

安全運転支援のための 車両予知・予測技術のとりまく状況

浅沼信吉*

加世山秀樹**

国土交通省が提唱、推進する先進安全車(ASV)プロジェクトにおいて事故および運転負荷の低減を目指した多くの走行支援システムが官民合同で研究され、その結果、各自動車メーカーにおいて車両予知・予測技術が開発され、その一部は市販車にも実用化された。本論では、車両予知・予測技術のあらまし、車両の運動制御と走行支援システムを紹介し、おわりに技術課題、将来展望等について概説する。

Circumstances of the Vehicle Prevention Technologies for Safety Driving Support

Nobuyoshi ASANUMA*

Hideki KASEYAMA**

In the activities of the Advanced Safety Vehicle Project (ASV: managed by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japanese Government), lots of the Driving Support Systems have been researched in cooperation with the vehicle manufacturers in Japan for reduction of traffic accidents and drivers' load. And the ASV Technologies, including the Prevention Technologies, have been developed and realized among the vehicle manufacturers. In this paper, it is for introduction of several such ASV Technologies and talking about ASV's current and future issues.

1. はじめに

わが国の交通事故の発生状況¹⁾はFig.1に示すとおり、総件数93万件余、死傷者116万人余(うち死者は6.8千人余)となっている。また、Fig.2に示す交通事故解析結果²⁾によると、認知遅れ(前方不注視)、認知ミス(動静不注視)および運転操作の誤りが事故発生の主要因とされる。その結果、事故発生件数は増加傾向をたどっている。しかしながら死亡件数に

ついては減少傾向となっている。その要因としてシートベルトの着用義務化等、道路交通法の規制強化によるものと、エアバッグ等に見られる車両の乗員拘束装置の普及が考えられる。以上のことから、これまでは衝突「後」の対策を行ってきたが“事故ゼロを目指す”衝突「前」への施策は、きわめて少なかったといえる。

これらのことから国土交通省では、先進安全自動車(ASV: Advanced Safety Vehicle)を提唱し、産官学を交えての「ASV推進検討会」において先進安全の構想立案、公開検証実験等を経てASV技術の有効性を訴求し、普及促進³⁾をはかった。

本論では、予防安全のあらましとASVプロジェクトの概要、その技術として車両予知・予測技術を活用したシステムについて紹介する。また、今後の

* 榎本技術研究所栃木研究所R2研究ブロック主任研究員
Chief Engineer, Engineering Research Dep. R2,
Tochigi R & D Center, Honda R & D Co., Ltd.

** 榎本技術研究所栃木研究所R2研究ブロック研究員
Assistant Chief Engineer, Engineering Research
Dep. R2, Tochigi R & D Center, Honda R & D Co., Ltd.
原稿受理 2006年2月1日

予防安全技術の設計ツールとして活躍が期待されているドライブレコーダーの研究について概説する。

2. 車両予知・予測技術のあらまし

本章では、ASV技術における車両予知・予測技術の位置づけや車両安全技術全般の推進役となったASVの概要とその成果等をあげて、車両予知・予測技術のあらましについて述べる。

2-1 ASV技術における位置づけ

ASV技術においては、運転の主体はあくまでドライバー自身であり、システムはドライバーのエラー(認知、判断、操作)を補う「アシスタント」として位置づけられる。すなわちエレクトロニクス技術を中心とした先進技術により車両の運動性能の向上および人間の知覚や運動能力の一部をアシストさせ、これによる車両の安定性の向上と運転負荷軽減が目的である。

ASV技術とドライバーの関係を模式化したものをFig.3に示す。これによれば、ASV技術は下記の二つのシステムに分類される。

(1)運動制御システム

車両の挙動を検知し、車両制御技術等を用いて車両の安定性向上を狙いとするもの。

代表例として、

- ・アンチロックブレーキ(ABS)

急制動時等の車輪ロックを抑制し、操舵機能を喪失させないシステム

- ・スタビリティコントロールシステム(VSC)

すべりやすい路面等での車両の大きな挙動変化を安定させるシステム(3章にて詳述する)

- ・トラクションコントロールシステム(TCS)

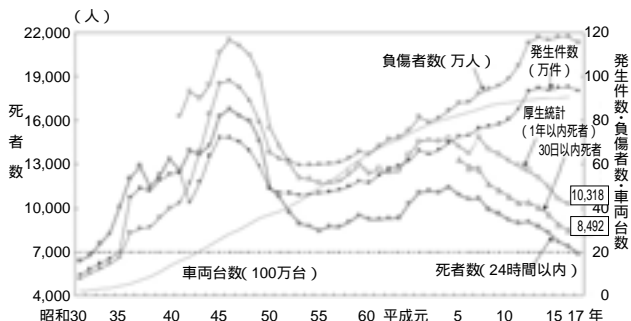
発進、加速時に発生する駆動輪の空転を抑制し、タイヤの能力を有効に発揮させるシステムなどがあげられる。

(2)走行支援システム

レーダーおよびカメラ技術等を用いて道路状況を探知し、ドライバーに危険情報(警報)を発して衝突回避操作を促し、運転操作のアシストを行うなどして運転負荷軽減や衝突回避操作支援を狙いとするもの。

代表例として、

- ・レーンキープアシスト(LKAS)



- 注1) 昭和34年までは、軽微な被害事故(8日未満の負傷、2万円以下の物的損害)は含まない。
 2) 昭和40年までの件数は、物損事故を含む。
 3) 昭和46年以前は、沖縄県を含まない。
 4) 厚生統計は、厚生労働省統計資料『人口動態統計』による当概年に死亡した者のうち原死因が交通事故の死者数である。なお、平成6年までは自動車事故とされた者の数を、平成7年からは交通事故とされた者から道路上の交通事故ではないと判断される者を除いた数を計上。

Fig. 1 交通事故発生件数・死者数・負傷者の推移¹⁾

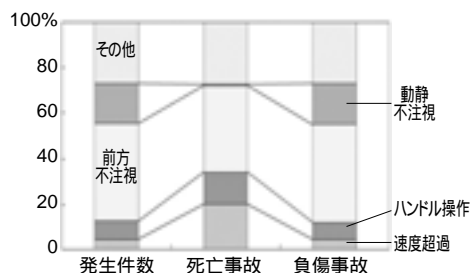


Fig. 2 事故発生要因²⁾

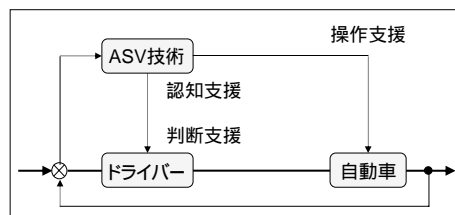


Fig. 3 ASV技術とドライバーの関係

高速道において画像処理にて車線を認識し車線維持走行を支援するシステム

- ・衝突被害軽減ブレーキ(CMS)

前方障害物をレーダーにて検知し、不可避の衝突に対し制動操作に介入し、衝突被害を軽減するシステム

- ・ナイトビジョン(NVS)

夜間時の歩行者を赤外線センサーにて検知し、その存在を情報提供するシステムなどがあげられる(いずれも3章にて詳述する)。

次項で述べる将来システムである路車ならびに車車間通信を応用した運転支援システム⁴⁾も、車両予



Fig. 4 ASV計画の推進経過⁵⁾

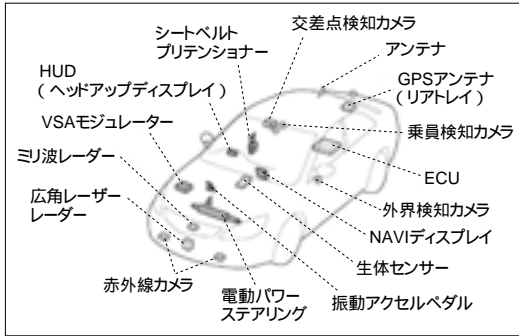


Fig. 5 ASV 3: システム配置の一例 (ホンダ)⁸⁾

知・予測技術に分類することができる。これらのシステムは、カメラやレーダー等の車載センサーのみを用いた従来の「自律検知型運転支援システム（以下、「自律システム）」とは異なり、車載センサーでは取得困難な外部の走行環境情報（例えば、他車の位置情報や遠方の路面状況等）を通信技術を用いることにより、ドライバーから「見えにくい」「見えない」状況下での他車情報等の取得が可能となる。これらは「路側情報利用型運転支援システム（路車間通信応用）」、「情報交換型運転支援システム（車車間通信応用）」と呼ばれている。

2 - 2 先進安全車(ASV)

1章で述べたとおり、ASVは国交省が1991年度より国家プロジェクトとして提唱、発足させ、2005年度をもって同プロジェクトの第3期(ASV 3)が完了した。これまでのASVの活動経過は、下記のとおり要約される。また、それらの経過を簡略的に図化したものをFig.4に示す。さらにFig.5に、ASV 3において開発された車載システム配置の一例を示す。

1) 第1期 (ASV : 1991年 ~ 1995年度)

「技術的可能性の検討」⁵⁾

- ・現状の先進技術で実現可能なASV技術の具体化
- ・効果予測手法の確立

2) 第2期 (ASV 2 : 1996年 ~ 2000年度)

「実用化のための研究開発」⁵⁾

- ・ASV技術の分類整理

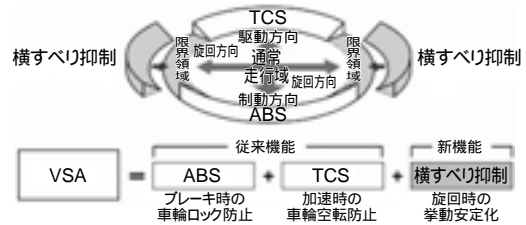


Fig. 6 VSAの動作概念⁹⁾

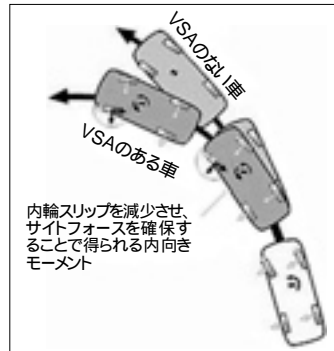


Fig. 7 VSAの動作イメージの一例⁹⁾

- ・ASVの基本理念の構築
- ・ASV開発指針の策定
- ・開発対象のASV技術の効果予測
- ・「路側情報利用型運転支援システム」の構築とその検証実験(ASV / AHS合同検証実験^{6,7)}の実施

また、この第2期より大型車、2輪車もプロジェクトに参画し、国内自動車メーカー全社がASVに合流した。

3) 第3期 (ASV 3 : 2001年 ~ 2005年度)

「普及促進のための検討」⁵⁾

[技術的側面]

- ・運転支援の考え方の構築
- ・実用化指針の策定

[施策的側面]

- ・実用化技術の体系化 ASV技術の認知向上
- ・効果の評価方法 事前、事後評価

「新たな技術開発」⁵⁾

- ・「情報交換型運転支援システム」の構築とその検証実験の実施

以上述べたように、ASVはフェーズごとに達成目標を定めて実施し、新技術の普及促進等に貢献した。

3 . ASV技術の紹介

本章では、現在、市販車に搭載されたASV技術

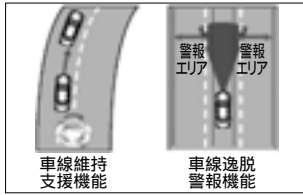


Fig. 8 LKASの基本制御パターン¹⁰⁾

のうち、おもに運転支援に役立つもののいくつかを紹介する。

3-1 車両制御システム

1) 車両挙動安定化システム(VSA)⁹⁾

VSAとは、路面の急激な変化やすべりやすい路面等、ドライバーの運転技能だけでは対応できない時に従来のアンチロックブレーキ(ABS)とトラクションコントロール(TCS)とを組合せ、さらに横滑り抑制機能を追加して車両の急激な挙動変化を安定化させるシステムである。

横G、舵角、車速の各センサーから目標となるヨーレートを算出し、実際のヨーレートと異なる時は、車体のヨーレートを減少させるようにブレーキおよびトラクション制御を行い、車両挙動の安定化をはかる。Fig.6に動作概念を、Fig.7に動作イメージの一例を示す。

3-2 走行支援システム

1) レーンキープアシスト(LKAS)¹⁰⁾

LKASとは、高速道路走行時におけるドライバーのステアリング操作を支援するシステムである。

フロントウインドウ上部の室内側に設置されたカメラが捉えた画像(レーンマーカー)から車線を認識し、その車線に沿うように電動パワーステアリング(EPS)に適度なトルクを発生させ車線維持を支援する。

また、車線から逸脱する可能性がある際には、アラームと画面表示によりドライバーに注意を促す。

車線変更時には、ドライバーのウインカー操作によりアシストを中止し、車線変更を終えた時点でアシストを再開する。さらに、手放し運転と判断した場合は警報を発生し、アシストを中止する等の対応がなされている。本システムの動作イメージをFig.8に示す。

2) 追突軽減ブレーキ(CMS)¹¹⁾

CMSとは、車間距離センサーにより前走車両の存在を検知し、追突の恐れがある場合に音声と表示による警報にてドライバーに注意を促し、さらに接近した場合は軽いブレーキをかけることにより体感

	前走車へ接近	さらに接近	追突の回避が困難	前走車
ミリ波レーダーにより前走車を検知				
音と表示により警報	警報ブザー ディスプレイ表示	警報ブザー ディスプレイ表示	警報ブザー ディスプレイ表示	
追突軽減ブレーキ(CMS)		軽いブレーキング	強いブレーキング	
E-プリテンショナー		シートベルトの弱い引き込み	シートベルトの強い引き込み	

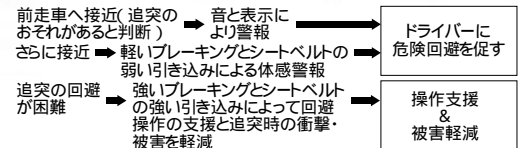


Fig. 9 CMSの動作イメージ¹¹⁾

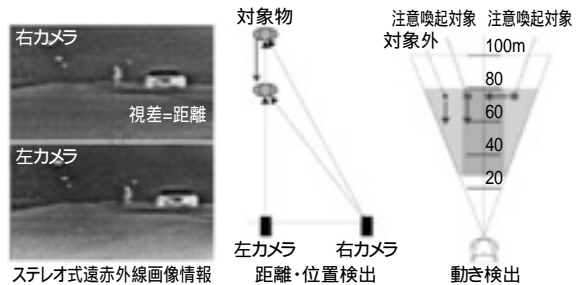


Fig. 10 ナイトビジョンの動作原理¹²⁾



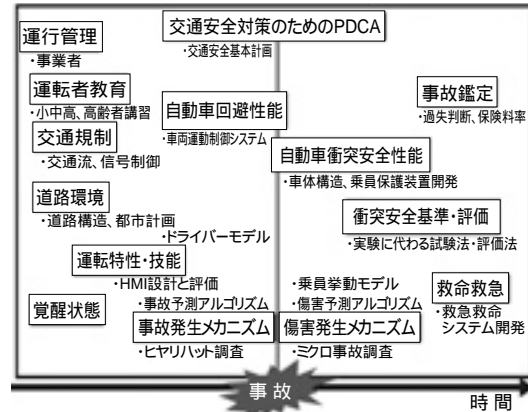
Fig. 11 ヘッドアップディスプレイでの表示例¹²⁾

警報を出す。そして追突が避けられないと判断した場合には強いブレーキ制御をかけ、衝突速度の低減をはかるシステムである。また、シートベルト引き込み機能(E-プリテンショナー)により、乗員の拘束力をより強いものにできる。本システムの動作イメージをFig.9に示す。

3) ナイトビジョン¹²⁾

ナイトビジョンとは、自車が市街地での夜間走行時に視認しづらい前方の歩行者や横断してくる歩行者を検出し、音声案内と映像表示にてドライバーに注意喚起を促すシステムである。

Fig.5に示すように、赤外線カメラにて検知対象

Fig. 12 ドライブレコーダーの外観とその装着例¹⁴⁾Fig. 13 録画データの時間設定の一例¹⁴⁾Fig. 14 ドライブレコーダーデータベースの包括範囲¹³⁾

(前方歩行者等)をステレオ視し(Fig.10左図)左右のカメラで捉えた対象の視差から対象までの距離を算出する(Fig.10中図)。この算出結果より検知対象の相対的な位置や動きを判断し、形状判定と統合して歩行者であることを特定、注意喚起の対象として抽出する。

赤外線カメラによる映像は、熱源対象物を白いシルエットとして映し出し、上記の抽出結果より歩行者として特定し、なおかつ自車の進路上に存在もしくは進路に入ろうとしている対象(Fig.10右図)を車載ディスプレイ上にて橙色枠の強調表示し(Fig.11)同時に警報音を発してドライバーに注意喚起を促す。

4. ドライブレコーダーの研究

交通事故の実態調査においては、車体の変形量、スリップ痕、当事者の証言等に基づいて衝突速度、走行速度、衝突形態を推定しているが、交通事故の発生原因、事故状況を正確に把握するには限界がある。そこで、事故の直前と直後のデータを記録する装置であるドライブレコーダーの研究が日米欧で行われている¹³⁾。

ドライブレコーダーによる電子計測データの記録は衝突事故を時系列で正確かつ厳密に示すことができるようになっており、事故の解析をする上で有効である。

米国のドライブレコーダーはEDR(Event Data Recorder)と呼ばれ、エアバックからの展開信号を検出してエンジン回転数、車両速度およびブレーキON/OFF等の車両データが記録される。

スウェーデンのVolvo社が開発したDARR(Digital Accident Research Recording)は、エアバックの衝

突検知センサーを利用して前後加速度のみを記録する。収集された事故データは保険会社が回収し、Valvo社によって事故解析とデータベース構築が行われる。衝突加速度と乗員障害の関係を分析することで乗員保護装置の改良と新たな保護部品の開発を目的としている。

わが国においても、近年、映像収録機能を実装したドライブレコーダーが開発されている¹⁴⁾。これにより、自車の行動、相手車との衝突関係、信号機の色等、事故の環境を正確に再現する上で有効である。制動挙動と映像を組み合わせ、例えば、なぜ衝突直前に加速、減速したかといった要因分析に用いることが可能になる。

ドライブレコーダーは事故の分析、アクティブおよびパッシブセーフティ機能の試験と評価、事故後の救命や事故捜査等に有効である。Fig.12にドライブレコーダーの外観とその装着例を、Fig.13に録画データの時間設定の一例を示す。また、Fig.14にドライブレコーダーによるデータベースの包括範囲を示す。

5. 車両予知・予測技術の将来展望

3章で述べた市販車に既に搭載、実用化されている車両予知・予測技術(自律システム)は、現在、一部の高級車種等に適用されるにとどまっているが、いずれ量産効果等により大衆車種や商用車等にも波及するものとみられ、その適用の拡大が見込まれる。

また、2章で述べた通信を利用した車両予知・予測技術では、自律システムだけでは困難な状況下における対応システムの研究開発が進むものと見られる¹⁵⁾。年初に内閣官房が公表した「IT新改革戦

略」¹⁶⁾の内容においても、2012年末の交通事故死者数を5,000人以下とする具体的な数値目標が掲げられ、政府として「インフラ協調による安全運転支援システム」の実用化を推進する旨、明言していることから車両予知・予測技術のさらなる研究開発が期待される。

6. おわりに

最後にASV(車両予知・予測)技術のかかえる問題点や課題について下記のように総括し、本論を終えることとする。

- ・車両予知・予測技術は、現時点では市場の理解や浸透が充分とはいえない。よって、ASV 3での目標としても掲げられているように、本技術の普及促進をどのように進めるかが大きな課題といえる。
- ・システムの利用に対するドライバーの役割が重要となるため、システムの安全性評価法の研究等が今後ますます重要となると考えられる¹⁷⁾。
- ・さらに、ドライブレコーダーの活用にて事故低減効果を正確に検証する評価手法の研究等を進め、事故件数の低減に向けた効果的な施策の実現が待たれる。

参考文献

- 1) 警察庁交通局編『平成17年中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取締り状況について』P.1、2006年
- 2) 警察庁交通局編『平成16年中の交通事故の発生状況』P.38、2005年
- 3) 石田勝利「日本の先進安全自動車開発：ASVプロモーションプロジェクト・フェーズ3」『IATSS Review』Vol.28増刊号、pp.36-39、2003年
- 4) 国土交通省先進安全自動車(ASV)推進検討会パンフレット『先進安全自動車(ASV)情報交換型運転支援システム』2005年
- 5) 国土交通省ASV推進検討会パンフレット『先進安全自動車第3期(平成13年度～17年度)』2002年
- 6) 技術研究組合走行支援道路システム開発機構(略称：AHS研究組合)編『AHSRA REPORT』Vol.6、pp.6-15、2000年
- 7) 磯貝徹二「研究報告・平成13年度の研究活動概要」『AHSRA REPORT』AHS研究組合編、Vol.11 pp.12-15、2002年
- 8) 本田技研工業ホームページ、先進安全研究車「Honda ASV 3」を完成、2005年、<http://www.honda.co.jp/news/2005/4050902.html>
- 9) 本田技研工業ホームページ、車両挙動安定化システム(VSA) <http://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/vsa/index.html>
- 10) 本田技研工業ホームページ、車線維持支持機能(LKAS) <http://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/cmse/index.html>
- 11) 本田技研工業ホームページ、追突軽減ブレーキ(CMS) <http://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/cmse/index.html>
- 12) 本田技研工業ホームページ、ナイトビジョン、<http://www.honda.co.jp/tech/auto/safety/nightvision/index.html>
- 13) 西村哲也「ドライブレコーダ研究の現状と将来」『自動車研究』日本自動車研究所、第27巻第11号、pp.624-625、2005年
- 14) 日本交通事故鑑識研究所ホームページ、ドライブレコーダー「Witness」、<http://www.witness.jp/>
- 15) 間下、浅沼ほか「ITSにおける車の将来」『自動車技術ハンドブック 環境・安全編』自動車技術会編、pp.137-139、2005年
- 16) 内閣官房高度情報通信ネットワーク社会推進本部編『IT新改革戦略 - ITによる日本の改革』pp.19-20、2005年、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>
- 17) 山田、浅沼ほか「概説」前掲15) P.132、2005年