

自動運転・電動化に対応した技術開発

川島大一郎^{*1}

Technical Development corresponding with Autonomous Driving / Electrification

Daiichiro Kawashima^{*1}

1. はじめに

現在、クルマを取り巻く環境は、下記のような様々な社会問題を抱えている。

- ・都市への人口集中
- ・事故の下げ止り
- ・高齢化社会
- ・環境汚染（温暖化）

これらの社会問題に対し、安心・安全で、環境にやさしいモビリティ社会の実現を目指し、自動車は「自動運転」「電動化」の大きな変革点にきている。

自動運転は、2017年1月開催のCES（Consumer Electronics Show）にもみられるように、世界各国の自動車企業やIT系企業などの新興企業が積極的に開発に取り組むなど、世界的に関心が高まってきている。

我が国の官民ITS構想・ロードマップ2017においても、自動運転の普及により、人口集中している都市部の交通渋滞や事故率を低減させ、物流交通の効率化、高齢者の移動支援等を達成し、2030年までに世界一安全で円滑な道路交通社会を構築し実現することを目指すとしている。

また電動化は、大都市の環境汚染が悪化している中国・米国・欧州で燃費規制強化や販売義務化（内燃機関の販売禁止等）を背景に開発及び販売が急がれている。主要自動車メーカーはバッテリー充電での電動車（BEV）と燃料電池車（FCEV）開発に注力し、グローバル市場のインフラ整備状況（充電・水素ステーション）や電動車市場の成熟度合いを見ながら地域戦略をたてて進めている。

短期的には、自動車市場を牽引する中国政府が、電動車普及策として、NEV（New Energy Vehicle）規制等の法整備を進展させるとともに、車両構造の簡素化（従来より構成部品が少なくな

り、開発難易度が低下）により、新規メーカー参入を助長し、BEV開発の重要度・緊急度が増しつつあり、中長期的には、インフラ整備が進むとFCEV開発が本格化するとみられる。

本総説では自動運転、電動化への取り組みについての概論を報告する。

2. 自動運転

2-1. 自動運転の動向

自動運転システム化については、近年、世界各国の自動車企業やIT系企業などの新興企業が積極的に開発に取り組むなど、世界的に関心が高まってきている。

現在日本でも、いわゆる自動運転技術を搭載した自動車が普及し始めている。2020年までに、高速道路での自動運転可能な自動車「準自動パイロット」の市場化、限定区域（過疎地等）での無人自動運転移動サービス（レベル4）、2025年目途に、高速道路での完全自動運転システム（レベル4）を目指す。自動運転レベルの定義については図-1を、自動運転の市場予測については図-2を参照下さい。

自動運転がもたらす社会の実現には次の2つがある。

責任	レベル	名称	ハンドル加減速の操作	走行環境監視の責任	緊急時のリスク最小化の責任	システムが担当する走行モード
ドライバーが走行環境を監視	0	手動	ドライバー	ドライバー	ドライバー	なし
	1	補助	ドライバー+システム			一定の走行モード
	2	部分的な自動化	システム			一定の走行モード
システムが走行環境を監視	3	条件付き自動化	システム	システム	ドライバー	一定の走行モード
	4	高度な自動化			システム	全ての走行モード
	5	完全自動化			システム	

図-1 NHTSA:自動運転のレベル5段階の分類¹⁾

*1 商品開発部

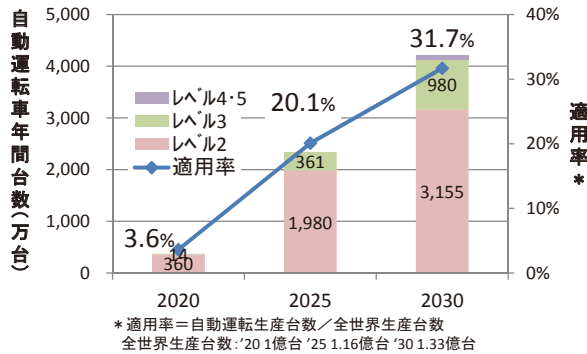


図-2 自動運転の市場予測²⁾

1) 道路交通における安心・安全の実現

2) 高齢者等の移動支援, 地方の活性化

これらに対応した自動車メーカーや産学官の取り組みを以降に、事例紹介する。

1) 道路交通における安心・安全の実現

自動運転に期待されている効果は、交通事故の低減と渋滞の解消・緩和がある。現在、交通事故により年間4,000人超の方が亡くなっている。その原因はヒューマンエラーによる事故、健康障害・意識喪失による事故等が挙げられる。これらの交通事故の約9割がドライバーの運転ミスであり自動運転で大部分が回避可能となる。

人とくるまのテクノロジー展2017に見られるように各社から自動運転の提案が多く出ている。自動運転を構成する要素として「認知(地図, 通信, センシング)」「判断(制御, 人口知能)」「操作(油圧, 電動モーター)」がある。

現在は自動運転(レベル3)の提案が多く「認知」ではドライバーモニタリングシステムで主にドライバーと機械の運転の受け渡しの確認つまり手動運転と自動運転の切り替えのセンシング技術やカメラ・シートセンサーによるドライバーの状態検知の技術展示が多く見受けられる。この技術は最近バス・トラックで起きている居眠り事故にも有効で自動車の安全には欠かせないものである。

「判断」「操作」では近い将来での完全自動運転(レベル5)に向けたAI技術による次世代コックピットで室内快適性を追求する展示も見られた。

また都市部では交通渋滞が慢性化しており渋滞による経済活動の阻害、沿道環境の悪化等が問題となっている。安全な車間距離の維持・適切な速度管理(急な加減速の防止)を隊列自動走行技術により改善を目指している(図-3)。交通流の改善、ドライバー不足の解消・省人化を目的に主に商用車(バス・トラック)での定期路線運行で走行試験が行われている。

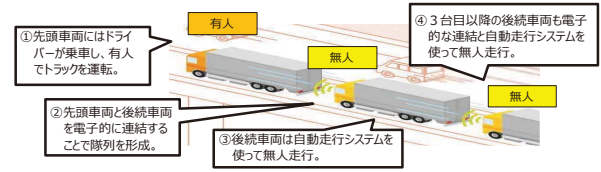


図-3 隊列走行の事例³⁾

2) 高齢者等の移動支援, 地方の活性化

日本の労働人口は今後急速に減少し、65歳以上の高齢者比率は2020年代半ばに3割越えが確実になる。交通網の発達していない地域や今後公共交通機関廃止等をうけ高齢者等を中心に食品の購入や飲食に不便や苦勞を感じる人が増加する。こうした中、労働人口減少を背景に地方ではトラックやタクシー等のドライバー不足及び労働環境悪化が懸念されている。高齢者移動手段確保及びドライバー不足解消/負担軽減という意味で、自動運転車は有効な手段となりうる可能性が高い。

一例だが、2020年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会には東京都心~臨海部にて東京の発展と高齢化社会を見据えた次世代都市の実運用とアクセシビリティ(交通制約者対策)の改善が取り組まれようとしている。

また都市部では費用負担面から自動車をもたない人も増加し「所有から利用へ」というシェアリングサービス等へのニーズも高まっていくと思われる(図-4)。生活の足・観光・宅配等地方の活性化にもつながっていくため、現在世界の大都市や日本各地域で公共交通から目的地までの数km程度のラストマイル自動走行(端末交通システム)の社会実験・実装が始まっている。

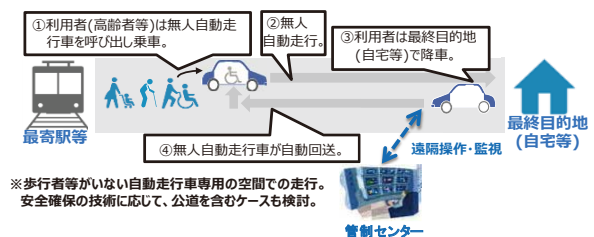


図-4 シェアリングサービスの事例³⁾

2-2. 豊田合成の取り組み

豊田合成においても、自動運転に関連する製品群を取り扱っている。以下に、エアバック・ステアリングのセーフティシステム製品の開発事例を紹介する。また、それらの技術開発を支える評価技術についてもあわせて紹介する。

- 1) グリップセンサー付きハンドル
- 2) TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)
- 3) 電波暗室の導入

1) グリップセンサー付きハンドル

ドライバーのハンドル保持状態を検知できるグリップセンサー付きハンドルをトヨタ自動車株式会社と共同開発した。本製品はレクサス新型LSに搭載されている(図-5)。

高度運転支援システムを搭載した車両では、自動ブレーキや車線維持走行などの機能を備えているが、現状ではハンドルの操作はドライバー主体であるため、ハンドル保持が必要となる。本開発品はリング部にセンサーを内蔵し、ハンドル保持状態を高い精度で検知できる。本製品は、冬期などにハンドルを温めるヒーター機能も付いており、通常ではヒーターエレメントとセンサーエレメントが必要となるが、設計の工夫により2つのエレメントを世界で初めて一体化することで、ヒーターの昇温性能を損なわずにセンサー機能も両立させた。



図-5 脇見・居眠り警報ハンドル

2) TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)

既販トラックの交通死亡事故は60%が脇見・居眠りなどによる漫然運転である。そんな事故防止に貢献することをねらいに、ドライバーの危険動作(脇見, 居眠り)を検知し、警報する後付けシステムを開発した。本システムは、既存のハンドルから交換する「カメラ付きハンドル」と専用アプリを搭載した「スマートフォン」で構成され、カメラで撮影した画像をスマートフォンに送信し解析。一定時間の脇見, 居眠り(閉眼)を検知した場合に、警報を鳴らしドライバーに注意を促すようにした(図-6)。

また、スマートフォンの通信機能を使って位置情報システムやドライブデータの解析等、様々な活用が可能である。

既に2014年頃から当社グループ会社のトラックに本システムを搭載し、実証試験を行い一定の効果が得られた。2018年春ごろから実車搭載する予定である。



図-6 TGLSS (脇見・居眠り警報ハンドル)

3) 電波暗室の導入

豊田合成は、従来からフロントグリル周りやコックピットのまわりの部品を数多く量産している。これらの製品は自動運転の進展に伴い、周囲の状況などを把握するセンサーなどの搭載や、より快適な室内空間を創出する様々な機能の付与が増えると見込まれる。

ゴム・樹脂の高分子分野を中心とするコア技術に、電子部品を融合させた製品開発を強化していくため、「電波暗室」を導入した(図-7)。

電波暗室は、外部の電磁波を遮断するとともに内部での電磁波の反射を抑制し、製品から発する電磁波の周波数帯域や強さを正しく測定できる。例えば、ミリ波レーダー対応エンブレムの評価では、エンブレムを透してミリ波が正確な方向に出ているかを測定する必要があり、外部からのノイズを除去する大掛かりなカバーが不要となる。

自動運転の進展に伴って電子部品の搭載数が増えると、電磁波の相互干渉の防止がますます重要になる。最近スマートフォンの無線給電(ワイヤレス)も世の中に普及し始めており、ノイズ等の干渉も複雑化しているのが現状である。豊田合成の電波暗室は、複数の製品から各方向に出る幅広い性質の電磁波を同時に計測できる最新型の設備であり、多数の電子部品を搭載した製品の信頼性を向上させる。



図-7 電波暗室

この設備を活用して、電子部品を組み込んだ付加価値の高いモジュール製品をスピードをもって開発し、お客様に提案することができるようになった。

3. 電動化

3-1. 電動化の動向

新聞や雑誌で電気自動車の記事を見かけることが増えてきている。フォーイン社の調査によると2016年の電動車市場が前年比34%増加で76万台となった(2011年は5万3000台と比較し14倍)。ここでは電動化が進んだ背景と各国の燃費規制、電動化の課題について述べる。

<背景>

1) 大都市の大気汚染悪化

世界各国(中国、米国-ロサンゼルス、欧州)でディーゼル車の比率がアップしている。例えばドイツでは、ディーゼル車の全新車登録に対する比率が1990年10%に対し2016年は46%まで広がっている。そのため大都市で車の排気微粒子状物質(PM)の濃度が上がり大気汚染が遠因となる病気を懸念するようになった。

2) 温室効果ガスによる地球温暖化問題

2050年までに温室効果ガスを80%削減の目標実現に向け、COP21パリ協定で条約加盟国195ヶ国・地域が参加し、国際的枠組みが採択された。

3) 排気ガス規制の不正、燃費の水増し問題

自動車メーカーの排気ガス規制の不正(ディーゼル車)、燃費の水増し等々が重なり各国の燃費規制とペナルティが厳格化された。各自動車メーカーはディーゼル・ガソリン車から電動車へのシフトが鮮明となる。

4) 中国の自国産業の育成

中国は自国産業の育成で構成部品の少ない電動車で強い国内メーカーを作り世界市場で覇権を握りたい思惑があり、中国の自動車長期発展計画の中で16年56.8万台、17年80万台、20年には200万台に増加する計画である。

5) 電動化の現状は、16年の世界販売台数9369万台のEVは1%に満たない。しかし、各国が購入者に補助金を出しているため市場の拡大は続く。技術革新で車両価格がガソリン並みになれば普及は一段と進む。

これらを背景にパワートレインの市場も変化している(図-8)。

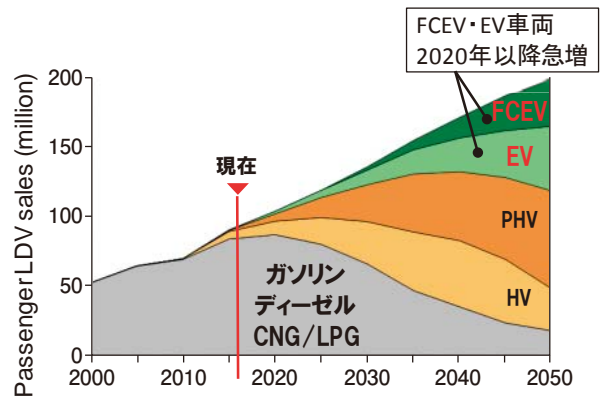


図-8 パワートレインの市場予測⁴⁾

<主要各国の法規制>

米国・中国を皮切りに各国の規制強化が進む内容を示す。

- 1) 米国：ZEV (Zero Emission Vehicle) 規制
'18年～生産量の16%電動車を義務付
- 2) 中国：NEV 規制
'19年～生産量の10%電動車を義務付
- 3) 乗り入れ禁止、販売禁止国の増大

ドイツは2030年まで、フランスとイギリスは2040年までに各国内でのガソリン車とディーゼル車販売を禁止する方針である。その他中国も製造・販売禁止の検討に入っている。

また、オランダとノルウェーでは2025年までに排気ガスを排出するすべての車の販売を禁止する法案が進められている。

<電動化の課題>

電動車は1km走行に必要なエネルギーの比較で走行と製造の車両効率がよいのが特徴である(図-9)。但し、1充電での航続距離の拡大(電費向上)と充電時間の短縮が課題である。

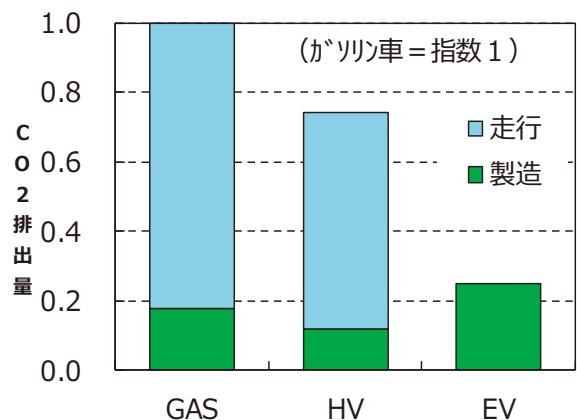


図-9 1km走行に必要なエネルギー

1 充電の走行距離を拡大するには、電池容量の拡大と低消費電力化が重要である。エンジンからモーターへの駆動系が変革するとき電池等が重量増となる（図-10）。今後電池の小型化と高性能化が進むが軽量化は必須となる。そのため車両の骨格の金属を樹脂化する流れは必須であり樹脂による機能価値をアップさせることが求められる。

また大都市では小型EVの普及が進む。自動運転と合わせてカーシェアリングサービスの普及が求められる中で、コンパクトな電池容量でラストマイル走行できることがもう1つのクルマのありかたで課題解決の方策と考える。

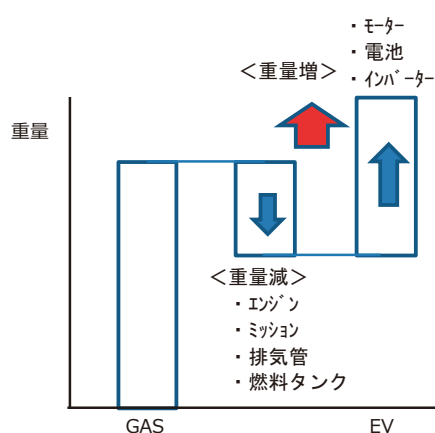


図-10 部品増減による車両重量の比較

3-2 豊田合成の取り組み

豊田合成においても、電動化の大きな変革に対し、LED・樹脂の高分子コア技術を活かした開発アイテムについて事例紹介する。

- 1) ヘッドランプLED開発
- 2) 高圧水素タンクの開発
- 3) 小型EV車両コンセプト

1) ヘッドランプLED開発

これまで培ってきた青色LEDの結晶成長技術を応用して、窒化ガリウム（GaN）等の結晶構造を改良し、業界トップクラスの「明るさ」と「低消費電力」を実現した「自動車ヘッドランプ用LED光源」を初めて開発した。光源内部の熱を放出しやすくするフリップチップを採用し、約2300lmの明るさを実現した。一つの光源がロービームとハイビームを兼ねるバイファンクション式に対応している。

2) 高圧水素タンクの開発

FCEVに搭載する高圧水素タンクの開発に挑戦している。小容量の超高压タンクであれば実用化できる水準にまで達した。FCVの燃料である水素は原子径が小さく、金属材料では透過したり、

金属を劣化させたりする可能性がある。このため、タンク本体は金属材料ではなく、樹脂材料が最適である。本体製造に生産性の高い射出成形法を採用し、本体に炭素繊維を巻いて補強する工法での開発を進めた。材料はマヨネーズ容器などにも使われるEVOH樹脂。これに海綿状の別材料などを加えることで、低温時にも弾性があり、肉厚2～3mmでもバリア性に優れた物性を確保することに成功した。

3) 小型EV車両コンセプト

一人乗り超小型EVモビリティコンセプト（Flesby II）を15年の進化型で東京モーターショーに出展した。外板は軟質樹脂素材を用いた衝撃吸収装置で、必要時にかたがた変わる柔軟モバイルや空気抵抗の低減できる外板等を可変ゴムのe-Rubberで実現させる技術を織り込んだ。

4. おわりに

豊田合成は、自動運転・電動化と様変わりするクルマ社会において、将来の姿を描き、技術開発を進めていく。自動運転がもたらす移動の自由、電動化がもたらす住みよい環境づくりに貢献すべく、ゴム、樹脂のコア技術に磨きをかけ、今後も時代の変化を先取りした新たな商品を提供していきたい。

参考文献

- 1) NHTSA Federal Automated Vehicle Policy (2016年9月)
Preliminary Statement of Policy concerning Automated Vehicles (2013年5月)
SAE InternationalのLevels of Driving Automation (2014年1月、「J30 16」)
- 2) 2015.7.22 日刊自動車新聞
- 3) 2017.2.10 内閣官房IT総合戦略室資料
- 4) 2012 国際エネルギー機関

著 者



川島大一郎