

インターネットと自動車の可能性：コネクテッドカーと自動運転

佐藤 雅明 ●慶應義塾大学

自動車とITの融合が急速に進んでいる。自動車は「動くコンピュータ」から「クラウドで制御されるアクチュエータ」となり、IoTを牽引するデバイスになりつつある。

■コネクテッドカー：クルマのIT機器化

コネクテッドカー（connected car）とは、通信機能をはじめとするICT機能を搭載した自動車である。自動車の状態や周辺の状況をセンサーによって収集し、その情報をネットワークによって他の自動車や路側機器、センター設備と共有・集約することで新たな価値を生み出す。

これまででも、通信モジュールを搭載しているカーナビゲーションシステムや自動料金収受システムなどのサービスや、自動車の情報を蓄積・分析することで自動車の状態を確認するサービスなどは実現されていた。近年は、コネクテッドカーを支える無線通信のブロードバンド化と低価格化に加え、クラウドコンピューティングの普及に伴う大量のデータの蓄積・流通・利用が可能となったことで、自動車ビッグデータ利活用基盤として、「繋がるクルマ＝コネクテッドカー」が注目を集めている。

米国においては、2016年の第1四半期に新規に契約されたインターネット接続のうち、32%は自動車が占め、件数では携帯電話を抜いてトップとなった（Chetan Sharma社のレポートより）。また、2022年にはインターネットに接続されている自動車と車載システムなどは約18億に達し、

市場規模は4000億ドルを超えると予測している調査会社のレポートもある（Machina Research社のレポート）。

コネクテッドカーは自動車関連技術であるが、各国のモーターショーだけに限らず、ここ数年は世界最大のIT・家電見本市である「International CES」においてもトヨタやメルセデスベンツ、フォードなどの自動車メーカーによるコネクテッドカーの展示が盛んである。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、コネクテッドカーに関する展示をしており、IT市場における注目と期待の高さを伺える。

■自動車の現状と課題

日本のモータリゼーションの契機は、1964年に開催された東京オリンピックであった。オリンピックに伴う高速道路や舗装路の拡張などのインフラ環境の整備と、一般市民にも手が届く価格帯の自動車、いわゆる大衆車の出現によって、自動車は「特別な乗り物」から生活の道具となった。現在、この自動車を用いた道路交通網は、現在の社会運営や人間の日々の生活に欠かすことのできない要素となり、あらゆる利便性を人間に提供し

ている。

一方、その普及に伴い、数々の問題も発生してきた。交通事故や交通渋滞をもたらす時間と資源の浪費、環境負荷等である。日本における交通事故による死傷者数は、さまざまな人の努力によって減少傾向にあるものの、近年では減少率が鈍化してきている。警視庁によれば、交通事故は年間約60万件が発生し、約4千人の死者と70万人近い負傷者が生じ、損害額は約60兆円と算出されているという、依然として深刻な状況である。国土交通省の調べによると、日本における年間渋滞損失時間は約50億人時間であり、これは移動時間の約4割に相当する。欧米の主要都市では移動時間の約2割であることを考えると、日本の交通渋滞は深刻であり、渋滞における経済損失は約12兆円と推計されている。また、日本の二酸化炭素排出量の約15%を自動車占めており、年間約2億トンにのぼっている。

平成25年に閣議決定された「世界最先端IT 国家創造宣言」で掲げられている「2020年までに世界で最も安全な道路交通社会を実現するとともに、交通渋滞を大幅に削減する」という目標を達成し、安全・安心で快適な交通社会を実現するためには、既存技術のさらには高度化や情報化、さらには自動運転技術の研究開発と普及展開が不可欠である。コネクテッドカーおよび自動車の情報環境が果たすべき役割は大きい。

■コネクテッドカーによる交通問題の解決や新しいサービスの出現

自動車は、安全・確実に走行するために多数のセンサーで自身を制御しており、100を超えるセンサーが自動車の状態と周辺環境、さらには運転者の状態を計測・解析しながら走行している。「クルマの情報＝プローブ情報」は、まさに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手段としてだけでなく、本格的なIoT (Internet of Things) の新規ビジネス市場の担い手としても期待されている。

コネクテッドカーのサービスの先駆けの一つは、米国のGM (ゼネラルモーターズ) が1997年から開始している「OnStar」と呼ばれるテレマティクスサービスである。OnStarは、GPS機能を搭載し、携帯電話による常時接続通信を前提としたサービスである。衝突などの車両異常 (加速度センサーからの急制動情報やエアバッグ動作などから判断) を検知すると、OnStarシステムが自動的に車両位置と状態を送信し、状況把握から救護までを一括して行うものであった。当初はGMの高級車の付加価値を高めるためのサービスであったOnStarは、現在は独立したサービス事業者によって運営されており、後付け車載機を搭載することで他社の車両でも利用できるようになっている。また、サービス機能も多様化され、車両が盗難された際に遠隔から安全に減速・停車させることができるオプションまでも用意されている。

ドイツのBMWも、早くからコネクテッドカー分野に積極的な企業である。「BMW ConnectedDrive」として、OnStarのようなSOSコールや車両の遠隔故障診断などのほか、専用のコンシェルジュを介した遠隔でのナビゲーション目的地検索なども実現されている。また、ドライバーのスマートフォンとの連携サービスも充実しており、コンテンツ連携はもちろん、車両機能の操作や位置検索なども可能である。サービスは車両の安全性を高めるものからエンタテインメントまで幅広く、BMWのブランドイメージを損なうことなく「走る・曲がる・止まる」以外の利便性で新たな自動車の価値を提供している。こうした車両の管理・マネジメント機能はEV (電気自動車) の電源管理やライドシェアなどのサービスにおいては一層重要となってくる。

日本のトヨタ自動車も、2007年に総合的なテレマティクスサービスである「G-BOOK」を開始している。2014年には、G-BOOKをベースに、車両に装着された対応ナビやスマートフォンを携帯電話網等のネットワークを使ってクラウド上にある「トヨタスマートセンター」に接続し、ナビゲーション機能の拡張や各種アプリケーションの追加等を実現する「T-connect」として機能が高度化された。2016年には、トヨタ自動車はKDDIと共同でコネクテッドカーを本格展開すると発表している。現在は国や地域で仕様が異なる車載通信機を2019年までに共通化し、2020年までには日本・米国市場で販売する、ほぼすべての乗用車に搭載するとしている。また、このプラットフォームは他の自動車メーカーにも開放しており、グローバルなサービス展開に向けた重要な戦略と位置付けている。

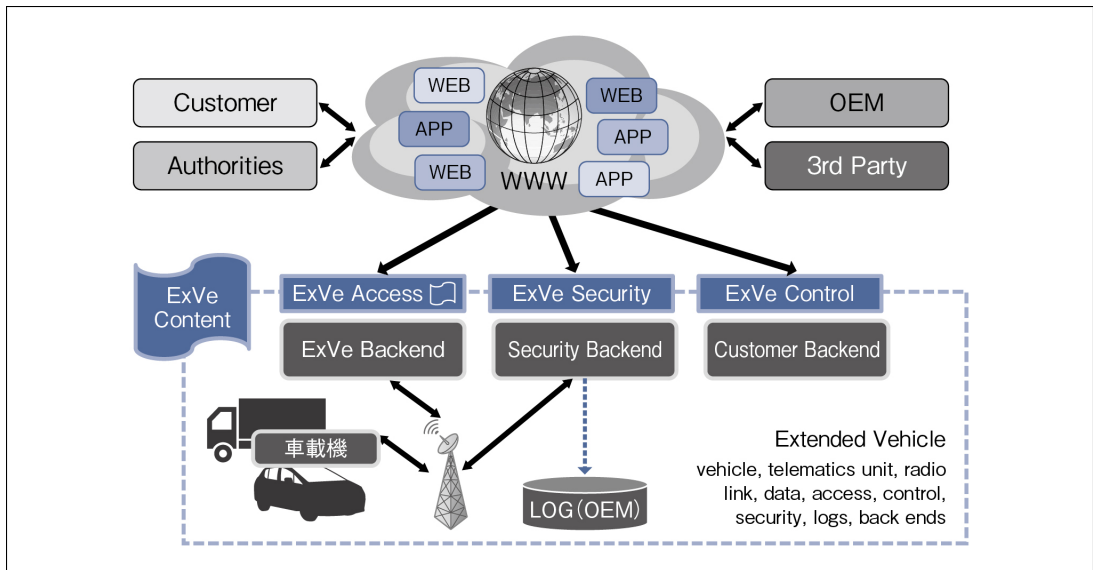
コネクテッドカーを推進しているのは、自動車メーカーだけではない。ドイツの自動車部品の大手であるコンチネンタル・オートモーティブ社は、車載カメラやセンサー、インターネット上のクラウドなどと連携して、地図に関連するデータ

をほぼリアルタイムに受信し、安全で効率的な運転に活かす「Dynamic eHorizon」を標榜している。自動運転を見据えた「通信」が前提の自動車情報プラットフォームの構築に意欲的である。

また、地図大手のHEREは、Audi社とBMW社、Daimler社というドイツの企業連合（コンソーシアム）が2015年に買収したことで大きな話題を呼んだ企業だ。プローブ情報によってリアルタイムに収集された情報と地図の統合や、自動運転向けのより高度な地図の自動生成などのサービス分野を開拓している。

■コネクテッドカーの普及と課題

コネクテッドカーのセンサーデータは、自動車会社が自社のテレマティクスサービス内で利用することはもちろん、国際標準化機構であるISOにおいては、Webプラットフォームを介してさまざまなステークホルダーが利活用できるプラットフォーム、「Extended vehicle」についての議論が進められている。Extended vehicleの概念を資料2-1-12に示す。



出典：ISO/TC22の資料より

自動車からリアルタイムに得られるデータと路側センサーから得られる情報を集約し、クラウドコンピューティングによるデータ解析を行うことができれば、交通管理、経路誘導の最適化は大きく進展し、交通渋滞の解決に寄与する。

また、自動車の情報は他の企業の新しいサービスの基礎となる。たとえば、欧米の保険会社は、利用者の運転行動（急ブレーキ、加減速などの制動）や利用時間帯などを収集して運転の危険度を評価し、それに基づく保険料を策定するPHYD (Pay How You Drive) を提供している。米国のProgressive社は、走行距離、速度、時間帯等を記録し、利用者の運転行動から保険料を算定している。また、英国のCIS社は、上記に加えて車両の位置情報等を収集することで、制限速度の超過や、事故多発地点の走行割合などの加味も行っている。このように、コネクテッドカーのセンサーデータと、公的機関などが所有する既存データ（交通状況や事故多発地点など）が統合されることで、新たなサービスや市場が生まれるサービス

が整備されつつある。

この基盤は、民間によるビッグデータ解析技術の有望な市場でもある。一方、コネクテッドカーのデータは、運転者の位置情報や、行動を示す個人情報やプライバシーに関わる情報でもある。利用者が安心してサービスに参加することができるように、データの所有権や個人情報の取り扱い、情報提供サービスに活用する際の範囲などのルール明確化が必要である。

■安全・効率的な運転の実現：V2X通信による安全で快適な運転

プローブ情報システムと同様に、高度な運転支援や自動運転システムの技術も世界規模で研究開発・普及展開が進んでいる。

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資するACC (Adaptive Cruise Control) や、車線維持支援システム (Lane Departure Warning : LDA) 等は実用化されて

1
2
3
4
5

いる。

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等のためには、既存の自動車に設置したレーダー等で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（Vehicle to Vehicle）、車と道路（Vehicle to Infrastructure）等をネットワーク化して走路環境を認識する技術（協調型システム）を活用したシステムが必要である。

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重要である。ここで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。

日本では、既に高速道路による安全運転支援やプローブ情報収集のシステムであるITSスポットなどが実用化されていた。2015年度末にはさらには、路車間だけでなく世界に先駆けて車-車間通信を活用したサービスを実現する「ITS connect」が実用化されている。ITS connectは路車間通信によって交差点での安全運転支援を行うとともに、車-車間通信を利用した協調型ACC（Cooperative ACC：CACC）を実現している。CACCでは、車-車間通信によって先行車両の加減速情報を取得することで追従性能を高めている。

海外ではメルセデスベンツ社が、周辺の情報を取得し安全な交通を実現するCar-to-X

communicationを実用化している。従来、事故が起きた場合に、後続車両は事故直後の状況を知ることができない。Car-to-X communicationは、高速道路のどのレーンで、どのような事故が起きたかなどを提供することで、二次的な交通事故を抑制する。現在はスマートフォンによる通信を採用しているが、将来的にはV2X通信を利用することが検討されている。

■自動運転の展開シナリオ：コネクテッドカーからコネクテッドモビリティへ

コネクテッドカーの進化に伴い、安全性と利便性向上のための「自動運転」の高度化も現実的になりつつある。現在一般に言及されている「自動運転」は、こうした安全で快適な交通の実現から“究極のゴール”である無人による輸送・移動をも包含するとても大きなジャンルとなっている。

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、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機能によって実現される。ただし、その定義や考え方にはさまざまなものがある。一例として、米国のNHTSA（米国運輸省道路交通安全局）が2013年に公表した提言においては、自動運転は4つのレベルに分類されている（資料2-1-13）。

資料 2-1-13 NHTSA による自動運転のレベル分け

レベル	内容
レベル1：特定（単独）機能の自動化 (Function-specific Automation)	衝突被害軽減ブレーキや ACC（アダプティブクルーズコントロール）など、操舵・制御・加速といった制御の内のいずれかの操作を自動車が行う状態
レベル2：複合機能の自動化 (Combined Function Automation)	ドライバの状況監視の下で、操舵・制御・加速といった複数の制御を複合して自動車が行う状態
レベル3：高度な自動化 (限定的な自動運転：Limited Self-Driving Automation)	緊急時や機能限界になった場合にのみドライバが運転操作を行うが、それ以外ではシステムの管理下で自動車がほぼすべての制御を行う状態
レベル4：完全な自動化 (Full Self-Driving Automation) = 自律運転	ドライバの介入なしに、あらゆる状況において、自動車が自律的に運転操作を行う状態

出典：NHTSA の分類をもとに筆者作成

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段階のものが多数あるが、2017年頃からは徐々にレベル2の段階のものが投入されると予想される。その後、高速道路などの限定条件下において動作するレベル3の実用化が早くとも2020年頃からと見込まれており、日本においても自動車メーカー等が市場の期待に応えるべく研究開発を加速している。一方、レベル4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」という考えと、「(2) 最初から無人運転（レベル4）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。

■ 自動運転の課題と展望

自動運転を人の介入、つまりドライバーが必要かどうかという観点で捉えると、「高度な運転支援 (Automated Driving：レベル1～3)」と「自律運転 (Autonomous Driving：レベル4)」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こととなる。また、1949年に制定されたジュネーブ道路交通条約においては「自動車には運転者がいなければならない」と定められており、国際的な制度も含む現行制度下では、実現可能な自動運転は運転者の制御下にあることが前提である。無人の自動運転車両が道路の上を走るためには、こうした各種の法律の改訂等も必要となってくる。同時に、「技術に絶対はない」とするならば、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。

自動車とIT、コネクテッドカーやクラウドコンピューティングが融合していくことで、さまざまな社会問題が解決されるサービス基盤が整備されつつある。5Gなどの通信の高度化や、AI等の進化によって、交通渋滞の完全解消や、人的ミスによる交通事故ゼロが実現する日も遠くないかもしれない。また、人類の「夢」の一つである完全自律運転が世界に先駆けて実現するのは日本なのかどうか？ 今後の技術革新を、2020年に開催される東京オリンピック／パラリンピックの成功とともに注目していきたい。



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～2017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の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