

自動運転技術の進展と国内経済・産業への影響（下）

自動運転の取り組みに見る 今後の自動車産業の方向性

福田 佳之
東レ経営研究所 産業経済調査部門
シニアエコノミスト
TEL : 03-3526-2926
E-mail : Yoshiyuki_Fukuda@tbr.toray.co.jp

<ポイント>

- 自動運転の開発は、現在、内外の自動車メーカーだけでなく、メガサプライヤーや異業種のIT企業も積極的に取り組んでいる。自動車メーカーが取り組む背景として、事故減少や人手不足の解消の他に、運転に消極的な高齢者などの潜在的な市場獲得がある。
- 内閣府の工程表では、2020年代後半には運転者がいない完全自動運転が実現すると見ており、調査会社やコンサルティング企業の予測も2035年には自動運転車が世界の自動車市場の1~3割程度を占めるとしている。
- 物流分野での自動運転の応用が考えられており、高速道路の自動運転車の専用ラインが設けられれば、10年以内に自動運転トラックとITを使った中継輸送が可能となるだろう。また無人化は物流業界に事業再編など構造的なインパクトをもたらす。
- ただし、自動運転には技術的・社会的課題が山積である。技術的課題として、高精度の3次元地図、協調型自動運転、センサーの低価格化、人工知能(AI)のさらなる進化、人間と機械のかかわり方(HMI)、サイバー攻撃への対策などがある。社会的課題として、内外の法制度の変更、事故時の責任の所在、トロック問題への対応などがある。
- 異業種は、クルマとインターネットをつなぐことで新たな価値を付加することを考えている。また電気自動車を蓄電池として利用することも想定される。一方、自動車メーカーは、自らインターネットとの接続に取り組み、クルマ作りの主導権を維持するため、今後数年程度については彼らが自動運転技術の開発の主体となるだろう。
- 2020年以降の自動運転事業の展開は不透明だ。どんな企業でも自動運転事業に乗り出すチャンスがある。特に使い勝手のいい車体が提供された場合は、異業種主導で自動運転技術を用いた新しいクルマが普及して自動車産業に地殻変動が生ずる可能性もある。
- 材料メーカーは、自動運転の進展でもたらされるクルマの車内空間の変化に対応した材料を提供すべきである。また、異業種まで視野に入れた全方位外交で臨み、さらにビッグデータにアクセスできる企業と提携する必要がある。

はじめに

グーグルが2010年に自動運転車の開発を発表して以来、自動運転車の注目度は高まる一途である。アウディやダイムラーなどの欧州自動車メーカーは自動運転車開発計画を持ち、GMは2017年に米中で高速道路での自動運転車を投入する予定である。また部品メーカーのボッシュやデルファイ・オートモーティブ等も自動運転車を開発している。日本企業を見ても、日産自動車も2016年までに高速道路で、2020年までに市街地での自動運転車を実現するとしており、トヨタ自動車も2020年までの高速道路での自動運転車の投入を発表した。

自動運転車に関心を持つのは内外自動車関連メーカーだけではない。グーグルは既に実証実験を進行中であり、彼らが走らせた実証用の自動運転車の走行距離は15年8月時点で160万キロメートルを超えている。日本でも、ロボットベンチャーのZMPと携帯アプリメーカーのDeNAが2020年までに3,000台のロボットタクシーの実現を掲げて自動運転車事業に参入している。

本稿では自動運転技術の進展と国内経済・産業への影響（下）として自動車分野における自動運転の動向について展望する。自動車の自動運転についての現状と市場見通し、そして物流分野での応用、自動運転の技術的・社会的課題、自動運転の開発が自動車産業に与える影響について解説する。

なお、自動運転技術の進展と国内経済・産業への影響（上）では、勃興する無人ヘリ産業を取り上げ、「ドローンは日本の次代を担う一大産業に成長するか」と題したレポートを2015年9月に発表している（http://www.tbr.co.jp/pdf/report/eco_g042.pdf）。

1. 大きな可能性を秘める自動運転ビジネス

自動運転、特に無人運転について内外の自動車メーカーだけでなく、グーグルやZMPなど異業種の企業まで関心を持っているが、多数の企業がこのような関心を持つ背景に、交通事故の減少の他に、高齢化や人手不足等、企業を取り巻く経営環境の変化がある。

交通事故が激減する

自動運転とは、搭載したカメラやセンサーなどが集める情報やGPS（全地球測位システム）のデータを基にして、人工知能が車両位置や障害物等を認識して走行経路を判断し、ハンドルやアクセルやブレーキ等を操作・制御して、自動車を走行させるシステムを指す。

自動運転の導入の効果として、まず交通事故の減少が期待される。交通事故の大半は発見の遅れや判断・操作の誤りなど人為的なミスに起因するものであり、自動運転技術の導入で事故が防止されよう。また、高齢者など交通弱者の移動支援にも役立つ。高齢者等にとってクルマの運転は負担の重いものであり、例えば縦列駐車や車庫入れを苦手とする人は多い。また、突然の体調不良を懸念して運転に躊躇する人もいる。自動運転技術はこのような状況において代行して運転してくれる（自動駐車、デッドマンシステム）ため、彼らの不安や負担を除去してくれる。他にも、渋滞の解消・緩和や環境負荷の低減も自動運転の効果として考えられている。

グーグルは運転者不要の自動走行を企図

自動運転について自動化の程度や技術水準により、レベル0からレベル4まで段階的に分類される（図表1）。レベル0は、運転者への注意喚起など情報提供は行うものの、情報

図表1 自動化の分類

自動運転の分類	概要	実現するシステム		実用化時期
レベル0	運転者への注意喚起等	安全運転支援システム		実用化済み
レベル1	加速・操舵・制動のいずれかの操作を自動車が行う状態			実用化済み 自動ブレーキ、ACC(アダプティブ・クルーズ・コントロール)、LKA(レーン・キープ・アシスト)
レベル2	加速・操舵・制動のうちの複数の操作を一度に自動車が行う状態	準自動走行システム	自動走行システム	2017年以降
レベル3	加速・操舵・制動をすべて自動車が行う状態 緊急対応のみドライバー			2020年代前半
レベル4	加速・操舵・制動をすべて自動車(ドライバー以外)が行う状態	完全自動走行システム		2020年代後半

(出所)内閣府「SIP自動走行システム研究開発計画」2015年5月

認知から判断、操作まで運転者が行い、自動化されていない状況を指す。レベル1は、加速、操舵、制動など特定機能についてそれぞれ単独の操作について自動化した状況を指す。例えば衝突防止用自動ブレーキなどがその例である。レベル0とレベル1については安全運転支援システムとして既に実用化されている。レベル2は上で挙げた複数の特定機能の操作が自動化された状況を指す。内閣府の工程表では、2017年にはレベル2は実用化されることとなるという。レベル3は特定機能すべて自動化された状態であり、緊急時のみ運転者が運転する。日本の自動車メーカーが目指す自動運転の最終目標であり、実現時期は2020年前半としている。そしてレベル4は緊急時の運転を含めて自動化された状態であり、運転者の関与を全く必要としない。グーグルやZMPが目指す自動運転であり、内閣府によると、2020年後半に実現すると見ている。

自動運転車の普及については、調査会社やコンサルティング企業が予測を示している。例えば、調査会社のIHSは、1月に自動運転車の市場予測を発表しており、2035年にはレベル3を中心に世界において1,180万台の自動運転車の市場が生じ、世界の自動車市場全体の1割近くに達するとしている。同じくボストンコンサルティンググループも自動運転車の市場予測を発表しており、2025年には自動車市場の13%を占める1,450万台、35年には同25%を占める3,040万台としており、同市場の先行きについてIHSより強気に見ている。自動車メーカーだけでなく、異業種まで自動運転事業にこぞって参入する背景として、ここで見たような今後の市場の力強い成長力がある。

2. 自動運転の物流産業に及ぼすインパクト

自動運転の技術が適用されているのは乗用車だけではない。

ZMPは、倉庫内での荷物の自動運搬車をすでに開発しており、5月にDeNAと発表したロボットタクシーの事業構想では、人を乗せて空いたスペースにモノを載せて配達することを想定している。

また、世界有数のトラックメーカーであるダイムラーは、昨年7月に発表した「メルセデス・ベンツ・フューチャー・トラック2025」で、自動運転トラックを2025年までに実現することを目指すとしている。実際、今年の5月には米国ネバダ州のハイウェイで専用ライセンスを取得した自動運転トラック2台が自律走行を行っている。確かに、ダイムラ

一がネバダ州で行った自動運転は、高速道路上だけの限定であり、安全な車間距離を維持することを主としていて、非常事態時には手動運転に切り替えられるものだ。しかし、トラックの自動運転化は、今後、他社でも取り組まれ、将来において物流業界に多大なインパクトを及ぼすだろう。

運転手など人手不足の解消に貢献

トラックの自動運転実現の効果として、乗用車同様に交通事故が減少することがある。労働力調査によると、道路貨物運送業で働く人々において 50 歳以上が占める割合が 36%に達している。ドライバーの高齢化が進むと、過労等による交通事故が生じやすく、また事故を回避するために生産性が低下しやすい。自動運転の実現はドライバーの負担を軽減して事故発生を防ぐだろう。

加えて、トラックの自動運転の導入は物流業界の人手不足の解消に貢献すると考えられている。とりわけ長時間就業を前提とする長距離輸送のドライバーは恒常的に不足しており、自動運転が代替することで、人手不足を緩和することができる。また、環境負荷の軽減にも役立つとされている。NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の実証実験によると、自動運転でトラックを隊列走行させることで渋滞が減少し、また、トラックそれぞれの車間を 4 メートルに詰めると空気抵抗が減って燃費が 15%向上し、二酸化炭素の排出量も低下するという。

IT を活用した中継輸送の可能性も

だが、今後 10 年程度の視野で眺めると、一般公道はともかく、高速道路に限定すれば専用レーンを設けるなどで自動運転トラックの自律走行が認められる可能性は出てこよう¹。その場合、高速道路の長時間走行は自動運転で、高速道路に乗るまでや降りてからの一般道の走行は有人運転で、という分担が進むと考えられる。一般道の走行だけに有人運転を限定することで、長時間就業の必要性が減り、地元の女性や若年層がトラック運転手として新規就労することも期待できるだろう。そうするとインターチェンジ近辺で、IT を活用した中継輸送が現実味を帯びるかもしれない。

またトラックの自動運転化は、物流業界の再編等を促すだろう。トラック運送の原価構造を見ると、運転者人件費がその 46%を占めている（図表 2）。自動運転の導入に積極的な業者は、その分だけ運転者人件費を節約できることとなり、コスト競争力が強化される一方で、有人運転にこだわる物流業者は苦境に追い込まれる。そうすると、物流業界で全国的な再編が発生するだろう。またドライバーにとっても自動運転の普及で賃金が低下する恐れがある。

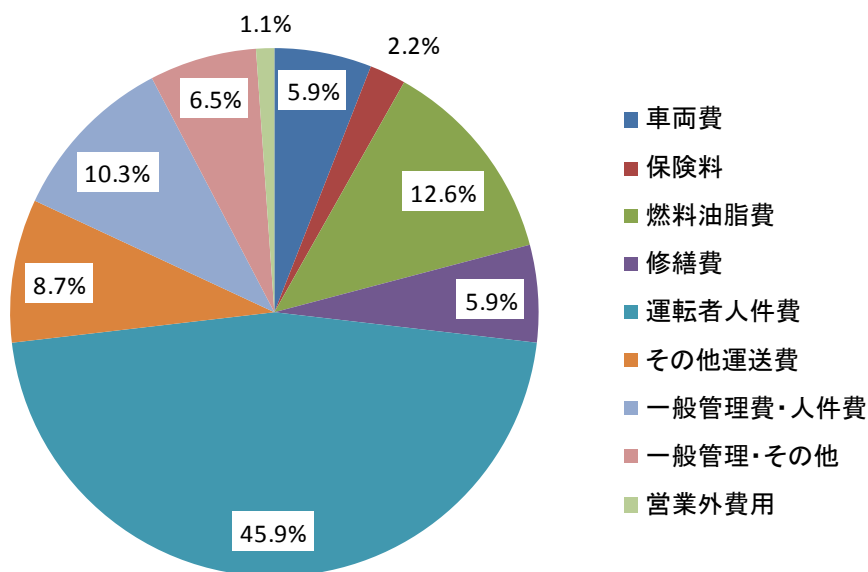
このように自動運転のインパクトは、将来において物流業界を根底から揺さぶる恐れがあり、現在から真剣に受け止めておく必要がある。

3. 山積する自動運転の技術的・社会的課題

もちろん、自動運転車は実現容易な成功ストーリーではなく、解決すべき課題は山積して

¹ 専用レーンを設けるためには、高速道路が十分な車線数を持つ必要がある。残念ながら、東名・名神、中央道、新東名・名神において片方向 3 車線を供用されているのは一部区間に過ぎず、トラックの自動運転を比較的早期に実現するには、3 車線区間を延長する必要があるだろう。高速道路の道幅の点では、日本は欧米で劣っており、専用車線の設置状況次第で、高速道路での自動運転の事業化に遅れを取る恐れがある。

図表2 トラック運送の原価構造



出所:国土交通省自動車局、(社)全日本トラック協会
 「トラック運送事業の運賃・原価に関する調査 調査報告書」(調査期間:2011年1~3月)

いる。

以下では、自動運転が実現するにあたって克服しなければならない技術的課題と社会的課題を見ていく。

市街地の自動走行には自車のセンサーだけでは困難

技術的な課題として、まずクルマを自動運転させるためには、高精度の3次元地図が必要なことだ。現在、カーナビで利用されている地図は曲がり角や分岐の情報だけを提供することにどまっており、自動走行に不可欠な走行中の道路の車線配置や勾配等の状況について提供できていない。これらの情報は数十センチ単位での精密さが求められる。また、天候や渋滞、事故など変化するリアルタイム情報も自動運転には不可欠だ。これらの情報について複数の測量車両を走らせる等で収集してこれまでの地図の上に積み重ねていく必要がある。このようにして作成された高精度の3次元地図は自動運転の今後を左右すると見られており、欧州などで自動車関連メーカー等による同地図の共同開発や同地図企業の買収が相次いでいる²。

また周囲のリアルタイムの情報を入手する手段で自動運転が二つのタイプに分かれる。一つは走行する自動運転車のカメラやセンサーだけに限定する「自律型自動運転」でグーグルや日産自動車が目指している。もう一つは、他のクルマや道路や衛星などのインフラからリ

² 自動車部品メーカーのボッシュは7月、オランダのカーナビ大手のトムトムと高精度地図の共同開発で提携している。またダイムラー、BMW、アウディの三社連合はノキアの子会社である地図会社ヒアを2016年3月までに総額28億ユーロで買収する予定である。米国でもアップルや配車アプリメーカーのウーバーテクノロジーズが、地図ベンチャー企業などの買収を行っている。

図表3 各種センサーの長所・短所

	車線	走行可能領域	障害物検出	障害物識別	交通信号/灯火	照明状況	天候状況	距離精度	コメント
単眼カメラ	○	△	△	○	○	△	△	×	逆光や夜間等の対応が課題
ステレオカメラ	○	○	○	○	○	△	△	△	逆光や夜間等の対応が課題
(赤外線)レーザー スキャナ	△	○	○	△	×	○	△+	○	雨等に弱い コスト高
(ミリ波)レーダー	×	×	△	×	×	○	○	○	解像度は低い コスト高(半導体価格)

(出所)二宮芳樹・名古屋大学教授の画像センシング展2015でのセミナー資料

アルタイム情報を得る「協調型自動運転」でトヨタが目指すものである。自律型だと、車体に載せるセンサー等の数が増え、車両価格が高くなる一方で、得られる情報の精度は協調型に比べて高くない。大都市での交差点などでの走行に不安が残る。一方、協調型だと、情報の精度を上げると同時に搭載センサー等を抑えることができる。その一方で、車車間での情報のやりとり、規格の統一、インフラの構築において政府等からの協力がないと進まない。

最近になって、米国では車車間通信機器の搭載義務付けに向けた動きが出てきており、欧州でも同機器の事故防止効果について評価を行う動きがある。少なくとも市街地での自動運転は協調型でないと難しいような気がする。

進化した AI が複雑な状況を認識

次に、クルマの運転での認知、認識、判断、操作における自動化、特に前三者の自動化にはまだまだ課題が残されていることだ。認知においては、センサーとして、カメラを使うものと、赤外線レーザーを使うもの、ミリ波レーダーを使うものなどに分かれるが、それぞれ一長一短がある(図表 3)。現時点では、これらを組み合わせて使う方式(センサーフュージョン)が主流となっているが、いずれのセンサーも価格が高いため、実用化には製造コスト引き下げが不可欠である。また、複数のセンサーや外部環境から得た情報を一元的に処理するためには単価の高い専用のチップが必要であるが、こちらも汎用チップに切り替えるなどコスト引き下げが必要だろう。

このようにして得られた情報と 3次元地図と照らし合わせるなどで自動運転車が置かれた状況を認識して、次に下す行動について判断を下さねばならない。特に難しいのは危険予測に基づいた行動である。市街地では死角から人が飛び出して来たり、混雑した交差点で人やクルマが目で合図をしながら進んだりすることがある。こういった状況下で自動運転車は高度かつ柔軟な判断・行動を随時行わねばならない。そのため、自動運転車は優れたアルゴリズム(計算方法)を持つ人工知能(AI)が不可欠である。現在、ディープラーニング(深層学習)で人工知能の性能が飛躍的に向上している。自動運転における状況認識や判断においても人工知能を使ってその精度を高めていくことが可能となっており、その成果が期待され

る³。

人間とクルマのかかわり方（HMI）の考慮が不可欠

自動運転技術が実用化するには、それを扱う人間の心理も考慮せねばならない。勝手にクルマが走行すれば、ドライバーを含めた搭乗する人間はいったい何がどうなっているのか不安に駆られよう。かといって、自動運転に関係する全ての情報をドライバーに一度に提供されても困る。必要な情報を必要なタイミングでドライバー等に知らせることが不可欠だ。またレベル 3 では緊急対応のみドライバーが行うものの、適切なタイミングで運転権限をドライバーに移さないと、ドライバーはパニックに陥り、かえって事故を起こしてしまう。むしろ、人間がクルマの状況を把握するだけではなく、クルマが人間の状態を把握して適切な情報を提供する必要がある。つまり、人間とクルマとのかかわり方（HMI: Human Machine Interface）が考慮された自動運転車にする必要がある。

最後に、技術的課題として触れねばならないのは、今後脅威が増すサイバー攻撃への対策である。一番懸念されるのは、外部とつながっているカーナビやオーディオなどの非運転系のシステムからウイルスが浸入して、認知から操作までの運転系システムに誤作動等を起こすリスクがある。サイバー攻撃を放置しておく、そのまま自動運転車が乗っ取られてテロの手段として使われかねない。そのため、運転システムと非運転システムの両者のシステムを切り離したり、正常に動いているかどうかチェックする仕組みを設けたりするなどセキュリティを高めていく必要がある。

トロッコ問題への対応は難題

社会的な課題として、社会で受け入れられるための仕組み作りが必要である。有人運転を前提とするジュネーブ条約やウィーン条約などの国際法、そして道路交通法などの国内法規制の変更は不可避である。例えば、時速 10 キロを超える走行中の自動操舵は国内外の規制で認められておらず、自動運転の障害となっている。ただ自動操舵については現在、国連で議論されており、早ければ 2017 年に国際的にも国内的にも自動操舵が認められる見込みである。自動運転の実現に伴って国内法制を変更する場合、現行の免許制度の妥当性も議論する必要が出てくるだろう。また、自動運転車の走行特性や事故時の対処など自動運転車についての理解を社会に浸透させていかねばならない。

次に、事故時の責任の所在を明確にしておく必要がある。レベル 2 までなら運転者、レベル 4 ならシステム運用者の責めに帰するが、レベル 3 の場合は微妙な線引きとなるだろう。事故時の責任の所在は、法律上の問題を処理するには不可欠な要素となるだけでなく、自動車保険の付保対象とも関係しているため、あいまいな議論は許されない。

さらに自動運転、特にレベル 4 の完全自動運転にはトロッコ問題への対応という難題がある⁴。トロッコ問題とは、多数の命を救うために少数の命を犠牲にしているのかという倫

³ 自動運転分野の AI 研究については、ドイツのポッシュなどの自動車部品大手、米国のアップルやグーグルやウーバーテクノロジーが大学等と連携しながら進めている。日本でもトヨタは AI を使った自動運転技術の研究開発を MIT やスタンフォード大学と協力して行うことを 9 月に発表している。日産自動車も NASA と連携して AI 研究を進めることを公表している。

⁴ トロッコ問題とは、①走行中のトロッコが制御不能となった、②このまま放置するとその前方で作業中だった 5 人が轢き殺されてしまう、③トロッコを別路線に分岐させることは可能であるが、その場合、その別路線で作業中の 1 人が轢かれて死ぬ、こういった状況下でトロッコを別路線に引き込むべきかどうかという問題である。

理学の思考実験であり、実は正解はない。しかし、実際に自動運転を利用するとき、このような事態を想定して対応をあらかじめ決めておかないとコンピューターは判断できない。具体的に言えば、自動運転車は、急に飛び出した歩行者に対して急ブレーキをかけて止まろうとするが、その際、自動運転車の複数の乗客が急ブレーキの反動でフロントガラスに頭を打ち付けて死んでしまう恐れがある。このような場合、自動運転車はどちらを優先すべきかその場で判断できないため、事前に決めておく必要がある。だが、そもそも正解がないトロッコ問題に対して事前に決めておくことは可能なのだろうか。

4. 自動運転の将来と自動車産業の方向性

最後に、自動運転と自動車産業の行方を展望したい。まず、どうして先進国の自動車産業が本気になって自動運転に取り組んでいるのか考える。

自動運転車の開発は先進国の潜在的な市場を狙い

先進国の自動車産業は岐路に立たされているとあってよい。先進国人口の増加鈍化や減少で市場拡大に期待が持てない中で、若年層を中心にクルマ離れが進んでいる。こうした状況下で自動車産業が成長を続けるために、ターゲットとする潜在市場は大きく二つある。一つは今後拡大が見込まれる新興国・途上国市場である。これらの国では中間層が成長しており、モータライゼーションが進行していくと見込まれている。ただ、これらの国で自動車市場が力強く拡大するには、現時点では彼らの所得が高くないため、今しばらく時間がかかり、また国によっても市場拡大が開始する時期は異なる。現時点で同市場に浸透するためには、クルマの価格に手を付けざるを得ないかもしれないが、だからといって安くすれば売れるというわけでもないのは、タタ社の「ナノ」の不振を見てもわかる。

もう一つは、先進国の国内にある。高齢者や女性など従来ではクルマの運転に消極的な人々の市場である。先進国では高齢化が進むだけでなく、高齢者や女性等の社会進出が進んでいて自動車産業にとって無視できない潜在的な市場となっている。ただ、高齢者や女性にとって合流や車庫入れなどの一連の自動車運転は難しい。また、高齢者は運転中に体調が悪化するリスクを恐れて自動車運転に踏み切れない。自動車産業が自動運転に取り組む理由はここにあるとあってよい。実際、総務省のアンケート調査では、自動運転車の利用意向について年齢別に見ると、自動運転車の利用に前向きと回答した割合は60代以上が約6割と最も多い⁵。この市場であれば、自動運転という付加価値で勝負することができるので、あえてクルマの価格を安くする必要はない。

自動運転は自動車市場の多様化を促進

自動運転が実現すれば、運転者は運転に充てていた時間を自由にすることができる。娯楽に興じることもできれば、運転以外の仕事を遂行することもできる。クルマの車内空間が居間になったり、オフィスになったりするわけだ。自動運転で空いた時間を運転者にどのように活用してもらうか、そういった活動にふさわしい空間を提供できるかが自動車メーカーにとって新たな事業機会となる。

⁵ アンケートの正式名称は総務省「社会問題解決のための新たな ICT サービス・技術への人々の意識に関する調査研究」2015年3月にまとめられた。なお、ボストンコンサルティンググループは自動運転車の購入意向について年齢別アンケートを実施しており、年齢が高いほど自動運転車の購入意向が高いことを明らかにしている（2015年9月16日付同社プレスリリース資料）。

また、自動運転はクルマの利用目的の多様化を促すだろう。これは、クルマが所有から利用の対象にシフトしていることと関係する。従来、クルマは社会的ステータスを表し、所有することが重要であった。だが、新しい市場を構成する人々は、利用することに主眼を置く人々であり、所有にこだわらない。移動手段の他にもクルマを利用する目的があれば、さらにそのクルマを利用する可能性がある。例えば、乗れば乗るほど健康になり、きれいになるクルマが開発されれば、健康や美容に関心を持つ人々はその車を移動時に、もしくは時間のある時に利用するに違いない。こうした利用目的にあったクルマのサービスを提供することも自動車メーカーなどの事業機会になるに違いない。

メガサプライヤーや異業種の企業も参入へ

ただ、自動運転車の市場には自動車メーカーにとって影響力を持つだけでなく、脅威となる恐れのある企業がいくつか存在する。まず、ドイツのボッシュ、コンチネンタル、ZFなどメガサプライヤーである。彼らは自動車メーカーに直接部品を納入するだけの立場ではない。自社が弱いハードやソフトの技術を持つ企業や部門を買収したり⁶、異業種と開発等の提携をしたりする⁷などで自動運転に関するハード・ソフトの一連の技術を保有しており、自ら自動車メーカーに関連技術の導入を提案できる立場にある。また、ソフトウェア技術者を社内に多数抱えていて⁸、人数では自動車メーカーに勝るとも劣らない。自動運転の実現にあたって自動車メーカーがメガサプライヤーの意向を無視して進めることは困難となっている。

また、グーグル、ウーバーテクノロジーズ、そしてアップルのような異業種の企業の動きも見逃すわけにはいかない。特にアップルは現在のところ公表していないものの、電気自動車の開発を進めているとの話があり、その電気自動車には自動運転技術が導入されると噂されている。彼らは自動運転を実現するだけでなく、クルマに新たな付加価値を盛り込むことに成功して、ユーザーの関心を惹きつけ、自動車メーカーから市場を奪ってしまう可能性もある。

異業種を含めた自動運転車の開発の取り組みについて図示すると **図表 4** のようになる。こうした状況下で、自動運転車の実現は、既存の自動車メーカーにとって新たな市場拡大という福音となるのか。それとも、メガサプライヤーや異業種の企業の参入で競争激化して自動車メーカーのこれまでの地位が低下してしまうのか。

今後数年の自動運転開発は自動車メーカーが主導

結論から申し上げますと、自動運転の実現と普及は、今後 5 年程度は自動車メーカーによって主導されると見ている。

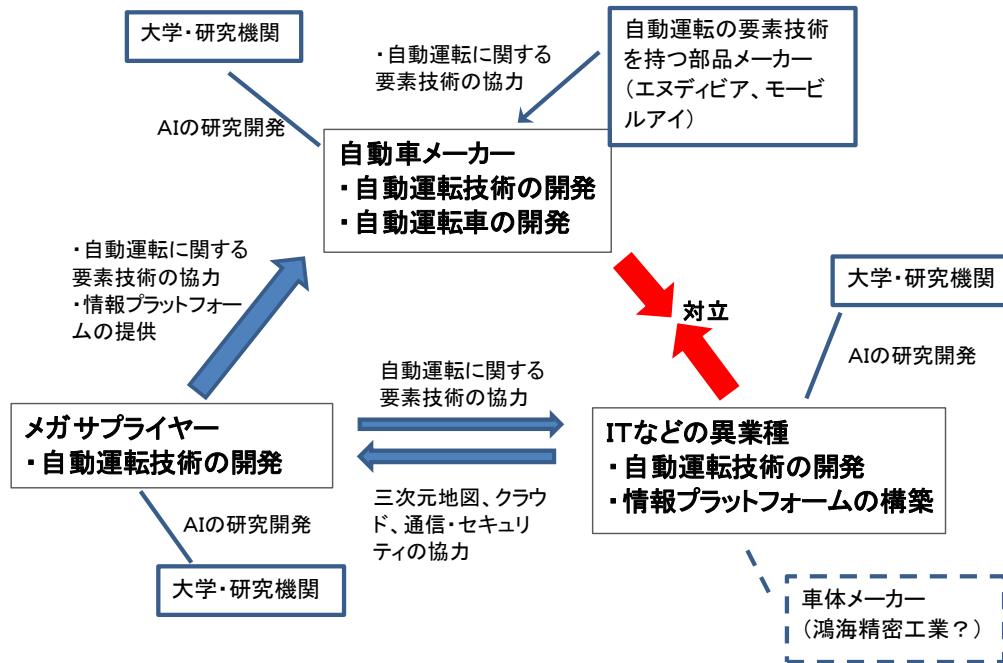
確かに、ソフトウェア技術者の数でメガサプライヤーに劣っている自動車メーカーも存在

⁶ コンチネンタルはフィンランドの IT 大手のエレクトロビットから運転支援や娯楽情報などソフトウェア部門を 5 月に 6 億ユーロで買収しており、ZF は米国の車載センサーやブレーキ技術に強い TRW オートモーティブを 2014 年 5 月に 120 億ドルで買収している。

⁷ ボッシュとコンチネンタルはグーグルと自動運転車開発で連携しており、さらにコンチネンタルは IBM (クラウドサービス)、シスコシステムズ (通信・セキュリティ)、ヒア (地図・位置情報) と組んで自動運転のプラットフォーム「eHorizon」の開発を行っている。プラットフォーム「eHorizon」について自動車メーカー 10 社が導入を検討している。ZF は都市型の移動手段として提案する「アドバンスド・ユーティリティ・ビークル」はグーグルのクラウドサービスと連携している。

⁸ ボッシュとコンチネンタルは 1 万人以上のソフトウェア技術者を社内に抱えている。

図表4 自動運転車の開発をめぐる取り組み



出所:筆者作成

する。しかし、仮にメガサプライヤーに劣っていたとしても、自動車メーカーは彼らを通さず、自動運転技術を持つ部品メーカーと直接提携して研究開発を進めることも可能であり、実際そういったケースも出てきている⁹。つまり、メガサプライヤーの自動運転の技術力は侮ることはできないが、クルマ作りの総合力から考慮すると、依然として自動車メーカーに軍配が上がる。メガサプライヤーが自動運転技術を使って自動車メーカーに対する交渉力を多少上げたとしても、自動運転の覇権を握るところまではいかないだろう。

ただ、ポッシュやコンチネンタルなどメガサプライヤーがグーグルの自動運転の開発に協力しており、異業種連合を組んでいる点が気になる。異業種の参入については以下説明するが、彼らの自動車市場への参入にメガサプライヤーが手を貸すことで、次代の自動車市場の覇権を握る可能性のある企業に影響力を行使するための布石かもしれない。

IT企業は自動車の新たな付加価値を創出へ

異業種の企業の強みは、クルマに自動運転だけでなく、他の機能を追加することで新たな付加価値を盛り込むことができることである。

例えばスマートフォンは、アップルが携帯電話をベースに開発したが、インターネットとつないでさまざまなアプリが使えるようにしたことで、携帯電話に新たな付加価値を盛り込むことに成功した。ユーザーはスマートフォンに通話以外の新たな価値を見出しており、今ではスマートフォンは携帯電話市場の主力商品まで成長している。

実際、異業種はスマートフォンをクルマにつなげる動きを見せている。現在、スマートフォンを使ってカーナビやオーディオを外部のネットワークに接続することで車内で過ごす

⁹ 米国の映像処理用半導体メーカーのエヌディビア社やイスラエルの映像認識チップメーカーのモービルアイは自動運転技術部品について内外自動車メーカーと直接取引を行っている。

運転者等の利便性や快適さを向上させる動きがある。また提供する情報として走行に必要な情報だけでなく、娯楽情報（インフォティメント）まで想定されている。さらにグーグルやアップルはスマートフォンとカーナビなど車載機器との接続規格を策定しており、このようなスマートフォンと車載機器をつなげる動きを加速させている。彼らは自動運転技術まで手に入れることができれば、クルマの利便性や快適さをさらに向上させるだけでなく、クルマでの移動そのものもサービスとして提供できるようにするだろう。

事実、インターネットを使って自動車移動に関連する新たなサービスも立ち上がっている。欧州では、同じ目的地に向かう知らない者同士をITでつなげて一台のクルマを使う「ライドシェア」のビジネスが勃興している。このライドシェアは、移動手段の提供というよりは人間関係を拓く出会いの場を提供する意味合いが強い。他にも、走行地点ごとの広告配信、運転状況に応じた保険料率を変える自動車保険、クルマの空きスペースを活用した貨物の効率的輸送が考えられている¹⁰。

自動運転が異業種によって実現すれば、クルマとインターネットの接続が促進されてクルマの新たな役割が発見され、「ライドシェア」のようなビジネスが続々生まれるだろう。その結果、ユーザーに移動の手段以外のクルマの存在意義を発見させてくれるかもしれない。

蓄電池としてのクルマの役割も増加へ

また、蓄電池としてのクルマの役割が重視されるようになるかもしれない。太陽光や風力など再生可能エネルギーが社会に普及すると、エネルギー消費地の近くに小規模な発電所などを分散配置する分散型エネルギーシステムが必要となる。再生可能エネルギーは電力供給を安定して行うことは難しく、バッファが不可欠である。その際、期待されているのが蓄電池である。電力が過剰供給されるときには余剰電力を蓄電池に蓄え、電力が不足するときには蓄電池から放出して補う。この蓄電池を次世代社会の電力需給の調整弁として使いたいところだが、蓄電池の製造コストが高いために、なかなか普及せず、政府が補助金を付けて普及を促進しているのが現状である。

そこで、電気自動車に搭載した蓄電池を電力需給の調整弁としても活用するというアイデアがある。蓄電池単体では事業採算に乗らないが、自動運転技術を使って電気自動車の無人タクシーやカーシェアリングなどの輸送事業を併せて行えば、採算に乗るのではないだろうか。クルマの利用に関心を持っていても所有にこだわらない人々が増えている中で、利用料金を思い切って引き下げることができれば、彼らにとって駐車場も要らない無人タクシーやカーシェアリングは魅力的だろう。利用料金は、無人化することに加えて、運転車両の投資コストも調整弁としての蓄電池への投資という部分もあるため低く抑えることができる。一方、電力会社として、比較的健全な財務体質から、電気自動車の大量購入を可能とするだけでなく、国内各地に遊休地を抱えていることから電気自動車の駐車場として転用しやすい。また、公益性を重視する電力会社として、人々の足を確保し、地域の産業を振興するといった観点からも自動運転事業に関与してもおかしくない。

電力会社が自動運転事業に乗り出すというのは、突拍子のない発想のように思えるかもしれない。ただ自動車の電動化という流れを考慮すると、電気自動車に自動運転技術を搭載することは困難ではなく¹¹、またこれまで述べてきたように電力会社が電気自動車を使った自

¹⁰ 清水誠「IoTによりクルマをつなげて新しいモビリティの提供へ」日本政策投資銀行『今月のトピックス』No.231-1、2015年5月22日

¹¹ 電気自動車メーカーのテスラモーターズは10月から半自動運転のソフトを配給している。日産自動車

動運転事業にはメリットが多い。

もちろん、現状の電気自動車の価格がまだまだ高い上に、搭載する蓄電池のエネルギー容量が小さく、寿命が短いなどの問題点がある。また電力調整弁としてのニーズと人員輸送のニーズのタイミングがうまくずれぬかどうかは現時点ではわからないため、実証実験を繰り返して確かめる必要がある。しかし、将来的には、自動運転の普及はクルマの蓄電池としての役割を増大させ、電力会社等が自動車ユーザーに移動サービスを提供するようになるかもしれない。

異業種参入への警戒感

異業種の自動運転車市場への参入によって、移動手段としてのクルマの役割は相対的に低下するだろう。多くのユーザーはこれまで自動車メーカーが重視していた乗り心地のよさや運転者のわくわく感など見向きもしなくなる恐れもある。最終的には、クルマはコモディティとなり、自動車メーカーは携帯電話の端末メーカーのような存在になってしまうかもしれない。

もちろん、こういった事態を自動車メーカーは警戒している。現在、異業種から提供される新たなソフトウェアについて自動車メーカーは無条件で取り入れていない。それは、運転における安全性の確保という観点もあるが、将来、クルマがコモディティ化することを懸念していることもあるだろう。またグーグルやアップルもスマートフォンとのインターフェース規格である「グーグル・アンドロイドオート」「アップル・カープレイ」を策定しているものの、自動車用の新たなアプリの提供は慎重に行っており、また新たな機能を持つ自動車用のアプリを開発するキットも第三者には公開していない。つまり、自動車メーカーは新しいクルマを作る主導権を新規参入組に渡すまいと懸命に防戦しているのだ。実際、スマートフォンと車載機器とのアクセスについても自動車メーカーが自ら取り組んでおり、彼らの機先を制しようとしている。つまり、クルマとインターネットとの接続についても、自動車メーカー主導で行い、創出された付加価値をこのまま確保するつもりなのである。

電力会社が蓄電池として電気自動車を活用した場合、自動車メーカーとして恐れるのは彼らが購買力を武器として車体価格の引き下げ圧力をかけてくることであろう。消費者と違って法人が取引相手であるため、これまでとは異なる激しい価格交渉が予想される。だが、自動車市場は供給者が限られた寡占市場であり、需要家が圧力をかけても自動車メーカーに一定程度の価格支配力が存在するため、思った以上には車体価格は下がるまい。

したがって、異業種の同市場への参入は進んだとしても限定的であり、今後 5 年程度の自動運転車の開発と普及は自動車メーカーによって推進されると見る。

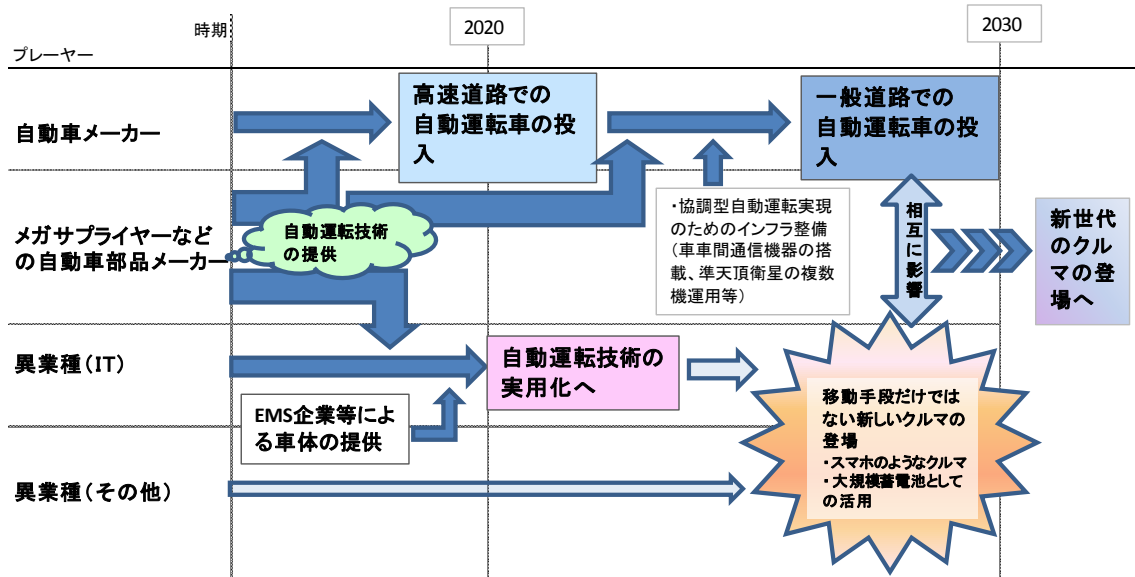
2020 年頃に自動車産業の地殻変動も

その後についての自動車産業は、自動運転を巡ってどのようになっていくか図表 5 のように示したが、正直のところはわからない。おそらく自動車産業以外の異業種も様々なシミュレーションを行い、自動車産業への参入の可否を検討していよう。

特に、異業種にとって、意のままにならない既存の自動車メーカーではなく、使い勝手のいいクルマの車体メーカーと提携して、彼ら主導で新しいクルマを作りたいところだ。問題

は 2015 年の東京モーターショーで近未来の自動運転のコンセプト「IDS コンセプト」を発表しているが、これらの自動運転車は電気自動車をベースとしている。

図表5 今後の自動運転車の道筋と課題



<技術的課題>

- ・高精度の3次元地図
- ・センサーの低価格化
- ・人工知能(AI)の進化
- ・人間と機械との最適な関わり方の実現
- ・サイバー攻撃への対策

<社会的課題>

- ・内外法制度の変更
- ・事故時の責任の所在
- ・トロッコ問題への対応

<異業種の課題>

- ・自動車メーカーとの協調による車体の入手、もしくは、独自の車体開発 (EMS企業からの入手を含めて)

(出所)筆者作成

は、異業種の企業にそのようなクルマの車体を提供してくれるメーカーが現れるかどうかである。異業種企業が自前でクルマを作るには部品点数の多さや安全性の確保の観点からハードルが高すぎる。となると、彼らに車体を提供してくれる新興自動車メーカー、もしくは鴻海精密工業のようなEMS (Electronics Manufacturing Service: 電子機器受託製造サービス) 企業が自動車産業で現れるかどうかにかかっている。その場合、彼らの自動運転車の中心は、ガソリン車よりも部品点数が少なくすみ、製造のハードルが低い電気自動車になるだろう。実際、電気自動車ではテスラモーターズのような新興企業が台頭している。

このような電気自動車が提供されたとき、異業種の企業は意のままに新しいクルマを生み出すことができるようになる。その時には、電力会社とIT企業が提携してこれまでとはコンセプトの異なるクルマを手ごろな価格で展開する可能性がでてくるだろう。そうした事態が生じたとき、これまでの自動車メーカーは壊滅的な打撃を受け、世界の自動車産業は大規模な地殻変動を経験するのではないか。

問題は、移動手段以外に重きを置く電気自動車の車体がいつごろ開発・生産されるかである。そのような電気自動車の車体が開発されているかどうか現時点では不明であるが、一部メディアによると、早ければ2020年頃にEMS企業がITなどの企業に電気自動車を提供する可能性があるという¹²。もしくは、テスラモーターズのような電気自動車メーカーの新

¹² アップルが現在、電気自動車の開発を行っており、2019年に発売するとの関係者の話を2015年9月21日付けのWall Street Journalで紹介している。また鴻海精密工業は2013年にカーエレクトロニクスを扱う事業部門を設立したが、同部門では電気自動車の製造まで扱う見込みである(2015年7月24日付日経産業新聞)。

興企業の経営者がグーグルやアップルなどとの提携に踏み切れば、その時期は早まるかもしれない。

材料メーカーに新たなチャンスも

最後に、このような自動運転の開発と自動車産業の展望を踏まえて、材料メーカーはどのような戦略をとるべきか。以下3点について論じたい。

まず、第1点として自動運転の発展と普及に伴い、クルマに移動手段以外の新たな機能と付加価値が生ずることが予想されるために、こうした変化を事業機会としてとらえていく必要がある。クルマの車内空間がリビングになったり、オフィスになったり、はたまたエステサロンになったりするのである。事実、ZMPの谷口社長は、2020年に走らせるロボットタクシーは運転席のスペースが不要なので、観光客向けに案内表示する大型ディスプレイの設置やビジネスマンが移動中に仕事できるようにオフィス仕様にするを話し合っており、ディスプレイメーカーや家具メーカーと協議を進めているという¹³。ただ、そのままクルマの車内に家の中で置かれているようなディスプレイや家具を置くわけにはいかない。例えば移動によって生じる振動や車内の高温にさらされることもあるため、それらの材料に耐振動性や耐熱性などが求められる。こういった知見を持つのは、クルマの材料を扱ってきた材料メーカーである。また総合的な材料メーカーには、電気機器や家具などの材料を提供してきた技術と実績があり、社内の幅広い技術を統合することで自動運転の発展に伴うクルマ車内の空間変化に対応することができるだろう。

第2点として、短期的にはともかく、5年後の自動車市場の覇権を握っている企業は予想がつかないことだ。だからこそ、材料メーカーは、今から自動運転に積極的な異業種の企業と接点を持つ必要がある。その際、参考になるのはドイツのメガサプライヤーのやり方であろう。企業買収や異業種連携で自動運転に関する圧倒的な技術を保持して自動車メーカーに先回りして提案しつつ、グーグルにも同技術を提供することで保険をかけておく。こういったしたたかな視点が今後、材料メーカーにも必要ではないだろうか。

最後に、自動運転が普及していき、クルマの電子化が進展するにつれて、自動車走行に関するビッグデータが、自動車メーカーか、もしくはITなどの異業種企業に蓄積していくことである。これらのビッグデータから、例えば車種や走行履歴に応じた燃費等のデータ情報を取り出すことができるため、これまで使用していた材料が走行性能にどの程度影響したか検証することが可能となり、次世代のクルマを開発する際の重要な情報となる。これらの情報にアクセスできる企業と提携することがクルマの材料を提供する材料メーカーの命運を握るのではないか。

(ご注意)

- ・当資料は信頼できるとされる情報に基づいて作成されていますが、東レ経営研究所はその正確性を保証するものではありません。内容は予告なしに変更することがありますので、予めご了承ください。
- ・当資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、何らかの行動を勧誘するものではありません。当資料に従って決断した行為に起因する利害得失はその行為者自身に帰するものといたします。

¹³ 2015年6月11日付日経AutomotiveのZMP谷口恒社長へのインタビュー記事