

〈論文〉

「次世代自動車をめぐる攻防 —自動運転とEVを事例として—」

吉 川 勝 広

1. はじめに
2. 自動運転は自動車をどう変えるのか
 - 2-1 自動運転実現のための環境整備
 - 2-2 自動運転に向けた国産メーカーの取り組み
3. EVは次世代自動車のスタンダードとなりえるのか
 - 3-1 EVの国内における動向
 - 3-2 EV普及に関して解決すべき要因
4. おわりに

1. はじめに

自動車は19世紀までの主な乗り物であった馬車から、馬のいない「馬なし馬車」として富裕層から受け入れられていった。1886年にドイツのゴットリープダイムラー、カールベンツによってガソリンで動く内燃機関を使って動く自動車が発明され、馬車の需要が減少、ガソリンさえ入れれば動く便利な乗り物として徐々に普及していくことになる。当初、富裕層は自動車をただの遊び道具として使っていたが、その後、自動車を使ったレースを開催するようになり、そのレースに勝つために速く走る自動車を求めてお金を使うようになっていく。

自動車が普及していく過程で動力源として内燃機関と鉄道で使われていた蒸気機関を活用するということが考えられたが、実はこの2つ以外にもスコットランドのロバートアンダーソンが電池とモーターによる「自動車らしきもの」を1832年から1839年の間に作っている。¹ 動力源として内燃機関、蒸気機関、電気の三つの選択肢があったのである。

自動車が欧州で発明され、アメリカで産業として発展していったことは周知のことである。そのアメリカでは1900年まで自動車の売り上げは電気と蒸気の二つが大半であった。1904年には電気自動車を発売したバイカー社などが市場の一角を占めていた。それがフォードT型の発売により、T型が市場を席卷していくことになる。自動車が市場に出始めたころは電

1 趙偉・寺澤朝子（2014）「電気自動車の特徴と将来展望—テスラ・モーターズ社を中心として—」『産業経済研究』第24号、中部大学産業経済研究所、p196

気自動車、蒸気自動車、ガソリン車の3タイプの自動車で競争が繰り広げられていたのである。電気自動車が普及しなかった理由の一つは「走行距離の短さ」である。電気自動車は車載されたバッテリーに蓄電した電力を使いモーターを回して走る。当時は鉛を使用した蓄電池が使用されており、使用に耐える性能を有していなかった。これがガソリンエンジンに及ばなかった理由とされている。

1893年になるとドイツのルドルフディーゼルが「既知の蒸気機関と内燃機関を置換する合理的熱機関の理論と構築」という論文でディーゼルエンジンの特許を取得し、欧州を中心にこのエンジンも自動車にも搭載されるようになっていく。この様な状況下、ガソリンエンジン車が主流となる大きな要因となったのが1908年のT型フォードの発売である。これ以降、それまでに存在していた中小の自動車メーカーが10年ほどで淘汰されていく。結果的にアメリカの自動車メーカーはGM、クライスラー、フォードに集約されていくことになる。それ以来、ガソリンエンジンとディーゼルエンジンが自動車の主な動力源として使われ、1世紀にわたりこの2タイプのエンジンを載せた自動車が主流となっていくのである。

それが2010年代になって乗用車市場はガソリンエンジン車、ディーゼルエンジン車、燃料電池車（FCV）（Fuel Cell Vehicle）²、ハイブリッド車（HV）、PHV（Plug-in Hybrid Vehicle）³、EV（Electric Vehicle）⁴、など様々なタイプの自動車が各メーカーから販売されるようになってきている。

日本ではガソリンエンジン車を主としながらも、これら様々なタイプの動力源の自動車が販売されている。ひいてはトヨタ自動車であればHVとPHV、日産自動車、三菱自動車であればEV、本田技研工業であればHVとFCV、マツダであればディーゼルエンジン車、スバルであれば水平対向エンジン車⁵、スズキであれば軽自動車と小型車、ダイハツ工業であれば軽自動車と小型車といったように、メーカーごとの差別化戦略の一策ともなっている。

一方で1991年から産学官が連携しASV（Advanced Safety Vehicle）の開発・実用化・普及を推進する「ASV推進検討会」が進められていることもあげておかねばなるまい。⁶ここ

2 FCVの仕組みについてはトヨタ自動車公式企業サイトを参照。

<http://www.toyota.co.jp/jpn/tech/environment/fcv/>（2017年11月19日閲覧）

3 PHVの仕組みについては経済産業省HPを参照。

<http://www.meti.go.jp/policy/automobile/evphv/what/phv.html>（2017年11月19日閲覧）

4 EVの仕組みについては経済産業省HPを参照。

<http://www.meti.go.jp/policy/automobile/evphv/what/ev.html>（2017年11月19日閲覧）

5 一般的なガソリンエンジンは、上下に動き車軸を回転させるため、エンジンの重心が高くなりやすいが、水平対向エンジンは左右に動き車軸を回転させるため重心を低くすることができる。そのためスポーツカーに使われることが多く、量産車ではボルシェ、スバルの2社のみが搭載している。

では第一期の1991年から1995年度「技術的可能性の検討」、第二期の1996年から2000年度「実用化のための条件整備」、第三期の2001年から2005年度「普及促進と新たな技術的開発」、第四期の2006年から2010年度「事故削減への貢献と挑戦」、第五期の2011年から2015年度「飛躍の高度化の実現」を経て、第六期の2016年から2020年度「自動運転の実現に向けたASVの推進」に至る計画が進められている。ここでいうASV推進の主な目的は「交通事故による死者数の削減目標の達成」である。

第五期までに実用化されたASV技術は、前方障害物衝突被害軽減ブレーキ、ペダル踏み間違い時加速抑制装置、レーンキープアシスト、車線逸脱警報装置、後退時後方視界情報提供装置（バックカメラ）、後側接近車両注意喚起装置などがあり、新型車として販売される車に装備されてきている。現段階は「ASV推進検討会」が推進している「自動運転の実現に向けたASVの推進」時期にあたり、自動運転を念頭に置いた先進技術のあり方の整備、開発・実用化の指針を定めることを念頭においた具体的な技術の検討、実現されたASV技術を含む自動運転技術の普及を検討項目として計画が進められているのである。⁷

つまり自動運転が次世代自動車に求められる必須の技術と位置付けられているのである。それに約100年前に鉛蓄電池の性能の問題から、内燃機関を使った自動車との競争に負け、普及しなかったEVに現在、注目が集まりつつある。その主な理由としてニッケル水素電池、リチウムイオン電池の開発が進み、価格も安価になり、この電池を使用したEVの走行距離が長くなってきているからである。

これら次世代自動車には技術的にも社会的にも多くの要因が求められるようになってきている。そこで本稿では自動運転とEVに着目し、次世代自動車として求められる要因がどのようなものなのか考察してみよう。

2. 自動運転は自動車をどう変えるのか

2-1 自動運転実現のための環境整備

1991年から始まった産学官が連携したASV（Advanced Safety Vehicle）の開発・実用化・普及を推進する「ASV推進検討会」は計画を進めている。現在は2016年から2020年度の第六期に移行していて、「自動運転の実現に向けたASVの推進」の時期になっている。

6 この推進計画は、国土交通省が事務局となり、学識経験者、四輪メーカー、二輪メーカー、自動車部品メーカー、自動車ユーザー関連、自動車保険関連、自動車販売関連会社、警視庁、総務省、経済産業省等が連携して構成された検討会の下で推進されている。（国土交通省自動車局技術政策課資料より）

7 国土交通省自動車局技術政策課（2017）「クルマの高度化による更なる交通事故の削減を目指して～自動運転の実現に向けたASVの推進」国土交通省

表 2-1 自動運転のレベル

監視	レベル	内 容	装備される技術
システム	レベル5	○完全運転自動化（限定条件なし） システムが全ての運転タスクを実施システムからの要請等に対する応答が不要	
	レベル4	○高度運転自動化（限定条件あり） システムが全ての運転タスクを実施システムからの要請等に対する応答が不要	
	レベル3	○システムの高度化 加速・操舵・制動を全てシステムが行い、システムが要請したときのみドライバーが対応する状態	
ドライバー	レベル2	○システムの複合化（高機能化） ○システムの複合化（レベル1の組み合わせ） 車線を維持しながら前のクルマに付いて走る	高速道路での自動運転モード機能 ①追いクルマがいれば自動で追いつく ②高速道路の分合流を自動で行うLKAS+ACC
	レベル1	○単独型 加速・操舵・制動のいずれかの操作をシステムが行う状態	自動ブレーキ 前のクルマに付いて走る（ACC） 車線からはみ出さない（LKAS）

（出所）国土交通省自動運転戦略本部「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取組」2017年6月資料、p6より筆者作成（ACC）Adaptive Cruise Control,（LKAS）Lane Keep Assist System

表 2-1 を参照いただこう。自動運転には5段階のレベルがあり、その到達内容が示されている。産学官が連携した「ASV 推進検討会」では自動運転実現のため段階的に技術開発、環境整備計画が進められている。

ちなみに日本ではレベル1の自動ブレーキ、ACC、LKAS、レベル2のLKAS+ ACC、高速道路での自動運転モード機能が実用化されている。これらはドライバーが監視する必要がある、人間が運転する際のサポート機能と位置付けられている。

自動運転に関しては、まだ解決すべき課題が多く残されている。国連で議論されているものとして、一つは「車両に関する技術基準」、一つは「自動ハンドル操作に関する技術基準」、一つは「自動車のハッキング対策に関する検討（ガイドラインの成立）」がある。これらの中で筆者が着目するのは、「自動ハンドル操作に関する技術基準」と「自動車のハッキング対策に関する検討（ガイドラインの成立）」である。

自動ハンドル操作に関する技術基準に関しては、現在の国際基準では10km/h以上の自動でのハンドル操作を禁止（運転者のハンドル操作の補助を除く）している。そこで日本国内は禁止規定の適用を猶予する措置を実施している。

国土交通省によれば、①現在、国連の会議で議論中の内容として下記のものをあげている。⁸
（レベル2下での自動ハンドル操作）

10km/h以上でハンドルを握った状態での自動ハンドル操作

8 国土交通省自動運転戦略本部「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取組」2017年6月資料、p8

- ・自動車線維持 ⇒ 2017年3月成立。同年10月発効予定。
- ・自動車線変更 ⇒ 2017年9月草案合意。2018年3月成立予定。同年10月発効予定。

<主な要件>

- 運転者がシステムをON/OFFできること。
- システム作動中は、その旨をドライバーに表示すること。
- ハンドルをオーバーライドできること。
- システムが故障及び動作不能な条件の場合は、その旨をドライバーに知らせること。
- 運転者が15秒以上ハンドルを握っていないことを検知した場合、警報を行い、反応がない場合に最終的にシステムを停止すること。

②今後、国連の会議で議論予定の内容として下記のものをあげている。

10km/h以上でハンドルを離した状態での自動ハンドル操作

- ・自動車線維持
- ・連続自動運転

<主な要件>

- システムが機能限界に陥る場合には、その4秒前にドライバーに警告すること。
- ドライバーが運転に集中しているか常時監視、居眠り等をしている場合には警告すること。
- ドライバーが警告に応じない場合には、車を安全に停止させること。
- 緊急時における高速での走行状態からの自動ブレーキ。
- システムの機能限界前後での車両データの保存。

上記からも分かるように2017年段階では、10km/h以上でハンドルを握った状態での自動車線維持しかできない。2018年の10月になってようやく自動車線変更が可能になる予定なのである。

システムが監視して行う自動運転レベル3以上は、今後議論予定である10km/h以上でハンドルを離した状態での自動ハンドル操作を可能にする下記の2項目を成立させなければならない。

- ・自動車線維持
- ・連続自動運転

自動車のハッキング対策に関するガイドラインの成立に関しては2016年11月自動車基準調和世界フォーラム（WP29）の自動運転分科会において、日本とドイツが提案したセキュリティガイドラインが合意され、2017年3月WP29で審議され成立した。⁹

9 国土交通省自動運転戦略本部「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取組」2017年6月資料、

①自動運転車の接続及び通信の安全確保

- ・車外のネットワークから車内の制御系ネットワークが影響を受けないこと
- ・システムの機能不全時の「セーフモード」を備えること

②サイバー攻撃による不正操作を検知した時は、運転者に警告の上、システムが車両を安全にコントロールすること

これらを受けて各国の自動車メーカーは、本ガイドラインで示された考え方に沿って、車両開発を推進することになっている。それに今後も引き続き、国連の専門家レベルでより具体的な要件等について検討するとしている。例えば、脅威分析として、外部からの攻撃手法とその危険度等を整理・類型化。脅威分析の結果に基づき、必要となる対策について具体化する。などをあげ自動運転レベル5実現に向け、環境整備が急がれている。

もう一点整備しなければならないのが自動運転を実現するにあたり自動車損害賠償責任をどうするかである。自動車損害賠償保障法第三条には「自己のために自動車を運行の用に供する者（＝「運行供用者」）は、その運行によつて他人の生命又は身体を害したときは、これによつて生じた損害を賠償する責に任ずる。ただし、自己及び運転者が自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと、被害者又は運転者以外の第三者に故意又は過失があつたこと並びに自動車に構造上の欠陥又は機能の障害がなかつたことを証明したときは、この限りでない。」と自動車損害賠償責任が規定されている。

現行の認識として交通事故の96%はドライバーのミスに起因しており、迅速な被害者保護を図るために、①自動車所有者、運送事業者等は、「自己のために自動車を運行の用に供する者」（＝運行供用者）として事実上の無過失責任を負担している。②車の欠陥による事故についても、「運行供用者」が責任を負担している。③「運行供用者」は、自賠法の保護の対象となる「他人」に該当しない。として2017年4月29日におこなわれた「自動運転における損害賠償責任に関する研究会」において自動運転に伴う自動車損害賠償責任における解決すべき論点が指摘されている。¹⁰

①自賠法の責任主体である「運行供用者」についてどのように考えるか

②ハッキングにより引き起こされた事故の損害（自動車の所有者等が「運行供用者」責任を負わない場合）について、どのように考えるか

③自賠法の保護の対象（「他人」）をどのように考えるか

④「自動車の運行に関し注意を怠らなかつたこと」について、どのように考えるか

10 国土交通省自動車局保障制度参事官室

<http://www.mlit.go.jp/common/001183095.pdf>（2017年11月19日閲覧）

⑤外部データの誤謬、通信遮断等により事故が発生した場合、自動車の「構造上の欠陥又は機能の障害」といえるか

これらの論点を踏まえ、関係企業と損害賠償責任に対応する保険制度等の見直し計画を早急に進めていく必要がある。

2-2 自動運転に向けた国産メーカーの取り組み

2017年東京ビッグサイトにおいて、自動車産業の枠を超えて、さまざまなアイデアやテクノロジーを取り入れ、「これまでのモビリティの価値を拡張していく」というビジョンを掲げ、大きく生まれ変わるための取り組みをはじめるというテーマを掲げて開催された東京モーターショー。ここでも自動運転が取り上げられていたが、自動運転に関する取り組みは2015年に行われた東京モーターショーでも各メーカーのブースで新しい技術としてデモがおこなわれていた。それが2017年になってモビリティの価値拡張が追加されたことになる。

それでは自動車における自動運転に求められることはどのようなことであろう。高橋（2015）は、①自動運転は環境を認識して、行き先を指定するだけで自律的に走行する地上輸送の用に供せられる輸送装置。②リスクに直面するごとに人間が主体的に介入することにより、ヒューマンエラーが発生する確率が高くなり、交通事情が複雑化する一方、安全への希求が高まっている傾向を受け、より安全な運転を実現させる。③不可視の領域にいる目標を人間の目視以外の方法で認識し、その存在を情報として運転者に提供できれば事故の一部は防止できる可能性がある。④車両に関連した一次情報をフルに活かして安全運転に反映させるためには、運転者に対する情報処理負担を下げる方向で情報提供の仕方を工夫することに加え、人間系とは別のシステムで各種情報収集のためのセンサーを管理・運用して一次情報を取得し、人間に代替して情報処理・運転行動の選択・実行を行うシステムの実装が必要になる。と指摘する。¹¹

また自動運転と切り離せない関係にあるのが通信技術である。通信との関係について、運転に必要な外部環境情報として①自動車そのものが自身の能力で情報を採取するケース（GPSなど）、②車両相互の位置、検出された位置関係とその変化量など、自動車そのものが他の自動車との情報交換をおこない情報（車・車間通信）を取得するケース（Vehicle to Vehicle）、③歩道上の人の動きの通報など、道路混雑状況の情報提供、自動車そのものが交通インフラと情報交換を行って情報（交通流量、地形その他）を取得するケース（Vehicle to

11 高橋武秀（2015）「自動運転の問題点、特に第三者の干渉リスクについて」『早稲田大学自動車部品産業研究所紀要』早稲田大学自動車部品産業研究所、p6

Infrastructure) があることを指摘している。加えて、車内制御関係の非接触による情報の交換、車両情報の検知とメンテナンス情報の発信など、個別車両情報を大量に収集し、インフラ運営に反映するビッグデータ処理技術が車両の今後を考えるうえで必須の技術になってきており、この情報のやり取りに情報端末（スマホ）を活用していく方向性もあることが指摘されている。¹²

先行研究でも指摘されているように自動運転の効用は、①ヒューマンエラーが発生する確率を減少させ、より安全な運転を実現する。②不可視の領域にいる目標を人間の目視以外の方法で認識し、事故の一部を防止する。③運転者に対する情報処理負担を下げ、人間系とは別のシステムで各種情報収集のためのセンサーを管理・運用して、人間に代替して情報処理・運転行動の選択・実行を行う。ということが各メーカーに求められる自動運転技術と考えられる。

表 2-2 各メーカーの自動運転に向けた運転支援システム

製造メーカー	システム名	提供部品メーカー		自動運転レベル
トヨタ	Toyota Safety Sense C	コンチネンタル	ドイツ	レベル1
	Toyota Safety Sense P	デンソー	日本	レベル1
日産	プロパイロット	モービルアイ	イスラエル	レベル2
ホンダ	Honda SENSING	日本電産エレシス	日本	レベル1
スバル	アイサイト	日立オートモティブシステム	日本	レベル1

（出所）トヨタ自動車 HP、日産自動車 HP、本田技研工業 HP、スバル HP、桃田健史（2017）『自動運転で GO クルマの新時代がやってくる』マイナビ出版、p83-p85 を基に筆者作成

国産メーカーは自動運転という言葉を前面に押し出さず、運転支援システムということをアピールしている。表 2-2 を参照いただこう。トヨタも 2020 年にレベル 2 を達成した車を販売すると公言しているが、現段階でレベル 2 に達しているのは日産のプロパイロットのみで、トヨタ、ホンダ、スバルなどはレベル 1 にとどまっている。

ここでこれまでと異なっているのが日本のサプライヤーから提供される部品を使ってきた日本メーカーが、トヨタは Toyota Safety Sense C でドイツのコンチネンタルのシステムを採用、日産のプロパイロットもイスラエルのモービルアイのシステムを採用していることである。

これまで国内サプライヤーから提供された部品を主に使ってきた日本のメーカーがなぜドイツのコンチネンタルのシステム、イスラエルのモービルアイを使うようになったのか。その一つの要因と考えられるのが自動運転技術の急速な進化である。サプライヤーは自前の技

12 高橋武秀（2015）前掲論文、p7-p8

術だけではメーカーからの要求に対応できなくなり、近年先進技術強化のために、M&Aを活発化させていることが要因と考えられる。例えば2015年、ダイムラー、BMW、アウディが自動運転用地図を専門に扱うノキアの事業を買収。2016年にはGMが自動運転技術を開発するベンチャー企業を買収し、同年にコンチネンタルは自動運転用光センサー事業を米国から買収している。2017年になってインテルも車載画像認識チップの世界最大手を買収している実情がある。¹³

今後もM&Aがさらに進行すれば、日本メーカーの強みであったサプライヤーとの系列化関係も変革を余儀なくされる。しかし数社のメガサプライヤー化したサプライヤーがモジュール化、コモディティ化を進めていけば、自動運転技術が安価で提供されるようになる可能性もある。そうなればメーカーはこれらを調達し、組み合わせることによって低コストで簡単に製品を作ることができることになる。例えば日産はルノーグループとなってからメーカーを頂点としたピラミッド型の垂直統合が崩壊したが、トヨタでも同様のことがおこりかねない。コンチネンタルの様なメガサプライヤーから提供されたトヨタのToyota Safety Sense Cが搭載モデルを増加させていけば、これまでのピラミッド型の垂直統合が崩れ始める要因になることも十分に考えられるのである。

従来からトヨタは「コストが安く品質がいいものなら採用する」という方針でサプライヤーから部品を調達してきた。Toyota Safety Sense Cでコンチネンタル製が採用されたのは、コスト競争で日本のサプライヤーに勝ったからである。Toyota Safety Sense Cはレーザーレーダーと単眼カメラで構成されており、オプションとしても10万円未満で装備することができる。一方のデンソーが提供するToyota Safety Sense Pは、ミリ波レーダーと単眼カメラで構成され、歩行者まで認識できる性能を持っている。Toyota Safety Sense Cよりも高機能なシステムとなっている。

そこでトヨタはToyota Safety Sense Pを上級車向け、Toyota Safety Sense Cを普及版運転支援システムとして差別化を図っている。¹⁴ ホンダのHonda SENSINGはトヨタのToyota Safety Sense Pと同様、ミリ波レーダーと単眼カメラで構成され、歩行者まで認識できる性

13 「トヨタの焦燥 トランプ、新世代カー、ケイレツ、三つの難題」『東洋経済』2017.4/29-5-6, p28

14 トヨタ HP http://toyota.jp/safety/tss/?padid=ag461_safety_safety_tss_bt (2017年11月20日閲覧) Toyota Safety Sense P搭載車（カムリ、プリウス、プリウスα、プリウスPHV、クラウンアスリート、クラウンマジェスタ、クラウンロイヤル、マークX、ハリー、ランドクルーザー、ランドクルーザープラド、C-HR）、Toyota Safety Sense C搭載車（アクア、ヴィッツ、スペイド、ポルテ、カローラアクシオ、カローラフィールダー、オーリス、アベンシス、シエンタ、ノア、ヴォクシー、エクスタシア、エスティマ、エスティマハイブリッド、アリオン、プレミオ）

能を持つ。スバルのアイサイトはカラーカメラを使い、歩行者のみでなく、信号や前車のブレーキランプも認識する性能を持っている。現在はこれら各メーカーの提供する運転支援システムが各メーカーの差別化にもつながっている。

自動運転実現のためには、AV（オートメティッド・ヴィークル）とCV（コネクティッド・ヴィークル）を融合させていく必要があるというアメリカや欧州のメーカーの考え方もある。ここでいうコネクティッドとは、車が通信機能を介して様々な情報を外部とやり取りすること。代表的なものとしてカーナビゲーションがある。GPSによる衛星測位システムにより、車の現在位置、車の向かっている方向、車の移動速度を把握し、その情報が地図の上に表示され、目的地までの距離、時間、最適ルートを検索してくれる。これは車に搭載された受信機が上空の測位衛星から信号を受信するコネクティッド状態にあるからである。またETC（自動料金徴収システム）もコネクティッドの仲間とされ、料金所にあるDSRC（狭域通信）を介して、ETCが通信することで料金が払われ、料金所のバーが上がる。このようなコネクティッドは自動運転の走行レベルを上げていくために必要不可欠な技術というのである。¹⁵

他にも自動運転を実現するために解決すべき課題がある。現在、日本メーカーの大半がドライバーの監視を必要とするレベル1の段階にある。システムが監視する自動運転レベル4を実現するためには、GPSによる衛星測位システム性能の向上、走行データの蓄積と即時分析、それに地図データが必要になる。世界の自動車メーカーが目指しているシステムが監視する自動運転レベルを実現するためには、これらを総合的に組み合わせ、正確に目的まで案内するシステムを開発することが求められる。

図2-1を参照いただこう。自動運転に向けた地図データ提供メーカーである。欧州ではダイムラー、アウディ、BMWが共同出資し、ノキアから買収したhereがカーナビゲーション上の地図として使われている。アメリカメーカーの多くはGoogleの地図を主に使い、他にhereの地図を使うメーカーもある。中国ではBaiduが地図として使われている。日本では行政主導でSIPという組織が構成され、三菱電機とゼンリンでつくられた地図データが使われている。

この地図データが課題となってくる。なぜなら標準化された世界統一基準の地図データがないからである。世界統一基準の標準化された地図がないと何が問題なのか。現在開発されている自動運転の技術はGPSによる衛星測位システムにより、車の現在位置、車の向かっている方向、車の移動速度を把握し、その情報と地図データとを合わせて目的までシステムが

15 桃田健史（2017）『自動運転でGO クルマの新時代がやってくる』マイナビ出版, p66-p67

自動で運転するというシステムになっている。これが地図データの形式に合わせて開発しなければならず、参入する市場毎に仕様を変えたモデルを作らなければならないからである。

図 2-1 自動運転に向けた地図提供メーカー



（出所）筆者作成

グローバル化が進んでいる自動車産業にあって世界統一基準の標準化された地図データが決まれば、それに合わせた自動運転のソフト開発が可能となり、コスト削減も加速していくと考えられるからである。

デロイトトーマツコンサルティング（2016）は、「Google は自動運転技術だけでなく、むしろソフトの領域にこそ強みがあるという。既にテレマティクスサービスの領域には、スマホ連携機能を中心とする「Android Auto」で参入済みである。従来の強みであるサービス機能の強化を図る一方、周知の自動運転開発も実現に向けて着実に研究開発を進めており、非モビリティからモビリティへの切れ目ないサービス提供を虎視眈々と狙っているのである。」と指摘する。¹⁶

他にも Apple はスマホとの連携ができる「Car Play」を提供しており、自動運転技術の開発もおこなっている。これらの動向からどこの自動運転技術が世界的なスタンダードになるのか、各メーカーは注視し、それらの企業との連携を加速させていく必要があるのである。

16 デロイトトーマツコンサルティング（2016）『モビリティ革命 2030 ～自動車産業の破壊と創造～』日経 BP 社, p106-p107

3. EV は次世代自動車のスタンダードとなりえるのか

3-1 EV の国内における動向

2000年代になってハイブリッド（HV）とEV（Electric Vehicle）の販売数は増加の一途をたどっている。Jetin（2015）は、ハイブリッドが次世代自動車として広がってきているとしながらも、EVの普及に着目する。2012年度末の2013年3月までに日産リーフが11,600台になったことを指摘し、三菱自動車のi-MiEVも2,856台販売されたことをあげている。しかし、乗用車のなかで0.32%しかなく拡販のためには価格に問題があることをあげる。i-MiEV Gグレードで380万円（29,230ユーロ）、同程度の性能であるガソリンエンジン車の3倍の価格。Gグレードよりもバッテリーの性能が劣るMグレードでも30万円安価であるにすぎず、高価格であることを指摘している。¹⁷

EVを普及させるために考慮すべき日本独自の市場環境もある。それは軽自動車の存在である。日本ではハイブリッドやEVはエコロジーな車としてアピールされている。そのアピールポイントの一つとして燃費性能が良い、排出ガスを出さないといった点を各メーカーはアピールしている。そのためにこれらを実現するため高い技術と多くの部品を必要とし、結果的に車の価格が高価格になってしまっている。

一方、軽自動車はコンパクトなボディだけでなく、低燃費を実現するためにトランスミッションやエンジンに工夫がなされている。それに居住性や装備、走行安定性も十分に高く、都市内の交通手段としては非常に効率が良く、環境負荷だけでなくコストも低い乗り物とされている。維持費の安さもメリットであるが、外国からの圧力もあって、徐々に優遇面が見直されていっているものの独自のエコカーとして認識されている。¹⁸

日本市場はこの軽自動車に一定のシェアを占めており、価格で勝負してもハイブリッドやEVに勝算はない。そもそもEVの価格が高くなる要因は電池にある。現行の電池は「価格が高い」、「給電時間が短い」、「充電時間が長い」という3つの問題を有している。¹⁹

「価格が高い」に関しては、今後、大量生産体制が整っていくに伴い、解決される可能性が高い。「給電時間が短い」ということに関しては、技術的な問題であるので時間を有すると考えるのが妥当である。「充電時間が長い」という問題に関しては、充電スタンドを増やす必要がある。急速充電でも30分程度かかるため、ハイブリッドのようにガソリンスタンドでガソ

17 Jetin B. (2015) *Global Automobile Demand*, Palgrave macmillan, New York, p170

18 高根英幸（2017）『エコカー技術の最前線 どこまでも進化する燃費改善と排出ガスのクリーン化に迫る』SBクリエイティブ, p128

19 井熊均編（2013）『「自動運転」が拓く巨大市場 2020年に本格化するスマートモビリティビジネスの行方』日刊工業新聞社, p38

リンを2～3分給油すれば動くというわけではない。利便性の点でも、インフラ整備が遅れていると言わざるをえない。EV普及を加速させるために早急に解決すべき課題なのである。

3-2 EV普及に関して解決すべき要因

井熊ら（2013）によれば、EVが普及しないのは、ガソリン車を代替えるための十分な性能を持っていないからであるという。電池の性能がガソリン車を代替えるに十分なレベルになれば、急速充電器の整備などの施策効果も変わってくる。しかし、走行距離が改善しない限り、いかにインフラを整備しても消費者の購買意欲の底上げにはならない。現行のリチウムイオン電池の大幅な性能向上、リチウムイオン電池の性能をはるかに超える次世代電池が登場しない限り、普及は難しいと指摘する。²⁰

他にもトヨタに見られるようにハイブリッドを主なエコカーとして位置づけているメーカーが少なくない。これはレクサスブランドにおいてもハイブリッドモデルを提供していることから分かるであろう。特に日本はハイブリッド車の市場に占める割合が大きい。EVを積極的に開発販売しているのは日産と三菱自動車くらいで、トヨタに比べ市場における販売台数が少ないというのが実情である。

ハイブリッドで独走しているトヨタは、エンジンとモーターを平行に使うことができ、プラグインハイブリッド（PHV）、電気自動車への技術的な継続性が高いハイブリッド方式を採用しながら、EVに関しては慎重な姿勢をとる。中国は日本がハイブリッド車で先行しているためEVに注力したことを表明し、企業レベルでもハイブリッドで先行を許したことへの対抗策としてEVを選択したところが少なくない。普及に向けた価値設計の要素が欠けていることを承知でEVを投入したことになり、ガソリン車の代替えとしてのEVはいまだ市場へのデモンストレーション段階というのである。²¹

これらの状況からEVを普及させいていくためには①コスト削減、②電池性能の向上、③充電時間短縮のための技術を向上させる、④充電スタンドを増やすなどのインフラ整備、といった4つの要因を考えていく必要がある。①、②、③に関してはメーカーが主導で解決していける要因と考えられるが、④に関しては行政とメーカーが協調して進めていかざるをえず時間を有する要因と考えられる。

国内市場はEVの普及が遅れているが、EV開発を急がなければならない外的な要因も浮上してきている。アメリカの最大市場であるカリフォルニア州で2018年からZEV（ゼロエ

20 井熊均編（2013）前掲書、p41

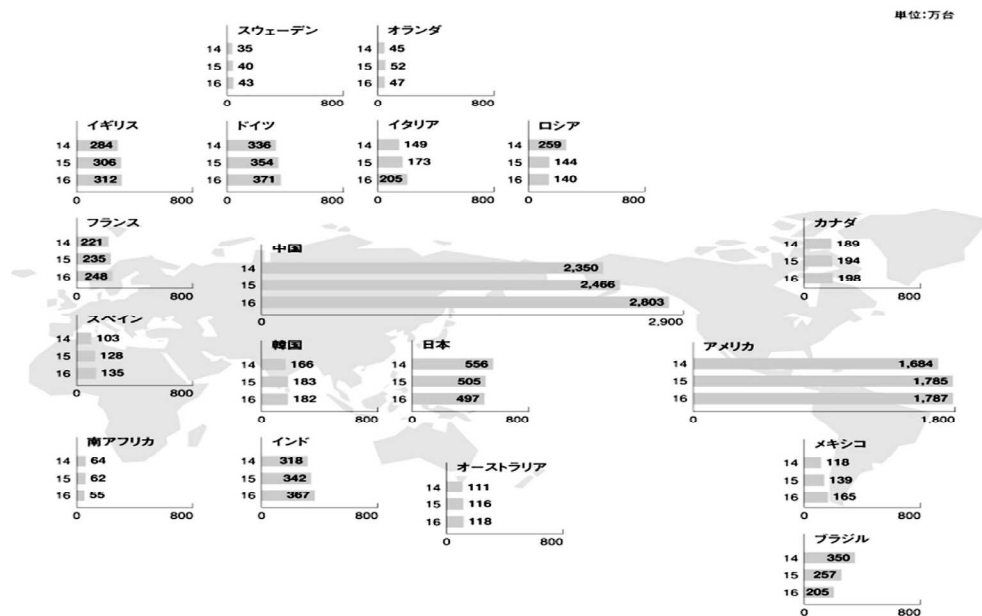
21 井熊均編（2013）前掲書、p42

ミッションヴィークル）規制がおこなわれる。これにより走行中に排ガスを出さないEVやFCVを一定比率販売しなければならない。このZEV規制が問題なのはハイブリッド（HV）がこの対象から外されるということである。²²

トヨタは次世代自動車開発で、EVを近距離で走る小型車として位置づけ、PHVやHVを中距離用とし、長距離を走るエコカーとしてFCVという考え方をしている。それがEV用の電池コストの低減が進み、走行距離も長くなってきている。アメリカではEVを展開しているテスラがシェアを拡大し、中国でも規制や補助金でEVを優遇するようになってきている状況である。²³

現在、世界1位の販売台数がある中国、世界2位の市場のアメリカ（図3-1参照）のEVヘシフトの影響が、世界3位の市場である日本市場へ出てくるのは時間の問題と考えられる。

図3-1 主要国の四輪車販売台数推移



（出所）自動車工業会 HP

http://www.jama.or.jp/world/world/world_1t1.html（2017年11月25日閲覧）

国内シェアトップのトヨタでさえ、主力車種はハイブリッド（HV）であり、FCVも販売はしているが、販売台数が少ないことや水素ステーションといったインフラ整備が進んで

22 「トヨタの焦燥 トランプ、新世代カー、ケイレツ、三つの難題」『東洋経済』2017.4/29-5-6, p45

23 『東洋経済』2017.4/29-5-6, p46

いないため、FCVの普及には時間を要すると考えるのが妥当であろう。そうなってくるとEVの開発とラインナップ充実が急務になってくるのである。

4. おわりに

今日まで自動車の主役であったガソリンを使った内燃機関を持つ自動車が主役から脇役に転じようとしている。この変化をうけて、次世代自動車がどのようなものになっていこうとしているのか。本稿では自動運転とEVを事例に考察してきた。

自動運転に関しては産学官が連携しASV（Advanced Safety Vehicle）の開発・実用化・普及を推進する「ASV推進検討会」の役割が大きい。10km/h以上でハンドルを離した状態での自動ハンドル操作である①自動車線維持、②連続自動運転に加え、③自動車のハッキング対策に関するガイドライン、④自動運転を実現するための自動車損害賠償責任の明確化に関しても早急に進めていく必要がある。これらは行政との連携無くして早期の実現は難しい。

これら四つが解決されれば各メーカーの自動運転技術も標準化が進んでいくと考えられる。しかし、もう一つ解決しなければならない要因として、地図データを提供するメーカーの主導権争いが決着していない。未だに欧州、アメリカ、中国、日本ではhere、Google、Baidu、SIPのどこが世界標準となるのか決着がついていないからである。地図データの標準化が進めば、これに合わせた自動運転システムの開発も進み、コスト削減も急速に進むと考えられる。

他にもGoogleが「Android Auto」、Appleも「Car Play」といったように自動車でもスマホを使えるアプリを提供し、スマホを自動車の情報提供ツールとして使う方向性も模索されている。これが進展していけば容易にインターネットとつながり、自動車のIoT（Internet of Things）化も方向性として考慮しなくてはならなくなる。

EVに関しては日本独自の市場環境と世界的潮流に合わせた拡販が必要になる。日本市場はHVが主流で、軽自動車という独自規格の車もあり、一定の市場シェアがあることから、これらを凌駕するアピールポイントがなければならない。世界的な潮流として世界1位の市場である中国、世界2位の市場であるアメリカがEVへシフトしてきているため、EVを積極的に拡販しようとしてきた日産、三菱自動車にとっては追い風となるであろう。しかしトヨタのようにHVを主力車種としているメーカー、ディーゼルを主力としているマツダなどは、EV開発を急がねばならなくなったといえる。

EV普及のネックとなっている電池の「価格が高い」、「給電時間が短い」、「充電時間が長い」という3つの問題に関しても、パナソニック、ユアサといった電池メーカーと連携し

で改善が図られている。それでも一般大衆の顧客層が購入できる価格帯になるまでコスト削減をはからなければ拡販は難しい。行政と進めている充電スタンド増もインフラ整備としてもっと急がねばならないと考える。

本稿では自動運転とEVという次世代自動車に求められる要因について議論してきたが、どちらも解決すべき課題を抱えていた。課題の解決が段階的に進むと考えられるため、今後これらの動向には注視していく必要がある。加えて本稿では取り上げることができなかったが、今後加速していくであろう「クルマのIoT化」、「クルマのシェアリングサービス」や「製販分離の問題」、「アフターサービス」等に関しても今後の研究課題として見据えていかなければならないと考えるのである。

（ 参 考 文 献 ）

- 井熊均編（2013）『「自動運転」が拓く巨大市場 2020年に本格化するスマートモビリティビジネスの行方』日刊工業新聞社
- 高根英幸（2017）『エコカー技術の最前線 どこまでも進化する燃費改善と排出ガスのクリーン化に迫る』SBクリエイティブ
- デロイトトーマツコンサルティング（2016）『モビリティ革命 2030～自動車産業の破壊と創造～』日経BP社
- 福田将宏監修（2014）『日産リーフとBMW i3』フォーイン
- 福田俊之監修・井元康一郎（2016）『レクサス トヨタは世界的ブランドを打ち出せるのか』プレジデント社
- 桃田健史（2017）『自動運転でGO クルマの新時代がやってくる』マイナビ出版
- 桃田健史（2016）『IoTで激変するクルマの未来』洋泉社
- 李泰王（2016）『「ものづくり」自動車産業論 ヒュンダイとトヨタ』中央経済社
- 荒川潔・大野正久（2013）「高齢者の自動車買い替え需要における車種選択の分析」『社会情報系・社会情報学研究』第22巻、大妻女子大学
- 石川和男（2008）「わが国のモータリゼーション発展期における自動車産業の環境と自動車メーカーによるマーケティング対応 —複数マーケティング・チャネル制進展の背景—」『専修商学論集』第88号、専修大学
- 岩崎尚子・小尾敏夫（2016）「情報通信とIoT innovation —自動車産業との競争と協調の事例研究—」『アジア太平洋討究』早稲田大学アジア太平洋研究センター
- 川北真紀子（2010）「自動車流通における新業態の登場 —消費市場の変化の視点から—」『豊橋創造大学紀要』14号、豊橋創造大学
- 黒川文子（2015）「自動車メーカーからの付加価値移転：車載ソフトウェアにおける標準化とネットワーク外部性の視点から」『情報学研究』第4号、獨協大学情報学研究所
- 黒川文子（2012）「次世代自動車の競争戦略」『情報学研究』第1号、獨協大学情報学研究所
- 坂上浩司・富山栄子（2017）「トヨタ自動車株式会社と日産自動車株式会社が取り組むデザイン戦略の共通点と相違点に関する研究」『事業創造大学院大学紀要』第8巻1号、事業創造大学院大学
- 高橋武秀（2015）「自動運転の問題点、特に第三者の干渉リスクについて」『早稲田大学自動車部品産業研

- 究所紀要』早稲田大学自動車部品産業研究所
- 国土交通省自動車局技術政策課（2017）「クルマの高度化による更なる交通事故の削減を目指して～自動運転の実現に向けたASVの推進～」国土交通省
- 国土交通省自動運転戦略本部「自動運転の実現に向けた今後の国土交通省の取組」2017年6月
- 「トヨタの焦燥 トランプ、新世代カー、ケイレツ、三つの難題」『東洋経済』2017.4/29-5-6
- Beeton D., G. Meyer (2015) *Electric Vehicle Business Models Global Perspectives*, Springer, New York
- Jetin B. (2015) *Global Automobile Demand*, Palgrave macmillan, New York
- Pavlinek P. (2017) *Dependent Growth: Foreign Investment and the Development of the Automotive Industry in East-Central Europe*, Springer, Tokyo
- Hibino S., K. Noguchi, G. Plenert (2017) *Toyota's Global Marketing Strategy Innovation through Breakthrough Thinking and Kaizen*, CPC Press, London

The Battle for next-Generation Automobile -The case study of autonomous drive and EV-

Masahiro Yoshikawa

The 2010s, next-generation automotive development is progressing. This study has considered to the case autonomous driving and EV (Electric Vehicle) which are being produced as a next-generation automobile about the problem of the product strategy and distribution strategy.

In autonomous driving, a maker's technology and the infrastructure building of public administration had become a problem. In addition, there is also a problem of the law revision for autonomous driving realization and indemnity.

About EV, competition of a new maker like Tesla and the existing maker is intensifying. However, there is a problem of a battery life in EV and after-sale service had become a problem.

As a result, I think that have to change a product strategy and a channel strategy, solving these subjects.