

## 自動車工業会の予防安全研究用ドライブレコーダー

吉田 傑\*                      内田信行\*\*  
阿久津英作\*\*\*              川越麻生\*\*\*\*

日本においては、ドライブレコーダーは事業用の車を中心に他国では類を見ない普及を見せており、各方面から、さまざまな期待が寄せられ、研究もなされている。日本自動車工業会では、このような状況の中で、予防安全装置の開発に必要な、事故要因・ニアミス要因の解明に着目し、事故メカニズム、特に人的要因の解明を目的としたドライブレコーダーを開発した。本稿ではその特徴を述べるとともに、追突ニアミスの事例において詳細な時系列解析を行い、人的要因や周囲の交通環境との関連を分析した結果を紹介する。

### The Drive Recorder for Research on Active Safety Developed by Japan Automobile Manufacturers Association

Suguru YOSHIDA\*              Nobuyuki UCHIDA\*\*  
Eisaku AKUTSU\*\*\*              Maki KAWAKOSHI\*\*\*\*

Drive recorders show a level of popularization in Japan, particularly in commercial vehicles, unprecedented elsewhere in the world. They are the object of high hopes and widespread research. The Japan Automobile Manufacturers Association has developed a drive recorder designed to shed light on the mechanisms leading to accidents, particularly human factors, in order to identify accident and near-miss factors that can be used in the development of active safety devices. This paper describes the characteristics of this drive recorder and presents the results of an analysis of human and environmental factors in rear-end near-misses based on a detailed time series analysis.

#### 1. ドライブレコーダーの動向

交通社会におけるドライブレコーダーの活用が注目を集めており、各方面でドライブレコーダーを搭載したフィールド実験や研究調査がなされている。

ドライブレコーダーが最初に国内の研究で取り上げられたのは、1991年の先進安全自動車(ASV)である。近年では、2004年に国土交通省自動車交通局

総務課安全対策室が、「映像記録型ドライブレコーダーの搭載効果に関する調査」を開始した<sup>1)</sup>。また同年に自動車技術会が、国土交通省自動車交通局技術安全部技術企画課の委託テーマ「ヒヤリハット分析によるASV等の効果把握・予測等の検討調査」を実施している。

ドライブレコーダーの最初の市販品としては、日本交通事故鑑識研究所が開発したWitnessが2004年

\* (社)日本自動車工業会  
Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.

\*\* (財)日本自動車研究所  
Japan Automobile Research Institute

\*\*\* (社)日本自動車工業会  
Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.

\*\*\*\* (財)日本自動車研究所  
Japan Automobile Research Institute  
原稿受理 2008年7月30日

に発売された<sup>2)</sup>。

その後、ドライブレコーダーは事業者にとって、事故発生時の過失割合の明確化による事故処理(係争)費用の削減効果や、教育に活用した場合などによる事故削減効果が見込まれる<sup>2)</sup>ことから、タクシー業界を中心に一定の普及を見ることとなった。新たにドライブレコーダーの発売に参入する業者も相次ぎ、現在では十数社に上っている。このような状況は、他国には例がなく、日本はドライブレコーダー先進国と言っても過言ではない。

しかし、自家用車市場においては、数社が製品化、自動車メーカーとしても本田技研工業が2008年に純正品を市販するにとどまり、普及には至っていない。これには、自家用車のユーザーにとってのメリットが見えにくい、また、事故抑止効果についても明確にならない、などの要因が考えられる。海外の研究においても、ドライブレコーダーを搭載するだけでは、必ずしも事故抑止効果は期待できないという研究結果も報告されており<sup>3)</sup>、さらに深い考察が求められている。

現在、各方面から、ドライブレコーダーに対し期待されている項目を挙げたものがTable 1である。国土交通省自動車交通局技術安全部技術企画課は2006年度からドライブレコーダーに関する検討会を発足したが、この目的は「予防安全技術の効果評価」である。また、前述の自動車技術会のヒヤリハット

Table 1 ドライブレコーダー活用目的

活用目的	期待される効果	内容
予防安全技術の効果検証	予防安全普及推進	予防安全システムの作動記録より、事故発生プロセスを解明し効果を算出
事故要因のメカニズム解明	予防安全技術研究開発	事故・ニアミス発生の人的要因を含むメカニズム解明
事故分析精度アップ	精度・客観性向上	速度情報など事故データの精度の向上に寄与する
事故捜査・状況把握	事故原因明確化	事故原因・責任明確化。ドライブレコーダー活用の中で有用性は実証済み
教育による事故削減	タクシー等事故削減	ドライブレコーダーのデータを教育に有効に活用すれば、運転行動の是正などの効果が期待できる
救急救命医療活用	負傷者に対する最適な治療	映像等事故情報を緊急通報し、負傷者の救命活動の早期判断に役立てる

分析委員会による研究も、ドライブレコーダーによるニアミス(事故)要因の研究から予防安全に資する対策の抽出を目指している。現在のドライブレコーダーをめぐる研究のトレンドとしては、事故を低減させる予防安全技術開発やその普及のための効果評価と言えよう。

なお、よくドライブレコーダーと併せ論議されるものにイベントデータレコーダー(EDR)がある。こちらは衝突事故が発生したときのエアバックの展開記録装置をベースにした事故イベント記録装置で、米国ではNHTSAが法規化を決めており<sup>4)</sup>、日本でも国土交通省が、ドライブレコーダーと併せて行った検討会において、2007年に日本のEDRのガイドラインを策定した。

EDRは、事故発生時の警察の事故原因捜査への寄与や、将来、事故調査の項目に読み出したデータを加えることによる事故詳細分析データベースの作成といった施策への貢献が期待されているが、本稿ではこの件については主旨ではないので、EDRに関する詳述は行わない。

## 2. 予防安全研究用ドライブレコーダー

### 2-1 目的

日本自動車工業会と日本自動車研究所では、2005年からそれまでの先行研究やさまざまな事故状況を調査し、ドライブレコーダーの研究に着手した。研究の目的は以下に定めた。

- (1)事故の原因を調査・解析するために必要なドライブレコーダーの仕様を明らかにする
- (2)得られたデータの解析により、事故の発生要因、運転ミスの発生メカニズムを明らかにし、予防安全対策の方向性を示す

交通事故を分析した先行研究によると、約9割の事故には、運転者の人的要因・ヒューマンエラーが関わるとされている。ドライブレコーダーにより、事故/ニアミスの発生時における人的要因に関わるデータを、「道路環境」「車両」と同時記録した上で、時系列データの詳細分析を行うことにより、事故発生、人的要因の解明につながるものと予想される。

### 2-2 事故類型の分析

事故/ニアミスの発生時における人的要因の分析に必要なドライブレコーダーの仕様を検討するにあたり、交通事故実態に基づいて、発生件数の多い事故類型の分析を行う必要がある。そこで、(財)交通事

故総合分析センター(ITARDA)によるH16年交通事故統計マクロデータを分析し、主要な事故類型と、各事故類型における人的要因の特徴を抽出した。対象は、ドライブレコーダー搭載車両を想定した、普通乗用車、軽乗用車、普通貨物車、軽貨物車が第一当事者で、一般道路で発生した人身事故である。

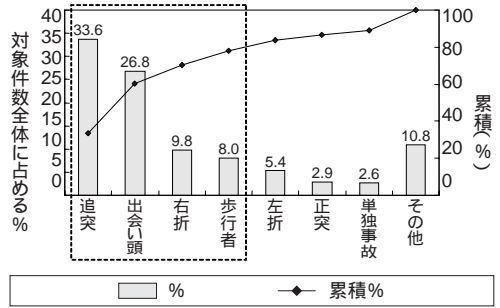
Fig.1に各事故類型が対象件数全体に占める率と累積構成率を示す。発生件数が多い順に「追突事故」「出会い頭事故」「右折事故」および「人対車両(対歩行者事故)」となっている。この4類型で全体の約8割の事故をカバーしていることがわかる。

この四つの主要な事故類型について、Fig.2に各事故類型における第1当事者の人的要因を示す。

追突事故については、前方以外の不適切な方向/対象に注意を向けたことによる外在的前方不注視、前方の動静確認が不十分であったことによる動静不注視の2要因で約7割を占める(Fig.2 a))。

出会い頭事故、右折事故、対歩行者事故については、安全不確認が共通して顕著な人的要因となっている(Fig.2 b)~(d))。

以上、事故の第一当事者側の主な事故類型は、「追突」「出会い頭」「右折時」「対歩行者」の4類型であり、事故発生的人的要因は、「外在的前方不注意(脇見等)」「動静不注視」「安全不確認」の三つが挙げられる。



出典) H16年度交通統計(ITARDA)より。

Fig. 1 事故類型の分布

### 2 - 3 予防安全研究用ドライブレコーダーの仕様

#### 1) 留意すべき点

前述の交通事故の類型と主要な人的要因を踏まえ、事故メカニズム・人的要因の分析に必要なデータ記録項目と仕様を備えたドライブレコーダーの開発に着手した。以下検討上の留意点を示す。

- (1)事故発生の主要な人的要因に「認知」がある。そのなかでも「外在的前方不注意」「安全不確認」を分析するために、視認行動を写す車室内映像(運転者顔面)が必要。
- (2)さらに運転者の「予測・判断」を分析するため、相手当事者の接近に備え、アクセルペダルを緩め

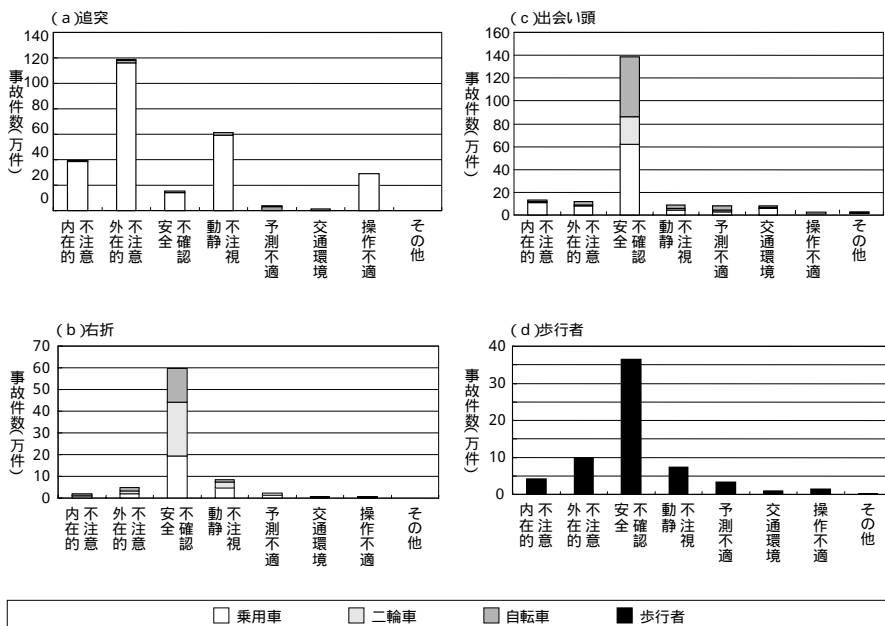


Fig. 2 いろいろな事故の人的要因

たり、ブレーキペダル上に足を移動させるなど、ペダル操作に関わるデータ収集のための車室内映像が必要。

(3)事故類型の内、「出会い頭」「右折」「歩行者」では、相手当事者の位置が左右に大きく偏る場合があるので、前方の広い範囲の交通状況を記録できることが重要である。

右折時における事故データにおいて、右折ドライバーが認知すべき地点から見た衝突対象の位置をFig.3に示す。

2) システム

システムはCCDカメラ、GPS、車両センサ、レコーダー部、電源管理部などで構成される。本体に5chのカメラ映像を備える。入力映像は、GPS位置情報・車両センサ情報を同時に同期してHDD(容量40GB)に記録する(Fig.4)。

加速度などの車両センサー値の閾値やその他のユーザー設定値をトリガーとして、前後それぞれ最大30秒間の記録が可能である。Fig.5にシステム全体図を示す。

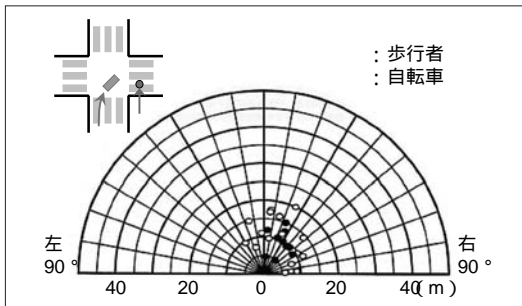


Fig. 3 右折事故における衝突対象認知位置

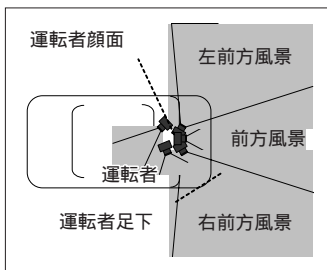


Fig. 4 カメラの配置

3) レコーダー部

画像、音声、データを同期記録するための基本部の仕様は以下のとおりである。

a) 入力仕様

画像:NTSC ビデオ DV圧縮(720×480 30f/s)

音声:LINE 音声 PCM 44KHz, 16bit stereo

数値データ:RS232C 100byte/フレーム(CSV形式)

b) 記録機能

プリトリガー記録時間:30秒

ポストトリガー記録時間:10秒

c) データ記録媒体

USB接続の耐震型ポータブルHDD(40GB)に記録

4) センサー部

数値データ記録項目としては、以下の項目がある。

GPS:4Hzのサンプリング

加速度:10Hzのサンプリング

スロットル開度

ステアリング舵角

ブレーキ、ウイナースイッチ

5) トリガー方法

センサーからの信号が以下の4種類の設定条件のいずれかを満たすとき、それをトリガーとして記録を行う。これらの設定値については、条件の変更が可能になる仕様とした。

加速度(前後、左右)トリガー

既定設定値:0.35G(変更範囲:0.1G~1.9G)

位置情報トリガー

特定地点(事故多発等)

時間トリガー

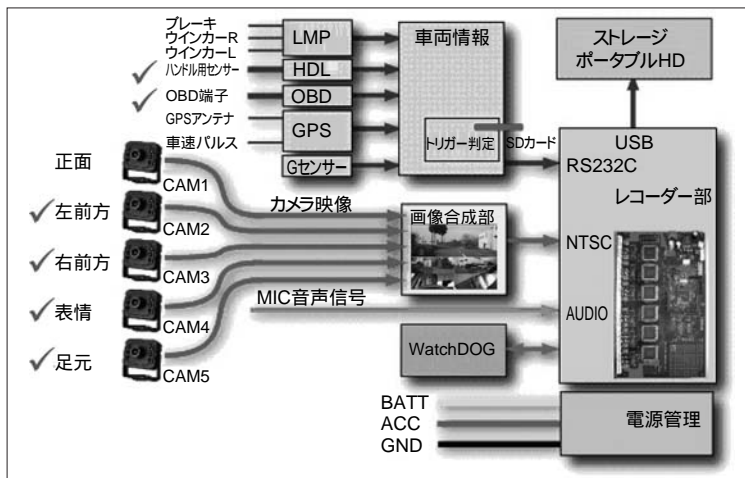


Fig. 5 システム全体



Fig. 6 正面および左右前方撮影用カメラ



Fig. 7 ドライバー顔面撮影用カメラ



Fig. 8 ドライバー足元撮影用カメラ

通常走行時のデータを記録する場合、エンジンONから時間カウント開始。一定時間間隔でトリガー発生。

#### イグニッショントリガー

運転開始時の時間を記録、エンジンON時のGPS時刻ログを記録。

#### 2 - 4 CCDカメラ部

映像記録画質向上のため、ガラスレンズを装着したCCDカメラ5台(ワテック製、WAT - 230VIVID)を使用している(Fig.6~8)。

前方風景用(水平画角53度)

右前方風景用(水平画角85度)

左前方風景用(水平画角85度)

運転者顔面用(水平画角53度)

ペダル足下用(水平画角115度)

### 3. ドライブレコーダーによる事故分析

#### 3 - 1 ドライブレコーダーによる事故分析

事故発生メカニズムを解明する手として、運転者が事故に至った要因や経緯を、実際に生じた事柄を時系列に沿って客観的に記述し、事故の発生経緯を時系列ダイアグラムで表現し、これに基づく推定を行う時系列詳細解析(バリエーションツリー法)が有効である。

従来の事故分析の手法では、統計資料分布、実地調査や当事者への聞き取り調査に基づく分布など<sup>5,6)</sup>で行われている。ただし、この手法は当事者の証言を基にしていることから、客観性に欠け、事故発生前後の経緯の詳細を正確に把握することが困難であった。

ドライブレコーダーのデータが活用できれば、この問題に対し、客観的、正確な分析を行うことができるため、証言に依存するゆえの曖昧な要素を廃することができる。ただし市販の従来型のドライブレコーダーは車外映像の撮影に限定されているものが多く、事故における最も重要な人的要因についての解析を行うには十分でない。

今回人的要因を解明するために開発されたドライブレコーダーを用いて、運転者の人的要因や事故やニアミスが起こった原因、誘因を交通環境などとの相互関係から、導き出す手法を検討した。車両挙動、運転者行動および自車両以外の交通環境など、客観的事実を時系列に沿って記述することで、事故やニアミスのより詳細な発生過程を解析することが可能となった。

#### 3 - 2 収集項目と分析内容

予防安全研究用ドライブレコーダーでの収集項目が人的要因解析のために有効に活用できるかを検討するため取得された車両情報と映像情報を、従来型<sup>8)</sup>と比較検討を行った。

##### 1) 収集項目

予防安全研究用ドライブレコーダーは従来型が取得可能である前後・左右加速度、速度、車間距離、ブレーキ信号、ウィンカー信号に加えて、車両情報についてはアクセル量およびハンドル角が取得可能である。また、運転者の顔画像、足下画像を写す車室内映像、前方車外に関しては広角映像の撮影が可能である。

##### 2) 収集項目と分析内容の比較

予防安全ドライブレコーダーを用いて取得した追突ニアミス事例の映像情報から運転者行動を時系列に抽出し、車両情報と併せて分析を行った。また、従来型ドライブレコーダーも同様の分析を行い、抽出項目がどのように異なるかを比較検討した。

##### 3) 予防安全研究用ドライブレコーダーの分析結果

Fig.9に、自動車専用道路における追突ニアミスを予防安全研究用ドライブレコーダーで取得した事例を示す。図上部はドライブレコーダー搭載車両(以下、V1)の車両情報を、下部は映像情報から得られたV1および相手車両(以下、V2)の運転者行動を示している。この場合、前方映像よりV2のブレーキ操作、顔画像よりV1運転者の視線方向、および足元画像よりV1運転者のペダル操作が分析可能であることがわかった。Fig.9から得られた分析の

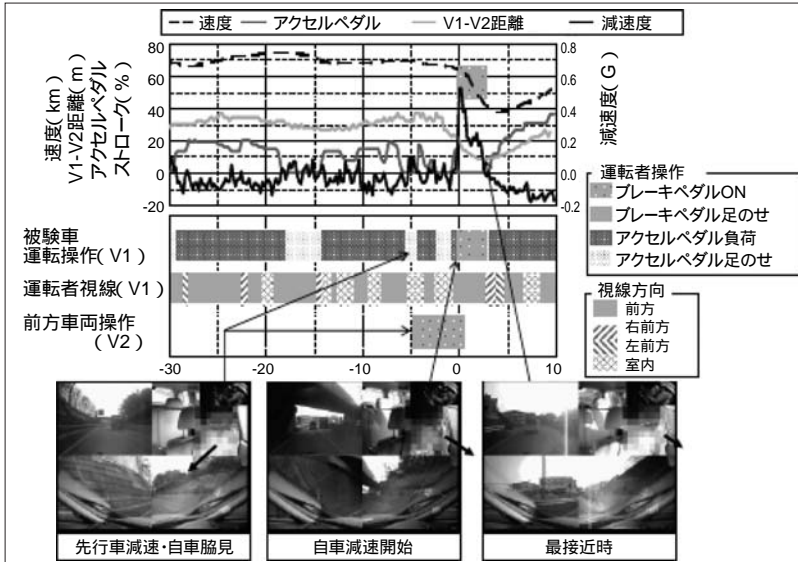


Fig. 9 予防安全解析用ドライブレコーダーによる解析

結果を以下に示す。

- (1)速度とV1 V2車間距離より、V1は-30秒から-3秒の間、V2との車間距離を一定に保ちながらほぼ等速で走行していたことがわかった。
- (2)速度とV1 V2車間距離および減速度より、-2秒付近からV2との車間距離が縮まり、V1は0秒付近でピーク値0.5G以上の急減速を行ったことがわかった。
- (3)V2のブレーキ操作より、V2は-5秒付近から減速を開始したことがわかった。
- (4)V1のブレーキ操作およびV2のブレーキ操作より、V2が減速してからV1がブレーキを開始するまでの時間は約3秒だったことがわかった。
- (5)V1の視線方向およびV2のブレーキ操作より、V1はV2の減速開始時、わき見をしていたことがわかった。
- (6)V1の視線方向より、V1は走行中何度もわき見をしていたことがわかった。
- (7)V1のペダル操作及びアクセル量より、V1は減速を行う直前まで、V1はアクセルペダルに足を置いていたことがわかった。

ここまでの(1)~(7)をまとめると、この追突ニアミス事例は、V1は前方を見ていなかったために、V2のブレーキの点灯の瞬間を見ておらず、ブレーキを踏んだ時にはV2との車間距離が縮まっていたことがわかった。

#### 4) 分析結果の比較検討

予防安全研究用ドライブレコーダーは運転者顔映

像を取得していたため、V1が脇見をしたためにV2の減速に気づくのが遅れた可能性があることがわかった。また、V1は減速する直前までアクセルペダルに足を置いていたことから、V2の減速を予測していなかった可能性があることがわかった。

従来型ドライブレコーダーであれば、取得する映像が前方映像に限定されているため、(5)~(7)に示される視認行動や、操作に関する情報からの人的要因分析に関しては解析できないと思われる。

## 4. 時系列詳細解析

### 4-1 バリエーションツリー法

運転者が事故に至った要因や経緯を整理し、事故発生メカニズムを解明するにあたり、時系列詳細解析(バリエーションツリー法)が用いられることは前述した。

予防安全研究用ドライブレコーダーから得られたデータをこれに適用することで、運転者のエラーを抽出できるだけでなく、運転者がエラーに至った経緯や事故やニアミスを誘発した原因などについて導き出すことが可能と考えられる。

さらに、V1とV2だけでなく、それ以外の交通参加者や、道路交通環境を解析対象とし、時系列詳細解析により、相互関係を明らかにすることでより詳細に事故要因の解析が可能である。これに関し、Fig.10にデータを示す交差点付近単路の動静不注視による追突ニアミス事例の解析例を例示する。

### 4-2 解析の手順

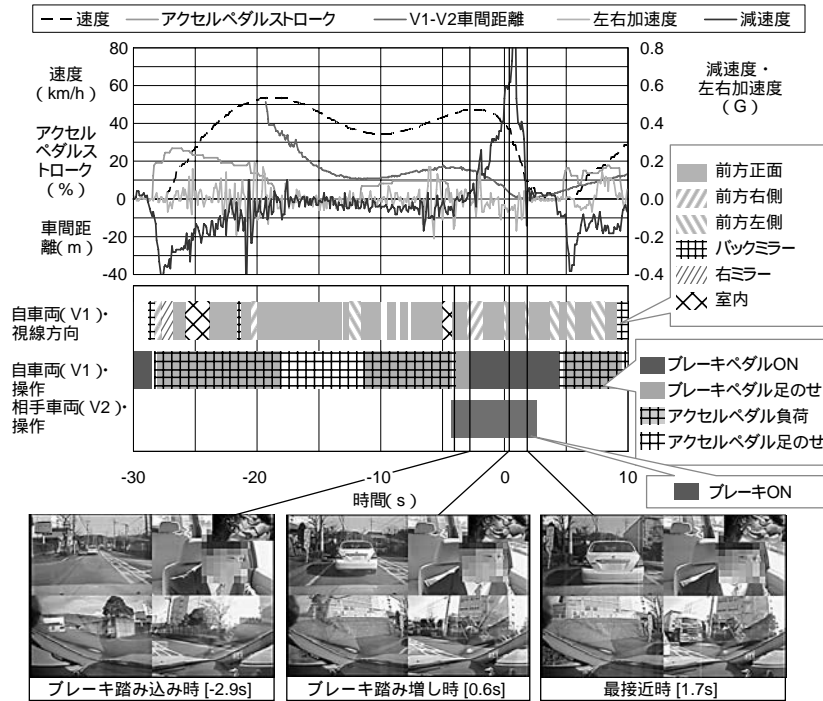


Fig. 10 「動静不注視」追突ニアミス事例

時系列詳細解析は、ドライブレコーダーで収集したデータから抽出した客観的事実を、時系列に沿って並べることで、事故やニアミスの発生過程、および運転者がエラーを起こすまでの過程を明らかにする手法である。この解析を、追突ニアミス事例に適用するにあたり以下の手順で行った。

車両情報と映像情報から、V1の車両挙動とV1およびV2の運転者行動を抽出し、運転者のエラーを導き出す。

映像情報から、客観的事実を抽出し、の結果と合わせて時系列のブロック図とする。時系列ブロック図は時系列詳細解析の手法に従い、以下の特徴を持つものとした。

- ・記録する対象はV1、V2車両に加えて、それ以外の他車両および交通環境を含む。
- ・異なる対象の間に関連性がある場合は、矢印でその関連を表現する。
- ・視線方向の変化や足ペダル位置など、時々刻々と変化する運転者行動を記述する。

のブロック図を解析し、運転者がどのような要因で事故やニアミスを起こしたのか、その原因は何であるかを明らかにする。

解析結果および考察は、で述べた客観的事実と

分離させた記述とする。

また、解析者がもっとも重要と判断した事象、重要であると判断した区間は、図中に強調表示する。

#### 4 - 3 解析結果

Fig.11に交差点付近の「動静不注視」による追突ニアミス事例の解析例を示す。解析の結果、この事例の客観的事実として、下記の ~ が挙げられる。

V1はV2に追従して走行している

V1は単路を走行している

V2が減速する直前時、V1は室内を見ている

V2がブレーキをかけた時、ペダルの踏み変え操作を行っているが、減速度は高くない

V2の先行車は、左折のために停止、V2も停止した

V2が減速してから、V1がブレーキを強く踏むまでの時間は約4.7秒である。その間運転者は前方右側に視線を移動している

以上の客観的事実をもとに解析を行った結果、このニアミス事例を生じさせた要因は、下記のように推察される。

##### (1)この事例概要

単路上運転者が、先行車の減速度の予測を誤り、予想以上に接近したため、急ブレーキを踏んだ。

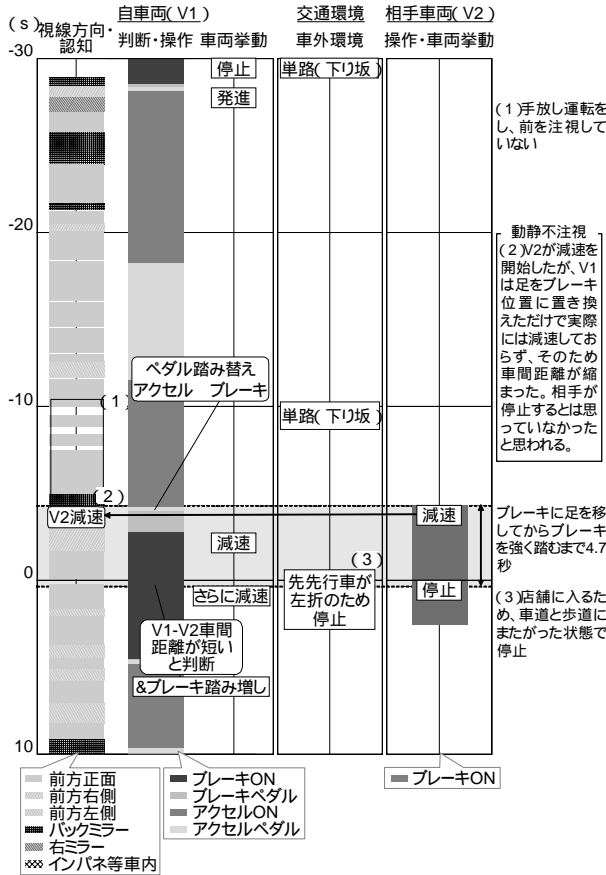


Fig. 11 時系列詳細解析

(2)運転者のエラー

V1の運転者は、前方を見て、先行車の減速を認識しながら、わき見をするなど十分な先行車の減速に対する注意を払わなかった。

(3)イベントを起こした要因

V2の先行車が、左折のために停止し、V2はそれに対応して、停止した。その間V1はペダルの踏み換えは行ったもののV2の停止する意図を読み取れず、減速度の予測を誤り、減速が遅れ急ブレーキを踏む必要が生じた。

このように、運転者の視線行動、ペダル操作、相手車両以外の車両や交通環境のデータを時系列詳細解析に加える事によって、事故やニアミスがどのようにして発生したのかについて、要因を整理し、発生メカニズム、特に人的要因を詳細に解明することが可能と考えられる。

5.まとめ

今後の予防安全技術の発展のため、ドライブレコ



Fig. 12 データ取得地域

ーダーにより、事故あるいはニアミスの発生時の車両挙動や映像情報の記録が可能になることに着目し、日本自動車工業会と日本自動車研究所では、事故メカニズム、特に人的要因の解明を目的としたドライブレコーダーを開発した。

仕様を決定するに当たって考慮したのは、事故データから得られる主要な事故類型とその類型における人的要因である。

日本における発生件数の多い事故類型は、「追突事故」「出会い頭事故」「右折事故」「歩行者事故」で全体の8割となる。

「追突事故」では主要な人的要因は「外在的前方不注意」「動静不注視」である。

そのほかの事故類型では、主要な人的要因は「安全不確認」である。

これらの結果から予防安全研究用ドライブレコーダーの仕様を以下のように決定した。

運転者の視線行動、ペダル操作を記録する室内カメラを搭載する。

前方映像は衝突対象を写すため、左右を写すカメラを追加する。

ブレーキ信号、ウインカー信号に加え、アクセル開度およびハンドル舵角を取得可能とする。

このドライブレコーダーを使った関東地区を主体とした20台のパイロットスタディの中で、追突ニアミス事例を抽出し、時系列詳細解析(パリエーションツリー法)を適用することにより、従来型のドライブレコーダーではわからなかった運転者の人的要因をはじめ、相手車両以外の車両や、交通環境のそれぞれから、事故メカニズムの体系的な把握ができる可能性が示された。

運転者の視線行動を記録することにより、わき見、運転の集中度、といった要因についての解析が可能になった。



ペダル操作の記録から、運転者の「判断・操作」がどのタイミングで行われたかの解析が可能となった。

広角の前方映像から、交通環境に関する情報が増え、より明確な要因解析ができるようになった。

この取り組みは、現在搭載車両を60台にして、関東地区を中心に営業車に搭載し、一般ドライバーのデータを取得しているところである(Fig.12)。

今後データの総量を増やし、その中から、さらに他の事故類型を含む、事故メカニズムの解明に取り組むことで、予防安全の開発に対し、適切な知見が得られるものと考えられる。

### 参考文献

- 1) 国土交通省自動車交通局『平成16年度映像記録型ドライブレコーダの搭載効果に関する調査報告書』2005年
- 2) 大慈彌拓也「交通事故の抑止と効果的処理」『自動車技術会春季大会学術講演会前刷集』No. 20055310、2005年
- 3) Neale, V. L., Dingus, T. A., Klauer, S. G., Sudweeks, J., & Goodman, M.: AN OVERVIEW OF THE 100 CAR NATURALISTIC STUDY AND FINDINGS, ESV Paper Number 05 0400, 2005
- 4) National Highway Traffic Safety Administration: Event Data Recorders, Docket No. NHTSA 2004 18029, RIN2127 AI72, 2004
- 5) 吉田伸一「交通事故における人的エラーの分析」(財)交通事故総合分析センター第4回交通事故調査・分析研究発表会、2001年
- 6) Hiramatsu, M., Obara, H.: Rear end collision scenarios categorized by type of human error, JSAE Review, Vol. 21, pp. 535-541, 2000
- 7) 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』Vol. 30, No. 2, pp. 125-130, 1999年
- 8) 富永茂他「ドライブレコーダー研究の経緯とヒアリハットプロジェクト概要」『自動車技術会2005年春季大会学術講演会前刷集』No. 54-05, 2005年