007年にISO16673としてOcclusion法の手続きを内容とする国際標準が発行されている。さらに(社)日本自動車工業会が策定したガイドラインでは<sup>24)</sup>、走行時のTGTが8秒を超える場合には無負荷時を上回る車両横位置変位が観察されたことから、Occlusion法でのTSOTの許容値を7.5秒に定めている。

なお、Occlusion法は視認行動を台上で模擬する単一課題の方法であるため、ドライバーの視認手操作を伴う車載装置タスクの評価には適するが、音声操作による認知的負荷の評価には手続きとしてそぐわない懸念がある。直接的な表出行動を伴わない認

知的負荷を推定する方法として、副次課題法を利用できる可能性がある。副次課題法とは、評価対象タスクと成績測定作業との同時実施を求め、成績測定作業の遂行量の低下を調べることで、評価対象タスクの負荷によって減じた作業者の処理資源を推定しようとする方法論である。ただし、副次課題法では処理資源の配分が問題となり、評価の際に作業者が時間分割などの対処方略を用いた場合には、認知的負荷を適切に推定できない恐れがある<sup>25)</sup>。筆者らは、トラッキング作業を成績測定作業に用いることで、時間分割の対処方略の介在を最小化し、車載装置による認知的負荷の推定を試みている<sup>26)</sup>。現時点での実験結果からは、作業者による予測が必要な作業を足による操作として行うベダルトラッキング作業が有望とみられるが、どのような評価方法が認知的負荷の把握に適切であるのかについては、今後さらに検討が必要である。

## 5. おわりに

予防安全性の向上を図るためには、事故の実態と要因の分析ならびに運転行動の調査を欠かすことはできない。ドライバーが実現できる行動の限界や、状況によって陥りがちな弱点などを洗い出すことが、対策を講じる出発点となるからである。また、ユーザであるドライバーの受容性を担保するためには、機能を開発した時点での評価が重要であり、実効性と副作用を検証しておかなければならない。本稿は、予防安全機能の仕様検討と評価へ貢献する研究例の一部を紹介したものである。

外界の状況変化を検知して衝突の危険を警告するシステムや、運転操作に車両が介入するシステムでは、設計者の意図と異なる誤解により、ドライバーが過剰な期待をしてしまった場合には、不適切な行動が惹起される懸念もある。例えば、支援機能の不作動は生じないとドライバーが思い込んでいた場合に、現実には不作動が生じると、ドライバー自身が対応行動をとるまでの反応時間が延長し、支援機能への信頼感も大きく損なわれる<sup>27)</sup>。ドライバーがシステムに対してどのような期待あるいは態度を抱いているのかを把握し、表出される行動との関係を明らかにすることも、予防安全機能の実用化と普及における重要な課題と思われる。また、急速かつ高率に人口高齢化が進行するわが国では、高齢ドライバーに対する適切な支援の方法を検討する重要性も大きい。人間の期待や態度、加齢による行動影響の研

究は、心理学・行動科学の領域で進められている。近接するこれらの領域で得られている知見も参照して、予防安全性の向上方策を検討することが重要と考える。

## 参考文献

- 1) 例えば、(財)交通事故総合分析センター『平成21年版交通事故統計年報』2010年
- 2) 石田敏郎「バリエーションツリー分析による事故の人的要因の検討」『自動車技術会論文集』30(2)、pp.125-130、1999年
- 3) Leplat J., Rasmussen J.: Analysis of human errors in industrial incidents and accidents for improvement of work safety, *Accident Analysis & Prevention*. 16(2), pp.77-88, 1984
- 4) 川越麻生、内田信行、田川傑、阿賀正巳「ドライブレコーダを活用した人的要因解明のための時系列詳細解析」『自動車技術会学術講演会前刷集』128-07、pp.5-10、2007年
- 5) 内田信行、川越麻生、田川傑、阿賀正巳「予防安全研究用ドライブレコーダによるフィールド走行調査と事故発生メカニズム解明の取り組み」『自動車研究』31(6)、pp.227-293、2009年
- 6) Klebelsberg, D., *Verkehrspsychologie*. Springer-Verlag Berlin, 1982/D.クレベルスベルク、蓮花一己、長山泰久(監訳)『交通心理学』企業開発センター、1990年
- 7) Shinar, D., *Psychology on the road*. John Wiley & Sons, 1985/D.シャイナー、野口薫、山下昇(共訳)『交通心理学入門』サイエンス社、1987年
- 8) Ziedman, K.: Information processing. In R. L. Henderson(Ed.), *Drivers performance data book*. DOT-HS-807-121, National Highway Traffic Safety Administration. pp.5.0-5.78, 1987
- 9) 小針弘之、宇野宏「ドライバーの対象物検知特性把握のための影響要因検討」『自動車技術会論文集』40(2)、pp.585-590、2009年
- 10) 内田信行、片山硬「周辺視機能と合出頭事故」『心理学評論』44(1)、pp.37-46、2001年
- 11) Uno H.: Characteristics of an elder driver in ordinary driving situation, *JSAE Review*. 25, pp. 83-90, 2004
- 12) 宇野宏、大谷亮、麻生勤、中村之信「車載情報提供ドライバインタフェースによる負荷の台上



- 評価方法に関する検討」『自動車技術会論文集』41(2)、pp.539-544、2010年
- 13) 宇野宏、平松金雄「緊急状況における余裕時間とドライバーの操舵回避との関係」『人間工学』35(4)、pp.219-227、1999年
- 14) 宇野宏「高齢ドライバーの緊急回避特性に関する研究」『自動車技術会論文集』32(1)、pp.113-118、2001年
- 15) 大谷亮、宇野宏、藤田和男「交通状況に起因するドライバーの危険度評価が運転行動に及ぼす影響に関する検討」『人間工学』43(6)、pp.303-314、2007年
- 16) 田川傑、内田信行、川越麻生、阿賀正巳「交差点での追突事故に関する人的要因の実験検討」『自動車技術会論文集』39(1)、pp.145-150、2008年
- 17) 宇野宏、飯星明「走行中のドライバインタフェース評価指標に関する検討－その2：実車走行への適用と危険場面での指標－」『自動車研究』29(11)、pp.575-578、2007年
- 18) Uno H., Niiya K., Hashimoto K. : A tentative information management procedure to improve the usability of ITS information for drivers, Proceedings of 8th Congress on Intelligent Transport Systems, Paper No. 0025, 2001
- 19) 宇野宏、猿渡英敏、浦井芳洋、吉田傑「交差点における非優先側車両の運転行動と影響要因」『自動車技術会論文集』41(2)、pp.533-538、2010年
- 20) 宇野宏、浦井芳洋、猿渡英敏、吉田傑「交差点での非優先側車両の運転行動に関する実験検討(第2報)－交差車両が切迫した状況における特徴－」『自動車研究』31(11)、pp.553-556、2009年
- 21) 若杉貴志、山田喜一「前方車両衝突警報に対するドライバーの反応時間」『自動車技術会学術講演会前刷集』60-00、pp.9-12、2000年
- 22) 若杉貴志「ドライバー特性から見たSOWSの警報発生タイミング」『自動車技術会学術講演会前刷集』93-01、pp.23-28、2001年
- 23) 麻生勤、宇野宏、野口昌弘、川崎由美子「運転中のカーナビ視認時間の許容限界の検討」『自動車研究』24(3)、pp.107-110、2002年
- 24) 社日本自動車工業会『画像表示装置の取り扱いについて改訂第3.0版』2004年
- 25) 宇野宏、中村之信「車載情報提供ドライバインタフェースによる負荷の台上評価方法に関する検討」『自動車技術会論文集』41(2)、pp.539-544、2010年
- 26) 宇野宏、中村之信「音声操作を含むドライバインタフェースの台上評価方法に関する研究」『自動車技術会論文集』42(2)、pp.569-575、2011年
- 27) 大谷亮、宇野宏、飯星明「運転支援機能への信頼感がドライバー行動に及ぼす影響に関する基礎的検討」『自動車技術会論文集』37(4)、pp.15-20、2007年