

米国における自動車安全技術の発展と その影響について

主席研究員 渡部 美奈子

目 次

1. はじめに

2. 安全技術の内容

- (1) 事故（衝突）回避技術
- (2) 車車間通信技術の概要
- (3) 自動化車両の概要

3. 安全技術の効果と損害保険への影響

- (1) 道路交通安全保険研究所および道路交通事故データ研究所の概要
- (2) 対象データと分析方法
- (3) 事故（衝突）回避システムの効果と損害保険への影響
- (4) 今後の課題

4. 米国の自動化車両に関する規制の動向

- (1) 州規制
- (2) 連邦政府の自動化車両に関する方針

5. 自動化車両等の事故削減効果と今後の課題

- (1) 車車間通信技術の効果と今後の課題
- (2) 自動化車両の事故削減効果と今後の課題

6. おわりに

要旨

本稿では、米国における自動車の安全技術の発展とその影響として、技術の内容とこれらの事故削減に関する実際のデータに基づく効果を説明する。あわせて、安全技術の発展形態である自動化車両に関する規制の動向と実用化された場合の効果、今後の課題を考察する。

米国における損害保険データによれば、保険金削減に有効なことが示された安全技術と保険金削減に必ずしも有効なことが示されなかった技術があることが報告されている。

自動化車両に関する規制の動向としては、一部の州でテスト走行が認められているものの、連邦政府が 2013 年に公表した公式文書では、州の自動車当局に対して自動化車両が公道をテスト以外の目的で走行する許可を出すことを推奨しておらず、実用化にあたっては、安全性の検証や統一的なシステム基準の策定など複数の課題をあげている。

規制の整備などを含めて自動化車両の実用化には一定の時間がかかると考えられるものの、実用化された場合、事故の削減、移動の形態や道路インフラのニーズの変化など経済的、社会的に大きな影響を与えることが考えられる。さらに自動車保険の商品内容や保険料率、保険会社の業務にも大きな影響を与えることが予測される。

1. はじめに

本稿では、米国における自動車の安全技術の発展とその影響として、技術の内容とこれらの事故削減に関する実際のデータに基づく効果を説明する。ここで対象とする安全技術は、事故や衝突時の被害を防止・軽減する目的で車内等に取り付けられた装置および運転者支援のためのシステムをいい、既に販売されている前方衝突回避システム、自動ブレーキ、車線維持システムなどとあわせて、現在開発中の車車間通信技術、自動化車両（autonomous vehicles）についてもとりあげる。

米国における損害保険データでは、安全技術が保険金削減に有効であったことが確認されている。一方、これまでのデータからは事故や保険金削減に必ずしも有効であることが示されなかった安全技術もあり、これらの具体的な例を説明する。

そして、現在利用または開発されている複数の安全技術や運転支援システムの発展形態である自動化車両に関する規制の動向として、米国運輸省道路交通安全局（National Highway Traffic Safety Administration：以下「NHTSA」）が公表した自動化車両に関する今後の規制の方針等について説明する。

自動化車両には、車両操作の一部の機能を自動で行うものから、基本的に走行中の運転者の能動的な操作を必要としない自動運転車（self-driving car）を含めたさまざまなレベルがあり、本稿ではこれらを広く「自動化車両」と定義する。自動化車両は、一部の州でテスト走行が認められているものの、NHTSA が 2013 年 5 月に公表した公式文書では、州の自動車局に対して自動化車両が公道をテスト以外の目的で走行する許可を出すことを推奨しておらず、実用化にあたっては安全性の検証や統一的なシステム基準の策定など複数の課題をあげている。法的な整備を含めて自動化車両の実用化には一定の時間がかかると考えられるが、実用化された場合、事故の削減や移動手段、道路インフラのニーズなどの変化に伴い社会的、経済的に大きな影響を与えることが考えられる。さらに自動車保険の商品内容や保険料率、保険会社の業務にも大きな影響を与えることが予測されるため、これらの具体的な内容について考察する。

なお、本稿における意見・考察は、筆者の個人的見解であり、所属する組織を代表するものではないことをお断りしておく。

2. 安全技術の内容

自動車の安全技術はその機能により、衝突時の乗員保護を目的としたシートベルトやエアバッグ等の被害軽減技術と衝突警告や自動ブレーキなどの事故（衝突）回避技術に大別される。本項では、現在利用されている主要な事故（衝突）回避技術、現在開発中の車車間通信技術¹および自動化車両の概要について説明する。

¹ 無線を利用した車両間等の通信技術をいう。国土交通省の先進安全技術に関する資料では、車両間の通信は「車車間通信」、車両と道路インフラ間の通信は「路車間通信」の用語が使われている。

(1) 事故（衝突）回避技術

本項では、事故（衝突）回避技術の種類および機能を道路交通安全保険研究所（IIHS）の資料による説明をもとに説明する²（IIHSの詳細は後記3.(1)を参照）。

a. 事故（衝突）回避技術の種類

衝突警告などの衝突回避技術は、発売当初は限られたメーカー・車種のみで装備されていたが、現在はより多くのメーカー・車種で採用されている。これらの技術は、運転者に対する警告または自動ブレーキなどにより事故回避または衝突時の被害を軽減するもので、例として前方衝突回避システム、車線逸脱時警告システム、ブラインド・スポット（死角）警告システム、アダプティブ・ヘッドライトなどがあげられる。

また、事故回避技術の1つとして、タイヤの空気圧など車両の不具合や運転者の疲労度合を検知し、運転者に通知する予防的システムもある。

さらに新たな技術の例として無線による車両間の通信、車両と道路インフラ間の通信がある。これらは、車両に取り付けられた無線通信装置を利用して車両間等で走行位置やスピード、ブレーキ操作などの情報を送受信するもので、事故や衝突を回避する目的で開発されたものである（詳細については後記(2)を参照願う）。

b. 機能

事故（衝突）回避技術の基本的な仕組は、センサーやコンピューターを利用して、運転者の運転行動や走行車両の周囲を監視し、警告を出したり車両を制御したりするものである。

具体的な仕組は、カメラやセンサー、レーダー、レーザーレーダー（LIDAR）³などにより収集した情報から車両の衝突の危険を検知し、運転者に注意喚起する。また、衝突の危険が迫るとブレーキをスタンバイ状態にして運転者のブレーキやステアリング操作を補助したり、運転者が対応しない場合、自動的にブレーキやステアリングにより車両を制御したりする機能もある。

これらのシステムは、事故を回避または衝突時の被害を軽減することを目的としたものであるが、完全に車両の衝突や事故を防止するものではない。したがって、システムが機能しても事故を回避できない場合もある。しかしながら、これらの機能を利用することにより、車両を減速したり、ブレーキ操作を補助することにより衝突時の被害を軽減する効果がある。

図表1は、主要な衝突回避システムの一覧である。なお、これらのシステムはメ

² IIHS ウェブサイト <http://www.iihs.org/iihs/topics/t/crash-avoidance-technologies/topicoverview>

³ レーザーレーダー（Light Detection And Ranging : LIDAR）は、光を用いて物体を検出し距離などを測定するリモートセンサーである。レーダーと同じ原理であるが、レーダーがマイクロ波を用いて距離や場所を測定するのに対し、レーザーレーダーは光を用いる。

ーカーやモデル、型式によって名称や機能が異なるため、標準的な機能として記載している。

図表 1 主要な事故（衝突）回避技術

名称	技術の概要
アンチ・ロック・ブレーキシステム (ABS)	急ブレーキ操作により車輪の回転が止まるのを防止する。車輪がロックされることにより車両が横滑りしたり、ステアリング操作が不能になることなどを防ぐ。各車輪のスピードをコンピューターがモニターし、急ブレーキ操作時に車両の進行方向の安定性を保つために各車輪にブレーキ制御などの指令を出す。運転者がハンドル操作により回避行動をとれるようにする機能である。
トラクション・コントロール・システム (TCS)	滑りやすい路面や濡れた路面での発進時および加速時に車輪が空転するのを防ぐ機能である。
横滑り防止装置 (ESC)	ステアリング操作を維持・制御する機能で、急なステアリング操作や滑りやすい道路において車両が進行方向に走行することを維持するために車両を制御する。センサーとコンピューターにより各車輪の動きを監視し、コンピューターがエンジン出力やブレーキ操作の指令を出すことにより車両の進行方向を調整する。これにより、横滑りやハンドル操作が不能になることによる横転事故などを防止することができる。
車線維持システム	車線逸脱を検知し、警告するとともに適正な走行位置に復帰させる機能がある。多くのシステムはカメラにより車線内の走行位置を監視し、車線から逸脱しそうな場合、注意喚起する。警告音、モニター表示、ステアリングや座席の振動などにより警告する。警告しても元の走路に戻そうとしない場合、ブレーキやステアリングを調整し車両を車線の中央に復帰させる。
衝突回避システム（前方衝突警告と自動ブレーキ）	車両の前面部分に取り付けられたカメラやレーダーなどのセンサーによって、車の前方の物体、距離を測定し、衝突の危険性を検知すると運転者に警告を出す。自動ブレーキ機能を備えたシステムでは、運転者が警告に反応しない場合、自動ブレーキが作動する。
後退時補助システム	カメラやセンサーを使用して、駐車場からバックで出る際などに車両の後ろにある物体を検知する。後方物体を検知した場合、警告音により注意喚起したり、ステアリングやブレーキにより車両を制御する。バックミラーのカメラが、車両の後方にある物体を表示し、レーダーや超音波などにより車両の後ろに物体があることを運転者に警告する。バックする車両の進路を横切る車両がある場合、接近する車両を検出するセンサーと連動して衝突危険に対する警告を出す。
アダプティブ・ヘッドライト	夜間のカーブにおいて、運転者の視野・視認性を改善するためにライトがステアリングの動きに応じて自動的に進行方向にシフトする仕組み。
ブラインド・スポット（死角）警告システム	車両の側面を監視するセンサーにより、隣接車線から車両の死角に接近する車両を検知する。死角に近づく車両が検出された場合、警告音またはサイドミラー付近に警告が表示される。運転者が車線変更をするために方向指示器を出した時に、進行方向の死角に車両が存在する場合に、警告音などにより注意喚起する。
アダプティブ・クルーズ・コントロール	運転者が設定した速度での走行を維持するシステム。走行速度を設定すると、走行中その速度が維持され、交通状況によって安全な車間距離を保つためにアクセルやブレーキにより速度が調整される。前方に取り付けられたセンサーは、先行車両との距離を測定し、安全な車間距離を維持する。先行車両との車間距離が縮まりスピードが一定以下になった場合、運転者による操作が必要になる仕組みや、自動的に停止するなどメーカーによって異なる機能を持つ。
疲労警告（運転動作監視）	運転者のステアリングや運転動作を監視する高度なアルゴリズムを使用して、運転者の眼の動きや焦点の持続時間等を測定する。運転者の不注意や眠気を検知した場合、音声やモニター表示で注意喚起する。

名称	技術の概要
歩行者検知機能	センサーとカメラの組み合わせと高度なアルゴリズムを使用して、車両の進路内に入ろうとする歩行者を検知する仕組みである。衝突回避システムや自動ブレーキシステムと組合せて販売されている。

(出典：IIHS ウェブサイト等をもとに作成)

(2) 車車間通信技術の概要

車車間通信技術（vehicle to vehicle (V2V) technologies）は、無線通信ネットワークを介して車両間の通信を行う Wi-Fi に類似した無線通信技術⁴である。車両に装備された無線通信装置を使って、車両の位置、スピードやブレーキ操作などの情報を他の車とリアルタイムで送受信できる機能である。これを利用して車両間で注意喚起等を行い、事故や衝突を回避することを目的としている。数十台の車両が関連する例では、ラッシュ時に車が連なって走行している時に、先頭の車の急ブレーキ操作が後方を走行しているすべての車両に警告メッセージとして伝えられる。現在開発されている機能は、危険が迫った場合、警告等を画面に表示したり、音声で通知するもので、ブレーキやステアリングなどの制御機能はないが、将来的には、前方を走行している車両から危険を検知する無線信号を受信した場合、後方車両のブレーキが作動するなどの制御機能の開発も検討されている。

この技術を衝突回避システムと組み合わせて利用することにより、見通しの悪い交差点での衝突事故など単独車両のセンサーだけでは検知できない危険を検知でき、事故や衝突回避の効果を高めることが期待されている。

車車間通信技術を利用するには、①車両に装備されるハードウェアなどの装置、②危険を検知するためのアプリケーション、③運転者へ警告を行う機能、④車車間通信システムを通して行われる通信の安全性を確保するための仕組みが必要となる。

なお、これ以外にも、無線により車両と道路上のインフラ間の通信を可能にする技術として、路車間通信技術（vehicle to infrastructure (V2I) technologies）が開発されている。利用例としては、高速道路上の監視装置により走行車両の走行位置をモニターし、車線から逸脱しそうになった場合、監視装置が運転者に注意喚起する、交差点で信号が変わりそうな時に停止しない車に警告するなどがあげられる。路車間通信技術を利用するには、車車間通信技術に必要な車両装備に加えて信号など道路インフラに対する通信機能の整備が必要となる。

(3) 自動化車両の概要

自動化車両の定義については複数の定義があるが、その例として「センサーや GPS などの車両に搭載された装置から収集した情報を統合し、運転者の能動的な操

⁴ 通信技術は専用狭域通信（Dedicated Short- Range Communications：DSRC）を使用している。

作や継続的な監視なしに運行（自走）することができる車両をいう」がある⁵。

現在複数の自動車メーカー等が自動化車両の開発を行っている。グーグルの自動運転車は、車に取り付けられたカメラやセンサー、レーザーレーダー、GPS、デジタルマップなどにより車両の周辺状況に関する情報等を収集し、収集した情報から3D ストリートビューを作り出す。このストリートビューにより、人や建物など進行方向にある避けるべきものを判断しながら定められた走行計画に従って目的地まで走行する仕組である。

NHTSA は、2013 年 5 月に自動化車両を自動化のレベルに応じて全く自動化されていない車両から、最も発展した形態である基本的に走行中の運転者の能動的な操作を必要としない自動運転車（self-driving car）まで 5 つのレベルに分類した。これは、運転者支援システムの一部を備えた車両から自走可能な自動運転車までを含めたより幅広い内容となっている（図表 2 参照）。

現在米国では、①衝突回避・自動ブレーキシステムなど一部の自動化機能を持つ安全技術、②車車間等の通信技術（V2V）、③自動運転車の 3 つの技術が同時並行で開発されている。これらの技術には、共通の概念もあるため、今後自動化車両に関する検討、議論を進める際に混乱が生じないように、共通の定義付けを行う目的で作成、公表された⁶。

2014 年 3 月現在、米国の 4 つの州では一定条件のもと公道で自動化車両のテスト走行を行うことができる。

グーグルの自動運転車はトヨタのプリウスやレクサスなどとの共同開発車で 2013 年 12 月末に無事故で累計 50 万マイル（約 80 万 km）を走行したとされ、これ以外にも複数の自動車メーカー等が自動運転車のテスト走行を行っている（自動化車両の規制の詳細については後記 4.を参照願う）。

図表 2 NHTSA の自動化車両の定義

レベル	自動化のレベル	定 義
レベル 0	全く自動化されていない車両	運転者はブレーキ、ステアリング、スロットル（注1）、およびエンジンなどの主要な車両操作を常に行う。この車両は衝突回避、車線逸脱時警告、ブラインド・スポット（死角）警告などの運転支援システムを備えているものもあるが、ステアリング、ブレーキ、スロットルなど車両の主要な制御を行う機能がないものをいう。

⁵ 米国で 2011 年に自動化車両のテスト走行に関する法律を最初に制定したネバダ州の定義である。

⁶ NHTSA, “Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles” (2013.5)

レベル	自動化のレベル	定 義
レベル 1	独立した特定の操作機能が自動化された車両	1 つまたは複数の特定の自動操作機能を有するが、システムはそれぞれ独立して作動する。例として、アダプティブ・クルーズ・コントロール、自動ブレーキおよび車線維持システムなどがある。運転者は、通常の走行時や緊急時にシステムを利用することができるが、これらは運転者に代わって運転操作を行うものではなく、運転者は常に車両の操作を行わなければならない。ステアリングやブレーキ、またはスロットルなどの特定の自動制御機能を有するものの、運転者がステアリングとアクセルまたはブレーキの両方の操作を同時にシステムに委ねることはできない。
レベル 2	統合された自動化機能を持つ車両	少なくとも 2 つの主要な自動操作機能を持つ。運転者は、これらの機能の組み合わせにより、限定された状況で、一部の運転操作をシステムに委ねることができる。運転者は、道路や車両の安全状況を常時監視する必要がある、自動運転モードから手動運転モードへの切り替えが必要な場合、即時に対応することが求められる。例として、車線維持システムとアダプティブ・クルーズ・コントロールの組み合わせがあげられる。レベル 1 とレベル 2 の主な違いは、レベル 2 の車両はシステムが機能する特定の状況下において、自動モードにより、運転者がステアリングとアクセルまたはブレーキの両方の操作を同時にシステムに委ねることができることである。
レベル 3	限定的な自動運転車	一定の道路状況下において、基本的に自動運転モードによりすべての運転操作が行われる。システムは、運転者による手動運転モードへの移行を必要とする状況の変化を監視している ^(注2) 。運転者は手動による運転操作を行うこともあるが、十分な移行時間を有する。このレベルの車両は、自動運転のための基本的な機能を有し、システムがコントロールできない状況になった場合、運転者にそのことを伝える機能を持つ。レベル 2 とレベル 3 の主要な違いは、レベル 3 においては運転者が、常に道路状況を監視することが求められていないことである。レベル 3 の例として、グーグルの自動運転車があげられる。
レベル 4	完全な自動運転車	車両はすべての安全上重要な運転操作機能を有する。定められた運行計画を走行するために道路状況を監視しながら目的地まで到着する。運転者 ^(注3) が目的地の入力を行う以外の操作は自動で行われる。レベル 4 の車両はシステム単独で安全に運行（自走）できるよう設計されている。

(注 1) スロットルとは、エンジンの回転を調節する弁でここではアクセルを指す。

(注 2) 例えば、運行計画により指定された道路の一部が工事中で通行できない場合などがある。

(注 3) 自動化車両を稼働（Activate）させる者を運転者と定義している州もある。この定義は無人車を外部から操作し稼働させる人を運転者とみなすことを意味している。

(出典： NHTSA, “Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles” (2013. 5) をもとに作成)

3. 安全技術の効果と損害保険への影響

本項においては、自動車事故の防止のための活動や事故の分析を行う米国道路交通安全保険研究所（IIHS）と道路交通事故データ研究所（HLDI）の概要を説明したうえで、これらの機関のデータに基づく安全技術の効果、損害保険への影響および今後の課題について説明する。

なお、自動化車両の実用化による影響については、現在データがないため、自動化車両の実用化により予測される影響として、後記 5.(2)に記載している。

(1) 道路交通安全保険研究所および道路交通事故データ研究所の概要

道路交通安全保険研究所（Institute of Insurance Highway Safety : 以下「IIHS」）は、米国において自動車事故の防止および損害を低減するための研究を行う非営利民間機関で、1959年に自動車保険業界によって設立された。

道路交通事故データ研究所（Highway Loss Data Institute : 以下「HLDI」）は、IIHSに併設された非営利民間機関で、IIHSを通じて資金提供され、自動車保険会社によって全面的に支援されている。HLDIは保険会社の自動車保険の事故データを収集・分析して、自動車のメーカーやモデルごとの損失度合から自動車の安全性等の指標を提供している⁷。

また、死亡データの分析、衝突実験、衝突回避にかかる技術の検証、運転者の属性に関する統計の作成など自動車の安全性にかかる様々な調査・研究を行っている。

(2) 対象データと分析方法

HLDIは、米国の個人自動車保険市場の80%のデータを会員保険会社から受領している。オールステート、ステートファーム、ガイコ、プログレッシブなどの主要な保険会社がデータを提供している。

HLDIは、会員保険会社から自動車に関する取引について、車両識別番号（Vehicle Identification Number : VIN）ごとの契約内容（補償内容）、請求・支払保険金に関するデータを月次で収集し、年に3回分析を行っている。これらのデータを利用して、運転者の属性（年齢、性別等）、保管場所、地域ごとの登録車両の数、保険契約条件（免責金額や保険金額）など様々な観点で分析を行っている。

(3) 事故（衝突）回避システムの効果と損害保険への影響

本項では、衝突回避システム、自動ブレーキ、前方衝突警告システムと自動ブレーキの組み合わせ、ESC（横滑り防止装置）、アダプティブ・ヘッドライト、アンチ・ロック・ブレーキシステム（ABS）および車線逸脱時警告システムの事故・衝突軽減効果と損害保険への影響について説明する。

a. 衝突回避システム

HLDIは、衝突回避技術として最初に開発されたシステム⁸の支払保険金への影響

⁷ IIHSとHLDIの詳細については、損害保険事業総合研究所『主要国の保険業界関連組織の役割、活動と法的背景』（2008.3）第V章米国5.(1)「道路交通安全保険研究所（IIHS）および道路交通事故データ研究所（HLDI）」を参照願う。

⁸ 当初の衝突回避システムは、時速30km未満のスピードで走行する車両に対して機能するため低速衝

を検証するために、この技術を装備した車両とシステムを装備していない他の車両グループの保険金請求データを比較した。

(a) 調査の対象

この調査は、衝突回避技術の初期調査として、ボルボ社が 2009 年 2 月に米国で販売開始した衝突回避システム（詳細は後記(b)を参照）を標準装備した同社の中型スポーツ用多目的車（Sport Utility Vehicle：SUV）⁹である XC60 の被保険車両約 5 万 2,000 台と、2011 年にこの技術が標準装備された 4 ドア車 S60 の被保険車両約 1 万 8,000 台に対するデータを対象に行われた（図表 3 参照）。

図表 3 調査対象データ件数

	XC60 スポーツ用多目的車（SUV） （2010 年－2012 年モデル）		S60 4 ドア車 （2011 年－2012 年モデル）	
	被保険車両数	保険金請求 件数	被保険車両数	保険金請求 件数
対物賠償責任	52,050	1,395	18,033	365
対人賠償責任	16,700	86	3,863	21
車両損害	52,050	2,974	18,033	1,236

（注） 保険期間 1 年の車両 1 台を 1 としてカウントしている。保険期間 6 ヶ月の車両は 2 台で 1 とカウントしている。保険会社からのデータは担保項目ごとに提供されるため、担保項目ごとに対象件数が異なる。

（出典：HLDI, “Volvo City Safety loss experience – an update” HLDI Bulletin, Vol.29, No. 23 (2012.12) をもとに作成）

(b) 衝突回避システムの機能

衝突回避システムは、一定速度以下で走行している時の追突事故を回避するため、運転者のブレーキ操作を補助する技術として開発された。ボルボ社の 2008 年当時のニュースリリースによると、衝突事故の 75%は時速 19 マイル（時速約 30km）未満で起きるとされている。

このシステムは衝突の危険を検知するとブレーキを「スタンバイ」状態にし、運転者のブレーキ操作を補助したり、運転者が警告にタイムリーに反応しない場合、自動的にブレーキが作動する。衝突回避システムは、時速 9 マイル（時速約 14km）未満では完全に停止する機能を有するが、時速 9 マイルから 19 マイル（時速約 14km から 30km）未満では衝突被害を回避するために減速する機能を持つ。

突回避システムと呼ばれた。2009 年の開発以降、他の自動車メーカーも開発・導入を行っており、時速 60km 程度でも機能する衝突回避システムも開発されている。

⁹ SUV は、米国における自動車の分類の 1 つ。この場合のスポーツとは、スキー、キャンプなどの広い娯楽活動を指す。

衝突回避システムは、すべての衝突事故を回避するためのものではなく、システムの作動を妨げるいくつかの要素もある。システムは、夜間も昼間と同様に作動するが、霧や激しい雨や雪については、レーザーが正常に他の車を検知することができず、システムが正常に作動しない場合がある。このような場合、運転者にシステムが作動していないことが通知される。

(c) 保険金への影響

2012 年 12 月に HLDI がまとめた調査によると、衝突回避システムを装備した車両とこれを装備していない他の車両の対物賠償責任の保険金請求頻度を比較した場合、XC60 は他の中型スポーツ用多目的車（SUV）と比較して 15%減少し、S60 は他の中型 4 ドア車と比較して 16%減少した。対人賠償責任の保険金請求頻度は XC60 は他の中型スポーツ用多目的車（SUV）と比較して 33%減少し、S60 は他の中型 4 ドア車と比較して 18%減少した。車両損害の保険金請求頻度は、XC60 は他の中型スポーツ用多目的車（SUV）と比較して 20%減少し、S60 は他の中型 4 ドア車と比較して 9%減少した。

1 件あたりの平均支払保険金をこのシステムを装備していない他の車両と比較した場合、対物賠償責任保険については XC60 は他の中型スポーツ用多目的車（SUV）と比較して 42ドル減少し、S60 は他の中型 4 ドア車と比較して 373ドル減少した。車両損害では XC60 は他の中型スポーツ用多目的車（SUV）と比較して 450ドル減少し、S60 は他の中型 4 ドア車と比較して 668ドル減少した（図表 4 参照）。

なお、この調査は、衝突回避システムを標準装備した XC60 と S60 の保険金請求データを当該システムを装備していない他の車両グループのデータと比較したものであるが、システムの有無以外の要素として例えば運転者に関する条件は考慮されていない。運転者の属性として、年齢や性別、婚姻のステータス、さらには、この技術を装備した車を購入した消費者が、他の運転者より安全や衝突に関する意識が高かったかどうかなどの要素も考慮される必要がある。HLDI は、この分析は発売当初からの初期のデータに基づくものであり、運転者の属性などその他の要素を考慮したうえで、さらなる調査と検証により総合的に評価されるべきであるとコメントしている。

また、S60 については、調査対象期間が短く、対象となった車両が XC60 と比較して少ないためその効果が十分に表れていないことが考えられる。

図表 4 衝突回避システム装備車の保険金請求・支払データ分析結果

	XC60 と他の中型スポーツ用多目的車 (SUV) の比較 ^(注1) (2010 年－2012 年モデル)			S60 と他の中型 4 ドア車の比較 ^(注1) (2011 年－2012 年モデル)		
	請求頻度 (注2) (frequency)	1 件ごとの 平均支払 保険金 ^(注3) (severity)	車両 1 台 あたりの年 間平均支払 保険金 (注4) (overall losses)	請求頻度 (注2) (frequency)	1 件ごとの 平均支払 保険金 ^(注3) (severity)	車両 1 台 あたりの年 間平均支払 保険金 (注4) (overall losses)
対物 賠償	▲15%	▲\$42	▲\$15	▲16%	▲\$373	▲\$4
対人 賠償	▲33%	-	-	▲18%	-	-
車両 損害	▲20%	▲\$450	▲\$92	▲9%	▲\$668	▲\$79

(注1) 調査結果は、最小値、中間値、最大値のそれぞれ 3 つの指標で算出されているが、上記の表は中間値を表示している。

(注2) 保険期間 1 年の車両を 1 台としてカウントしたものを被保険車両数とし、保険金請求件数を被保険車両数で除したものを請求頻度としている。

(注3) 支払保険金総額を保険金請求件数で除した数値としている。

(注4) 車両 1 台あたりの年間平均支払保険金で、支払保険金総額を被保険車両数で除した数値としている。

(出典：HLDI, “Volvo City Safety loss experience – an update” HLDI Bulletin Vol.29, No. 23 (2012.12) をもとに作成)

b. 自動ブレーキの効果

本項では、衝突軽減技術の 1 つである自動ブレーキの効果として、2013 年に IIHS が行った自動ブレーキを装備した車両と自動ブレーキを装備していない車両のそれぞれの衝突実験¹⁰に基づく損害額の減少効果について説明する。

(a) 調査の目的・概要

この衝突実験の目的は、衝突を回避できなかった場合でも自動ブレーキによる被害軽減効果を具体的に測定するために行われた。前記 a.は、衝突を回避するために警告を行い、警告への対応を含めた運転者のブレーキ操作を補助するシステムであるのに対し、この実験はより高速度で走行時における自動ブレーキ単独による効果を測定するものである。衝突実験は、時速 25 マイル（時速約 40km）で走

¹⁰ IIHS, “Crash tests show how autobrake can mitigate crash severity, damage costs” (2013.9)

行する自動ブレーキを装備した車両と自動ブレーキを装備していない車両の衝突時の損害額を比較するもので、メルセデス・ベンツ C クラスとシボレー・マリブが使用された。

(b) 調査の結果

衝突実験に基づき IIHS が算出した車両の合計損害額は、自動ブレーキを装備していない場合 2 万 8,131 ドルであった。衝突されたシボレー・マリブの後部トランク部分は大きく破損した。

一方、自動ブレーキにより、スピードを時速 25 マイル（時速約 40km）から時速 12 マイル（時速約 19km）に減速した時は、車両損害の合計金額は 5,715 ドルであった。

これによると、自動ブレーキを装備した車両の損害額は、自動ブレーキを装備していない車両の損害額と比較して約 4 分の 1 程度に減少している。

乗員への被害については、いずれの車両の乗員（ダミー）も軽度の傷害であり、エアバッグは作動しなかった。傷害の程度に関する詳細のデータは示されていないが、自動ブレーキを装備した場合、乗員の傷害リスクも軽減されることが予測される。この実験は、1 つの例であるものの、自動ブレーキにより減速することで車両損害の衝突被害や乗員の傷害リスクを軽減できることを示している（図表 5 参照）。

図表 5 自動ブレーキの有無による衝突時の予想損害額

自動ブレーキの有無	（上段）走行時のスピード （下段）衝突時のスピード	予想損害額 （シボレー・マリブ）	予想損害額 （メルセデス・ベンツ C クラス）	合 計
有	時速 25 マイル（時速約 40km） 時速 12 マイル（時速約 19km）	\$2,277	\$ 3,438	\$5,715
無	時速 25 マイル（時速約 40km） 時速 25 マイル（時速約 40km）	\$18,674	\$ 9,457	\$28,131

（出典：IIHS, “Crash tests show how autobrake can mitigate crash severity, damage costs” (2013.9) をもとに作成）

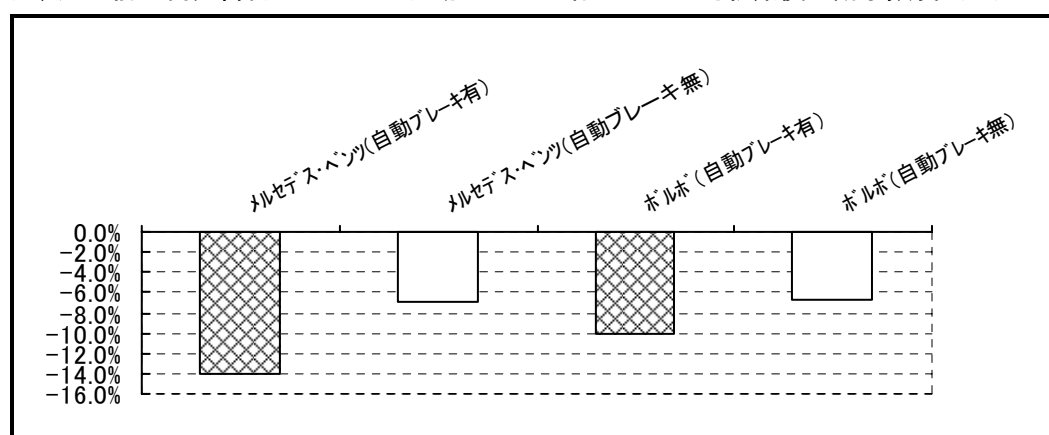
c. 前方衝突警告システムと自動ブレーキを組み合わせた場合の効果の比較

IIHS と HLDI は、前方衝突警告システムを単独で装備した車両と前方衝突警告システムと自動ブレーキを両方装備した車両の保険金請求・支払データを比較した。前記 a. が時速 19 マイル（時速約 30km）未満の低速走行時の衝突回避システムの効果を示したものであるのに対し、このデータは時速 19 マイル（時速 30km）以上のより早い速度に対応できるシステムの結果を示したものである。

2013年5月にIIHSとHLDIが直近のデータに基づき分析した資料によると、前方衝突警告システムと自動ブレーキの両方を装備した車両の対物賠償の保険金請求頻度は自動ブレーキがない車両と比較して最大約7%減少し、自動ブレーキを組み合わせた場合その効果が大きくなることを示している（図表6参照）。

また、医療保険金の保険金請求頻度については、前方衝突警告システムと自動ブレーキを両方装備した車両の保険金請求頻度は、自動ブレーキがない車両と比較して最大23%減少しており、ここでも前方衝突警告システムと自動ブレーキと併せて利用することによる効果を示している（図表7参照）。

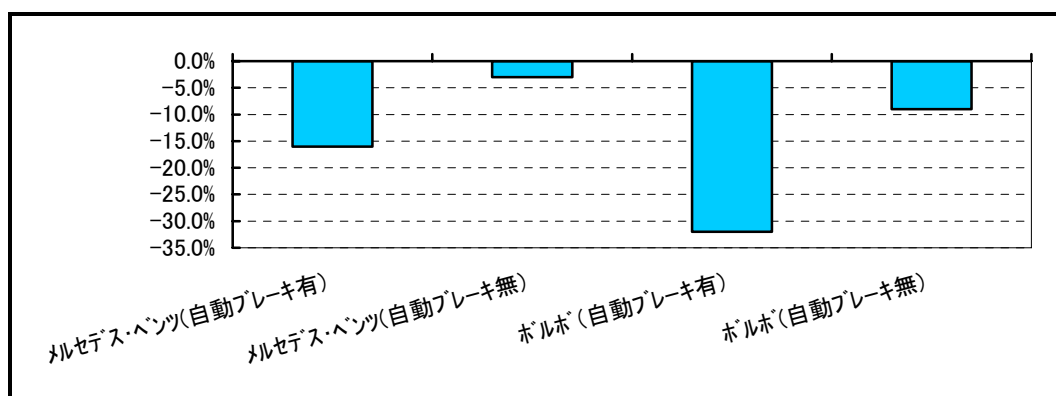
図表6 前方衝突警告システムの自動ブレーキ有無による対物賠償の請求頻度（注）



（注）保険期間1年の車両を1台としてカウントしたものを被保険車両数とし、保険金請求件数を被保険車両数で除したものを請求頻度としている。なお、他の補償項目等分析結果の一部は省略している。

（出典：2013年5月IIHS来日時の入手資料をもとに作成）

図表7 前方衝突警告システムの自動ブレーキ有無による医療保険金の保険金請求頻度



（注）保険期間1年の車両を1台としてカウントしたものを被保険車両数とし、保険金請求件数を被保険車両数で除したものを請求頻度としている。なお、他の補償項目等分析結果の一部は省略している。

部は省略している。

(出典：2013 年 5 月 IIHS 来日時の入手資料をもとに作成)

d. 横滑り防止装置（ESC）の効果

横滑り防止装置（ESC）も衝突事故発生件数の減少と保険金削減に有効であるとの結果を示している。IIHS の 2010 年の報告書によると¹¹、過去 10 年間に発生した事故において、横滑り防止装置（ESC）を装備した車両の死亡事故はこれを装備していない車両と比較して 33%減少した。単一車両の死亡事故については 49%、複数車両が関連する死亡事故については 20%減少したことが報告されている。車両の分類では、特にスポーツ用多目的車（SUV）がその効果が高いことが分かった。

HLDI が 2006 年にまとめた報告書によると、支払保険金については、横滑り防止装置（ESC）を装備した車両は、これを装備していない旧モデルの車両と比較して車両損害による支払保険金額が 15%減少した。一方、対物賠償責任や傷害事故による医療費に関しては大きな効果が見られなかった¹²。

e. アダプティブ・ヘッドライトの効果

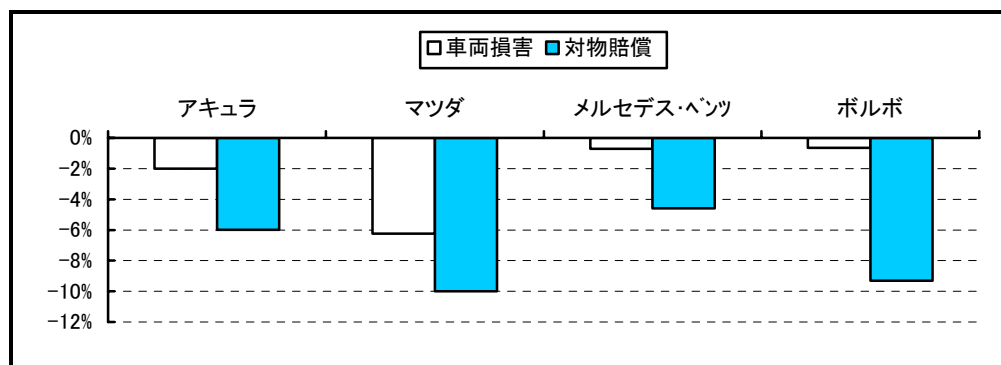
IIHS と HLDI が 2013 年 1 月に直近のデータに基づきまとめた資料によると、アダプティブ・ヘッドライトを装備した車両の保険金請求頻度が減少したことを示している。IIHS と HLDI によると、アキュラ、マツダ、メルセデス・ベンツ、ボルボのアダプティブ・ヘッドライトを装備した車両の車両損害の保険金請求頻度は、同装置を装備していないそれぞれの車両と比較して最大 6%減少した。対物賠償責任の保険金請求頻度については最大 10%減少した（図表 8 参照）。これらは主として 2 台以上の車両が関連する衝突事故に関する効果として報告されており、単独車両の衝突事故については効果が見られなかった。

また、アダプティブ・ヘッドライトはメーカーによってライトの明るさやビームパターンなどにも違いがあり、これが事故削減の効果と関連するとの見方もあるが、このことは調査を行ったすべての車両に該当することではなく、これまでの調査では具体的な要因は明確にされていない。

¹¹ Charles M. Farmer, “Effects of electronic stability control on fatal crash risk”, IIHS (2010.5)

¹² HLDI, “Electronic stability control”, HLDI Bulletin No23(1) (2006.10)

図表 8 アダプティブ・ヘッドライト装備車の保険金請求頻度



(注) 保険期間 1 年の車両を 1 台としてカウントしたものを被保険車両数とし、保険金請求件数を被保険車両数で除したものを請求頻度としている。なお、他の補償項目等分析結果の一部は省略している。

(出典：IIHS and HLDI, “Measuring Crash Avoidance System Effectiveness with Insurance Data” (2013.1) をもとに作成)

f. アンチ・ロック・ブレーキシステム (ABS) の効果

アンチ・ロック・ブレーキシステム (ABS) は、テスト走行では衝突事故を減少する効果が示されたものの、実際の衝突事故の減少効果はこれまでの調査では明確に示されていない。1994 年と 1995 年の HLDI の調査によると、ABS を装備した車両グループと ABS を装備していない車両の車両保険金の請求頻度や支払保険金は、いずれも大きな差が見られなかった。

ABS は、滑りやすい道路でより大きな効果を発揮することから、HLDI は冬期に米国の 29 州においてその効果を検証する調査を行ったが、ここでも大きな保険金削減の効果が見られなかった。その後、1997 年と 2001 年にも同様の調査が行われているが、具体的な効果は確認されておらず、また、その理由も明確にされていない¹³。

連邦政府の 2009 年の調査報告書によると¹⁴、ABS を装備した車両は、ABS を装備していない車両と比較して、衝突事故発生件数が乗用車で 6%減少し、スポーツ用多目的車 (SUV) とピックアップトラック¹⁵で 8%減少する効果があったことが報告されているが、死亡事故の減少に関する効果は明確にされていない。

一方で HLDI によると、二輪車については ABS により大きな保険金削減効果を示している。2003 年から 2013 年モデルによる ABS を装備した二輪車と装備して

¹³ IIHS ウェブサイト

<http://www.iihs.org/iihs/topics/t/crash-avoidance-technologies/qanda#antilock-brakes>

¹⁴ Kahane, C.J. and Dang, J.N., “The long-term effect of ABS for passenger cars and LTVs”, NHTSA (2009.8)

¹⁵ ピックアップトラック (pickup truck) は、米国における自動車の分類の 1 つで、大型以外のトラックの総称である。

いない二輪車の車両損害の保険金請求頻度を比較したところ、ABS を装備した二輪車の車両損害の保険金請求頻度は、ABS を装備していない二輪車と比較して 20% 減少した。ABS と ABS の効果を高めるためのコンバインド・ブレーキ・システムを装備した二輪車といずれの装置も装備していない二輪車を比較した場合、車両損害の保険金請求頻度が約 30%減少したことが示されている¹⁶。

g. 車線逸脱時警告システムの効果

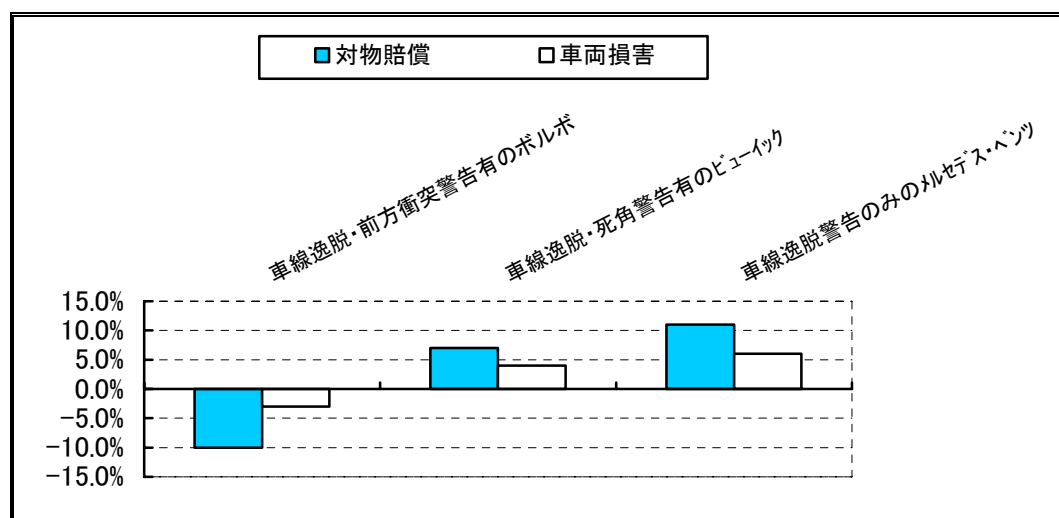
IIHS と HLDI が 2013 年 6 月に直近のデータに基づきまとめた資料によると、車線逸脱時警告システムについては、これまでのデータでは自動ブレーキが併せて装備されている車両以外、明確な保険金請求頻度の減少効果が見られなかった。

調査の対象車両は、①車線逸脱時警告システムと前方衝突警告システムを装備したボルボ、②車線逸脱時警告システムとブラインド・スポット（死角）警告システムを装備したビューイック、③車線逸脱時警告システムのみを装備したメルセデス・ベンツで、IIHS と HLDI はそれぞれの車両の保険金請求頻度をこれらを装備していない車両と比較した。

これによると、①の車線逸脱時警告システムと前方衝突警告システムを装備したボルボの対物賠償の保険金請求頻度は 10%減少したが、②の車線逸脱時警告システムとブラインド・スポット（死角）警告システムを装備したビューイックと③の車線逸脱時警告システムのみを装備したメルセデス・ベンツについては、保険金請求頻度の減少は見られなかった（図表 9 参照）。これは、ボルボの前方衝突警告システムが自動ブレーキシステムを備えており、かつ常に車線逸脱時警告システムと併せて装備されていることによるものと考えられる。車両損害については、車線逸脱時警告システムと前方衝突警告システムを装備したボルボの保険金請求頻度が約 3%減少したものの、他の 2 車両については保険金請求頻度の減少は見られなかった。

¹⁶ 2013 年 5 月に IIHS 来日時に入手した資料による。

図表 9 車線逸脱時警告システム装備車の対物賠償の保険金請求頻度



(注 1) 車線逸脱時警告システムのみで、いずれも能動的に車両を正常位置に修正する機能はない。

(注 2) 保険期間 1 年の車両を 1 台としてカウントしたものを被保険車両数とし、保険金請求件数を被保険車両数で除したものを請求頻度としている。なお、他の補償項目等、分析結果の一部は省略している。

(出典：IIHS and HLDI, “Drivers and Drivers Assistance systems, how well do they much?” (2013.6) をもとに作成)

(4) 今後の課題

IIHS と HLDI によると、仮にすべての車両が前方衝突警告システム、車線逸脱時警告システムとブラインド・スポット（死角）警告システム、アダプティブ・ヘッドライトをすべて装備した場合、死亡事故の約 3 割、傷害事故の約 2 割を削減または軽減することができるとされている。この試算は、2004 年から 2008 年の衝突事故のデータに基づくものであり、システムが正常に機能し、運転者が正しくシステムに対応することを前提としている¹⁷。

一方、IIHS と HLDI は、システムが有効に機能するためには、運転者が正しく機能を理解し、適切に対応できることの重要性を強調している。例えばシステムが警告を出しても運転者がその意味を理解していなかったり、適切に対応を行わなければ役に立たない。運転者はシステムを作動しない状態にすることもできる。実際、警告だけのシステムにおいて保険金請求データへの効果が見られなかったものもある。また、運転者がシステムを過信して運転行動に集中しないリスクも考えられる。

さらに、技術そのものに限界があることも考慮しなければならない。例えば、車

¹⁷ IIHS ウェブサイト

<http://www.iihs.org/iihs/topics/t/crash-avoidance-technologies/qanda#crash-avoidance-technologies>

線逸脱時警告システムは十分に車線が表示されていない道路や、雪で覆われている道路では、正常に作動しない可能性がある。また、装備されている車両のセンサーの精度にも影響されうる。カメラやレーザーレーダーなどのセンサーは、天候や環境などの要因によって正常に作動しないことも考えられる。システムが正常に作動していない場合、そのことが運転者に通知される。

IIHS と HLDI は、今後も新たなデータによりこれらの技術の効果の検証を継続し、さらに人が実際にどのようにシステムに対応できたかによる影響等も考慮したうえで、それぞれの安全技術の評価を行う必要があるとしている。

4. 米国の自動化車両に関する規制の動向

本項では、米国の自動化車両に関する規制の動向として、州の自動化車両の規制および NHTSA の自動化車両に関する規制の方針について説明する。

(1) 州規制

2014 年 3 月現在、ネバダ州、カリフォルニア州、フロリダ州、ミシガン州の 4 州¹⁸において、自動化車両の公道でのテスト走行を認めている。これらの州では、テスト走行の許可や保険の付保など定められた要件を満たすことにより、州内の公道で自動化車両のテスト走行を行うことができる。

図表 10 は、ネバダ州の自動化車両のテスト走行に関する法規制である。現在、テスト走行時の要件としてすべての州において運転者が乗車し、運転操作に介入しなければならない場合、車両の操作を行える状態で走行することが求められている。

内容は州によって異なり、連邦政府による統一的な基準がないため米国の輸送機関の調査・研究を行うイーノ輸送研究センター（Eno Center for Transportation）は、今後自動化車両の開発を行う自動車メーカー等は、規制の不確定要素という課題に対応しなければならないことを指摘している¹⁹。

図表 10 ネバダ州の自動化車両のテスト走行に関する規制の概要

項 目	内 容
テスト走行の許可	自動化車両のテスト走行を希望する自動車メーカー、ソフトウェア開発者等は、テスト走行を行うための免許を取得しなければならない。
免許の要件	自動化車両のテスト走行に関する免許を取得しようとする事業者は、開発中の 1 台または複数の自動化車両が合計して最低 1 万マイル（約 1 万 6,000km）をさまざまな条件 ^(注) に対応して走行したことを証明するとともに、自動化車両の技術の詳細、安全計画の詳細、テスト走行を行う運転者の雇用と研修計画の詳細を自動車局に提出しなければならない。また、定められた金額の保険が付保されていることを証明しなければならない。

¹⁸ この他に、ワシントン・コロンビア特別区（Washington D.C.）がある。

¹⁹ Eno Center for Transportation, “Preparing a Nation for Autonomous Vehicles”（2013.10）

項 目	内 容
テスト走行時のナンバープレート	テスト走行が許可された場合、自動車局はテスト走行車のナンバープレートを発行する。テスト走行時にはこのナンバープレートを装着しなければならない。
テスト走行時の要件	テスト走行時には、有効な免許を保持する最低 2 名の者が乗車しなければならない。1 名は運転者として、必要な場合車両の制御を行わなければならない。テスト走行を行う道路環境やスピード制限等は自動車局より指定された条件に限定される。 他の車両との衝突発生時に少なくとも 30 秒前からのデータを記録できる装置を備えている必要がある。システムが作動しないことが検知された場合、そのことが運転者に通知され手動で操作ができる機能を備えている必要がある。

(注) 信号や道路標識、降雨、降雪、夜間などの環境、歩行者の存在、通学路や工事中の道路などの異なる条件をいう。

(出典：Nevada Department of Motor Vehicles, “Autonomous vehicle testing license” (2013.12) をもとに作成)

(2) 連邦政府の自動化車両に関する方針

本項では、NHSTA が 2013 年 5 月に公表した自動化車両に関する公式文書の目的、今後の調査計画、各州が今後自動化車両のテスト走行に関する法規制を策定する際の推奨事項について説明する。

a. 公式文書の目的

安全技術の発展や州における自動化車両に関する規制の制定状況などを鑑み、NHTSA は、自動化車両にかかる規制の方向性を示した連邦レベルにおける初めての文書を公表した²⁰。この文書は、次の 3 点を主な目的としている。なお、①の自動化車両の開発状況と定義については、前記 1.(3)を参照願う。

- ① 自動化車両等の開発状況と、NHTSA による自動化車両の定義を説明すること
- ② NHTSA の自動化車両の今後の調査計画の概要を説明すること
- ③ 各州が自動運転車（driverless vehicles）のテスト走行に関する規制を策定する際の検討事項として推奨する原則を提供すること

b. 今後の調査計画

NHTSA は、前記 1.(3)の自動化車両レベル 1 の「独立した特定の操作の自動化」のそれぞれの技術の検証を行い、例えば新車アセスメントプログラムへこれらの技術を追加することを検討するとともに、レベル 2 からレベル 4 のより自動化が進んだ車両に関する調査を並行して行うことを検討している。具体的な内容は、①人と

²⁰ 前掲脚注 6 参照。

システムのインターフェースなどの人的要素（human factors）、②システムの安全性の確保、さらにこれら 2 点を勘案して、総合的なシステム機能要件を策定することを検討している。

(a) 人的要素

走行時の安全性が確保されるよう、運転者とシステムのそれぞれの役割、自動運転モードから手動運転モードへの切替など、人とシステムのインターフェースに関する要件を策定することを目的としている。要件の策定にあたっては、これら进行评估するためのツールや、自動運転モードの運転実習訓練のためのテスト用車両などを検討している。この調査は今後 2 年間かけて行われる予定である。

(b) システムの安全性の確保等

すべてのシステムに該当する、システムの信頼性と安全性を確保する基本的な要件を定めることを検討している。例えば、システムが機能しないことを検知して運転者に伝える仕組、予備システムなど故障時に被害を最小限に抑える対応の調査、さらに車両に対するサイバーセキュリティへの対応などが含まれる。この調査は今後 4 年間かけて行われる予定である。

c. 各州が自動運転車のテスト走行に関する法規制を策定する際の推奨事項

現在複数の州で前記 1.(3)の自動化車両レベル 3 または 4 の自動運転車のテスト走行に関する法規制が存在し、新たに法規制を導入することを検討している州もあることから、以下の推奨事項は各州が今後自動運転車のテスト走行に関する法規制を策定するにあたっての原則を提供することを目的としている。

NHTSA は現在州の自動車局に対して、自動運転車がテスト走行以外の目的で公道を走行する許可を出すことを推奨していない。許可するにあたっては、技術的・人的要素、システム面に関して検証すべき課題があることを認識しているからである。また、自動化車両レベル 3 のシステム要件も確定していない状況であり、自動化車両レベル 4 に該当する完全な自動運転車の存在は確認していない。

したがって、この文書の内容は暫定的な位置付けであり、今後の調査・研究の結果や状況の変化等を踏まえて見直しを行うことを検討している。

(a) 運転者が自動運転車を安全に運転する手法を十分に理解していることを確認すること

免許制度に、自動運転車のテスト走行を許可する追加条件、または新たな免許が追加されることが求められる。免許の付与にあたっては、申請者が自動運転車の操作方法を理解していることを十分確認するための実技試験を含めた試験や研

修が行われるとともに、研修を開始する前に、研修計画が州の交通行政当局に提出されることが求められる。

(b) 自動運転車のテスト運行は、他の道路利用者のリスクを最小限に抑制するように管理されること

公道でのテスト走行実施前に自動運転モードで一定の距離を無事故で走行した実績があることを確認するとともに、リスクを最小限に抑えるための計画書が提出されることが求められる。また、交通量の少ない道路に限定するなどテスト走行を行うにあたっての条件を付すことができることが推奨される。NHTSA は、有効な免許を保持する運転者がテスト走行時に乗車し、自動運転モードで運転している間、常に車両の操作が行える状態で走行すべきことを強く推奨している。

(c) テスト時の走行記録を義務付けること

テスト走行時には、自動車の事故記録装置（event data recorder : EDR）などを装備し、走行時の記録をとることが求められる。また、州の交通行政当局にこれらの記録が提出されることを推奨する。これには、テスト走行中に、自動運転モードが機能しなくなったなどの理由により、手動運転モードへの切替が行われた時の記録を含む。

d. 自動運転車のテスト走行時の推奨事項

主要な項目として、①自動運転モードから手動運転モードへの切替が簡単でかつ適切なタイミングで行われること、②自動運転車の機能が正常に作動しない場合、そのことが運転者に通知されること、③自動運転車のシステムが連邦政府の安全規制を妨げるものでないこと、④事故または車両の制御ができなくなったなど走行時の重大な事項が記録されていることが推奨されている。

5. 自動化車両等の事故削減効果と今後の課題

本項では、現在開発中の車車間通信技術と自動化車両の事故削減効果および今後の課題について説明する。

(1) 車車間通信技術の効果と今後の課題

NHTSA によると、車車間通信技術を利用することにより、物損のみの衝突事故の 70%から 80%に効果があるとされている²¹。交差点や車線変更時の衝突事故の減少、渋滞の減少による走行時間の短縮、不要なブレーキ操作の減少による効率的な燃料消費にも効果があることが予測されている。

²¹ NHTSA ウェブサイト <http://www.safercar.gov/ConnectedVehicles/pages/v2v.html>

車車間通信技術は、2012 年から 1 年間かけて複数の自動車メーカー²²のシステムを利用した実際の走行テストがミシガン州で 3,000 台以上の車両により行われ、これに基づき NHTSA が結果の分析を行っている（2014 年 3 月現在）。分析の主要項目は、①技術の検証、②プライバシーやセキュリティの確保に関する事項、③コスト、④安全面での効果である。

NHTSA は、車車間通信技術が事故減少に有効であることを初期のテストで確認できたとして、2014 年 2 月に小型車両を対象に車車間通信技術の導入に向けての具体的な検討を進めることを公表した²³。

一方、実用化までにはいくつかの課題があるとされている。NHTSA の車車間通信の開発の進捗状況に関する監査を行った連邦政府の会計検査院（Government Accountability Office : GAO）は、今後の課題として複数の項目をあげている。具体的には、①車車間通信の技術的な検証の完了と通信時のセキュリティシステムの構築、②他の無線通信電波等により車車間通信技術が妨げられないことの確認、③運転者が警告に適切に対応できることの確認、④車車間通信技術により発生する可能性のある賠償責任やプライバシー情報に関する取扱の整理である²⁴。

(2) 自動化車両の事故削減効果と今後の課題

本項では、自動化車両の事故削減効果と今後の課題について説明する。

a. 事故削減効果

自動化車両のなかでも、特に自動運転車が実用化し一定数普及した場合、期待される複数の効果があげられる。中でも最も重要な効果が事故の削減である。連邦政府によると、米国の年間衝突事故件数は約 550 万件²⁵、年間の経済損失額は約 3,000 億ドル²⁶と推定されており、米国の輸送機関の調査・研究を行うイーノ輸送研究センター（Eno Center for Transportation）は、将来自動運転車が市場に浸透し、仮に浸透率を 10%とした場合、事故の減少や渋滞の解消による移動時間の短縮、必要な時間と場所にあわせて車の移動が可能となることにより駐車場が不要となるなど約 255 億ドルの経済効果が見込まれるとされている。浸透率 50%では約 1,022 億ドル、

²² NHTSA と本技術の研究に関する契約を締結しているのは、フォード、GM、ホンダ R&D アメリカ、ヒュンダイ・キア・アメリカ・テクニカルセンター、メルセデス・ベンツ北米研究開発センター、トヨタ自動車エンジニアリング&マニュファクチャリング・ノースアメリカ株式会社、株式会社ニッサン・テクニカルセンター・ノースアメリカ、フォルクスワーゲングループ・アメリカである。

²³ NHTSA ウェブサイト

<http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/2014/USDOT+to+Move+Forward+with+Vehicle-to-Vehicle+Communication+Technology+for+Light+Vehicles>

²⁴ GAO ウェブサイト <http://www.gao.gov/products/GAO-14-13>

²⁵ NHTSA ウェブサイト <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/812006.pdf>

²⁶ 米国運輸省道路局ウェブサイト <http://www.fhwa.dot.gov/policy/hcas/summary/sum6.html>

90%では約 8 割の事故が減少し、約 2,014 億ドルの経済効果が見込まれると予測している²⁷。

同センターは、自動化車両によるその他の効果として効率的な燃料消費等をあげている。また、輸送手段全般へ大きな影響を与えることを予測しており、例として運転免許を持たない若年層や高齢者などが車で移動することが可能となることをあげている。さらに、運輸業や鉱業、農業分野にも影響があると考えられる。1 台の車両をシェアするなど自動車の所有形態や駐車スペースが不要となるなど道路インフラのニーズも大きく変わることを予測している。

将来、自動運転車の実用化・普及に伴い事故が減少すれば自動車保険の保険金削減にもつながる可能性がある。さらに自動化車両の実用化に伴い、移動手段や車の所有形態など社会的、経済的にも大きな変化があることが予測され、また、高価な機器が保険の対象となること等により、自動車保険の商品そのものの設計や保険料率、そして保険会社のアンダーライティングの業務等にも大きく影響することが考えられる。

b. 今後の課題

自動運転車の実用化や、普及については複数の機関が一定の条件のもとで予測を行っている。KPMG と米国で自動車の研究を行う非営利組織の自動車研究センター（Center for Automobile Research：以下「CAR」）は、2025 年までに車車間通信技術と自動運転車の両方が実用化されると予測しているが、これは連邦政府の政策方針等に大きく委ねられるとしている²⁸。また、米国の先進技術の学会であるアイ・トリプルイー（IEEE）は 2012 年 9 月に、2040 年までに自動運転車の普及率が 75% になると予測している²⁹。

一方 KPMG と CAR は、サイバー攻撃などを含めたシステムのセキュリティ対応、連邦政府による統一的な安全基準の策定、収集されるデータのプライバシーへの対応など実用化のためには複数の大きな課題があることを指摘している。

また、現在の試算では自動運転車の価格はグーグルの自動運転車に使用されているレーザーレーダーのみで 7 万ドル以上であり、これ以外にも必要な複数の機器を含めた車両価格は一般消費者が購入できるレベルではないとされる³⁰。自動運転車の実用化されても一定数普及しなければ効果が十分に発揮されないため、一般消費者が購入できるレベルの価格水準での開発が求められる。

さらに KPMG と CAR は、今後整理しなければならない大きな課題の 1 つとして賠償責任に関する法的枠組の構築をあげている。仮に自動運転車が運転者の操作を

²⁷ 前掲脚注 19 参照。試算には浸透率の上昇以外に技術の発展要素等も考慮されている。

²⁸ KPMG and CAR, “Self-Driving Cars, The Next Revolution” (2012)

²⁹ IEEE ウェブサイト http://www.ieee.org/about/news/2012/5september_2_2012.html

必要としない構造になれば、事故発生時の運転者が負うべき賠償責任の負担は少なくとも現在より軽減され、一部が製造者や通信技術の欠陥などに移行する可能性を示唆している³¹。イーノ輸送研究センターは、製造者や技術者による責任負担を含めて賠償責任の課題は複雑化すると考えられ、自動運転車の実用化と普及の大きな障壁になりうることを指摘している³²。

6. おわりに

自動車の安全技術は日々目覚しく進化している。新たな技術である自動化車両や車車間通信技術は既に実際の車両によるテストが実施されている状況であり、これらの技術が実用化に向けて今後急速に発展する可能性もある。

もちろん、安全技術の検証や規制の整備等を考慮すれば実用化には一定の時間がかかり、さらに自動車の耐用年数等を考慮すれば、一挙に自動化車両に切り替わることは考えられないが、これまで IT 技術やスマート・フォンなどの新技術により、経済や社会生活、そして損害保険会社の業務が大きく変化したことを考えると、自動運転車の実用化は我々の想定以上の速さで大きな影響をもたらす可能性がある。

自動化車両のなかでも、自動運転車の導入により、事故の削減、移動手段や道路インフラ、そして車の所有形態や自動車保険だけでなく、経済・社会的にも大きな影響があることが想定される。これらに対応するため、保険会社は、安全技術の発展動向を的確に把握するとともに、具体的な準備を検討する必要があるだろう。

本稿が安全技術や自動化車両の現状と動向ならびにその影響について理解していただく一助になると幸いである。

³⁰ 前掲脚注 28 参照。

³¹ 前掲脚注 28 参照

³² 前掲脚注 19 参照。

<参考資料>

- ・ 損害保険事業総合研究所『主要国の保険業界関連組織の役割、活動と法的背景』(2008.3)
- ・ Charles M. Farmer, “Effects of electronic stability control on fatal crash risk”, IIHS (2010.5)
- ・ Eno Center for Transportation, “Preparing a Nation for Autonomous Vehicles” (2013.10)
- ・ HLDI, “Electronic stability control”, HLDI Bulletin No.23(1) (2006.10)
- ・ HLDI, “Volvo City Safety loss experience – an update”, HLDI Bulletin, Vol29, No.23 (2012.12)
- ・ IIHS, “Crash tests show how autobrake can mitigate crash severity, damage costs” (2013.9)
- ・ IIHS and HLDI, “Measuring Crash Avoidance System Effectiveness with Insurance Data” (2013.1)
- ・ IIHS and HLDI, “Drivers and Drivers Assistance system, how well do they much?” (2013.6)
- ・ Kahane, C.J. and Dang, J.N., “The long-term effect of ABS for passenger cars and LTVs”, NHTSA (2009.8)
- ・ KMPG and CAR, “Self-Driving Cars, The Next Revolution” (2012)
- ・ Nevada Department of Motor Vehicles, “Autonomous vehicle testing license” (2013.12)
- ・ NHTSA, “Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles” (2013.5)

<参考サイト>

- ・ 国土交通省ウェブサイト <http://www.mlit.go.jp/>
- ・ 米国運輸省ウェブサイト <http://www.dot.gov/>
- ・ 米国運輸省道路局ウェブサイト <http://www.fhwa.dot.gov/>
- ・ 米国会計検査院ウェブサイト <http://www.gao.gov/about/index.html>
- ・ ボッシュワールドワイドウェブサイト http://www.bosch.com/worldsite_startpage/en/default.aspx
- ・ ボルボカーグループウェブサイト
<http://www.volvocars.com/intl/top/corporate/volvo-sustainability/pages/sustainability-news.aspx?itemid=372>
- ・ American Honda Motor Co., Inc ウェブサイト <http://www.honda.com/contact.aspx>
- ・ California Government ウェブサイト <http://www.ca.gov/index.asp>
- ・ Florida Department of Highway Safety and Motor Vehicles ウェブサイト <http://www.flhsmv.gov/>
- ・ IEEE ウェブサイト <http://www.ieee.org/index.html>
- ・ IIHS, HLDI ウェブサイト <http://www.iihs.org/>
- ・ Michigan Government ウェブサイト <http://www.michigan.gov/>
- ・ Nevada Department of Motor Vehicles ウェブサイト <http://www.dmvnv.com/nvreg.htm>
- ・ NHTSA ウェブサイト <http://www.nhtsa.gov/>
- ・ Safercar.gov ウェブサイト http://www.safercar.gov/staticfiles/safetytech/st_landing_ca.htm
- ・ Subaru of America, Inc. ウェブサイト <http://www.subaru.com/>
- ・ Transportation, Research and Innovative Technology Administration (RITA) ウェブサイト
<http://www.rita.dot.gov/>