

## 研究ノート

新しいモビリティ社会の形成：  
自動運転関連技術の動向（1）

徳田 昭雄\*

井上 佳三\*\*

## 要旨

自動運転関連技術の発達は、さまざまな社会問題の解決の糸口になりうるものである。例えば、交通事故の約9割が運転者のミス、いわゆるヒューマンエラーによるものと言われている。自動運転技術は、このヒューマンエラーを最小化し、交通事故の数や規模を大幅に削減するものと期待されている。また、急速に発展するアジアの新興国の都市部のみならず、大都市への人口集中が進む先進諸国において交通渋滞がもたらす重大な経済損失が問題となっているが、この課題に対しても自動運転技術は有効な回答となるはずである。くわえて、自動運転技術は限界集落におけるモビリティの確保や、既存の観光資源の魅力度の向上・ツーリズム産業の育成などに寄与しうるなど、社会イノベーションやサービス・イノベーションの核となる技術と位置づけられる。

本研究ノートでは、モビリティ関連技術の動向について、公知の事実並びに独自のヒアリングに基づき、技術開発の状況を抑えておく。すなわち、自動運転技術を中心に、交通流の制御や移動体の群制御技術、通信技術など関連技術について、その最新動向を2回に分けてマイクロ（主要企業及び注目企業の取り組み）レベルで報告する。

## キーワード

自動運転，自動走行，モビリティ，標準化

\* 立命館大学経営学部 教授

\*\* 株式会社自動車新聞社 代表取締役

## 目 次

- 1 自動運転技術の国際枠組みの動向
- 2 自動車の自動運転技術の動向
- 3 商用車の自動運転技術の動向
- 4 その他（通勤用）の自動運転技術の動向（以上本号）
- 5 交通流の制御
- 6 移動体の群制御技術
- 7 通信技術

## 1 自動運転技術の国際枠組みの動向

## 第2回 G7 交通大臣会合

直近の自動運転関連技術の動向を探る上で、2016年9月に長野県軽井沢市にて開催された第2回 G7 交通大臣会合<sup>1)</sup>において触れておきたい。同会合は世界各国の自動車メーカーをはじめとする自動運転関連技術の担い手にとって、外部環境を決定づけるものであり、自動運転技術の開発動向やトレンドを総括するに最適である。

## 1-1 ITS 技術との連携

同会合で得られた共通認識のひとつは「自動運転技術と ITS 技術との連携」により、自動運転技術はさらに深化するということである。実用化された自動運転技術・ITS 技術をバスなどの公共交通機関に適用すれば、交通渋滞の減少や環境問題のさらなる改善が期待できる。トラックに適用すれば、渋滞だけでなく、物流を含めた効率性の向上も見込むことができるだろう。交通モード間のシームレスな統合のほか、自動運転車やカーシェアリングといった新たな交通の選択肢の提供により、高齢者、障がい者、遠隔地・過疎地に住む人々のモビリティや交通アクセスが改善され、限界集落のような社会問題の解決に資するであろう。

会合では、こうした技術の活用促進により、世界で最も安全・安心で包摂的な道路交通社会の実現について決意する旨が表明された。また、HMI<sup>2)</sup>も新たな議題として挙げられているほか、V2X<sup>3)</sup> 技術の活用が、持続可能で統合された交通システムの実現において必要不可欠である、という認識も共有されることとなった。

## 1-2 環境分野への取り組み

気候変動をはじめとする環境分野への取り組みも喫緊の課題となっている。パリ協定で打ち立てられた野心的な目標を達成すべく、自動運転技術に加え、低排出または無排出の車の普及が重要であるとの共通認識が G7 各国によって示された。燃料電池自動車、バッテリー自動車、PHV、天然ガス自動車など、次世代自動車それぞれの強みや特性を勘案しつつ、さらなる普

及促進の取り組みを推進していくとのことである。くわえて、次世代自動車と交通・エネルギーシステム全体との完全なインテグレーションが重要であり、次世代自動車の普及と交通・エネルギーシステムとの統合を推進することで、地球環境・地域環境、汚染、エネルギー問題に対処していくとのコンセンサスの形成がはかられた。

### 1-3 セキュリティの重要性

独フランクフルトでの第一回会合において、データ保護やサイバーセキュリティの確保などの面で課題があることが認識されていたが、自動運転技術の発達に伴いセキュリティがますます重要になってきているというのが各国の共通見解である。

クルマのコネクテッド化に伴い、より堅牢なセキュリティが求められるようになってきている。車両データへのアクセスやデータ共有がもたらす価値やメリットは十分認識しなければならないものの、データセキュリティや個人のプライバシーの保護、安全の確保とのバランスを慎重にとっていく必要がある。クルマのコネクテッド化にあたっては、妨害のない安全な通信を確保するべく周波数の取り扱いが最重要課題のひとつとして第一回会議よりも一歩踏み込んだ議論が展開された。

### 1-4 規制枠組みのあり方

第二回会合の肝というべきものが「イノベーションを促進する規制枠組み」という考え方である。自動運転技術に関するいかなる将来の規制枠組みも、イノベーションを促進するものでなければならない、というのがG7各国の共通見解である。すなわち、規制枠組みは国境を越えた相互運用性を促進し、交通安全、環境性能を改善することはもちろん、「消費者ニーズにも合致するもの」でなければならない。

会合ではイノベーションの促進のため、自動車基準調和世界フォーラムの場などを含めて、国内レベルにおいても国際レベルにおいても、自動運転技術に対する潜在的な規制障壁を取り除くことに努めることが合意された。

ちなみに2016年、日本では自動運転の国際基準化、日本の自動運転技術の国際標準化にオールジャパンで対応するために、官民からなる連携組織「自動運転基準化研究所」を設立した<sup>4)</sup>（下図参照）。

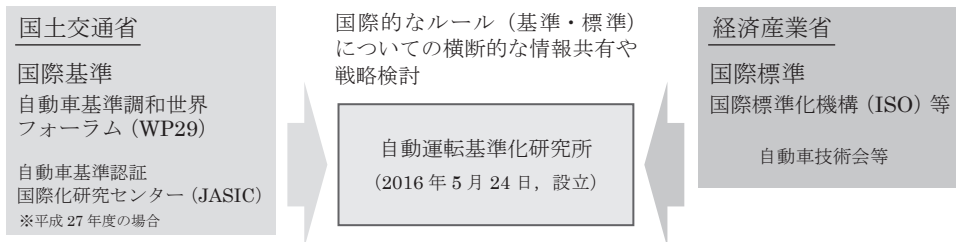
研究所の役割は、自動運転に関する国際基準策定の全体戦略を策定するとともに、以下の活動を統括することである。

- (1) 国連自動車基準調和世界フォーラム（WP29）の議論への対処方針の検討
- (2) (1)に対応するための基礎調査・研究
- (3) 主要国政府、メーカー、研究機関との連携、働きかけ

- (4) 標準化活動との連携 (経済産業省 / ISO・JIS)
- (5) 国内外の自動運転を巡る状況に関するシンポジウムの開催

従来, **Recht** : 基準 (強制認証) は国土交通省, **Standard/Norm** : 標準規格 (任意認証) は経済産業省が主管であった。しかし, 技術イノベーションの進化のスピードに適応した基準および標準行政の効率化に加えて, 関連する適合性評価制度のあり方が産業の競争力を大きく左右するようになってきているとの観点から, 両省の協調がはかられる同研究所の活動には大きな期待が寄せられる。

図 1 自動運転標準化研究所の設立



出所) 河合英直「自動運転の国際的なルール作りについて」自動運転標準化研究所シンポジウム 2017 年 2 月 24 日

## 2 自動車の自動運転

### 2-1 トヨタの動向

#### ① Mobility Teammate Concept

トヨタ自動車株式会社 (以下, トヨタ) は自動運転の開発にあたり「システムと人との関わり合い方が最重要課題である」との認識に基づき, 人とクルマが協調する自動運転を作ることを目指す「Mobility Teammate Concept」を掲げている。

トヨタの先進安全先行開発部部长である鯉淵健氏は, 2016 年 7 月に開催された **Autonomous Vehicles and ADAS Japan**<sup>5)</sup> にて, その理由を次のように説明している。「たとえば自動運転のシステムによって, 道路に飛び出しそうな子供がいることを探知して右に避けたとします。しかし, ドライバーが子供に気づかず, なぜ右に避けたのか分からなければ“おかしいな”と不安になり, システムに不信感を抱くでしょう。最悪の場合はハンドルを危険な方向に戻してしまうかもしれません」

クルマが何を認識してなぜそう振る舞うのかを適切にドライバーに伝えなければ最悪の事態が起こりうる。したがって, 使いやすい HMI など, システムとドライバー間の協調メカニズムの構築が必要になる。

② ドライビングシミュレーターと HMI

HMI の開発では、ドライバーとシステムとの間の隔たりを最小化するべく、ドライバーモニター技術<sup>6)</sup>の検証が必要不可欠である。そこで、トヨタが活用しているのがドライビングシミュレーターである。さまざまな局面で、どういった情報の与え方ならばドライバーが即座に対応できるのかをドライバー属性ごとに実験を重ね、シチュエーションに応じたドライバーの振る舞いや HMI からの情報の与え方などを検証している。

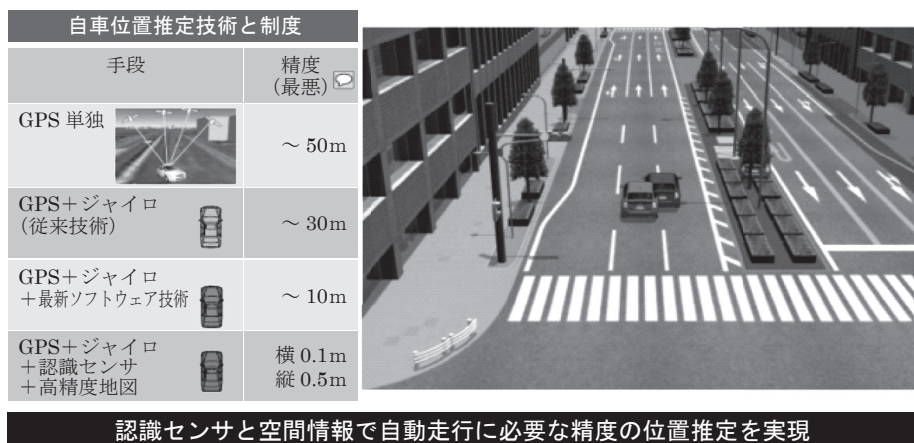
③ 自転車位置推定の技術

自動運転では自転車位置推定の技術が必要不可欠である。従来は GPS とジャイロを組み合わせることで精度を上げてきたが、これだけでは最大で 30m ほどズレが生じてしまう。トヨタでは、認識センサーや高精度地図を組み合わせ、最悪の場合でも横 0.1m、縦 0.5m までズレを抑えることを可能にした。

また、トヨタは高精度地図を自転車位置推定以外にも利用している。道路構造や交通ルールに加え、信号情報を取得する役割などがあげられる。さらに、3D の高精度地図とセンサー情報との差分を取得すると、それが他のクルマや歩行者などであると把握できる。この地図（空間情報）を使うことで、漏れなく障害物を抽出するということが可能になる。こうして、他のクルマ、歩行者、自転車などを検出できれば、それらの行動特性を踏まえた上で自らの行動を決定するといった網羅的認識ができるようになる。

図2 トヨタの自転車位置推定の技術

GPS の精度では自動走行出来ない



出所) トヨタ自動車株式会社「自動運転技術の概要と社会へもたらすインパクト」Autonomous Vehicles and ADAS Japan 2016, 2016年7月11日~12日

#### ④ 高速道路向けシステム

トヨタは、2020 年に向けて高速道向けシステムの開発を進めている。自動運転の実現には先述のような高精度地図が必要不可欠であるが、高速道路のような限定的な環境であれば、あらゆる情報を網羅した高精度地図までは必要ない。つまり、道路構造や交通ルール、信号機情報などを包括したレイヤー、白線・道路境界・標識など位置不変な道路特徴のレイヤーまでで十分である。

トヨタは、自動車専用道路であれば従来手法での整備が可能であり、2020 年までに要件を満たす目算がついているとしている。もちろん、更新の効率化という面で課題はあるものの、トヨタではこの 2 つのレイヤーの高精度地図に基づき、2020 年をめどに高速道路での自動走行を実現すべく走行実験を行っている。

自動車専用道路向けのシステムでは、クルマのバンパー内に **Lean LiDAR** を搭載して 4 本のレイヤーをもとに、インターチェンジから高速道路本線への合流、本線の走行、ジャンクションにおける分流、本線からインターチェンジへの分流といった各局面で適切な動作を行う。実験車の構成も早期市販化を目指した量産化可能なものになっている。ただし、2020 年想定 **LiDAR** は垂直画角が狭く、認識アルゴリズムでの新たな工夫が必要など課題も残っているという。

#### ⑤ オープンイノベーションの加速

「現在の自動車業界を取り巻く環境は、他の業界からも移動・所有・使用といった面で新たなサービスが萌芽しつつあるような状況で、そうした新たなニーズや課題に幅広く対応するためには、従来の自前主義に囚われないイノベーションが必要である」というのがトヨタの考えである<sup>7)</sup>。主な動きとしては 2015 年 11 月に発表された「未来創生ファンド」や、2016 年 12 月に発表された「**TOYOTA NEXT**」が挙げられる。

「未来創生ファンド」は、スパークス・グループ株式会社（以下、スパークス）が、トヨタ及び株式会社三井住友銀行（以下、三井住友銀行）との業務提携に基づいて設立されたファンドである。未来社会に向けたイノベーションの加速を目的とし、トヨタと三井住友銀行も同ファンド出資者として参画している。

「知能化技術」「ロボティクス」「水素社会実現に資する技術」を中核技術と位置づけ、それらの分野の革新技術を有する企業、またはプロジェクトを対象に投資を行う。スパークスをファンド運営者とし、トヨタ、三井住友銀行を加えた 3 社による総額約 135 億円の出資により、2015 年 11 月より運用を開始している。

「**TOYOTA NEXT**」は、トヨタが 2016 年 12 月 7 日に発表したオープンイノベーションプログラムである。このプログラムは、トヨタが挙げる 5 つの募集テーマ<sup>8)</sup>に基づき、それに

沿った新たなサービス案を広く企業・研究機関等から募集・選考し、サービスの共同開発を行うというものである。

2016年1月に新設されたトヨタのデジタルマーケティング部<sup>9)</sup>に加え、本プロジェクトのパートナー企業である Inamoto & Co.<sup>10)</sup> や株式会社デジタルガレージ<sup>11)</sup>、株式会社 DG インキュベーション<sup>12)</sup> が中心的役割を果たす。Inamoto & Co. は、TOYOTA NEXT におけるクリエイティブ統括・選考サポートを担当。株式会社デジタルガレージ及び株式会社 DG インキュベーションは、運営事務局・選考サポートを担当する。

## 2-2 ホンダ

本田技研工業株式会社（以下、ホンダ）は、自動運転関連技術においては、ソフトバンク傘下の cocoro SB との協業など、ソフトバンクグループとのつながりが深い。2016年12月22日には、米アルファベット社傘下の Waymo と提携するなど、グーグルとの繋がりを深めている<sup>13)</sup>。

### ① HANA

「HANA (Honda Automated Network Assistant)」は、二足歩行ロボット ASIMO で培ってきたロボティクス技術をもとに、AI とビッグデータを組み合わせて技術開発された世界初となる AI 技術である。CES 2017 では、HANA を搭載した EV コミューターのコンセプトカー「Honda NeuV」が展示された。

ドライバーの表情や声の調子からストレス状況を判断して安全運転のサポートを行うほか、ライフスタイルや嗜好を学習して、状況に応じた選択肢の提案を行うなどの機能を持つ。AI は、ソフトバンク傘下の cocoro SB が開発したもので、ドライバーの感情を読み取ることはトヨタと同じだが、クルマが感情を擬似的に生成するという特徴を持つ。また、将来的には、所有者が使用しない時間には、所有者の許可を得て、自動運転で移動しライドシェアを行うといったことも視野に入れている。

### ② グーグル (Waymo) との提携

2016年12月22日、ホンダの研究開発子会社である株式会社本田技術研究所が、Google Inc. (グーグル社) を傘下に持つ Alphabet Inc. (アルファベット社) の自動運転研究開発子会社である Waymo と米国にて自動運転技術領域の共同研究に向けた検討を開始する旨を発表した。両社の技術チームは、ウェイモ社の自動運転技術であるセンサーやソフトウェア、車載コンピューターなどを Honda の提供する車両へ搭載し、共同で米国での公道実証実験に使用していく予定である。

### 3 商用車の自動運転技術の動向

#### 3-1 SB ドライブ

大手通信会社であるソフトバンク株式会社 (以下、ソフトバンク) は、全国網の通信インフラや次世代の 5G 通信技術の研究実績を持つだけでなく、セキュリティ技術やビッグデータ分析・利用のノウハウを保有している。さらに、グループ企業であるヤフー株式会社 (以下、ヤフー) は日本最大級のポータルサイト「Yahoo! JAPAN」を運営しており、インターネット上の広告事業や e コマース事業、会員サービスの提供を行っている。また、通信セキュリティに強みを持つソフトバンク・テクノロジーや物流事業を手掛ける SB フレームワークスなどのグループ会社も保有している。

ソフトバンクは、このような通信技術を中心とした技術をもとに、実際の自動運転車両の開発能力を持つ先進モビリティ株式会社 (以下、先進モビリティ) と提携し、自動運転分野への参入を行なっている。

両社の合弁である SB ドライブ株式会社 (以下、SB ドライブ) は、主にトラックやバスなどの商用車を中心に、自動運転技術の実証実験を行なっている。自動運転技術は先進モビリティが担当し、サービスのプラットフォームはソフトバンクが担当する。

#### ① 企業概要

SB ドライブは、ソフトバンクと先進モビリティが自動運転技術を活用したスマートモビリティサービスの実現に向けて 2016 年 4 月に設立した合弁会社である。

先進モビリティは元トヨタの技術者・青木啓二氏<sup>14)</sup>を代表取締役社長として 2014 年 6 月に設立された。東京大学の須田義大教授率いる生産技術研究所・次世代モビリティ研究センターの技術を軸に、関連省庁や大学、研究機関、サプライヤーと共同開発や部品調達などを行い、最先端の自動運転技術の研究を行っている。

この 2 社が合弁で設立した SB ドライブは、ソフトバンクやヤフーなどのグループ企業、先進モビリティの強みを生かし、自動運転技術を活用した特定地点間のモビリティサービスや、隊列および自律走行による物流事業などの実現を目的としている。主目的は、BtoB 向けのトータルコーディネート (車両カスタム、通信、運用、メンテナンスサービスのパッケージ) の提供である。

#### ② 目標

SB ドライブは、2016 年 4 月に北九州市とスマートモビリティサービス<sup>15)</sup>の事業化に向け



た連携協定を締結し、同5月には鳥取県八頭町と連携協定を締結したことを発表した。多数の自治体とビジョンを共有することで、過疎地モデル・観光地モデル・地方都市モデルなどコミュニティモビリティの事例を構築していく。実証実験で知見を積み、2017年頃からの準自動運転を経て2020年にバスやタクシーの完全自動運転・実用化を目標としている。

### ③ 商用車の実証実験

SBドライブはトラックやバスなどの実証実験を随時進めている。というのも、どこへでも行ける完全自動運転車と比べて、商用車であるトラックやバスは走行ルートが想定しやすく自動運転化にむけて具体的な開発がしやすいためである。

トラックでは高速道路における隊列走行に着手している。隊列走行とは先頭の有人車両が、後続の無人車両と車車間通信（V2V）を行いながら、スピードや車間距離を保って走るものであり、電子牽引と呼ばれている。

### ④ 福岡県北九州市での社会実証

国家戦略特区である北九州市では、自動運転に必要な交通インフラの構築から見直していくことができるメリットがある。例えば交差点で自動運転車が通行しやすいように信号制御したり専用レーンを用意したり、国に規制緩和の提案をしやすいこと挙げられる。実証実験においては、住民ニーズと公共交通網の調査から着手し、2017年にはロールモデル化、2018年以降に複数台のバスを導入する計画である。

## 3-2 ロボットタクシー

ロボットタクシー株式会社（以下、ロボットタクシー）はDeNAとZMPによる合弁事業である。出資比率はDeNAが66.6%、ZMPが33.4%であり、DeNAのインターネットサービス

図3 ロボットタクシーによる公道実証実験



出所) 筆者 2016年2月29日撮影 @ 湘南ライフタウンけやき通り

と、ZMP の自動運転技術開発を連携させて、シナジー効果によりロボットタクシーサービスのいち早い実現を目指していた(尚、2017年1月6日よりDeNAはZMPとの提携を解消している)。

ロボットタクシーは、2016年2月29日から3月11日までの期間、内閣府の国家戦略特区の実証プロジェクトとして、神奈川県藤沢市湘南ライフタウンけやき通りにて公道実証実験を行なった。目的は「社会的受容性の向上」「一般参加モニターの体験から得られた交通サービスに対する知見の蓄積」「一般道における走行実験による自動走行技術の向上」の3点で、一般参加のモニターを後席に乗せた自動運転タクシーを公道で運行した。

### ① 実証実験の概要

ロボットタクシーの走行経路は、実験参加者の自宅とイオン藤沢店の往復である。ジュネーヴ道路交通条約などにより、公道での完全自動運転は難しい状況にあるため、本実証実験では、スタッフが運転席に乗車した状態での自動運転が、中央けやき通りにあるイオン藤沢店と北部バスロータリーを結ぶ区間で行われた<sup>16)</sup>。それ以外の道ではドライバーによる手動運転となっている。

実験には、応募で選ばれた地元住民10組が参加。参加者が、パソコン・スマホで配車予約すると、ロボットタクシーが自宅まで迎えに来て、イオン藤沢店まで送迎するというものである。

### ② 実験車両の概要

今回の実証実験で使われたロボットタクシーは、トヨタ・エスティマハイブリッドに、ZMP社製自動走行ユニットを架装した。フロントグリルにはミリ波レーダーを装着し、100メートル先に障害物を検知することができる。バンパーにはレーザーセンサーが埋め込まれており、四方八方の障害物はもちろん、道路の車線や信号、歩行者などを的確に判断する。屋根には、GPSレーダーが設置されており、地図データと照らし合わせて、自車位置を特定する。車内には、緊急時の停車スイッチや自動運転の精度向上のための装置が搭載されている。

### ③ モニターの反応

実験中の自動運転走行回数は20回。自動運転での走行距離は推計27.7kmで「中央けやき通り」を走行中の手動運転走行は推計6kmであった。モニターは男性が47%、女性が53%。年代は20歳以下が16%、21～40歳が32%、41歳～60歳が11%、61歳以上が42%。のべ51名のモニターが乗車し、実験中の事故やヒヤリハット、想定外の事態はなかった。

自動運転走行に乗車したモニターからの評価は、自動運転中の走行については計約9割が「安定していた」「やや安定していた」と回答。安全対策については9割以上が「良かった」

「やや良かった」と回答している。今後の自動運転に期待するかについては全員が「期待する」「やや期待する」と回答した。

乗車の感想で「言われるまでハンドルを離しているということに気付かなかった」（20歳女性）、「主人の運転より安心」（66歳女性）、「もっと蛇行するのかと思っていた」（71歳男性）など高い評価が聞かれた一方、「時々、車間距離が開き過ぎとすることがあった」（22歳女性）、「発車のタイミングや止まるタイミングが自分で運転しているときと違う」（50歳）といった意見もあった。

### 3-3 ヤマト運輸

ヤマト運輸株式会社（以下、ヤマト運輸）では、路線バスを活用した宅急便輸送「客貨混載」に取り組んでおり、第13回エコプロダクツ大賞において環境大臣賞を受賞するなど、高い評価を受けている<sup>17)</sup>。

「客貨混載」とは、人と貨物を同じ車両で一緒に運ぶことや、乗客輸送に付随して貨物を運ぶということを意味する。ヤマト運輸は、バス事業者と連携し、路線バスに一定量の宅急便を積載できるよう、座席の一部を荷台スペースとするなどしてトラックで運行していた区間の一部を路線バスに切り替えて輸送している。道路運送法第82条<sup>18)</sup>では、トラックは荷物を運ぶ業務、バスは人を運ぶ業務と明確化されているものの、一定の条件下でバス事業者等が少量の郵便物や新聞、その他の貨物を運ぶことができる。

2015年6月より岩手県で開始され、宮崎県、北海道、熊本県でも地域のバス事業者と連携して展開している。関係各者にメリットがある点も評価されている（表1）。

表1 「客貨混載」における関係団体のメリット

ヤマト運輸	セールスドライバーが地域に滞在する時間が増え、より地域に密着したサービスを行える。
バス事業者	バス路線網の維持につながる新たな収入源の確保することができる。
自治体	生活交通路線の安定化による地域住民の生活基盤の維持・向上。特に過疎化・高齢化の進む中山間地域で効果を発揮している。

出所) 筆者作成。

## 4 コミューターの自動運転技術の動向

一口に自動運転技術といってもその形態は様々ではない。米国運輸省道路交通安全局（NHTSA）が採用しているSAE国際的な自動走行レベル区分（表2）に従うと、自動走行はレベル0～5までの6段階に分類される。自家用自動車やバス・トラックなどの既存のクルマについては、このSAE自動走行レベルの0～5すべてに対応していくことが求められており、各自動車メーカーもその方向性で開発を進めている。

表 2 SAE インターナショナルの自動走行レベル区分<sup>19)</sup>

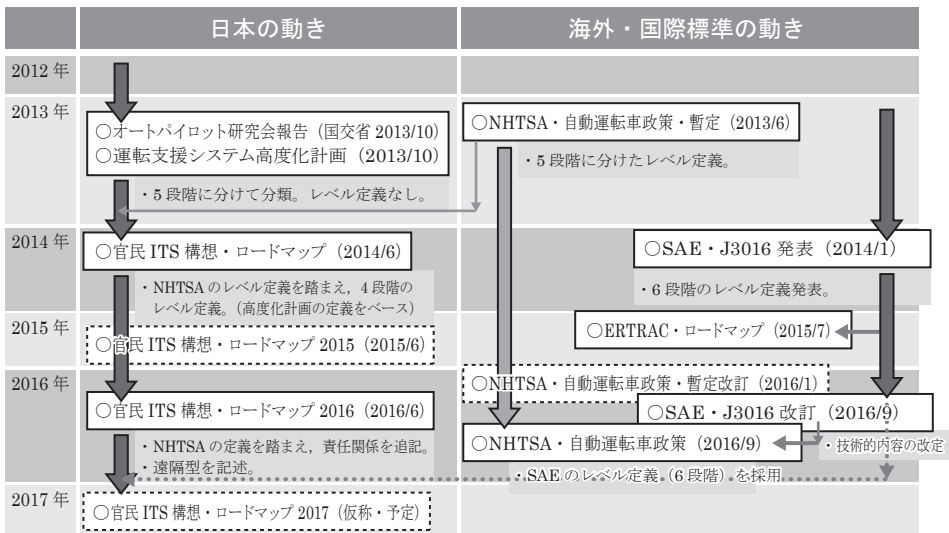
SAE レベル 0	人間の運転者が、全てを行う。
SAE レベル 1	車両の自動化システムが、人間の運転者をときどき支援し、いくつかの運転タスクを実施することができる。
SAE レベル 2	車両の自動化システムが、いくつかの運転タスクを事実上実施することができる一方、人間の運転者は、運転環境を監視し、また、残りの部分の運転タスクを実施し続けることになる。
SAE レベル 3	自動化システムは、いくつかの運転タスクを事実上実施するとともに、運転環境がある場合に監視する一方、人間の運転者は、自動化システムが要請した場合に、制御を取り戻す準備をしておかなければならない。
SAE レベル 4	自動化システムは、運転タスクを実施し、運転環境を監視することができる。人間は、制御を取り戻す必要はないが、自動化システムは、ある環境・条件下のみで運転することができる。
SAE レベル 5	自動化システムは、人間の運転者が運転できる全ての条件下において、全ての運転タスクを実施することができる。

出所) SAE インターナショナル

しかし、近年では自家用自動車やバス・トラックなどの既存のクルマを想定したものだけでなく、コンピューターと呼ばれる既存のクルマとは異なった自動運転車両についても注目されている。すでに開発・導入が進められているコンピューターは、SAE 自動走行レベル 4 に特化したものである。レベル 4 とは、特定の環境下での自動走行で、人間の制御を必要としないものであり、既存のクルマでは高速道路での自動運転などが想定されたレベルになる。コンピューターは、例えば空港内の人の運搬など、限られた環境下での自動走行を行う。概念的には同じ

図 4 日本における自動運転レベルの定義を巡る経緯

〈日本における自動運転レベルの定義を巡る経緯〉



出所) 内閣官房 IT 総合戦略室「自動運転レベルの定義を巡る動きと今後の対応 (案)」平成 28 年 12 月 7 日

でも、既存のクルマの自動運転とは異なる方向性で開発が進められている。

なお、下図は日本における自動運転レベルの定義を巡る経緯を示しているが、官民 ITS 構想・ロードマップ 2016 では、米国運輸省 NHTSA の定義を踏まえて、5 段階 (L4 まで) の自動運転レベルの定義を記述してきた。しかし、2016 年 9 月 NHTSA が発表した政策において、従来の定義ではなく、SAE (Society of Automotive Engineers) の 6 段階 (L5 まで) の定義を採用したことにより、今後、官民 ITS 構想・ロードマップの定義も SAE ベースに見直すことになっている<sup>20)</sup>。

#### 4-1 Robot Shuttle (EasyMile)

Robot Shuttle は自動運転車両の開発などを行う EasyMile S.A. (仏：以下、EasyMile 社) の手がける無人の自動運転バス運行サービスである。ゲームやコマースなどインターネット事業を展開する株式会社ディー・エヌ・エー (以下、DeNA) は 2016 年 7 月 7 日より、この EasyMile 社と提携し、Robot Shuttle の私有地でのサービスを開始している<sup>21)</sup>。

Robot Shuttle は、完全無人の自動運転バスを主に私有地・私道でラストワンマイルの交通手段を提供するサービスである。走行ルートは事前に決められており、カメラやセンサーなどで車周辺の環境を認識しながら、障害物を検知し減速・停車する。サービスの仕組みとしては、EasyMile 社は車両と自動運転ソフトを提供し、DeNA が行政からのサポートや保険会社からの保険提供を受け、サービスパッケージを一括提供する。車両は、EasyMile 社が開発した車両「EZ10」を使用している。

提携の背景としては、DeNA は個人間でのカーシェアリングである Anyca などさまざまな事業を展開しており、特に自動運転の分野では公道での無人旅客サービスであるロボットタクシーの事業を進めていることから、ラストワンマイルの交通手段を提供するサービスの導入に関心が高かったことが挙げられる。

Robot Shuttle は私有地・私道での利用を前提としており、商業施設や学校、テーマパーク、工場などをクライアントとして想定している。あえて低速運行にフォーカスすることで、センシングや認識の技術ハードルを下げていることに加え、私有地での車両の走行には法律の制限がないことから、サービス開始までの期間を短縮することが可能である。

下の写真は仏オステルリッツ駅とリヨン駅の間を試験走行する EasyMile のシャトルバスである。乗車人数は 6 名、最高時速 14 キロ。パリ市内では初めて無人運転バスの初の試験走行になるが、市中心部の東側にある 2 つの鉄道駅を結ぶ橋の上で導入され安全のため専用レーンを運行している。本試験走行はパリの自動運転車導入計画の第 1 段階にあたり、3 か月間実施されることになっている。地下鉄のオペレーターであるパリ交通公団 (RATP) の職員 2 名が乗客へのヒアリングを実施していた。

RATP の代表エリザベート・ボルヌ (Elisabeth Borne) 氏は、「地域急行鉄道網 RER が敷かれた郊外では、こうしたバスがいつか家庭と駅を結ぶようになる」との見方を示し、試験走行初日に集まった報道陣に対して「このようなバスが RER の駅の近くで待機し、求めに応じて乗客を迎えに来るようになる日を私たちは夢見ている」と展望を語っている<sup>22)</sup>。

図 5 EasyMile による実証実験



出所) 筆者 2017 年 3 月 5 日撮影 @ パリ市 Gare d'Austerlitz

#### 4-2 NAVYA ARMA

NAVYA ARMA は、フランスに拠点を置くスタートアップ企業 NAVYA TECHNOLOGY (以下、NAVYA)<sup>23)</sup> が開発した通勤用のことである。ドライバー不要の完全自動運転を実現した電気駆動の運送車両で、2015 年 10 月よりサービスを開始している。最高時速 45 キロ、定員 15 人の自動運転バスを完成させ、フランスやスイス、米国など 7 カ国で 30 台を運行中である。

ドライバーだけでなく、特別なインフラ設備等も必要なく、柔軟な運用が可能である。また、静的・動的問わず様々な障害物を避けることができる。地形や混雑状況にも寄るが、5～13 時間の走行が可能。

NAVYA は、NAVYA ARMA の技術の三つの柱として、車両の自社位置測定、障害物の探索、移動の予測を挙げている。同社は、これらを可能とする基幹技術として、LIDAR センサー、GPS RTK、走行距離計、カメラ・ステレオビジョンの四つを挙げている。

LIDAR は、3 次元認識で環境情報をマッピングし、障害の検知と正確な自車位置測定を可能にする。GPS RTK は、GPS センサーとステーションの間の通信により、逐一、車両の最適な位置を決定する。走行距離計は、移動距離や車輪の速度をもとに、車両の速度を推定し、その位置を確認する。カメラ・ステレオビジョンは、三角法の定理により対物距離を測定し、障害物検知とクルマに関わる位置の推定や標識や信号などの環境分析と情報抽出などを行うことができる。

図6 NAVYA ARMAのコンピューター車両



出所) NAVYA ホームページより (<http://navya.tech/>)

NAVYA はソフトバンクと組み、2017年3月に日本へ進出することを発表している。自動車メーカーなどが開発中の自動運転車と異なり、そして EasyMile と同じく、ショッピングセンターや空港、大学の敷地など決められたルートを低速で走る計画である。

#### 4-3 Olli

Olli は Local Motors<sup>24)</sup> の手がけるコンピューターである。同社の技術により 3D プリンターで製造されていることが特徴的である。先述の Robot Shuttle や NAVYA ARMA と同様にドライバー不要の自動運転・電気駆動の運送車両である。最大乗車人数は 12 人、センサーで周辺環境を 360 度認識する。センターで人間のオペレーターが走行を監視している。

車両内を様々な用途に使うことが想定されており、Local Motors は、移動するジム、移動するカフェ、移動する会議室などを挙げている。同社は Olli を呼び出すことのできる専用アプリも開発している。また、内部に米 IBM の AI である Watson も内蔵している。

図7 OlliのLocal Motorsによるコンピューター車両



出所) 米 IBM Corporation 公式動画 “Local Motors Debuts “Olli”, the First Self-driving Vehicle to Tap the Power of IBM Watson” より

(以下、次号へ続く)

## &lt;注&gt;

- 1) 2016年9月24日、25日の2日間に渡って開催。同会合は伊勢志摩で行われたG7サミットの前後に行われる関係閣僚会合の一つで、2015年9月16日、17日にドイツ・フランクフルトにて開催された第1回G7交通大臣会合に続く第2回として行われた。主なテーマは「自動車及び道路に関する最新技術の開発・普及」および「交通インフラ整備と老朽化への対応のための基本戦略」の二点。前回は話し合われた自動運転技術や交通インフラ整備のファイナンスなどの議論の深化に加え、ITSや次世代自動車、交通インフラにおける戦略的な社会資本整備やその更新方策といった分野まで範囲を広げて議論された。議論された内容はG7長野県・軽井沢交通大臣会合宣言として公表されている ([http://www.mlit.go.jp/kokusai/kokusai\\_tk1\\_000100.html](http://www.mlit.go.jp/kokusai/kokusai_tk1_000100.html))。
- 2) Human Machine Interface のこと。人と機械の情報共有と役割分担という面が注目されている。本会合では、さらに詳しく検討するためのワーキンググループの設置も決まった。
- 3) 車車間通信 (V2V)・路車間通信 (V2I) を包括的に表す言葉。クルマの急停止や逆走といった情報をクルマ同士の通信や、インフラとの通信によって、重大な事故を防止したり、移動の効率性を改善したりするもの。
- 4) [http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07\\_hh\\_000207.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000207.html) 参照。
- 5) 2016年7月に東京で開催されたカンファレンス。TU-Automotive が主催する新しいカンファレンスとして発足したものであり、各自動運転技術に加え、ADAS やセンサー技術等も軸として、参加各社より多くの講演があった。
- 6) 目をつぶって寝ていないか、顔の向きはどちらか、視線はどちらかといった、ドライバーが今どういった状態にあるのかをモニタリングする技術。
- 7) 2016年12月7日、トヨタの常務役員・村上秀一氏、TOYOTA NEXT 発表会の発言より。
- 8) 5つの募集テーマは次の通り。1. 全ての人の全ての人の移動の不安を払拭する安全・安心サービス、2. もっと快適で楽しい移動を提供するクルマの利用促進サービス、3. オーナーのロイヤルティを高める愛車化サービス、4. トヨタの保有するデータを活用した ONE to ONE サービス、5. 全国のトヨタ販売店を通じて提供するディーラーサービス (※これらいずれにも当てはまらない革新的なサービスも応募可能)
- 9) バスの広告戦略、情報インターの組み立て、コネクテッド戦略などの分野に取り組む部署。
- 10) ニューヨークを拠点に世界のブランドのイノベーション・コンサルティングを主幹事業とする一方、自社内でもプロダクツ、サービス開発も行う。
- 11) インターネットサービスにおける投資・育成支援事業、マーケティング事業、グローバルオンライン決済事業を手がける。
- 12) DG グループのネットワークを活かして投資・成長支援を手がける。
- 13) 本田技研工業 プレスリリース <http://www.honda.co.jp/>
- 14) 青木氏は、JARI (日本自動車研究所) の研究主幹や ITS 研究部主席研究員を歴任しており、ITS JAPAN ではトラックの隊列走行のプロジェクトを担当していた。
- 15) ユーザーや事業者に向けたソフト・ハードの両面から必要なサービス。ソフト面でのサービスはユーザー向けの配車アプリや、旅客事業者向けのルート・運行管理、地元商店に向けた広告配信サービスなど。ハード面でのサービスはユーザー向けの呼び出しボタンや旅客事業者向け自動運転車両の提供、地元商店向けの車内ディスプレイなど。
- 16) ジェネーブ道路交通条約では運転者無しでの完全自動運転を公道で行うことが禁止されている。そのため、本実証実験は運転者の存在する自動運転である自動運転レベル3 (SAE インターナショナルの定める自動運転レベル) で行われた。
- 17) ヤマトホールディングス プレスリリース <http://www.yamato-hd.co.jp/news>
- 18) 一般乗合旅客自動車運送事業者は、旅客の輸送に付随して、少量の郵便物・新聞紙その他の貨物を運



送することができる。

- 19) 内閣官房 IT 総合戦略室（2016年12月7日）『自動運転レベルの定義を巡る動きと今後の対応（案）』より SAE 自動走行レベルの和訳文を引用。
- 20) [http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon\\_bunka/detakatsuyokiban/dorokotsu\\_dai1/siryou3.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/detakatsuyokiban/dorokotsu_dai1/siryou3.pdf) 参照。
- 21) 2017年1月6日より、DeNAは自動運転分野で日産自動車株式会社と提携することを発表。それに伴い、EasyMile社との新たな事業展開については目処が立っていない。
- 22) AFPBB News（2017年1月25日）[afpbb.com](http://afpbb.com)
- 23) NAVYA TECHNOLOGY はパリとリヨンに拠点を置くスタートアップ企業。個人用・共用を問わず、既存の交通網に対し、ラストワンマイル（ないし、ファーストワンマイル）を補完していくことを目的としている。
- 24) 3Dプリンターによる自動車製造を手がける企業。世界初の3Dプリンター製自動車 Strati などを手がける。

## Shape a New Mobility Society: Trend of the Autopilot-related Technology (1)

Akio Tokuda \*

Keizo Inoue \*\*

### Abstract

The development of autopilot-related technology can be a clue to solving various social problems. For example, it is said that about 90% of traffic accidents are due to driver's mistake, a so-called human error, and the related technology is expected to minimize this human error, greatly reduce the number and size of traffic accidents and so on. In addition to the serious economic loss caused by traffic congestion in not only urban areas of rapidly developing emerging countries but also developed countries where population concentration is concentrated in large cities, it is also a problem that the technology should be raises an effective answer. In addition, the technology can be regarded as a core technology for social and service innovation, such as securing mobility in marginal settlements, improving the attractiveness of existing tourism resources and cultivating tourism industry, etc.

In this research note, we try to overview the technology based on known facts and original hearing we have conducted by focusing the such a technology as traffic flow control, mobility group control technology, communication technology, etc.

### Keywords:

autopilot, autonomous cruising, self-driving car, mobility, standardization

---

\* Professor, Ritsumeikan University School of Business Administration

\*\* Representative Director of Automobile Newspaper Co., Ltd.