

自動車の安全安心技術の 取り組みについて



永井 正夫
Masao Nagai

一般財団法人日本自動車研究所
代表理事 研究所長
【専門分野】車両工学、車両運動と制御、自動運転、安全安心

全世界で年間130万人が道路交通事故で亡くなっており、国内でも年間4000名弱の方がなくなっています。持続可能な開発計画SDGsの中でもモビリティの改革がうたわれています。ここでは、自動車の安全性の向上という観点で、従来からの衝突安全技術から予防安全技術への進展、最近の自動運転に至るまでの技術的な背景を説明します。

一方我が国における鉄道車両の安全技術は、まずは衝突しないことを目指す予防安全技術から、最近では海外に輸出することを念頭に衝突安全技術についても入念な検討が始まったと聞きます。実際に日本自動車研究所でも鉄道車両の衝突実験についてご協力させていただいています。本解説が少しでも参考になれば幸いです。

はじめに

1964年に開催された東京オリンピックの頃は、日本のモータリゼーションが急速に進展していた時代で、1969年には交通事故による死者が年間16,000名を超えるほどになり、第一次交通戦争と宣言して官民をあげて安全対策が進められました。その後の多くの取り組みがあって、2018年の事故死者は3,532名にまで減少することになりました。この間に、自動車の保有台数が大幅に増え、老若男女のほとんどすべてが免許保有者となりながらも、事故死者件数が大幅に減ってきた理由は色々考えられます。信号を含めた道路側のインフラの整備や、警察による安全教育や取り締まりの強化とともに、クルマ側の安全技術の進化があげられます。すなわち、衝突時の被害軽減のための衝突安全技術から、衝突を未然に防止する予防安全技術です。さらに最近ではさらなる事故削減を目指して、自動運転や高度運転支援システムの開発が行われるようになりました。

ここでは、自動車の安全技術がこれまでどのように進化してきたかということと、今後安全技術や自動運転技術がどのように進んでいるかを展望することとします。

衝突安全から予防安全へ

道路交通における車両安全に関する研究領域としては、事故前 (Before Crash)、事故時 (In Crash)、事故後 (After Crash) の三つの領域に分けられます。とくに、車両安全技術の開発の歴史をたどると、衝突安全 (Passive Safety：衝突時の衝撃をいかに軽減させるのか) の研究領域から、予防安全 (Active Safety：衝突をいかに未然に防止するのか) の研究領域に重点が移行してきました。この両者をシームレスに総合的に扱うことを統合安全 (Integrated Safety) とよんでいます。とくに最近注目されている緊急自動ブレーキは、衝突直前安全 (Pre-crash Safety) の一つとして、急速に普及しつつあります。以下これらについて、詳しく説明します。

衝突安全技術

自動車は衝突するものだということを前提として、衝突時の安全技術の開発に力を注いできました。それは衝突時のエネルギーを吸収することによって乗客へのダメージを小さくする技術のことです。具体的には、シートベルト、エアバッグ、エネルギー吸収車体構造であり、車内の人間の死亡数を大幅に減らす効果を発揮してきたものです。

図1に示すのは、日本自動車研究所でこれまで行ってきた、各種の衝突実験条件において行ってきた実験風景で、安全技術の開発に役立ててきました。

しかし、衝突を前提としている以上、事故そのものを減らすことには限界があり、事故死者数の削減には一定の限界があります。そこで、事故そのものを未然に減らすものとして、次に示す予防安全技術の開発が進められてきました。

予防安全技術

交通事故の多くはドライバーの不注意によるものとして扱われており、統計的にいうと、ヒューマンエラーに起因する事故は全体の95%程度といわれ



図1 衝突安全実験(日本自動車研究所)



図2 自動ブレーキ実験(日本自動車研究所)

ています。ヒューマンエラーを防ぐには安全運転教育が重要ではあり、事故削減効果は期待できますがあくまで限定的です。そこで、これまでは技術の力を使って危険な状態にならないような安全技術の開発が行われてきました。それは、予防安全技術とよばれており、カーナビなどによる安全情報提供、追突警告システムなどの運転支援システム、あるいは車輪が滑らないようにするアンチロックブレーキABS、さらには衝突被害軽減ブレーキ(追突速度を低下させて被害を軽減する)などです。

運転支援から自動運転へ

2013年頃から自動運転の技術開発競争が世界的な盛り上がりを見せており、ロボットあるいはAIによって運転されるイメージで、運転をあきらめた高齢者にとっては福音をもたらすのではないかと期待されています。また運転者が引き起こす交通事故の95%はヒューマンエラーといわれており、自動運転技術が普及すれば、道路交通の安全性が飛躍的に向上するのではないかと期待があります。

高度運転支援システム

カーナビや警報システムはドライ

バーの注意を促す効果を発揮するが、直接安全性を向上させることには限界があります。とくに高齢者は警報に気がつかない、あるいは気がついてもしっかりと判断できない、さらには操作が遅れるといった問題が指摘されています。そこでドライバーが自分でブレーキをかけることができない場合に、強制的にブレーキ介入する自動ブレーキが開発されてきました。AEBS (Autonomous Emergency Braking Systems) とよばれます。原理的には衝突被害軽減ブレーキと同じであり、一定条件で追突直前でブレーキがかかり衝突が未然に回避されるものです。実際問題として、自動ブレーキの効果についてはさまざまな調査がありますが、追突事故の6~8割は削減したという報告がみられます。

自動運転

自動運転では、カメラ、ミリ波レーダー、LiDAR (Light Detection and Ranging)、超音波などの多様なセンサー群を利用して、クルマの周囲状況やクルマの走行状態をドライバーの代わりに常時認識して制御することとなります。自動走行を議論する場合に、自動化レベルを5段階に分類していま

す。レベル1(単機能)、レベル2(複合機能)はドライバーが常時周囲を監視して運転に責任を持つレベルであり、公道での試験走行が繰り返されています。一方、レベル3は、自動運転システムが要求しない限りドライバーが監視を必要としないレベルであり、レベル4は限定空間などの操作設計領域ODD (Operational Design Domain) 内では完全自動であり、ドライバーの監視を必要としません。これらの普及が進むかどうかは今後の技術開発(とくにHMI (Human Machine Interface) 設計、セキュリティーなど)や社会制度の見直しに負うところが大きいのです。

日本自動車研究所では、自動車各社が開発している衝突安全技術、予防安全技術、運転支援システム、の性能評価をするための試験方法の研究をしており、国土交通省、交通事故対策機構のアセスメント・プログラムJNCAP (Japan New Car Assessment Program) をテストコース上で実施しています。図2は、前車追突防止用の自動ブレーキAEBSの実験風景(上図)、死亡事故の多い夜間での対歩行者自動ブレーキAEBSの実験風景(下図)で

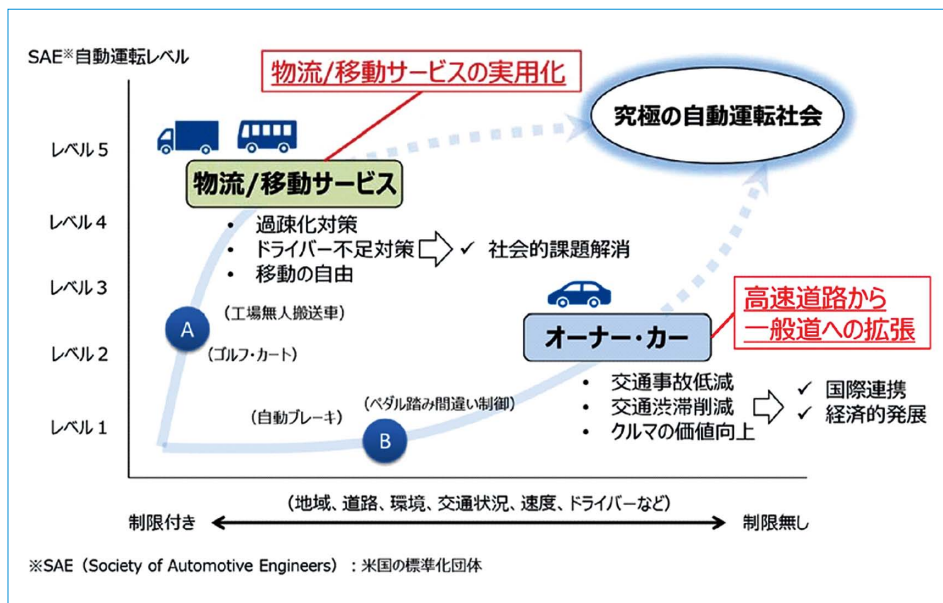


図3 究極の自動運転社会実現へのシナリオ
出展：官民ITS構想・ロードマップ2019

す。歩行者が突然自動車の前の道路を横断するときに、センサーが感知してブレーキが正常に働くかどうかの試験です。センサーにはカメラやレーザー、あるいはレーダーなどが装備されており、人間が気づかない場合あるいは気づいてもとっさにペダルを踏めない場合に効果があり、歩行者事故の削減につながることを期待されます。

官民の自動運転開発

国の方針を決めるために、官民ITS構想・ロードマップ2019¹⁾が、内閣官房により策定されています。それに沿って、内閣府では平成26年度より戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)を立ち上げ、研究開発「自動走行システム」を実施しています。ここには内閣府を柱に、警察庁、総務省、国交省(自動車局・道路局)、経産省が参画しており、並行して各省独自の取り組みもしています。すでに周知の研究開発プログラムであり、府省庁連携・官民連携を柱として、研究課題を競争領域と協調領域に整理して、協調領域の研究開発を推進しています。

平成30年度からは第2期SIP研究開発²⁾が始まり、図3に示すように、自動運転の出口イメージを、産学を加えた物流/移動サービス(A)と、企業を中心としたオーナー・カーの技術開発(B)と、明確に分けています。

(A) 物流/移動サービス

地方地域における公共交通の衰退や過疎化により、マイカーへの依存度が高くなっている現状に対して、高齢化による事故の発生への不安や、ドライバー不足に対するヒトやモノの移動困難が社会的課題となっています。物流や移動困難者へのサービスとして、道の駅周辺のモビリティ・サービス、ゴルフカートを使った低速サービス、大規模団地や集落と鉄道ステーションの間をつなぐラストマイル交通、ロボットタクシー、などさまざまなシステムの実証実験を行っています。さらに地方活性化のために観光客用のモビリティとしても、採算性を含めて社会受容性の検討が進められています。

(B) オーナー・カー

自動車メーカーがこれまで進めてきた、マイカーの安全技術の向上や快適

性の向上の方向です。踏み間違い防止システムなどのレベル1相当の技術の普及から始まり、一般道や自動車専用道路における自動化レベル2~3の技術開発の方向性です。高速道路における自動化は一般道に比べて比較的簡単なために、早くから開発が進められており、今では前車追従モード付のクルーズコントロールACC(Adaptive Cruise Control)や車線内の走行を維持するための車線維持装置LKS(Lane Keeping System)が普及しはじめています。これらは、自動車産業の国際競争力の向上、IT業界との連携による技術力の向上、安全性の向上による事故大幅低減、快適性を含めたクルマの価値の向上、を目指していることとなります。

自動運転の安全性評価

安全技術は前述したように、①衝突することを前提として開発が進められてきた衝突安全技術、②衝突を未然に防ぐことを前提とする予防安全技術、③自動化レベルの高い運転支援システム・自動運転技術、と進化してきました。これらの技術がどの程度安全であるかどうかを、第三者機関が適正に評価することは、過度な開発競争を防ぎ、健全な開発を進めるうえでも重要です。図4は、自動運転の安全性を評価するための基本的な考えです。とくに自動運転技術の評価方法は、衝突を前提としたこれまでの評価方法が全く通用しません。これまでの、事故の多い場面を特定することにより対策を立ててきました。たとえば、追突事故の場面や交差点での出会い頭事故といった場面を特定して、そのときの衝撃値を下げる対策をしたり、衝突を未然に防ぐ対策をしてきたといえます。とこ

ろが、自動運転車は衝突を前提としない開発を目指しており、どのような場面を想定して安全か危険かを評価しなければなりません。

現在、日本自動車研究所では政府の支援を受けて、ドイツをはじめとする欧州各国と連携して、新しい安全性評価手法の開発を行っています。SAKURAプロジェクト³⁾とよんでいますが、ドイツのPEGASUSプロジェクトと連携しながら、標準的な評価方法を見いだすことを目指しています。まずは高速道路上における公道実験データを取得して、どのような場面が危険になっているかの危険シナリオを抽出することがまずは重要な第一歩となっています。そのような危険シナリオにおいて、自動運転車が通常の自動車に比べてどれだけ安全かどうかを評価することになります。プロジェクトにおいては、How safe is safe enough?が基本的な命題となっています。ヒトに比べてどれだけ安全であるべきか、です。この命題を解決するためには、膨大な量のビッグデータを収集して、AIなどにより運転データの特徴を分析する必要があります。これらの詳細については文献3)をご参照ください。このプロジェクトの最終ゴールは、国際標準、国際基準にもっていきることにより国際間の健全な開発競争を促すことにあります。

車載記録装置（ドラレコデータなど）の利活用

自動化が進んでいる航空機においては事故分析のためのブラックボックスが不可欠となっています。自動車においても今後自動化が進むにつれて、事故原因の究明や事故責任を論ずる際には、車載記録装置が欠かせません。とくに、映像記録付きドライブレコーダー、エアバック作動時のEDR(Event

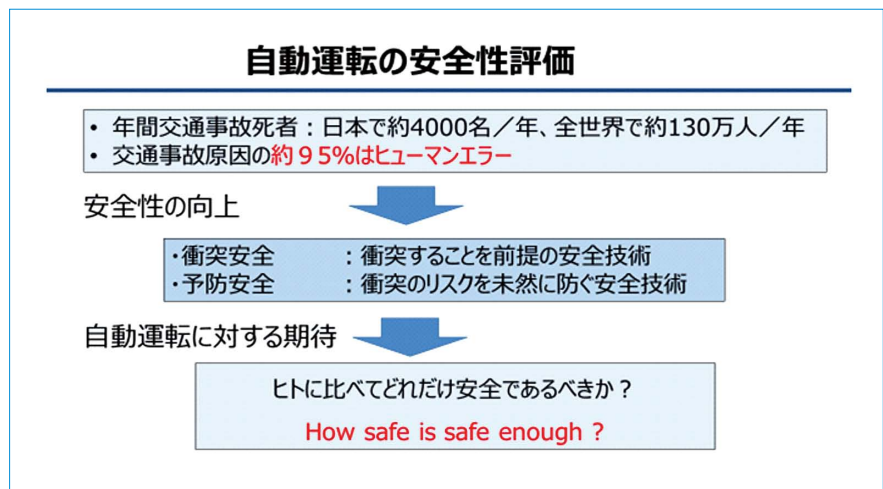


図4 自動運転の安全性評価法の基本的考え

Data Recorder)、カーナビなどの車載プローブ情報を積極的に活用していくことによって、事故原因の詳細調査や事故削減の効果評価をしていくことが重要になってくるでしょう。

事故後の自動緊急通報

万が一事故になってしまった場合に、救急車や病院にいち早く通報して人命救出に役立たせることを目的に、自動緊急通報システムAACN(Advanced Automatic Collision Notification)の開発が進められています。できるだけ早く事故時の被害者の程度を知らせることにより、いち早く治療に取り掛かれれば、命を救う可能性が高まることになり、死者数の削減につながるようになります。こうしたシステムは利用者に安心を提供するサービスにつながるものです。

おわりに

全世界で年間130万人が交通事故で亡くなっており、国内でも年間4000名弱の方がなくなっています。持続可能な開発計画SDGsの中でもモビリティの改革がうたわれています。現在自動車業界は、100年に一度の大変革期を迎えているといわれており、象

徴的な言葉としCASE(つながる、自動化、シェアリングサービス、電動化の頭文字)が業界で使われています。安全技術も必須の基盤技術として取り組んでいく必要があります。

ここでは、自動車の安全性の向上という観点で、従来からの衝突安全技術、予防安全技術、最近の自動運転に至るまでの技術的背景を述べてきました。

我が国における鉄道車両の安全技術は、まずは衝突しないことを目指す予防安全技術から、最近では海外に輸出することを念頭に衝突安全技術についても入念な検討が始まったと聞きます。実際に日本自動車研究所でも鉄道車両の衝突実験についてご協力させていただいています。本解説が少しでも参考になれば幸いです。RRR

文献

- 1) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民ITS構想・ロードマップ2019(2019年6月7日)、首相官邸、2019
- 2) 内閣府：第2期SIP自動運転(システムとサービスの拡張)研究開発計画(2019年7月11日)、内閣府、2019
- 3) SAKURA Project：SAKURA Projectホームページ、https://www.sakura-prj.jp/project_info/tabid75.html(入手2019年10月7日)