

高速道路の大型車交通事故に対する 車両側対策の検討

Jian Xing¹・鶴 元史²

¹正会員 (財)高速道路調査会 (〒106-0047 東京都港区南麻布2-11-10 OJビル2階)

E-mail: jian-x@express-highway.or.jp

²非会員 (財)高速道路調査会 (〒106-0047 東京都港区南麻布2-11-10 OJビル2階)

E-mail: m_tsuru@express-highway.or.jp

本研究では、高速道路における大型車交通事故について、主に車両側からの安全対策に着目し、事故分析結果から得られた大型車事故の発生要因と事故の特徴に基づき、大型車事故対策として車両側に求められる機能を明らかにし、事故低減に有効であると考えられる車両安全装置について、トラック事業者へのアンケート調査結果、事故低減効果、費用便益分析の視点から評価を行ったものである。その結果、トラック事業者からの評価が高く、事故低減効果も大きいことから、車間距離警報と衝突被害軽減ブレーキが有効であるとの結論を得た。

Key Words : road safety, highway, commercial vehicle, vehicle safety, advanced safety vehicle

1. はじめに

高速道路における大型車交通事故は、大型車の車両特性として、制動距離が長く急には止まれず、かつ衝撃力が大きいことから死亡事故に繋がりがやすく、また、車長が長く、積荷の量や状態により左右のバランスを崩しやすいことから、横転や横向き停止により車線を塞ぎ多重事故を招く一因となっている。

こうした事故の背景には、大型車の車両特性だけでなく、運転者のヒューマンエラーや道路環境による要因も複合的に影響しているものと考えられる。

このような状況の中、高速道路会社では、高機能舗装、高視認性区画線、自発光デリニエーター、防護柵強化、車線逸脱防止の凹凸型路面標示、防雪柵の設置などの交通安全対策を実施している。また、車両面では平成15年9月に大型貨物自動車へのスピードリミッタの義務化や、ASV（先進安全自動車）推進計画のもと、交通事故削減に向けてドライバーの安全運転を支援する技術の開発・実用化・普及促進の取り組みが行われている。さらに、「事業用自動車総合安全プラン2009」の実施など自動車運送事業者の安全運転に対する取り組みも行われている。

こうした取り組みの結果、大型車交通事故は、平成16年から平成21年にかけて、死傷事故、死亡事故ともに約4割減少してきているが、依然として平成21年で56名が

死亡しており、より一層の安全対策が求められているところである。

高速道路における大型車の事故対策には、車両面、運行管理および運転者面、道路環境面が総合的に機能することが重要であると認識した上で、本研究では、特に車両側からの安全対策について着目し、高速道路における大型車交通事故分析から得られた大型車事故の事故要因と事故の特徴¹⁾に基づき、大型車事故対策として車両側に求められる機能を明らかにし、事故低減に有効であると考えられる車両安全装置について、トラック事業者へのアンケート調査結果、事故低減効果、費用便益分析の視点から評価を行ったものである。

2. 検討概要

(1) 使用データと大型車の定義

本研究では、スピードリミッタの装着の影響を考慮し、原則として義務化経過措置期間以降である平成18年～平成21年まで4ヶ年の、NEXCO三社における交通事故データ（高速、一有）を使用した。対象事故は、第1当事者が大型車である死傷事故（死亡、重傷、軽傷）とした。また、大型車の定義（対象車種）は、表-1に示すように、バス（ただしマイクロバスを除く）、普通貨物、大型貨

物、特大車、大型特殊とした。

(2) 検討手順

検討の手順を図-1に示す。

初めに、事故分析の結果から明らかになった大型車事故の発生要因と事故の特徴を踏まえ、大型車事故対策として車両側に求められる機能を、事故発生前に「事故を防止する機能」と、事故発生後に「被害を軽減する機能」の2つに大別し、それぞれ機能の選定を行った。また、大型車事故の発生要因及び大型車事故の特徴と機能との関連付けにより被害者数を集計した。被害者数が多い機能は、高速道路の大型車事故を低減させるために効果的な安全対策を実施する上で重要であると考えられる。

次に、車両側に求められる機能を果たす上で、有効な車両安全装置の選定を行い、車両安全装置に対するトラック事業者の意向を把握する目的により、日常的に高速道路を利用しているトラック事業者に対してアンケート調査を実施した上で、事業者アンケートからみた車両安全装置の有効性評価と許容負担額、車両安全装置の事故低減効果、費用便益分析からの評価を行った。

3. 大型車事故の発生要因と事故の特徴

筆者らの先行研究⁴⁾による大型車事故の発生要因と事故の特徴の分析結果を以下に示す。併せて、大型車事故の発生要因と事故の特徴別被害者数を表-2に示す。なお、被害者数は4ヶ年の年平均値であり、事故要因及び特徴間には重複がある。

<大型車事故の発生要因>

- ・わき見運転・前方不注視に起因する事故が多い。

<大型車事故の特徴>

- ・「大型車」と「乗用車」の相互事故では、「乗用車」が死亡する割合が高い。
- ・事故直前速度「80km/h」以上が約7割。
- ・渋滞後尾追突・2当が停止中の車両相互事故が多い。
- ・「わき見運転」による「車両相互・追突」が多い。
- ・急カーブ・急勾配に起因する事故が多い。
- ・「2～6時」の深夜・早朝の時間帯による事故が多い。
- ・分合流区間付近での車線変更による錯綜が多い箇所では事故が多発している。

大型車事故の発生要因で主要なものは、わき見運転・前方不注視に起因する事故であり、大型車事故死者数の50%を占める。事故の特徴で主要なものは、渋滞後尾追突事故であり、大型車事故死者数の45%を占める。

表-1 大型車の定義（対象車種）

車種区分	定義
バス	マイクロバス(乗車人員29人以下のもの)を除く
普通貨物	車両総重量8t未満または、最大積載量5t未満の貨物自動車で排気量2000cc以上のもの
大型貨物	車両総重量8t以上または、最大積載量5t以上、3車軸以下及び車両総重量20t以下の4車軸のもの(トレーラ3車軸を含む)
特大車	車両総重量20tを超える貨物自動車で4車軸以上のもの(トレーラ4車軸以上のものを含む)
大型特殊	自動車運送車両法施行規則第2条に定めるもののうちトレーラ類を除いたもの

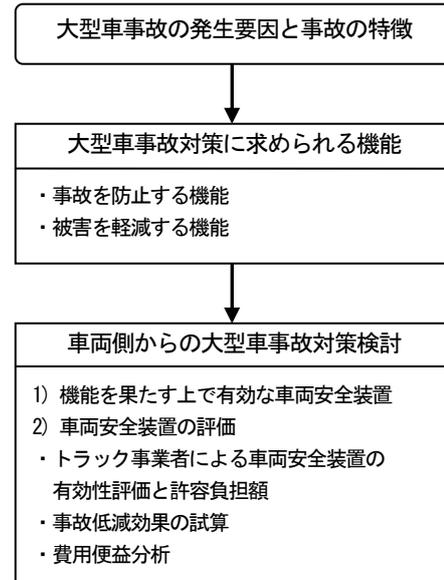


図-1 検討の手順

表-2 大型車事故の発生要因と事故の特徴別被害者数⁴⁾

大型車事故の発生要因と特徴	被害者数(人/年)			
	死亡者		死亡+重傷者	
	人数	割合(%)	人数	割合(%)
大型車事故の発生要因				
わき見運転・前方不注視に起因する事故	37	53.6%	146	61.9%
大型車事故の特徴				
「大型車」と「乗用車」の相互事故では、「乗用車」が死亡する割合が高い	23	33.3%	70	29.7%
事故直前速度「80km/h」以上が約7割	36	52.2%	143	60.6%
「車両相互・追突」の事故	32	46.4%	116	49.2%
渋滞後尾追突・2当が停止中の車両相互事故	31	44.9%	87	36.9%
「わき見運転」による「車両相互・追突」	20	29.0%	96	40.7%
急カーブ・急勾配に起因する事故	14	20.3%	56	23.7%
「2～4時」「4～6時」の深夜・早朝の時間帯による事故	21	30.4%	59	25.0%
分合流区間付近での車線変更による錯綜が多い箇所	17	24.6%	56	23.7%
大型車事故	69	100.0%	236	100.0%

4. 大型車事故対策に求められる機能

大型車事故対策に求められる機能は、大別して事故発生前に「事故を防止する機能」と事故発生後に「被害を軽減する機能」の2つであると考えられる。大型車事故の発生要因と事故の特徴から、大型車事故対策として車両側が具備すべき機能を選定し、機能に関連する事故の被害者数を集計したものが表-3である。

被害者数が多い機能を見ると、「事故を防止する機能」では「制動距離を短くする」と「衝突を回避する」機能が、また「被害を軽減する機能」では「衝突時の車体の衝撃を軽減する」と「衝突時の人体への衝撃を軽減する」機能が挙げられる。これら機能に関連する事故の死亡者数は52人/年、死亡+重傷者数は191人/年であり、高速道路の事故を低減させるために効果的な安全対策を実施していく上で重要な機能であると考えられる。

5. 車両面からの大型車交通事故対策

(1) 機能を果たす上で有効な車両安全装置

大型車事故対策に求められる機能を果たす上で、有効であると考えられる車両安全装置の選定を行った。結果を表-4に示す。

対象とした車両安全装置を、「実用化ASV装置」と「未実用化安全装置」に分類し、関連する機能に振り分けた。未実用化安全装置については、技術性、経済性を考慮せず機能本位で抽出した。

なお、HID (High Intensity Discharge lamp) とは、従来の

ハロゲンランプに比べて明るく、消費電力が少ない高輝度前照灯である。トラクションコントロール付ABSとは、発進・加速時におけるタイヤの空転防止、ブレーキング時のタイヤロックを防止する装置である。EVSC (Electronic Vehicle Stability Control) とは、急ハンドルや滑りやすい路面を走行中に車両が横滑りすることを防止する装置である。衝突被害軽減ブレーキの機能拡張とは、現在の技術水準である約24km/hの速度低減効果⁹⁾から、停止による衝突回避を想定した装置である。下り勾配での速度超過に対する制御とは、スピードリミッタでは制御出来ない下り勾配での速度超過に対して、制御が可能となる何らかの装置が開発されることを想定したものである。将来的には、補助ブレーキの活用等が考えられる。

表-3 大型車事故対策に求められる機能と被害者数

機能区分		機能に関連する事故の被害者数 (人/年)	
		死亡	死亡+重傷
事故を防止する機能	制動距離を短くする	52人	191人
	衝突を回避する	52人	191人
	前方が視認しやすいライト	47人	142人
	後方・側方の安全を確認する	46人	167人
	わき見を警告する	39人	151人
	障害物との距離(衝突の可能性)を警告する	33人	122人
	車両の横滑り・横転防止	16人	60人
	下り急勾配での速度抑制	15人	65人
	積荷の位置・量・バランスを確認する	9人	26人
	ランプや急カーブでの速度抑制	9人	25人
被害を軽減する機能	衝突時の車体の衝撃を軽減する	52人	191人
	衝突時の人体への衝撃を軽減する	52人	191人
	キャビンの強度を向上させる	36人	136人
	大型車の後部及び前部突入防止	20人	65人
	横転・転覆・火災・横向き停止を抑制する	5人	23人

表-4 大型車事故対策に求められる機能に対する安全装置

機能区分		車両安全装置	
		実用化ASV装置	未実用化安全装置
事故を防止する機能	制動距離を短くする	衝突被害軽減ブレーキ トラクションコントロール付ABS	
	衝突を回避する	車間距離警報 衝突被害軽減ブレーキ	衝突被害軽減ブレーキの機能拡張
	前方が視認しやすいライト	HID(High Intensity Discharge lamp)	ロービーム・ハイビームの自動切替え カーブ方向に角度を可変して照射
	後方・側方の安全を確認する	バックカメラ、周辺ソナー、後側方カメラ	
	わき見を警告する	ふらつき警報、車間距離警報、車線逸脱警報	居眠り運転を警報する
	障害物との距離(衝突の可能性)を警告する	車間距離警報	
	車両の横滑り・横転防止	EVSC、トラクションコントロール付ABS	積荷の重心位置を検出し警報する
	下り急勾配での速度抑制		ITSによる路車間協調システム 下り勾配での速度超過に対する制御 規制(安全)速度に対応した速度警報(・制御)
	積荷の位置・量・バランスを確認する		積荷の重心位置を検出し警報する 過積載の場合走行できない
	ランプや急カーブでの速度抑制	EVSC(Electronic Vehicle Stability Control)	カーブ速度注意喚起装置 ITSによる路車間協調システム 規制(安全)速度に対応した速度警報(・制御)
被害を軽減する機能	衝突時の車体の衝撃を軽減する	衝突被害軽減ブレーキ	衝突被害軽減ブレーキの機能拡張
	衝突時の人体への衝撃を軽減する	衝突被害軽減ブレーキ	衝突被害軽減ブレーキの機能拡張
	キャビンの強度を向上させる		キャビン強度の向上
	横転・転覆・火災・横向き停止を抑制する	EVSC(Electronic Vehicle Stability Control)	積荷の重心位置を検出し警報する 過積載の場合走行できない
	大型車の後部及び前部突入防止		

(2) 車両安全装置の評価

a) 評価方法

表-4に掲げた車両安全装置のうち、原則として各機能につき1つ以上の車両安全装置を対象に評価を行った。車両安全装置の評価には、車両安全装置に対するトラック事業者の意向や、車両安全装置の事故低減効果等を評価の視点に加えるものとし、1)トラック事業者に対して実施したアンケート調査から得られた車両安全装置の有効性評価と許容負担額、2)車両安全装置の事故低減効果の試算、3)費用便益分析の結果を踏まえて総合的な評価を行った。

b) トラック事業者による車両安全装置の有効性評価と許容負担額

車両安全装置に対する事業者の実態や意向を把握する目的でトラック事業者に対しアンケート調査を実施した。アンケート調査は、日常的に高速道路を利用していると想定されるトラック事業者の運行管理者を調査対象とし、全国の一般貨物自動車運送事業者の中から547事業者を選定して平成22年9月下旬～10月上旬にかけて実施した。回収数は152通、回収率は30.3%であった。調査の概要を表-5に示す。

図-2に示す実用化ASV装置の有効性評価で、「5 有効である」と「4 やや有効」を併せた評価が高いものは、車間距離警報、衝突被害軽減ブレーキ、ふらつき警報、車線逸脱警報である。これらはドライバーへの注意喚起、警報、事故回避支援制御機能を持った装置であり、ほぼ8割以上に支持されているが、図-4に示すように、車間距離警報の装着率は8%、衝突被害軽減ブレーキ、ふらつき警報、車線逸脱警報の装着率は2%であり、あまり普及していない状況である。

図-3に示す未実用化安全装置の有効性評価で、「5 有効である」と「4 やや有効」を併せた評価が高いものは、居眠り運転警報で9割以上に支持されている。その他、飲酒運転防止、衝突被害軽減ブレーキの機能拡張、キャビン強度の向上が8割前後に支持されており、危険運転防止、事故回避支援制御、ドライバー保護の機能を持った装置の支持が高い。

表-6に示す実用化ASV装置の許容負担額をみると、自動車メーカー3社に聞き取りした価格に比べて、平均許容負担額は20%～40%程度となっている。この割合が最も高いのは車間距離警報の65%であり、また平均許容負担額で最も高いのは、衝突被害軽減ブレーキの11万円であった。これらの装置は図-2の実用化ASV装置の有効性評価においても評価が高く、事業者が有効であると評価した装置については、ある程度費用を負担しても良いという意識が伺える。

表-5 トラック事業者アンケート調査の概要

区分	内容
調査日	平成22年9月下旬～10月上旬
調査対象者	日常的に高速道路を利用している事業者における運行管理者
選定方法	「全日本トラック事業者総覧2006」を基に、 ①全ての特別積み合わせ貨物自動車運送会社 ②都市圏に拠点を持ち事業規模の大きい一般貨物自動車運送事業者から547事業者を選定
配布数及び回収数	配布数: 547通、回収数: 152通(回収率30.3%)
調査内容	①大型車の保有車両 ②スピードリミッタの装着状況 ③もぐりこみ・突入防止装置(RUP/FUP)の装着状況 ④ASV装置の装着状況 ⑤ASV装置に関する意識 ・有効性、許容負担額 ⑥未実用化装置に関する意識 ・有効性、許容負担額 ⑦自由意見

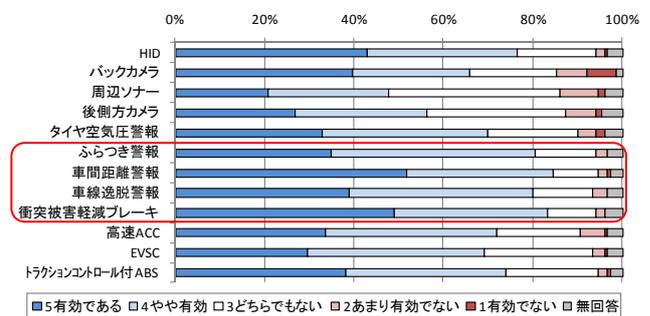


図-2 実用化ASV装置の有効性評価

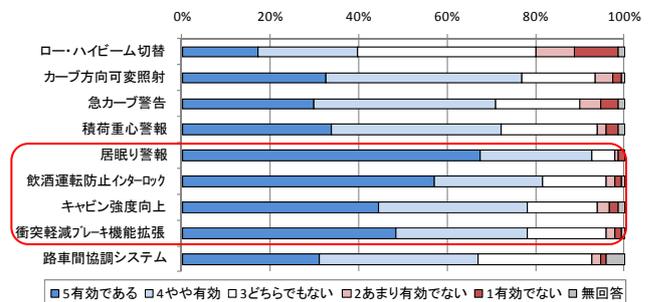


図-3 未実用化安全装置の有効性評価

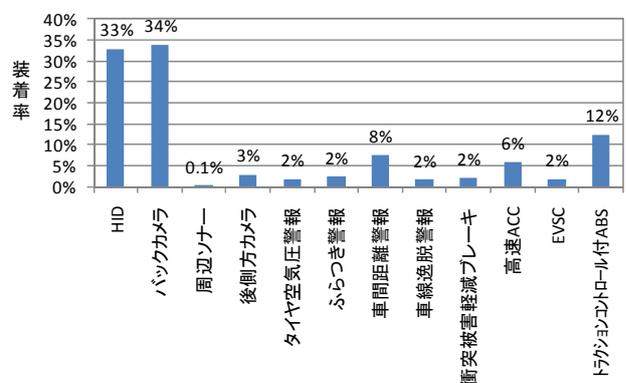


図-4 実用化ASV装置の装着状況

表-6 実用化ASV装置の許容負担額

ASV装置	単位:万円		
	平均許容負担額 (A)	メーカーヒアリング平均価格* (B)	(A)/(B)
HID	3.2	10.0	32.0%
バックカメラ	5.9	14.5	40.7%
周辺ソナー	3.2	7.6	42.1%
後側方カメラ	5.2	18.5	28.1%
タイヤ空気圧警報	3.2	15.0	21.3%
ふらつき警報	3.0	10.0	30.0%
車間距離警報	3.6	5.5	65.5%
車線逸脱警報	3.2	8.0	40.0%
衝突被害軽減ブレーキ	11.3	46.0	24.6%
高速ACC	3.2	7.0	45.7%
EVSC	8.0	38.5	20.8%
トラクションコントロール付ABS	6.3	25.7	24.5%

*自動車メーカー三社への聞き取り調査による価格(平成22年8月現在)。

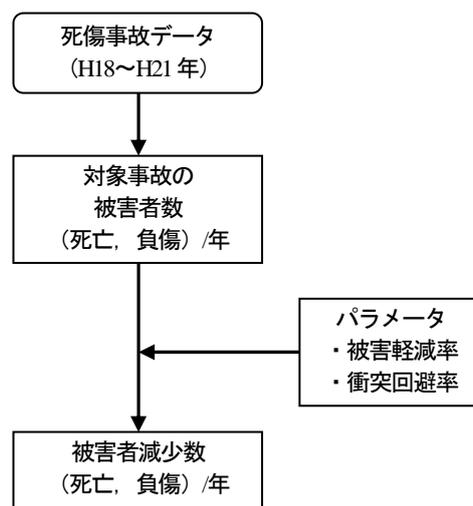


図-5 事故低減効果の試算方法

c) 車両安全装置の事故低減効果の試算

車両安全装置による事故低減効果の試算方法を図-5に、試算結果を図-6, 図-7に示す。

試算方法は、まず試算の前提として、当該装置が全車両未装備であるものと見なし、平成18年~平成21年までの4ヶ年の事故データにおける対象事故、すなわち当該装置装着により事故低減に効果があると想定される事故の被害者数(死亡, 負傷)/年を対象に、当該装置が100%装着されたと想定した場合の被害者減少数(死亡, 負傷)/年を算出した。算出に用いたパラメータは、基本的に既往文献⁹⁻¹²⁾の考え方に準拠し本研究のデータを用いて算定したが、装置によっては既往文献からそのまま引用した。被害軽減の考え方として、車間距離警報等の衝突回避系の装置については、死傷→無傷になると仮定した。一方、衝突被害軽減ブレーキ等の被害軽減系の装置については、死亡→重傷, 重傷→軽傷, 軽傷→無傷になると仮定した。なお、車両安全装置間で試算対象事故(効果が見込まれる事故)が重複する場合があるため、車両安全装置を同時に複数装着したとしても、被害者減少数を単純に足し算することはできない。

試算対象とした車両安全装置は、実用化ASV装置が、衝突被害軽減ブレーキ, 車間距離警報, 車線逸脱警報, カーブ速度注意喚起装置, EVSC, ふらつき警報, バック(後側方)カメラ・周辺ソナーの7種類, 未実用化安全装置が、下り勾配での速度超過に対する制御の1種類, 計8種類とした。このうち、衝突被害軽減ブレーキについては、制動能力のバラツキを考慮し、速度20km/h低減と速度10km/h低減の2ケースを試算した。

衝突被害軽減ブレーキによる事故低減効果の試算は、既往文献⁹⁾の考え方を踏襲し、次の手順で行った。

- 1) 大型車の「車両相互・追突」事故を対象に、速度区分別事故件数から速度区分別致死率・重傷率を求め2次関数で近似し、システムがない場合の近似値

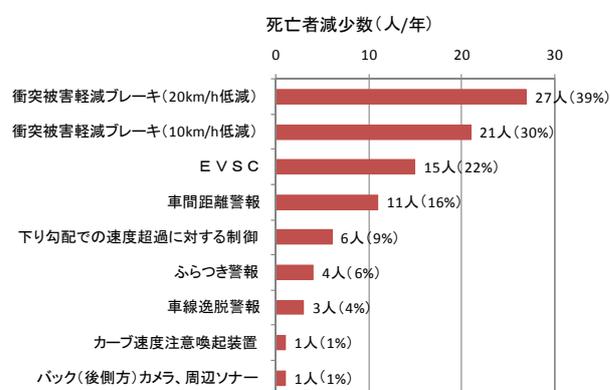


図-6 車両安全装置別死亡者減少数試算結果

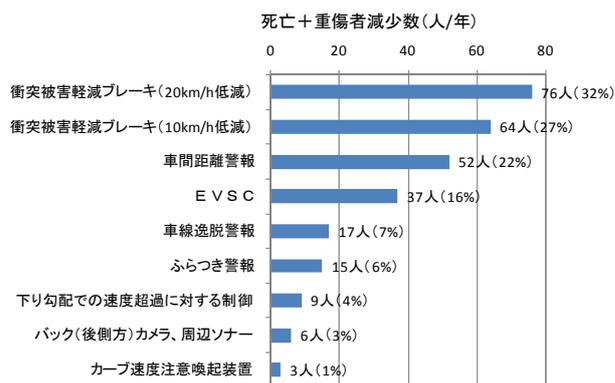


図-7 車両安全装置別死亡+重傷者減少数試算結果

と速度低減された場合の近似値から被害軽減率を求めた。

- 2) 衝突被害軽減ブレーキは車間距離警報と自動ブレーキがシステムとして一体となっていることを考慮し、車間距離警報の被害軽減件数と、自動ブレーキ単独の被害軽減件数とを併せて、衝突被害軽減

減ブレーキの被害軽減件数とした。

3) 自動ブレーキ単独の被害軽減件数は、予め「車両相互・追突」の事故件数から車間距離警報の被害軽減件数を除いた上で、衝突被害軽減ブレーキの被害軽減率を乗じることにより算出した

4) 衝突被害軽減ブレーキによる事故低減効果の検討ケースは、速度低減量が10km/hと20km/hの2ケースを想定し試算を行った。

なお、システム装着により、死亡事故は重傷事故に、重傷事故は軽傷事故に軽減するものとした。以上の条件より試算した結果、ケース1（10km/h低減）では、高速道路全体で死亡者数が30%、死亡+重傷者数が27%軽減する効果がみられた。ケース2（20km/h低減）では、高速道路全体で死亡者数が39%、死亡+重傷者数が32%軽減する効果がみられた。

車間距離警報による事故低減効果の試算は、大型車の「わき見運転（前方不注視）」による「車両相互・追突」事故を対象に、速度区別事故件数・被害者数に車間距離警報による速度区別衝突回避率を適用し、被害軽減件数・被害者数を算出することにより実施した。車間距離警報による速度区別衝突回避率は、わき見が原因となる追突事故を想定したDS実験に基づくシミュレーション計算により算出された既往データ⁷⁾より引用し、停止車遭遇と先行車減速の2種類を用いた。停止車遭遇の衝突回避率は、大型車の「わき見運転（前方不注視）」による「車両相互・追突」事故のうち第2当事者が停止中の事故に適用し、先行車減速の衝突回避率は第2当事者が停止中以外の事故に適用した。先行車減速度は0.4G、自車減速度は0.6Gを想定した。自車減速度は大型トラックによる急制動時の最大減速度分布⁸⁾より、最頻値である6.0m/s²を根拠とした。以上の条件より試算した結果、高速道路全体で死亡者数が16%、死亡+重傷者数が22%軽減する効果がみられた。

車線逸脱警報による事故低減効果の試算は、大型車の「わき見運転（前方不注視）」による「車両相互（本線車線間）」及び「車両単独（路肩・中分）」事故を対象に、平面線形別事故件数・被害者数に車線逸脱警報の安全作動率（車線逸脱に起因した事故をどの程度削減可能かを推定するための指標、衝突回避率と同義）を適用し、被害軽減件数・被害者数を算出することにより実施した。車線逸脱警報の安全作動率は、DS実験およびそれに基づくシミュレーション計算によって算出された既往データ⁹⁾より引用し、直線道路およびカーブ区間、さらに車両相互と車両単独に分けたものを用いた。以上の条件より試算した結果、高速道路全体で死亡者数が4%、死亡+重傷者数が7%軽減する効果がみられた。

カーブ速度注意喚起装置による事故低減効果の試算は、大型車の「急カーブ（R=500m以下）での車両逸脱」に

よる「車両相互（本線車線間）」及び「車両単独（路肩・中分）」事故を対象に、事故件数・被害者数にカーブ速度注意喚起装置による安全作動率（車線逸脱に起因した事故をどの程度削減可能かを推定するための指標、衝突回避率と同義）を適用し、被害軽減件数・被害者数を算出することにより実施した。カーブ速度注意喚起装置の安全作動率は、DS実験に基づく既往データ¹⁰⁾より引用し、基準逸脱量により車両相互と車両単独に分けて用いた。以上の条件より試算した結果、高速道路全体で死亡者数が1%、死亡+重傷者数が1%軽減する効果がみられた。

EVSC装備による事故低減効果の試算は、大型車の「車両単独」、「車両相互・衝突」及び「車両相互・接触」事故を対象に、事故類型別事故件数・被害者数にEVSC装着による事故削減率（被害軽減率と同義）を適用し、被害軽減件数・被害者数を算出することにより実施した。EVSC装着による事故削減率は、既往調査¹¹⁾より引用し、高速道路の「車両単独」と「衝突・接触」の2種類を用いた。なお、同調査は乗用車を対象としたものである。また、システム装着により、死亡事故は重傷事故に、重傷事故は軽傷事故に軽減するものとした。以上の条件より試算した結果、高速道路全体で死亡者数が22%、死亡+重傷者数が16%軽減する効果がみられた。

ふらつき警報による事故軽減効果の試算は、大型車の「わき見運転（前方不注視）」及び「過労（居眠り）」による事故を対象に、バック（後側方）カメラ・周辺ソナーによる事故軽減効果の試算は、大型車の「車線変更」及び「後方安全不確認」による事故を対象に、それぞれの事故件数・被害者数に安全装置装着による衝突回避率を適用し、被害軽減件数・被害者数を算出することにより実施した。ふらつき警報、バック（後側方）カメラ・周辺ソナー装着による衝突回避率は、既往文献¹²⁾より類似する安全装置の値を引用した。ふらつき警報はfatigue detectorsの値を、バック（後側方）カメラ・周辺ソナーはblind spot mirrorsの値を引用した。なお、同文献は乗用車を対象としたものである。以上の条件より試算した結果、ふらつき警報では、高速道路全体で死亡者数が6%、死亡+重傷者数が6%軽減する効果がみられた。バック（後側方）カメラ・周辺ソナーでは、高速道路全体で死亡者数が1%、死亡+重傷者数が3%軽減する効果がみられた。

下り勾配での速度超過に対する制御による事故低減効果の試算は、衝突被害軽減ブレーキの算出方法を準用し、次の手順で行った。

- 1) 大型車の全事故を対象に、システムがない場合の近似値と速度低減された場合の致死率・重傷率から被害軽減率を求め、速度区別事故件数に乗じて被害軽減件数を算出した。

2) 速度低減された場合の致死率・重傷率は、90km/hまではシステムがない場合の近似値と同値、100km/h以上はシステムがない場合の90km/hの近似値と同値とした。

なお、システム装着により、死亡事故は重傷事故に、重傷事故は軽傷事故に軽減するものとした。以上の条件より試算した結果、高速道路全体で死亡者数が9%、死亡+重傷者数が4%軽減する効果がみられた。

試算結果をまとめると、高速道路全体の大型車事故に対して、死亡者数の減少数（減少率）が大きかったのは、衝突被害軽減ブレーキ（速度20km/h低減）で27人/年（39%）、次いで衝突被害軽減ブレーキ（速度10km/h低減）の21人/年（30%）、EVSCの15人/年（22%）であった。死亡+重傷者数で減少数（減少率）が大きかったのは、衝突被害軽減ブレーキ（速度20km/h低減）の76人/年（32%）、次いで衝突被害軽減ブレーキ（速度10km/h低減）の64人/年（27%）、車間距離警報で52人/年（22%）であった。衝突被害軽減ブレーキは車間距離警報と自動ブレーキを併せたシステムであるため、軽減効果が大きくなる。

d) 費用便益分析

車両安全装置を装備することによって、車両安全装置の装備費用と交通事故が減少する便益が発生する。本検討は、「費用便益マニュアル（国土交通省 2008.11）」に準拠して費用便益分析を行った。分析を行うに当たって、次のことを前提とした。検討年数については、普通貨物の平均使用年数が14.87年¹³⁾であることから15年とした。交通事故減少便益については、現在価値を考慮し社会的割引率4%を適用した。交通事故減少便益のうち人的損失額算出のため、事故件数及び死傷者数については、実際の交通事故データを基に試算された車両安全装置別死傷事故及び死傷者減少数を用いた。渋滞による損失額については、人身事故1件当りの渋滞損失額に対し、死傷事故1件当りの渋滞量比による補正（表-7）及び車種別時間価値比による補正（表-8）を行った。安全装備費用については、便益が高速道路の事故減少に限定されるため、普通貨物のうち高速道路を利用する車両を対象とし、基準年次に安全装置が100%装備されることを前提とした。対象車両は、普通貨物保有台数¹⁴⁾に輸送機関別貨物輸送量高速自動車国道対自動車分担率¹⁵⁾を乗じることにより算定した。また、表-9に示すASV補助制度を適用した場合と、そうでない場合の2ケースについて試算した。

表-10に示す費用便益比（B/C）の算出結果をみると、費用便益比（B/C）が1.00を上回る、すなわち便益が費用を上回る車両安全装置は、車間距離警報の1.72である。衝突被害軽減ブレーキ（速度20km/h低減）は死傷事故減少数が最も多いものの、装置の単価が高いため費用便益

比（B/C）が0.46と低くなっているが、ASV補助制度を適用した場合は1.21となり1.00を上回る。

今回は、高速道路に限定した試算を行ったが、近年、平成16年から平成21年にかけて、高速道路の死傷事故、死亡事故は約4割減少してきている⁴⁾。また渡辺らの研究²⁾によると、自専道の一般道に対する死傷事故率の割合は0.19、自専道の一般道に対する死亡事故率の割合は0.44（ともに大型車）であり、自専道は一般道に比べて、事故が起きにくい傾向にある。このため、全体として、費用便益比（B/C）が低くなったと考えられる。今後は、一般道を含めた再評価を行うことが課題となる。

表-7 死傷事故1件当たりの渋滞量

車種	渋滞量 (km・h)	死傷事故 件数 (件/4年)	1件当たり 渋滞量 (km・h/件)
大型車(A)	6,367	930	6.85
全車(B)	23,606	3,867	6.10
(A)/(B)	-	-	1.12

* 不明等を除く

表-8 車種別時間価値原単位（費用便益マニュアル）

車種	時間価値原単位 (円/分・台)
普通貨物車(A)	64.18
乗用車(B)	40.10
全車(C)*	45.59
(A)/(C)	1.41

*大型車の死傷事故構成比22.8%より算出

表-9 ASV装置の導入に対する助成制度（平成22年度）

車両安全装置	助成金額（平成22年度）	
	国土交通省 (費用の1/2)	トラック協会
衝突被害軽減ブレーキ	275,000円*	55,000円
・ふらつき注意喚起装置 ・車線逸脱警報 ・車線維持支援制御装置	50,000円*	10,000円
車線横滑り時制動力・駆動力制御装置	150,000円*	10,000円
後方視野確認支援装置 ①後退時の後方視野が確保できること ②運行時（前進も含む）において後方視野が確保できること ③概ねルームミラーの位置において後方視野が確保できること	-	10,000円

* は上限値

表-10 費用便益比 (B/C) の算出結果

安全装置	交通事故減少便益					安全装置装備費用		費用便益比 (B)/(C)
	死傷事故 減少数 (件/年)	死傷者減少数			交通事故 減少便益 (千円) (B)	安全装置 単価 (千円)	安全装置 装備費用 (千円) (C)	
		死亡者 (人/年)	重傷者 (人/年)	軽傷者 (人/年)				
車間距離警報	243	11	41	407	49,889,533	55	29,013,452	1.72
車線逸脱警報	57	3	14	83	13,165,448	80 (30)	42,201,384 (15,825,519)	0.31 (0.83)
ふらつき警報	74	4	11	119	16,801,969	100 (40)	52,751,730 (21,100,692)	0.32 (0.80)
EVSC	127	15	22	175	51,814,238	385 (225)	203,094,161 (118,691,393)	0.26 (0.44)
カーブ速度注意喚起装置	6	1	2	7	3,358,185	80 *	42,201,384	0.08
下り勾配での速度超過に対する制御	26	6	3	42	18,865,952	385 *	203,094,161	0.09
衝突被害軽減ブレーキ(10km/h低減)	427	21	43	739	89,682,124	460 (175)	242,657,958 (92,315,528)	0.37 (0.97)
衝突被害軽減ブレーキ(20km/h低減)	500	27	49	880	111,948,883	460 (175)	242,657,958 (92,315,528)	0.46 (1.21)
バック(側後方)カメラ、周辺ソナー	38	1	5	53	5,435,084	137 (127)	72,269,870 (66,994,697)	0.08 (0.08)

()内の数値は、ASV補助制度適用した場合

* 安全装置の価格が不明なものについては、類似する装置の価格を適用した。

カーブ速度注意喚起装置は車線逸脱警報の価格、下り勾配での速度低下に対する制御はEVSCの価格を適用

6. 車両面からの大型車交通事故対策のまとめ

高速道路における大型車の事故分析の結果、大型車事故の主な発生要因と特徴は、わき見運転（前方不注視）による車両相互・追突事故であり、「制動距離を短くする」、「衝突を回避する」、「障害物との距離（衝突の可能性）を警告する」、「衝突時の車体の衝撃を軽減する」、「衝突時の人体への衝撃を軽減する」等の機能は、高速道路の事故を低減させるために効果的な安全対策を実施していく上で重要な機能であると考えられる。

車間距離警報と衝突被害軽減ブレーキは、上記の機能に対する効果的なシステムとして事故低減に大きく寄与するものと期待され、事業者アンケートでも評価が高い。本研究の試算結果では、高速道路全体の死亡者数に関して、車間距離警報が16%、衝突被害軽減ブレーキが約30～39%軽減する効果がみられ、費用便益比 (B/C) も1.00を上回った。EVSCは事業者アンケートでの評価があまり高くなく、費用便益比 (B/C) も1.00を下回ったが、事故低減効果は死亡者で22%減と大きく重要な装置であると考えられる。

7. 今後の課題

図4に示す事業者アンケートの実用化ASV装置の装着率をみると、車間距離警報が8%、衝突被害軽減ブレーキが2%であり、装着率は未だ低い状況である。また衝

突被害軽減ブレーキは他の安全装置と比較して高価であり、事業者負担も大きい。大型車事故の被害の重大性の面からも、事故低減に対する即効性が求められており、今後、車間距離警報や衝突被害軽減ブレーキの普及をどのように促進していくのかが課題であると考えられる。

中・長期的には、衝突被害軽減ブレーキが義務化されることが望ましい。短期的には、次の内容が考えられる。

- 1) 衝突被害軽減ブレーキに対する国等による助成制度は、平成23年度も既に実施されているが、それ以降も引き続き継続され、事業者負担の軽減が図られることが望ましい。
- 2) 衝突被害軽減ブレーキは後付けが難しいが、車間距離警報に関しては、試算結果を見る限り単体でも事故軽減に対する一定の効果が期待でき、また、コストも衝突被害軽減ブレーキの1/10程度と比較的安価で費用便益比 (B/C) も1.72と高いことから、メーカー側には中古車への後付け可能な装置の開発が望まれる。
- 3) 車間距離警報は、視覚情報やピープ音・音声ガイド等が考えられるが、視覚情報の提供が新たな「わき見」を誘発することがないように設置位置には十分な配慮が必要である。運転席正面のインストルメントパネルやHUD (Head-Up Display) などは、前方からの視線移動量が少なく情報提供位置として適していると考えられる。音声については、煩わしくなく消されないような工夫が必要である。

謝辞：最後に、本研究は高速道路関連社会貢献協議会からの委託により実施した、「車両側における高速道路の大型車事故対策検討委員会」（委員長：片倉正彦東京都立大学名誉教授）の成果の一部であり、委員会ご出席の皆様には貴重なご意見をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 室城信之：高速道路における交通事故の発生状況，高速道路と自動車，Vol.47，No.4，pp.45-48，2004.
- 2) 渡辺亨，市橋政浩：大型車事故の現状と対策，交通工学，Vol.41，No.5，pp.45-53，2006.
- 3) 渡辺亨：高速道路における Speed Limiter 導入による事故対策効果評価，交通工学，Vol.42，No.6，pp.69-74，2007.
- 4) Jian Xing, 鶴元史, 幡鎌俊昭, 林正幸：高速道路の大型車交通事故の発生要因と特徴分析，第 31 回交通工学研究発表会論文集，2011.
- 5) 島高志，藤村武志，結城俊男，下田和貴，高橋正一，林田宣浩：衝突被害軽減ブレーキの開発，自動車技術，Vol.63，No.12，pp.65-69，2009.
- 6) 佐藤健治，若杉貴志，榎本英彦，秋山興平：ASV 被害軽減ブレーキの効果について，自動車研究，Vol.28，No.1，pp.7-12，2006.
- 7) 若杉貴志：ASV 技術の効果予測に関する研究－車間距離警報装置の効果評価－，自動車研究，Vol.30，No.11，pp.635-638，2008.
- 8) 橋本博，川越麻生，岡山巧：大型トラックの制動時減速度調査，自動車研究，Vol.30，No.11，pp.611-614，2008.
- 9) 安部原也：ASV 技術の効果予測に関する研究－車線逸脱警報装置の効果評価：その 2－，自動車研究，Vol.32，No.3，pp.161-164，2010.
- 10) 菊池一範，若杉貴志：ASV 技術の効果予測に関する研究－カーブ速度注意喚起装置の効果評価－，自動車研究，Vol.32，No.3，pp.157-160，2010.
- 11) (独)自動車事故対策機構：スタビリティ・コントロール・システムの効果についての調査結果，2005.2
- 12) European Commission Directorate General Energy and Transport. : Cost-benefit assessment and prioritisation of vehicle safety technologies Final report, 2006.1
- 13) (財)自動車検査登録情報協会：車種別の平均使用年数推移表，2010.3
http://www.airia.or.jp/number/pdf/03_32.pdf
- 14) (財)自動車検査登録情報協会：車種別（詳細）保有台数表，2010.3
<http://www.airia.or.jp/number/car/2010/2010c03.pdf>
- 15) 全国高速道路建設協議会：高速道路便覧，p.224，2009.