

# 自動運転の進化とコネクテッドカーの可能性

佐藤 雅明 ●慶應義塾大学

現在の自動車は「動くコンピュータ」から「ネットワーク化されたアクチュエータ」となり、MaaSなどに代表される新たなサービスやビジネスのためのプラットフォームとなりつつある。

## ■自動運転の最新動向：“無人運転”を活用したサービスの実現

自動運転というと、無人で街を走り回るクルマというSFのようなイメージが浮かぶかもしれないが、自動運転技術のメリットはドライバレスだけではない。衝突被害軽減ブレーキや、高速道路における車線維持といったドライバーのミスや負荷等を減らす技術は既に実用化されている。広く言及されている「自動運転」は、こうした安全で快適な交通のための運転支援システムから“究極のゴール”である無人による輸送・移動、すなわち「自律運転」までを指す広いジャンルとなっている。

ここ数年、世界最大のIT・家電見本市である「International CES」では、トヨタ、メルセデス・ベンツ、フォードなどの世界各国の自動車メーカーや自動車部品メーカーからの、最新の技術や未来のビジョンに関する展示が盛んである。自動車をサービスとして捉え（MaaS：Mobility-as-a-Service）、自律運転によるタクシーや無人の集配サービスなどを提案する企業も登場し、さながらモーターショーの様相を呈している。また、これまで自動車分野とは比較的距離があった半導体メーカーやソフトウェア関連企業

も、自動運転の実現に寄与する技術やコネクテッドカー（通信でネットワークに繋がるクルマ）等に関する展示をしており、注目と期待の高さが伺える。

2018年1月のCESでは、トヨタ自動車は新しいモビリティサービスのためのプラットフォームである“e-Palette Concept”を公開した。E-Palette Conceptは、自動運転技術を活用したEVであり、いわゆる集積台車型のフラットなシャーシを活かし、デマンドバスやライドシェアリング、荷物の自動配送から移動型販売店舗まで、様々なサービスとモビリティの融合を実現する。また、サードパーティによる運転制御の搭載を可能としたり、サービス事業者向けにAPIを提供したりなど、まったく新しいモビリティサービスプラットフォーム（MSPF）の構築を目指す意欲的なコンセプトとなっている。

同時に、既にこのコンセプトを推進するアライアンスの締結も発表された。Amazonをはじめ、自動車配車サービスのUberや中国の大手ライドシェアであるDiDi、宅配ピザのPizza Hut、Mazdaなどが参画し、サービスの企画から実証事業までを進める予定である。

また、CESの期間中、英国の自動運転技術の

1  
2  
3  
4  
5  
6

開発をする Aptiv と、米国の配車サービス会社の Lyft は、BMW5 シリーズをベースにした自律運転タクシーサービスの試験サービスを行った。CES では、自動車会社をはじめ多くの企業によって自動運転車のデモが行われているが、その多くは駐車場などの閉鎖区域を用いている。ドライバーや説明員が同乗しているものの、実際の公道環境における自律運転の試験サービスは大きなインパクトを与える事例となった。

Aptiv は、自動車部品メーカーの大手デルファイから自動運転技術等の先端研究・開発部門がスピンアウトして生まれた企業である。2017 年末に、MIT のスピンアウトベンチャーであり、2016 年にシンガポールで世界初の自動運転タクシーの実証実験を行った NuTonomy を買収し、自動運転技術を活用した新たなモビリティサービスの実現を加速させている。

メルセデス・ベンツは、2016 年に中長期戦略として「CASE」を掲げた。自動車という存在・価値の拡張を実現するビジョンである「CASE」は、「C: Connected」「A: Autonomous」「S: Shared & Services」「E: Electric」の頭文字であり、現在の自動車企業、および自動車関連企業が目指すクルマ社会の未来の姿を示している。CES では、AI を活用した各国の自然言語による会話によってナビゲーションやクルマの状態把握が可能なインターフェイスや、自動運転車両による世界各国の交通状況での試験走行などがアナウンスされた。

これまでは運転手の存在無しには成立しなかった移動および輸送の手段である自動車を、まったく新しい“モビリティ”として捉え、サービスとしての移動の提供やこれまでに無い体験を生み出す。この流れは、移動という概念や、我々の暮らしそのものを大きく変える可能性を持っている。

## ■コネクテッドカー：ICTによる自動車という概念の“拡張”

「Connected」、コネクテッドカーとは、通信をはじめとした ICT 機能を搭載した自動車である。車両の状態や周辺の状態、さらには搭乗者の情報などをセンサなどから収集し、ネットワークによって他の車両や路側機器、クラウド上のサーバなどと共有・集約することで新たな価値を生み出す。これまでも、通信機能を有するカーナビゲーションシステムや、道路料金収受システムなど個別に通信を行うサービスは存在していた。しかし、近年のコネクテッドカーでは、自動車のコア技術の 1 つとして“コネクテッド=繋がる”を捉え、自動車そのものの走行を含む様々な要素への利活用、さらにはコネクテッドを前提とした移動やサービスの実現を目指している。これは、クラウドコンピューティングとビッグデータ処理技術によって、大量のデータの蓄積・分析とその利用が可能になったことと、無線通信のエリア拡大・大容量化および低価格化が一因である。

これまでの自動車は 1 台ずつ独立して走行しており、運転者が周囲を認知することで交通としての協調を行っていた。それに対しコネクテッドカー環境における自動車は、他の車や路側インフラ、さらにはネットワーク上のサーバなどと通信して協調動作する巨大なシステムの一部として走行する。「自動車のセンサデータ=プローブ情報」は、自動車が生み出すビッグデータであり、コネクテッドカーは道路交通問題の解決だけではなく、本格的な IoT (Internet of Things) 市場の牽引役としても期待が集まっている。

米半導体大手のインテル社によるレポートでは、自動運転が可能となった自動車は 1 日に約 4 テラバイトのデータを発生するとしている。自動車から取得されるデータはネットワークを介して共有・集約され、マシンラーニングやディープ

ラーニングをすることで周辺状況を把握するとともに、学習によってより正しい認識・識別を可能にしていく。あるいは、交差点において自動車の死角となる部分の情報を路側のセンサや他の自動車のセンサ情報で補う事で、正しい判断に基づく安全で効率的な移動を実現する。こうしたコネクテッドカー環境を支える通信には、高速・広帯域はもちろん、低遅延でかつ高い信頼性が求められる。現在は専用周波数を用いた狭域通信やLTEなどで繋がっている自動車だが、将来的には、こうした要求に応えるために携帯電話網の次世代通信技術である5Gの利活用が検討されている。

## ■自動運転の展開シナリオ：自動車は自律し、協調する時代へ

コネクテッドカーの進化と普及と同じくして、安全性と利便性向上のための「自動運転」の普及と高度化も進んでいる。

自動車のドライバーが運転時に行っている行動は、大きく分けると1) 周辺環境や外界情報を検出し、自動車とその周囲の状況を認識する「認知」、2) 状況に応じた適切な行動の選択と制御目標を決める「判断」、3) 制御目標を実現するために操舵、制動、加速といった制御を行う「操作」、の3つの要素からなる。自動運転は、安全・安心で快適な交通社会を実現するためにこれらの機能の一部、あるいはほとんどすべてをドライバーに代わって行う技術である。既に、人的ミスに起因する交通事故や交通渋滞の低減等が期待される運転支援システムとして、ドライバーの負担軽減に大きく貢献するACC (Adaptive Cruise Control) や、車線維持支援システム (Lane Departure Warning (LDA)) 等の実用化が進んでいる。現在、国内外で展開されている完成車メーカーの高度運転支援システムや自動走行システムの例を資料2-1-18に示す。

資料2-1-18 国内外の自動車メーカーの運転支援システム・自動走行システムの例

地域	メーカー	システム
日本	トヨタ	周辺車両認知支援 (ITS Connect) 路外逸脱抑制 (AHDA ※)
	日産	低速追従機能 (インテリジェントクルーズコントロール) 自動追い越し (NISSAN AUTONOMOUS DRIVE)
	ホンダ	衝突軽減ブレーキ (Honda SENSING) 路外逸脱抑制 (Honda SENSING)
欧州	VW	自動追従システム (Adaptive Cruise Control) 路外逸脱抑制 (Lane Assist)
	ダイムラー	PRE_SAFE ブレーキ (Intelligent Drive) 高速道路運転支援 (Highway Pilot)
	BMW	衝突回避・被害軽減ブレーキ (プレミアムアクティブクルーズコントロール)
米国	GM	高速道路運転支援 (Super cruise)
	フォード	路外逸脱抑制 (Traffic Jam Assist) 低速追従機能 (Traffic Jam Assist)

※ AHDA:Automated Highway Driving Assist, ADAS:Advanced Driver Assistance Systems

出典：筆者作成

今後、交通事故・交通渋滞の抜本的削減や、運転能力の低下した高齢者等の移動支援、トラックのドライバー不足への懸念などに対応するため

には、自動車単体による走路環境を認識する技術 (自律型システム) に加え、自動車と自動車、車と道路等をネットワーク化、つまりコネクテッド

1 して走路環境を総合的に認識する技術（協調型システム）が重要となる。こうした高度な運転支援には、情報センターからの広域な情報の共有はもちろん、比較的狭いローカルな範囲において、自動車の挙動や環境の変化などの情報を高密度に共有することが求められる。これに用いられる通信を総称してV2X（Vehicle to X）通信と呼ぶ。このようなV2X通信を用いて情報共有を可能にするシステムは「協調型ITS」と呼ばれている。協調型ITSはドライバーの認知や反応を補完するもので、運転支援システムにとっても、その先にある自律運転にとっても不可欠な要素であり、無線

通信・移動体通信技術の先端・融合領域である。

自動走行や安全運転支援システムの分類については、様々な国や研究機関が取りまとめているが、米国の運輸省（DoT：Department of Transportation）内の組織である米国運輸省道路交通安全局（NHTSA：National Highway Traffic Safety Administration）が自動運転のシステムレベルの分類を米国自動車技術会（SAE：Society of Automotive Engineers）の表記に統一することを決めたため、5段階での分類が主流となりつつある。資料2-1-19に、SAEの自動化レベルを元にした国土交通省の自動化レベルの分類案を示す。

資料2-1-19 自動運転のレベル分け

NHTSA レベル	SAE レベル	SAE における呼称	SAE における定義	ハンドル操作と加速/減速の実行主体	走行環境のモニタリング	運転操作のバックアップ主体	システム能力（運転モード）
ドライバーが自ら運転環境をモニタリング							
0	0	手動	ドライバーが、常時、全ての運転操作を行う	ドライバー（人間）	ドライバー（人間）	ドライバー（人間）	
1	1	補助	運転支援システムが走行環境に応じたハンドル操作、あるいは加減速のいずれかを行うとともに、システムが補助をしていない部分の運転操作をドライバーが行う。	ドライバー（人間） +システム	ドライバー（人間）	ドライバー（人間）	いくつかの運転モード
2	2	部分的な自動化	運転支援システムが走行環境に応じたハンドル操作と加減速を行うとともに、システムが補助をしていない部分の運転操作をドライバーが行う。	システム	ドライバー（人間）	ドライバー（人間）	いくつかの運転モード
自動化された運転システムが運転環境をモニタリング							
3	3	条件付き自動化	システムからの運転操作切り替え要請にドライバーは適切に応じるという条件のもと、特定の運転モードにおいて自動化された運転システムが車両の運転操作を行う。	システム	システム	ドライバー（人間）	いくつかの運転モード
4	4	高度な自動化	システムからの運転操作切り替え要請にドライバーが適切に応じなかった場合でも、特定の運転モードにおいて自動化された運転システムが車両の運転操作を行う。	システム	システム	システム	いくつかの運転モード
	5	完全自動化	ドライバーでも対応できないかなる道路や走行環境条件のもとでも自動化された運転システムが、常時、車両の運転操作を行う。	システム	システム	システム	全ての運転モード

出典：国土交通省

現在、日本をはじめ海外で既に市場に投入され普及が進みつつある自動運転技術は、レベル1段階のものがほとんどであった。しかし2017年にはレベル2の段階の投入が開始され、ドイツではアウディが高速道路などの限定条件下において動作するレベル3に近い技術の導入を発表した。これらの本格的な普及は2020年以降と見込まれているが、各自動車メーカーは市場の期待に応えるべく研究開発を加速している。

一方、それ以上の自動化、つまり自律運転については、1) レベル3の技術の熟成や社会的受容性の先に実用化されるという考え方と、2) 最初から無人運転を前提として課題と研究開発を推進し、早期に市場への投入を目指すという考え方があり、各社が異なるアプローチを模索している。

自動運転を人の介在、つまりドライバーが必要かどうかという観点で捉えたと、「高度な運転支援（Automated Driving）」と「自律運転



(Autonomous Driving)」の間には技術的にも制度的にも大きな隔りがある。

「高度な運転支援」は、あくまでドライバーを運転の主体と捉えてその負荷低減や能力低下を補う技術であり、これまで自動車メーカー等が開発してきた走行・安全技術の延長線にある。この段階においては安全のための管理責任はドライバーが負う。

一方、「自律運転」はロボティクス・人工知能技術が重要な要素であり、既存の走行・安全技術からの「飛躍」が求められるとともに、自動車（システム）が安全管理においても責任を負う事となる。同時に、技術に絶対は無いとすれば、自律運転の車両が事故を起こした場合の責任のあり方や保険制度についても十分な検討が求められる。

## ■ 自動運転の課題

自動運転システムには非常に高い信頼性と安全性が必要である。例えば、高速道路における自動走行であれば、既に市販の自動車の搭載されているシステムでも実現可能になりつつある。しかし、認知技術や制御技術が故障するなどシステムに不測の事態が起こった場合、あるいは自動運転システムでは回避が難しい状況に直面した際には、ドライバーがシステムに変わって不測の事態に対応しなければならない。本来であればリラックスして高速道路を移動するために導入した自動運転システムのために常時監視義務を負うことになるのである。これが完全自律となれば、ドライバーが即座にシステムのエラーに気づいて自動車の制御をオーバーライドするというのは非常に困難であろう。自動運転システムでは、システムが異常動作を起こさない「フェールセーフ」機能を

備えるとともに、不測の事態にあっても安全に自律走行を継続しつつ停車することが可能な機能が求められる。

また、システムが正常に動作していたとしても、例えば高速道路に侵入する際に、合流車線の制限速度を遵守するようプログラムされた自律運転車は、スムーズな本線への合流は難しく、速度差による衝突事故の危険性が高い。また、本戦が渋滞している場合に、少ない車間に入っていく行為を進行妨害と判断する場合、渋滞への合流はほぼ不可能に近い。自動運転やコネクテッドカーの進化に合わせて、現行の道路交通法の解釈や進化も進めていく必要がある。

自動運転システムには、外部からの攻撃やクラッキングに対するセキュリティ確保もまた重要である。コネクテッドカーの通信路を介して、悪意のある第三者が自動車の周辺状況を誤認識させたり、制御情報を故意に改ざんしたりなどがなされた場合、自動車の走行は極めて危険な状況となり、自動車に乗っている搭乗者のみならず、周辺の人間も巻き込んだ事故に直結する状態が発生する。

同時に、サイバー攻撃によって自動車が遠隔操作され、事故を誘発するのではないかという懸念も高まっている。米国の国防総省では、自動運転車を「自律で移動可能で十分なペイロードを持ったミサイル」という観点で捉え、爆薬を積んだドローンの自動運転による重要インフラへの攻撃や、サイバー攻撃による交通要所での多重事故の発生などを懸念している。V2X通信などのセキュリティは、ICT分野でも盛んに議論されてきたものであるが、自動車によるサイバー攻撃に対しては、技術だけでなく法制度の観点からも早急な検討と対応が必要な要素である。



1996, 1997, 1998, 1999, 2000...

## [インターネット白書ARCHIVES] ご利用上の注意

---

このファイルは、株式会社インプレスR&Dが1996年～2018年までに発行したインターネットの年鑑『インターネット白書』の誌面をPDF化し、「インターネット白書 ARCHIVES」として以下のウェブサイトで公開しているものです。

<https://IWParchives.jp/>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、データ、URL、名称など)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真・図の作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は掲載されていない場合があります。
- このファイルの内容を改変したり、商用目的として再利用したりすることはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用される際は、出典として媒体名および年号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレスR&D)などの情報をご明記ください。
- オリジナルの発行時点では、株式会社インプレスR&D(初期は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めました。すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接的および間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

お問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

✉ [iwp-info@impress.co.jp](mailto:iwp-info@impress.co.jp)