

第5回 自動運転

ぶぎん地域経済研究所 調査事業部 副部長兼主席研究員 藤坂 浩司

はじめに

先端産業レポートⅡの第5回は「自動運転」を取り上げる。自動運転は自動車に関連する先端技術の1つで、近年、自動車業界で関心が高まるCASE【Connected（コネクテッド）、Autonomous（自動運転）、Shared & Service（シェアリング&サービス）、Electric（電動化）】と呼ばれる4つの技術トレンドの1分野である。

わが国を含めて世界各国の自動車産業が盛んな国を中心に開発が進められている。本稿では、自動運転の概況を示すとともに、本県での関連する動向についてまとめ、今後の発展の課題について述べる。

自動運転の定義とこれまでの普及状況

自動運転とは、人間の視覚による認識と判断に基づいて行っていた自動車の運転操作を、人間に替わり機械が行う（または人間の運転操作を機械が支援する）システムの総称を指すもので、技術開発の目的は大きく、①「交通事故の削減」、②「交通渋滞の減少」、③「物流効率性の改善」、④「運転者の負担軽減」、⑤「新たな付加価値の創出」に分類される。中でも少子高齢化社会が進展するわが国では、①と③に関連して、運転ミスを原因とする交通事故の撲滅と、労働生産人口の減少によるプロドライバー不足への対応が喫緊の課題となっており、自動運転技術を搭載した車の普及に期待が高まっている。

■図表1：自動運転の定義

レベル		概要	安全運転に係る監視、対応全体
運転者が全てあるいは一部の運転タスクを実施	レベル0 運転自動化なし	運転者が全ての運転タスクを実施	運転者
	レベル1 運転支援	システムが前後・左右のいずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
	レベル2 部分運転自動化	システムが前後・左右の両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
自動運転システムが全ての運転タスクを実施	レベル3 条件付運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内）・作動継続が困難な場合の運転者は、システムの介入要求等に対して、適切に対応することが期待される。	システム (作業継続が困難な場合は運転者)
	レベル4 高度運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内）・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない。	システム
	レベル5 完全運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定領域内ではない）・作動継続が困難な場合、利用者が応答することは期待されない。	システム

内閣官房 IT 総合戦略室「高度自動運転実現に向けた政府全体の制度整備大綱に向けた動き」資料を基に当研究所で作成



わが国では自動運転について現在、6段階の定義（図表1）に分類をしている。ドライバーが運転の全てを行う「レベル0」から、全ての運転操作を機械やコンピュータが自動で行う「レベル5」までに分類されているが、これまでに「レベル2」の部分運転自動化までは普及が進んでいる。図表2は、一般社団法人日本自動車工業会がまとめた「乗用車の車両安全装備の実施状況（2017年）」の中から、自動運転に関係の深い車両の安全装置の装着状況を抜き出し表に示した。このうち衝突被害軽減ブレーキについては、2020年1月31日、国土交通省が新車乗用車については装着を義務付けることを発表している。国産車の新型車は2021年11月の販売から対象となる。

「レベル3」以降が 今後の自動運転の開発の焦点になる

上記の通り「レベル2」までは、人間が運転の主体であるのに対して、今後の自動運転の技術開発は当面は「レベル3」「レベル4」に焦点が絞られている。「レベル3」「レベル4」では、運転の主体は人間に代わりシステムが担う。

「レベル3」以降の自動運転の主だった仕組みは、走行中の外部の状況をカメラやセンサーで捉えて画像を認識し、その分析結果を判断して、ハンドル操作やブレーキ、アクセルなどの車両操作を繰り返し指示させるものだ。自動車本来の構造やシステムは変わらずに自動運転に必要な装備が付加されると考えれば良い。

「レベル3」以降の自動運転に必要な技術は多岐にわたる。主なものとしては、車両の走行中、他の車両（車や自転車）や歩行者の位置など周囲の状況を把握、分析していく認識技術をはじめ、走行中や駐車時の車両の位置を特定させる位置特定技術、走行時に突然、人間が飛び出してくるかもしれないなど、起こりうる危険を察知する予測技術などである。中でも最も難しい認識技術では、ステレオカメラ（複眼カメラ）やレーダー、光技術を活用したLiDAR（ラ

■図表2：自動運転に関連する安全装置の種類と普及状況（2017年現在）

安全装置の種類	装着車台数	装着率
車間距離警報装置	2,767,419台	68.5%
車線逸脱警報装置	2,564,827台	63.5%
衝突被害軽減ブレーキ	2,593,939台	64.2%
ペダル踏み間違い時加速抑制装置	2,637,227台	65.2%
定速走行・車間距離制御装置	1,060,099台	26.2%
車線維持支援制御装置	915,871台	22.7%

一般社団法人日本自動車工業会「乗用車の車両安全装備の実施状況（2017年）」をもとに当研究所で作成
対象車は軽自動車を含む乗用車（3、5ナンバー車）で装着率は全生産台数に対する比率

イダー）と呼ばれる光学技術を複数搭載したシステム（写真1）と、状況を認識して判断を行う際に重要な役割を担うAI技術である。AI技術は危険予測にも使われている。

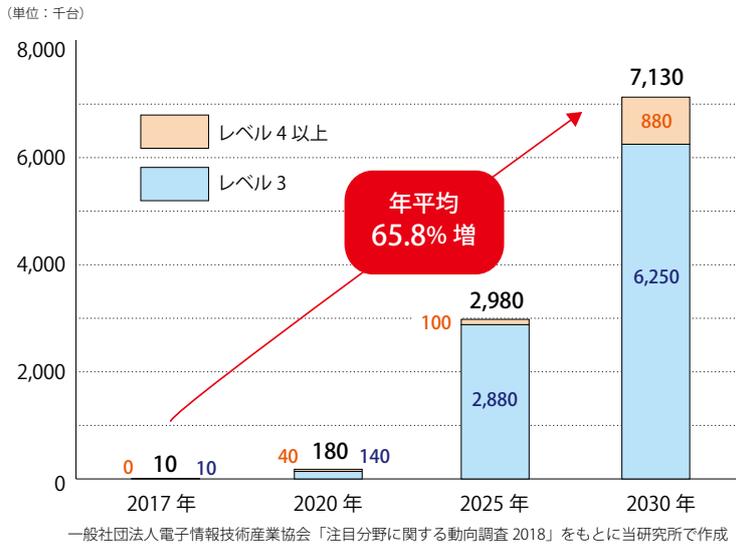
これら技術は、従来の自動車の製造とは無関係の技術が多い。そのため、ピラミッド構造と呼ばれる自動車メーカーを頂点にした製品組立てに必要な部品調達システムの構造とは異なる企業間取引を発生させる。自動運転に必要な中核技術は、エレクトロニクス技術とソフトウェア技術を融合させた

写真1：LiDARを設置した自動運転車両



自動運転 EXPO2019、AutoX ブースで当研究所撮影

■ 図表 3：自動運転車の生産台数見通し



ものであることから、自動車業界外の IT 企業も数多く市場参入している。近い将来、自動運転は EV など他の先進技術と並んで、自動車産業の今後の勢力図を決めるための主戦場になると考えられる。

図表 3 は一般社団法人電子情報技術産業協会がまとめたレベル 3 以上の今後の自動運転車の世界生産台数の見通しを表している。2020 年時点では全世界で 18 万台規模と予想されるが、2025 年には 20 年対比で 16.5 倍の 298 万台にまで生産が拡大すると見ている。さらに 2030 年には 25 年対比で約 2.4 倍の 713 万台へとさらに飛躍が見込まれており、自動運転を巡る国際間競争がさらに激しさを増しそうだ。

自動運転に対するわが国の取組

わが国における自動運転の歴史は 2005 年に開催された「2005 年日本国際博覧会」(通称：愛知万博) で、トヨタグループが開発した電波磁気誘導式のバスシステム「IMTS」と呼ばれる専用道路上を自動運転のバスが運行したことに始まると言われている。本格的に取組がスタートしたのは、2014 年度から政府が省庁横断的研究開発プログラムとして取組んでいる「総合科学技術・イノベーション会議戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP) に基づく「自動走行システム」の推進である。

同年 6 月に「官民 ITS 構想・ロードマップ」を策定し、これまでに策定・改定(最新版は「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」)を繰り返してきた。

同計画では、2020 年までに世界一安全な道路交通社会の構築、世界最先端の ITS の構築を築く観点から、①安全運転支援システムの普及促進、各種安全支援車載装置の設置推進 ②安全支援を含む各種情報提供システムの開発・導入 ③歩行者等に対応できるセンサー・システムの研究開発・普及

に取り組んでいる。

政府はその中で 2020 年までに「レベル 3」以上の自動運転を実現するために、2018 年 4 月、「自動運転に係る制度整備大綱」をまとめた。本大綱に基づき、関係省庁で道路交通関連に関する法制度の見直しの検討が行われ、2019 年、改正道路交通法及び改正道路運送車両法が施行された。これは現行の道路交通法が自動運転車両の走行を念頭に作られたものでなく、実用化には新たな法整備が不可欠となるためである。政府は法律改正に基づき、2020 年を目途に高速道路における自動運転「レベル 3」の実用化、同じ 2020 年までに、限定地域における無人自動運転移動サービス「レベル 4」の実用化を目標に掲げている。

埼玉県の動向

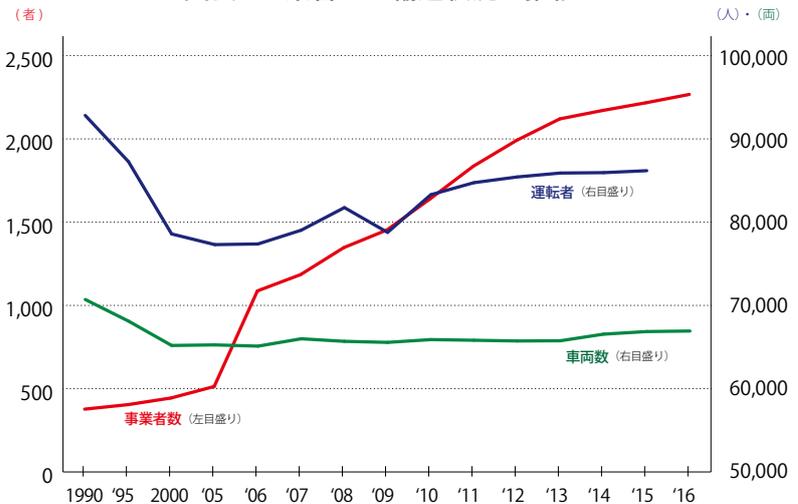
こうした国の動きに対して本県内でも自動運転に対する取組が進んでいる。本県内では主に自動運転バスの実用化に向けた取組が進んでいる。川口市は国際興業株式会社(東京都中央区)と 2019 年 1 月に連携協定を結び、市内の SKIP シティと埼玉高速鉄道の鳩ヶ谷駅間で自動運転バスの実証運行を計画している。本協定は、内閣府の近未来技術等社会実装事業で 2018 年 8 月に選定されたことに基づく。また、さいたま市では埼玉高速鉄道の



浦和美園駅周辺の公道で、乗客を乗せた状態で自動運転バスの実証実験を2018年9月に行った。本実験は群馬大学の協力を得て実施したもので、群馬大学はこの他にも2019年に開催されたラグビーワールドカップの大会期間中に埼玉県と連携して、熊谷ラグビー場（熊谷市）での試合日にシャトルバスの発着場から会場近くの駐車場までを走行させた。

県もこうした動きに連動して、2019年度から先端産業創造プロジェクトの一環として、新規補助事業「埼玉県スマートモビリティ実証補助金」をスタートした。本事業はスマートモビリティ領域における将来の事業化を促進させるためのもので、第1回は、埼玉高速鉄道株式会社（さいたま市）が「2019年浦和美園駅周辺における自動運転、公道実証実験」、埼玉工業大学（深谷市）が「公道走行可能な自動運転バスの実験車両とAIの実用化・市販化」、株式会社ビコー（毛呂山町）が、「自動運転バスの社会実装に向けた計画策定と実証試験の実施」でそれぞれ採択されている。

■図表4：乗合バス輸送状況の推移



公益社団法人日本バス協会の資料をもとに作成

図表4は、国内の乗合バス輸送状況を示したもののだが、バス事業者は増加しているのに対して、ドライバーの供給が追いついていないことがわかる。

現在、自動運転バスの取組は日本各地で実証実験が活発化（図表5）している。背景には、プロドライバーの不足や過疎地域における高齢者などの日常の交通手段確保などがある。本県でも進められる自動運転バスの実証実験を通じて、今後の地域経済にどのような効果が得られるのか期待が高まっている。

■図表5：全国各地で行われる自動運転バスの実証実験（一部）

年月	機関	地域	レベル
2018年2月	国土交通省	長野県伊那市	レベル3
2019年1月	SBドライブ、愛知製鋼、全日本空輸	羽田空港	レベル4
2019年2月	神奈川中央交通、SBドライブ	東京都多摩市	レベル3
2019年3月	京阪バス	滋賀県大津市	レベル3
2019年4月	名古屋鉄道、名鉄バス、群馬大学	愛知県尾張旭市、長久手市	レベル3
2019年6月	SBドライブ	東京都港区「イタリヤ街」	レベル4
2019年8月	宇都宮市、群馬大学	宇都宮市	レベル3
2019年8月	小田急電鉄、江ノ島電鉄、SBドライブ	神奈川県藤沢市	レベル3
2019年9-10月	大分市、群馬大学	大分市	レベル2
2019年10月	群馬大学、八丈島観光協会	八丈島	レベル3
2019年12月	埼玉工業大学	深谷市ほか周辺自治体	レベル3
2019年12月	大阪市高速電気軌道、SBドライブ	大阪市住之江区、此花区	レベル3

各種データをもとに当研究所で作成

①マレリ株式会社（さいたま市北区）

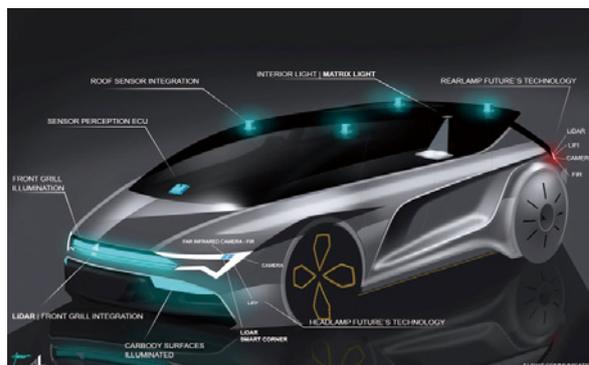
自動車部品メーカー Tier1 のマレリ株式会社は、自動運転技術を今後の事業戦略領域の1つとして捉えて対応を進めている。自動運転技術の具体的なターゲットとして、「レベル4、5」の高次のレベルのみではなく、「レベル2、3」も視野に入れ取り組んでいる。「レベル2」は、人間が自動車を運転し、自動運転技術がそれをサポートする状態を指す。人間中心のドライビングの中で、運転に必要な情報を効率よく提供する“コミュニケーション”技術を同社は得意としており、自動運転でもその点に焦点を当てている。

すでに市販車の多くには、「オートパイロット」と呼ばれる自動運転機能が備えられているが、現状は、走行中に速度や車間距離を運転手が手元スイッチで細かく設定する必要がある。マレリはこうした操作を極力簡易に行えるよう音声認識に変更したり、ディスプレイやスイッチ類を極力なくして、必要な時だけヘッドアップディスプレイと呼ばれるフロントガラスにデータを浮かび上がらせる技術の開発を進めている。グローバルテクノロジーセンターの堀亮一センター長は、「今後5年から10年の間は、完全自動運転より運転支援としてのレベル2から2.5が中心になるのではないかと予測している。

写真2：次世代キャビンをイメージした車両



写真3：車両のセンシングイメージ



その一方で、同社は自動運転の次のステージを睨んでの開発も進めている。その1つに次世代型ヘッドランプがある。ヘッドランプの内部に自動運転用のセンサー、カメラ、LiDARを組み合わせた一体型モジュールを組み込み、自動運転車の「目」の役割を果たす機能を持たせるものだ。LiDARと呼ばれる機器は、通常、車の屋根の上に設置して回転方式でレーザー光を反射させて対象物までの距離を測定するタイプが一般的だが、マレリはベルギーのセンサーメーカーや、2018年に事業買収したフランスのIT企業「SmartMeUp」の技術を活用して、自動運転や運転支援のための新しいセンシング及び情報認識技術の開発を進めている。さらには、ヘッドランプを光源にして、路上に文字を浮かび上がらせドライバーへの危険通知や外部とのコミュニケーションを行える技術にも取り組んでおり、同社は2023年中の実用化（写真3）を目指している。

また、同社は前身のカルソニックカンセイ時代から、開発に力を入れる「コックピットモジュール」も、今後の自動運転技術の進化次第で大きくビジネスの方向性に変化が求められる可能性がある。コックピットモジュールは、スピードメーターなどの計器類やエアコン、カーナビゲーション、ダッシュボードなどを一体的に組み付けた製品だが、自動運転が「レベル5」になれば、人間は車の操作をする必要はなくなる。「車の操作機能は必要ないので、コックピット自体がなくなる。車内空間は快適な居室の



空間として活用するようになる」(堀センター長)と予想している。

自動車を巡る技術が急速に変化しているが、マレリでは自動運転技術を含めてCASEと呼ばれるこれまでの車づくりのプロセスにはなかった新分野での開発投資を巡り、従来の企業間取引だけでは対応できず、ITやAIなどを中心に米国のシリコンバレーやカナダ、イスラエルなどのベンチャー企業との関係構築を急いでいる。

②UDトラックス(上尾市)

UDトラックスは2018年4月に発表した次世代技術ロードマップ「Fujin & Raijin(風神雷神)ービジョン2030」の中で、今後の技術開発の方向性として「自動運転」と「電動化」の2つの技術に注力することを明確化した。「自動運転」と「電動化」はどちらも高度なエレクトロニクス技術が必要とされるが、同時にシステム制御の協調など親和性が高いと言われている。このうち「自動運転」についてUDトラックスは、国内トラックメーカー他社に先行して、2019年8月、国内初の大型トラック自動運転の実証実験(写真4)に成功している。そして、2020年中には、自動運転を実用化し、2030年へ向けて量産化することを目標にすると公表している。

同社が実用化を目指している自動運転技術は、「レベル4」と呼ばれる限定領域内を運転手の操縦を伴わない状態で車両を運行させる技術である。あらかじめ決めた走行コースを車載コンピュータに正確に記録させた上で、実際に走行する車両には、備え付けられたアンテナを通じて、全地球測位システム(GPS)の情報を受け取りながら車両の位置を精緻に確認していく。さらに、車両周囲の障害物を3次元で検知する装置「LiDAR」が取り付けられている。同社の自動運転トラックは既存のトラックをベースに自動運転専用開発された技術が搭載されている。一般的に、完全自動運転とはレベル5と言われる、どのような走行環境で

写真4：レベル4の実験車両



あっても自動走行できる車をイメージしやすいが、同社は、「事業者の観点から言えば、(商用車の)レベル4は完全自動化である」(平塚龍太 イノベーション&デザイン バイスプレジデント)とする。

また、限定地域の具体的なイメージとしては、「工場」「農場」「港湾」の3分野を有望市場に挙げている。2019年8月、北海道内で行った実証実験は、ホクレン農業協同組合連合会の製糖工場周囲の公道及び構内約1.3キロメートルにおいて他の車両や歩行者などの一般交通を遮断し、平均時速20キロメートルで自動走行し成功させたものだが、道内で自動運転の実証実験を行ったのは、北海道庁が自動運転の技術開発や実験の誘致を積極的に進めていることに対応したものである。すでに同社は実用化を見据えて、各地の事業者などと交渉を進めているが、本社のある埼玉県内では、同社が考える自動運転に適した案件が現時点では見当た

写真5：運転席のないトラック試作車「Vera」



らない。UDトラックは、本県内での自動運転走行に高い関心を持つものの、広大な敷地が用意されているなど、幾つかの前提条件が必要になり、現状、それらが障壁になっている。

自動運転技術の発達が今後、トラックの開発にどのような影響を及ぼすのか未知数であるが、同社は「自動運転でトラックの構造や形状が変革する可能性がある」（平塚氏）とする。すでにUDトラックの親会社、ボルボグループは1つのモデルとして、運転席が存在しないトラックの試作車「Vera」を公開（写真5）している。「Vera」は、低速走行、反復運行、EVという3つの特徴を備えたもので、ボルボグループが示すトラックの未来形の1つと考えられる。「Vera」では、荷物を運ぶトラックの究極の姿を考えた時にドライバーは不要になるとの考えの基、運転席（室内）が存在しない。運転席がなくなることで、ハンドルをはじめ各種メーターなど計器類を装備したコントロールパネル、座席、ドア、ミラー、ガラスなどが一切不要になり、その分、コストダウンにつながる。

UDトラックは「まだ何も決まっていない」（同）と説明するが、今後、ボルボグループとして、スケールメリットを追求していく過程で、技術や製品モデルの共有化が少なからず進むことが考えられる。トラックはビジネス仕様であるだけに、コストの高い車両は敬遠される。今後は技術的課題と法律的課題の2つの課題をクリアしながら、2030年までにはさらに高度化を進め、最終的

には、より広い社会課題の解決の一助となるレベル4自動運転の実現を目指している。

③埼玉工業大学（深谷市）

埼玉工業大学は全国の私立大学として初めて、2019年6月から公道を走る自動運転バスの実証実験に取り組んでいる。画像処理技術（生体認証）の研究第一人者で、同大学院工学研究科の渡部大志教授がプロジェクト責任者として推進する。渡部教授は、5年前から自動運転の研究に着手、3年前から研究を本格化させてきた。

その流れを受けて、2019年4月、大学内に設立した自動運転技術開発センターが「埼玉県スマートモビリティ実証補助金」に採択され、株式会社ミクニライフ&オート（本社・加須市）の協力により、自動運転レベル「レベル3」の状態でも公道を法定速度で走行するバス車両の開発を進めている。自動運転に必要な車両周囲の障害物を検知する装置「LiDAR」は、同分野で世界大手の米国、ペロダイナ社製品を採用している。

「レベル3」は、ドライバーの搭乗を前提にした「条件付運転自動化」と呼ばれる。自動運転中に万一、不具合が生じた場合、人的操作にすぐに切り替えられることが必要で、そのためにドライバーが搭乗している。開発中のバスは、市販のマイクロバスを改造した車両だが、マイクロバスを選んだ点に同プロジェクトの開発思想が反映されている。最大の理由がマイクロバスは「普通免許」で

写真6：埼玉工業大学の自動運転バス



当研究所撮影



運転ができることにある。渡部教授は「我々のバスは、決められた経路を巡回する目的で開発している。ドライバー不足が深刻化する中、普通免許を持つ一般の人でも運転しやすいマイクロバスを自動運転化することで、地方の交通弱者に非常に便利なモノを提供したい」と話す。

現在、自動運転技術は「レベル4」までは実用化レベルに到達しつつあるが、路線バスで「レベル4」を採用しようと考えた時、自動運転車両が安全に走行できる専用道路を設けることが必要になる。しかし、それには莫大なコストがかかり、バス会社単独や地方自治体の経済力では実現性が難しい。そこで渡部教授は、「レベル3」でも、マン&マシンの協力関係をうまくいかせれば一定程度の成果が得られることを念頭に開発を進めている。

2019年12月には、大学と最寄り駅（JR高崎線岡部駅）の間、約1.6キロメートル（片道）の公道を、スクールバスとして走らせる実証実験がスタートした。2020年度からはスクールバスとして本格的に運用する準備を進める一方で、早ければ2020年中には自動運転バスの“市販”を計画している。販売は同大学が2018年7月に設立した自動運転技術の大学発ベンチャー、「株式会社フィールドオート」等を通じて、案件ごとに開発受注を目指す。想定するバス本体の販売価格は1,000万円から。これに自動運転を可能にするセンサー類など付属品と年間のメンテナンス費用として80万円程度を見込んでいる。センサーは個数や精度に応じて1,200万円から3,000万円程度が必要だが、車両の販売が軌道に乗れば、装備品の価格は大幅に引き下げられる見通しを示している。すでに渡部教授の元には、全国の自治体やバス会社から引き合いが数多く寄せられていて、2020年度予算でバスを購入したいという案件も複数出ている。

まとめ

現在、自動運転技術の開発では、日本をはじめ欧米、中国、韓国など世界各国の企業、政府がしのぎを削っている。その結果、2030年前後には自

動運転技術は最終段階の「レベル5」に到達するとも言われている。しかし、公道での完全自動運転走行には、予想がつきにくい不確定要素も多く、実現は容易ではない。条件付きではあるものの、「レベル3」「レベル4」の実用化がまずは交通弱者の救済やドライバー不足に貢献できる可能性が高く、商用車を念頭にした自動運転の実証化を目指す取組は評価できよう。

もう1つ、自動運転技術が進化した時に、本県として注視しなければならない点は、自動運転が自動車産業にどのような影響や変化を及ぼすのかである。論点は3つある。1点目は自動車に対する価値観の変化、2点目が自動車の作り方の変化、3点目はEVシフトとの関係性である。周知の通り、自動車は移動手段であるが、自動運転車の普及により、今以上に車を移動手段として合理的に考える発想が増え、その結果、商用車などビジネス用途向け車種では、車の機能やデザインなどのコンセプトが収れんされていくことが考えられる。そうした車はメーカー間で違いが見られなくなり、コモディティ化に向かう可能性がある。トヨタ自動車のコンセプトカー「e-palette」は好例だろう。コモディティ化は、やがて自動車メーカーの再編を促す事態も予想される。2点目の作り方の変化では、UDトラックの事例にも見られるように、トラックなど荷物を運搬するだけの商用車では運転席がなくなることが考えられる。

また、自動運転技術の最大の目的は交通事故撲滅にある。“事故を起こさない車”の登場は、やがて“ぶつからない車”という発想につながる。コストや剛性などとの兼ね合いもあるが、車のボディ材料には、金属からプラスチックや新しい素材を活用した動きが出てくるかもしれない。3点目のEVシフトとの関係性だが、自動運転は同じエレクトロニクス技術を使う点でEVとの親和性も高い。そのため、EVをベースにした自動運転車両の開発も今後、活発化することが予想される。自動運転技術の進化が県内企業に今後、どのような影響を及ぼすのかも注視しなければならない。