



## わが国自動車産業を取り巻く近年の変化

鈴木 誠

### 要旨

今、自動車の価値が大きく転換しようとしている。従来は、走る、止まる、運ぶといった輸送が自動車の役割であり、価値の源泉であった。しかし、インターネット等通信技術の普及、環境問題の深刻化、技術革新により従来にない自動車の価値や機能が現実化しつつある。その中で、大きなポイントは近い将来自動車の動力が内燃機関からモーターに移ること、そして、運転する主体が人から AI に移ることである。前者は環境問題に端を発し、化石燃料を利用した内燃機関から生じる二酸化炭素問題の解消の切り札として電気モーターの利用を唱える国々が増加していることが背景にある。後者は、5G 通信技術の登場と普及によって、自動化された運転技術が自動車に実装される日が近づいていることにある。事実、自動車メーカー各社は自動運転技術の公道での実証実験を繰り返し、実験データに基づく、自動運転プログラムの改善を日々行っている。

これらの変化を遂げた自動車は、これまでの「移動する手段」ではなく「動く会議室」や「走るスマホ」のように融合したサービスを提供する手段となるだろう。そして、自動車というひとつの完結した商品は終焉を迎え、その機能が別の機能に融合する要素のひとつとされると考えられる。

キーワード：自動車産業、CASE、MaaS、電気自動車、自動運転

(投稿日 2020年12月3日)

### 文教大学経営学部

〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100

Tel 0467-53-2111(代表) Fax 0467-54-3734

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

## わが国自動車産業を取り巻く近年の変化<sup>1)</sup>

鈴木 誠\*

### はじめに

自動車産業は第二の電器産業となってしまうのか。1900年代までわが国の経済をけん引し、世界に家電製品を供給していた名門企業が2000年に入ってからその多くが内外の資本を導入したり、分社化したり、身売りを余儀なくされたケースもあった。これら家電メーカーに共通するのが、差別化する技術革新と歩留まりの高い生産技術、そして、製品への信頼性の3点であった。しかし、2000年以降、こうした3つの優位を揺るがす出来事、すなわち、想定外の為替市場の変化の洗礼を受けることとなった。2007年に1ドル124円11銭の安値を付けてから、2011年10月には75円54銭まで実に45円の円高となった。為替価格上昇は輸出メーカー、特に家電産業や自動車産業に影響を与えることとなったのである。この結果、海外に輸出すればするほど、赤字となって原材料費すら回収できない状況に至ってしまった。この大きな転換点により、相対的に韓国や中国企業による家電商品の価格競争力が増すこととなり、わが国の家電産業は価格競争上の劣位に置かれることを余儀なくされた。他方で自動車産業は、内燃機関であるエンジンの微妙なコントロールを電子制御で行う必要があるばかりか、安全性についての検証も求められることなどから、一朝一夕に新興企業に

よって市場を席卷されることはなかった。また、世界的な化石燃料による気候の温暖化対策として、ハイブリッド車や電気自動車への関心が高まったことは、ハイブリッド車をいち早く商業化し、普及させてきた日本の自動車産業にとって追い風となったようにも見えた時期がある。ハイブリッド自動車は、従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジン以上に、内燃機関と電気系統の制御にノウハウが必要であり、関連する技術は日本の自動車産業、例えばトヨタ自動車、によって保有されていることから、後発の自動車会社は日本の自動車産業に一定の技術使用料を支払う必要がある。ただし、世界はハイブリッドに向かうだけではなかった。例えば、イーロン・マスクの設立したテスラモーターは、内燃機関による動力を排除し、電気モーターによる駆動を前提とした自動車を製造している。これまで電気自動車は、環境にやさしい次世代の車として水素自動車とともに取り上げられてきたが、実現にはさらに10年から20年の開発期間が必要とされていた。その理由は、電源となる電池の性能にあった。しかし、スマートフォンの小型軽量化やモバイルPCの普及によって、不可欠となる高性能の電池の需要が高まり、その結果、リチウムイオン電池の製造コストの低下、充電時間の短期化、電池の持続能力の向上によって電気自動車の走行距離が飛躍的に向上し、量産化されるようになった。米国以上に電気自動車の量産化が進んでいるのが中国である。自動車はすでにスマホ化したともいわれる

\* 文教大学経営学部教授

✉ mcsuzuki@bunkyo.ac.jp

ように、PC 同様に部品を組み合わせることで走る装置は製造できるのである。

自動車産業には動力革命が押し寄せているだけではない。自動運転という別の技術の変革も押し寄せている。本論文では、わが国の自動車産業の未来について、動力面の変革と自動運転の導入という点に焦点を当てて、論じることとした。以下、1章がわが国自動車産業の発展と現状について述べ、2章ではEV技術と取り巻く環境についてまとめている。3章は自動運転技術の発展と対応、第4章は結語である。

## 1. わが国自動車産業の発展と現状

### (1) 自動車産業の発展

わが国の自動車の歴史は1904年の山羽式蒸気自動車に始まる。山羽式蒸気自動車は、石油焚きボイラーによる2気筒蒸気エンジンを備え、出力25馬力であった。ガソリンエンジンによる自動車は1907年に開発された吉田式自動車タクリー号である。ただし、吉田式自動車は欧米の洗練された輸入自動車に駆逐され、製造台数8台、3年余りでその製造が中止となった。その後、2018年現在の世界における自動車製造台数は、9571万台、日本における製造台数は973万台であり、国内生産台数は世界生産台数の1割を上回っている（図表1参照<sup>2)</sup>。わが国を代表する自動車会社であるトヨタ自動車は1926年に誕生した豊田自動織機製作所で、1933年に自動車製作部門を自動織機製作所内に設置したことに始まる。奇しくも、同年、鮎川義介が日産自動車の基礎となる自動車製造株式会社を設立した。

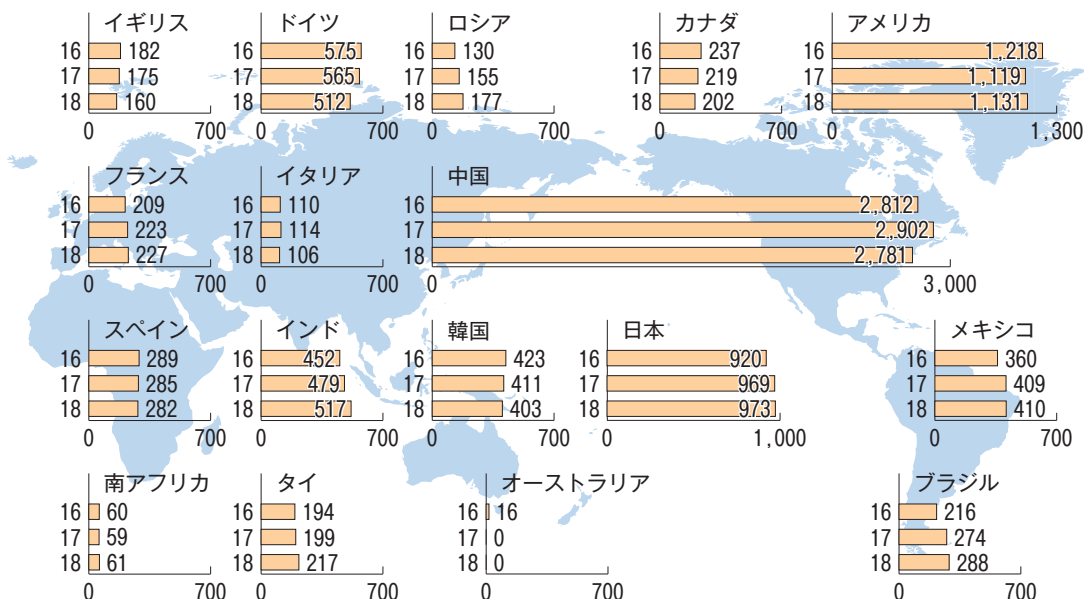
現在のトヨタ自動車の自動車製造において特色とされる「カンバン方式」や「カイゼン」運

動は1938年に設立された拳母工場の生産工程に始まる。創業者である豊田喜一郎が発案した「カンバン方式」は製造工程の各所において必要な部品を必要な時に必要なだけ投入することから Just In Time 方式 (JIT) とも呼ばれ、生産効率化と作業効率化を両立し、さらに日々の「カイゼン」運動により磨きを掛ける仕組みとなっている。これらの背景には無駄の排除と徹底した自働化の思想があったといわれる<sup>3)</sup>。

豊田喜一郎の生産システムは、1910年代に開発されたフォード社が開発した大量生産システムを起源としている。フォード社の生産システムの特徴はハイランドパーク工場において移動式組立方式により大量生産を実現したことにある。さらに、究極的な内製化を進め、鉄鉱石から車両完成まで2日で生産することが可能とされるバトン・ルージュ工場が1919年に稼働した。ただし、フォード社の生産システムの問題点は、専用の工作機による限定車種製造にしか向いていないことであった。つまり、複数品種大量生産にはこの生産方式には限界があったのである。この点を改造したのが1920年代に登場したゼネラルモーターズ社が開発した生産方式である。スローン方式とされる生産方式では複数のモデルに対応できるフルライン生産と部品の共通化が図られた。この結果、車両のメジャーチェンジやマイナーチェンジへの対応が短期間に行うことが可能となり、フォードをGMが逆転することとなったとされる。その後、前出の豊田喜一郎による生産システムが登場し、トヨタをはじめとする日本車が世界、特に北米市場を席巻することとなった。1990年にMITによる International Motor vehicle Program Report によれば、トヨタによる生産方式が、「高い生産性、品質、フレキシビリティ」の点で優れ、

図表1 世界の4輪自動車生産台数(2018年)

単位：万台



出所：日本自動車工業会調べ ([http://www.jama.or.jp/world/world/world\\_t1.html](http://www.jama.or.jp/world/world/world_t1.html))

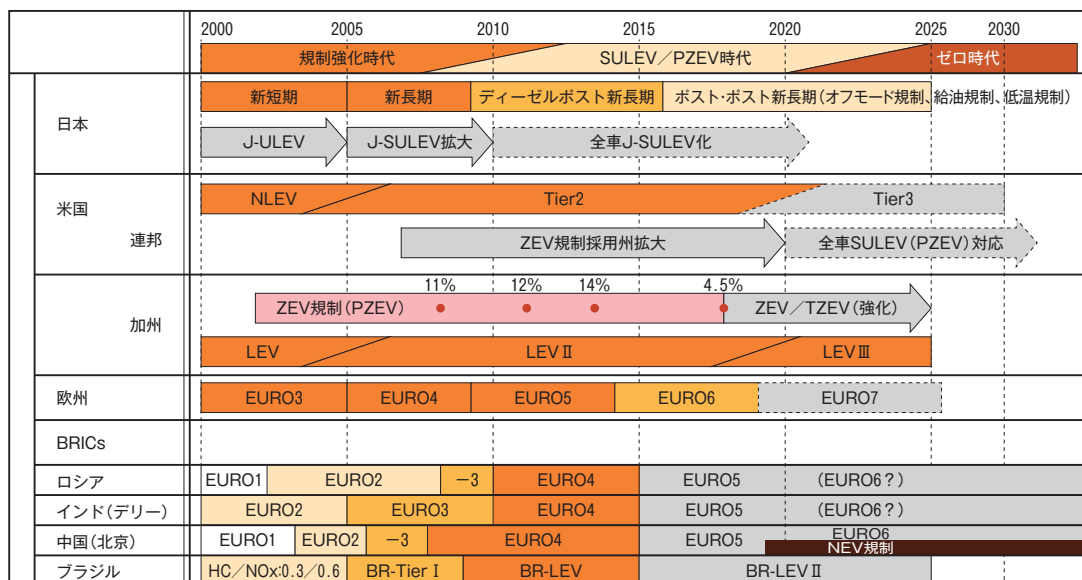
自動車生産の国際標準を確立したと述べられている<sup>4)</sup>。

## (2) 現状の変化

自動車産業は、技術革新と消費者の嗜好を取り込み、発展をしてきた。前節で述べたような生産システムの改善や改良により、大量かつ安価な製品を生み出す不断の努力が行われている。他方で生産における制約条件と考えられるのが、部品の供給と費用であったと考えられる。部品とされるパーツは自動車1台を生産する上で約3万のパーツが必要と言われていた。フォード社の垂直統合生産方式ではパーツを内製化することにより、パーツの納品量、時期、価格についての制約を緩和することができた。他方で、パーツ市場の価格と乖離することやパーツ自体の性能改善が二の次になってしまう点もあった。また、費用の面では、パーツから

完成車両に至るまで大量生産によるメリットが価格の低下を可能とし、消費者の購入費用を抑えることに成功した。1908年のT型フォードの価格が当時の価格で825ドルであったのに対して、大量生産システム導入後の1913年には525ドルに大きく低下している<sup>5)</sup>。現在の制約条件とは、上記に加えて、大きな要素として各国の政策を加えなくてはならない。現在最も大きな制約が環境問題である。かつては、ガソリン価格の上昇に伴う走行燃費が制約とされた時期もあったが、現在の環境問題は各国に留まらず、世界的に共通した制約条件となっている。こうした制約条件が新たな自動車産業へのイノベーションを期待するひとつの要素となっているのである。

図表2 各国の自動車の環境対策



出所：「自動車の将来動向」第2章より抜粋、PWC ジャパン、2019年2月15日

## 2. EV 技術と取り巻く環境

これまでわが国では自動車の排気ガスと環境問題との関係では、問題となったのは硫黄酸化物 ( $SO_x$ ) や窒素酸化物 ( $NO_x$ ) による被害であった。二酸化炭素排出による影響は主として温暖化を通して欧州のアルプスにある氷河の減少によって確認されてきたが、わが国で問題視されることはあまりなかった。

風向きが変わったのは1997年に京都で開催された国連気候変動枠組条約第3回締約国会議 (COP3) で温暖化に対する取組みが採択されたことにある。この取り決めに基づき、日本も1990年比で2008~2012年に6%の温室効果ガスの排出量削減を実施することとなったのである。他方、欧州では7月6日にフランスが2040年までに化石燃料を利用する自動車の販売を禁止すると表明し、7月26日には英国も同様の方

針を打ち出した<sup>6)</sup>。さらに、近年、急速に自動車大国となった中国も自動車から排出される排気ガスが著しい都市部の環境悪化を引き起こしていること、そしてわが国同様に化石燃料を海外に約6割強依存していることから、環境問題の解決と化石燃料海外依存からの脱却という点から脱化石燃料化が推進されている。

脱化石燃料の推進は各国によりその対応や実施速度は異なる。特に世界をリードしている自動車の排気ガス規制実施国は米国のカリフォルニア州と中国である。カリフォルニア州ではZEV (Zero Emission Vehicle) 規制が2018年より導入され、「段階的にルールを厳しくしており、25年には販売台数の22%に相当するEVやプラグインハイブリッド車 (PHV) などを販売するよう自動車メーカーに義務付けている」<sup>7)</sup>。また、中国では、「国内主要都市の劣悪な大気汚染対策 (PM2.5) と自国EVメーカーを世界最大の自動車メーカーに押し上げるとい

う国策が背景にあり、CAFC (Corporate Average Fuel Consumption、企業平均燃費規制) とセットで2019年から導入されている」<sup>8)</sup>。

#### (1) エコカー

世界の脱化石燃料指向の環境意識の高まりによって、世界の自動車産業はガソリンや軽油を用いない、電気自動車や水素自動車をゴールとした製造競争を行っている。わが国ではおなじみのトヨタのプリウスは、化石燃料と電池を用いたハイブリッドカーとして知られ、日本のみならず世界中で活躍している。ただし、わが国の自動車製造史を顧みるならば、プリウス以前に、完全なるEV (電気自動車) が生産されていた。日産自動車の前身である東京電気自動車が製造した「たま電気自動車」である。1947年当時は石油が不足気味である一方、電気は余剰があったことから政府の奨励に従い生産されたのが「たま電気自動車」であった。最高時速35km/hと当時では電気自動車のトップの性能を誇り、1952年ごろまで利用されていた<sup>9)</sup>。しかし、朝鮮戦争による鉛の需要の高まりから鉛蓄電池の価格が急騰し、電気自動車の生産が困難となり姿を消すこととなった。また、「デンソーは1950年に車体を含めEV「デンソー号」を開発した。1回の充電による走行距離は約200キロであった」<sup>10)</sup> ように、わが国における電気自動車の萌芽は様々の時期に見られたのである。しかしながら、電気自動車 (EV) が普及しなかった理由としては、ガソリン車に比べて走行持続性の問題や充電施設が皆無であったことなどから、現実的な選択としてガソリン車が普及したと考えられる。

しかし、前述のように環境問題が顕著となると、自動車会社による開発、国民による意識の

高まり、原油価格の上昇といった要件を背景として、量産型ハイブリッドカーであるトヨタプリウスが1997年12月に誕生することとなった。その後、わが国の自動車会社各社はハイブリッド車の開発にしのぎを削ることとなる。ただし、「欧米の自動車メーカーは静観していた。ハイブリッドカーはつなぎの技術でしかないと考えていたのである。究極のエコカーは電気自動車か燃料電池車であり、内燃機関とモーターという2つの動力を持つハイブリッドカーに利点はないというのが彼らの認識だった」<sup>11)</sup>のである。その結果、ハイブリッドカーに関する特許技術の多くはわが国の自動車会社が握ることとなり、わが国自動車産業の金字塔というべき発明であったと言える。なお、エコカーはハイブリッドカーとして一括りされがちであるが、図表3のように多岐にわたり細かく区分されている。

#### (2) 米中の環境問題への対応とわが国自動車産業

エコカー、特にハイブリッド車に関するわが国自動車産業の技術は欧米の自動車産業を凌駕している。化石燃料の利用削減という点で考えるならば、一日の長を有するわが国自動車を輸入する、あるいは技術の提供を受けることが有効な方法であると考えるのが合理的である。しかしながら、既述のように自動車大国である米国や中国の排気ガス規制ではハイブリッド車は適合しないとする枠組みが示された。うがった見方をすれば、日本の自動車の独壇場となることを避けるために、ルールを変更して自国の自動車産業がルールに適合する自動車を開発するための時間を稼いだ、アンフェアだということができるかもしれない。他方で、自国の制度変更は自国の専権であり、その枠組みに適合する

図表3 次世代自動車区分

	駆動装置	燃料	充電方法	事例	
電気自動車 (EV)	モーター	電気	外部充電	テスラ モデルS 日産 リーフ	
レンジエクステンダー付EV	モーター	電気/ ガソリン	外部充電 (主)/ エンジン発電(補助)	BMW i3	
プラグインハイブリッド (PHV)	エンジン+ モーター	ガソリン/ 電気	外部充電も可	トヨタ プリウス PHV 三菱 アウトランダーPHEV	
ハイブリッド (HV)	パラレルハイブリッド	エンジン (+モーター)	ガソリン/ 電気	外部充電は非対応	本田技研 フィットハイブリッド
	シリーズハイブリッド	モーター	ガソリン	外部充電は非対応	日産 Note e-Power
	スプリットハイブリッド/ストロングハイブリッド	エンジン+ モーター	ガソリン	外部充電は非対応	トヨタ プリウス
マイルドHV	エンジン (+モーター)	ガソリン	外部充電は非対応	スズキ ソリオ	
燃料電池車 (FCV)	モーター	水素	内部水素発電で充電	トヨタ MIRAI 本田技研 クラリティ	

出所：日経産業新聞2018年3月8日、自動車ニュース (<https://newcars.jp/tech/hybrid-3-types/>) を元に筆者が追記、作成した。

自動車を提供することが企業の対策であると考えるのは素直すぎるのであろうか。

そもそも、わが国のモノづくりの原点は、良い物を作れば、消費者はその良さを理解し、必ずや購入してくれると期待するという職人気質(クラフトマンシップ)が良くも悪くも息づいている。その気質が電器産業や自動車産業などモノづくりを行う中核産業において継承された結果、高品質で低価格な物が生産されるに至ったといわれる。例えば、1997年に誕生したプリウスの開発では、1993年にG21プロジェクトが内山田氏を中心に行われたというのが、この事例は、日本型経営の典型と観ることができる。すなわち、1) 優れた技術やノウハウを社内に蓄積し、その蓄積に基づいて事業に転用を図る、2) 労働市場の流動性の低さから、コアとなる

人材が社内に留まり、ミドル層による事業の創発につながる、という特徴を備えているからである。いわゆる、「経営資源重視・ミドル創発型」のわが国の企業経営は、米国型の「市場のポジション重視・トップダウンによる戦略計画型」<sup>12)</sup>とは対極に位置するとされる。米国型企业経営では、環境条件に応じてどのような事業が利益を確保できるか検討し、各事業を市場に適切に位置づけることが重視される。したがって、市場のルールが変わったとしても、新たなルールに従って適切に自社の事業を対応させうる潜在的な適応力を有しているといえる。他方で、わが国企業の場合、経営資源をリソースとしているので、当初想定していたルール(制約条件)を逸脱した場合、その技術的な対応はゼロから行わなくてはならない。

### 3. 自動運転技術の発展と対応

エコカー技術と同様、自動車産業において注目される技術開発は自動運転技術であろう。昨今利用される MaaS (Mobility as a Service) の中核を担う技術のひとつであるが、自動運転技術に不可欠のカーナビゲーションシステム (通称、カーナビ) は米国の軍事技術が民間転用されたように思われがちであるが、わが国で開発された技術であることはあまり知られていない。なぜ、わが国で開発されたカーナビは自動運転技術に結びつかず、米国に後れをとることとなったのだろうか。

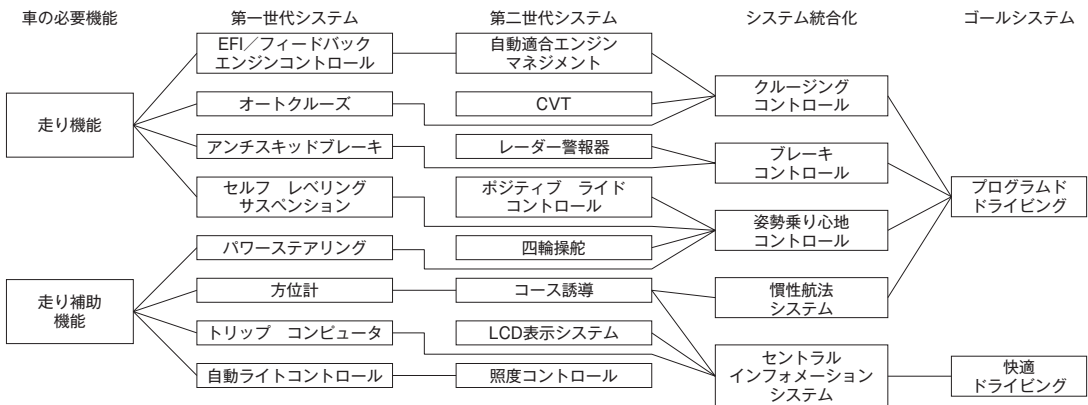
#### (1) 世界初のカーナビゲーションシステム<sup>13)</sup>

わが国における世界初となるカーナビは本田技研工業で1981年に開発された。開発リーダーである本田技研の田上勝俊氏の目標は図表4に示すようにカーナビの製作は中間目標であり、最終目標は運転自動化にあった。当時の名称は「エレクトロジャイロケータ」と呼ばれ、電子方位測定器として発売され、現在位置を示す

機能のみであったために、ナビゲーションという名称は付されていなかった。走行地点の認識は慣性航法装置による方向とタイヤの回転数による走行距離から割り出して求めることとしたが、価格が約20万円と高額であったことから出荷台数は170台にとどまったようである。

当時、カーナビの研究開発は他社でも行われていた。ジャイロケータの欠点を補うように三菱電機の平田誠一郎、横内一浩の両氏はGPSを活用することで現在地点を定める技術を開発した。そして、1990年、現在のカーナビの原型が誕生した。さらに、アイシン精機の横山昭二氏は目的地までのルートを映像で誘導する方法に音声ガイド付きカーナビを開発し、1992年ボイスナビゲーションシステムとして登場することとなった。ハードウェアの開発と同時に求められる機能は、目的地へのルートを最適化するソフトの開発である。トヨタの東重利氏は現在地から目的地までの経路計算にダイクストラ法を適用することで、高速計算により瞬時に結果を表示することを可能とした。さらに、日本の電機産業各社の開発技術が重層化し、現在の完成されたカーナビへと結実したのである。

図表4 目標は自動運転



出所：NHK らいじんぐ産、本田技研工業田上勝利氏作成資料より一部抜粋



優れたカーナビゲーションシステムが完成することができたが、完成するとともに、その後の進化を遂げることはできていない。その理由として、カーナビは日本固有の問題を解決するに十分な解答を与えたからだといえることができる。わが国の住所表示は道路が発達した欧州や米国と異なり、道路に沿って番地が振られているわけではない。地区や地域という単位で住所区分されているため、近くまで来ているのに、目的地を発見することが困難であったわけである。見事にカーナビは多くのわが国が抱える問題解決を果たしたが、それは、開発者のみならず基礎となる詳細な電子地図の果たした役割も決して小さくはない。

## (2) グーグルマップの登場

かつては地図といえば地図作成会社しか手を出すことのない独占的な事業であった。膨大な位置情報をゼロから作成するインシヤルコスト、さらに定期的に更新するランニングコストを考えるならば、無縁の企業体が参入すべき事業とは言えない。しかし、アップルやヤフー、そしてグーグルという名だたる企業は地図情報の作成そして提供に乗り出している。その背景には、パソコンからスマートフォンへの技術の進化がある。通信を利用し、軽量でモビリティ性能のあるスマートフォンは、地図情報と相性がよい。わが国でカーナビが普及したように、ハンディーなナビゲーションシステムを利用者に提供してくれるからである。初めて訪れる目的地にも容易に経路を示してくれる。さらに、地図上に様々な情報、例えば、公共施設、飲食店、交通機関、小売店等を表示することが可能となり、表示するだけでなく、固有の情報も呈示することが可能となる。この結果、地図上に

表示されることで集客につながり、新たなキャッシュフローを生むことになる。いわば、地図がキャッシュフローを生み出すプラットフォームとなっているのである。

グーグルマップは2005年にPCデスクトップ版が公開され、同年日本版も公開された。その後、2006年にグーグル Earth が日本語で検索できるようになり、2007年に米国でストリートビューが公開、2008年にわが国でも公開され、音声検索も可能となった。2010年には7大陸においてストリートビューが公開されるに至り、海洋も含めた全世界の地図を網羅することとなった。わが国でのグーグルマップの充実にはわが国地図メーカーのゼンリンからの地図情報の提供があったからだといわれるが、そのゼンリンとの契約は2012年に変更となった。その原因が自動運転に関する対立にあると報じられている。「自動運転分野ではグーグルが先行しており、すでに米国の一部の州で自動運転車による配車サービスを実用化した。自動運転向け地図でもグーグルが先頭を走っている。グーグルの独走に対する危機感から自動運転地図データで日米の企業が手を組んだ。3次元の地図データの研究開発を手がけるダイナミックマップ基盤(DMP)は、米ゼネラルモーターズ(GM)系地図企業のアシヤを買収。DMPにはトヨタ自動車、ホンダ、日産自動車、ゼンリンが出資している。トヨタやGMが高精度な地図データを共有できる体制を築く<sup>14)</sup>」と報じられている。

## (3) WAYMO

グーグルは地図情報と並行してAIを用いた自動運転技術の開発を2009年より開始し、2016年にWAYMOとしてスピンアウトした。当初

より米国における人工知能研究の第一人者とグーグルのストリートビュー開発者が共同で事業を推進しており、WAYMOの自動運転技術は世界最高水準とされ、ルノー（仏）、ジャガー（英）など世界の大手自動車メーカーとも技術提携を行っている。自動運転技術はもはや自動車会社で扱われる範疇を大きく超越しており、コンピュータエンジニアリングの延長上として捉えるべき技術である。実際、ニューラルネットワークのアーキテクチャーを用いた機械学習を通して自動運転技術を開発している。例えば、「現実世界のデータを使って自動運転車を訓練するのは難しい。そこで自動運転車は代わりにVR（仮想現実）シミュレーションを使って何十億マイルも走行している。WAYMOのシミュレーションソフト「カークラフト（Carcraft）」は「ファジニング（fuzzing）」と呼ばれるプロセスを使い、こうした特別のシナリオを作り出す。WAYMOの研究者は機械学習のアルゴリズムを改良し続けるためにシミュレーションで2万5千台相当の車を常時走行させている。」<sup>15)</sup>

グーグルの目指すゴールにあるサービスとはどこにあるのだろうか。グーグルはすでに2次元の地図情報、そしてストリートビューに見られる3次元の地図情報を手中におさめ、他方で子会社WAYMOによる自動運転技術は他社に大きく水をあけている。これらの技術によってグーグルが目指す方向は自動車の所有する価値から利用する価値への転換を図ること、最近流行する表現でいうならば、サブスク化<sup>16)</sup>である。具体的にはMaaS<sup>17)</sup>と呼ばれる移動手段の概念に位置付けると乗用車は所有者に限らない移動手段の一部であり、準公共交通機関として位置付けられる。公共バスと同様にサービスの対価をその都度払い、いわゆるサブスク化を図るこ

とができるのである。グーグルはサブスク化に欠かせないプラットフォーマーとして移動サービスを提供する中核に位置することを目指していると見られる。

#### (4) 自動運転技術とわが国自動車産業

世界初のカーナビシステムは、本田技研に始まりわが国の自動車、電機メーカーの技術者がバトンリレーのように優れた機能を追加していくことで、類いまれな完成品に仕上げられた。いわば、オールジャパンの目に見えない競争と協力の賜物と言える。ただし、カーナビは本来思い描かれていた方向とは異なる方向に開花してしまったようだ。図表4にあるように開発初期のロードマップでは、自動運転技術への中間目標の位置づけに過ぎなかったが、その利便性が当初の想定以上であったこと、消費者による需要の拡大、競合他社の参入等によって、より使い易いカーナビ開発競争のタコつぼに陥ってしまったようだ。その結果、性能の向上に関心が移り、本来の目的であった自動運転への可能性を閉ざしてしまったのではないか。さらに、円高による収益の悪化も新たな研究開発に追い打ちをかけた点は否めない。

さらに、限定列挙主義といわれるわが国の法律制度も新規開発の足を引っ張っている。わが国では、「して構わないこと」は法律において掲げられており、法律に掲げられていないことはすべて「してはいけないこと」に分類される。したがって、革新的な発明であっても、法律上認められない限り、公道において利用することはできない。例えば、二輪のモーター駆動車セグウェイですら公道での利用が禁止されている。したがって、わが国の道路交通法や道路運送車両法において、運転自動化のための公道実

験実施に向けた労力を考えるならば、その前途は困難と膨大な労力が想定され、自動車メーカーのみならず、いかなる企業体も前向きに取り組むことができない法制度の影響も大きいと思われる。この結果、わが国では完成したカーナビシステムから自動運転技術へ飛躍する機運が途絶えたのだろう。

一時すたれた運転自動化に光が射したのは、2016年4月の国連欧州経済委員会が国際道路交通条約を改正し、遠隔制御による無人運転車の公道実証実験を決定したことを契機とする。わが国では、この改正をうけて2017年5月「官民ITS構想・ロードマップ2017<sup>18)</sup>」において「2020年までに世界一安全な道路交通社会を構築するとともに、その後、自動運転システムの開発・普及及びデータ基盤の整備を図ることにより、2030年までに世界一安全で円滑な道路交通社会を構築・維持することを目指す」とされた。この後、2018年4月に自動運転に係る制度整備大綱<sup>19)</sup>が公表された。ここでは、道路運送車両

法における自動運転車両に求められる性能や安全基準について、そして、道路交通法における遵守すべき規範の担保と逸脱時のペナルティについて各々検討すべき項目が挙げられている。さらに、2019年に入ると「官民ITS構想・ロードマップ2019<sup>20)</sup>」が公表された。ここでは、自家用車の自動運転化のレベルとして高速道路での完全自動運転レベル4（図表5参照）での導入を2025年目標とうたっている。

では、わが国の自動車産業の自動運転技術の開発状況はどうであろうか。図表6のように2020年に開催される予定であった東京オリンピックを一つの節目として、各社開発を進めていたようである。各社とも研究レベルでは欧米の自動車会社に劣らない自動運転化の技術開発を進めていることが判る。ただし、課題となるのは公道における自動運転の実施距離数と公道実験における自動運転の適用時間である。例えば先行するWAYMOは公道で1000万マイルの自動運転走行を実施し、シミュレーションによ

図表5 自動運転の定義

レベル	自動運転の定義		概要	操縦の主体
	高度	完全		
0	運転自動化なし		運転者がすべての運転を実行	運転者
1	運転支援		システムにより縦方向・横方向のいずれかの車両の運動制御を限定された領域において実行	運転者
2	部分運転自動化		システムにより縦方向・横方向の両方の車両の運動制御を限定された領域において実行	運転者
3	条件付運転自動化		システムが全ての運転を限定された状況において実行する。ただし、作動継続が困難な場合にはシステムの要求に応じて運転者が対応	基本的にシステム状況に応じて運転者
4	高度運転自動化		システムが全ての運転および作動継続が困難な場合への対応を限定された領域において実行	システム
5	完全運転自動化		システムが全ての運転および作動継続が困難な場合への対応を無限定に実行	システム

出所：官民ITS構想・ロードマップ2019より著者作成

図表 6 自動運転化技術開発状況と目標

	年	目標
トヨタ	2023	Level 4 一般向け
	2020	Level 4 東京オリンピックにて提供予定
ホンダ	2025	Level 4
	2020	Level 2 一般向け高度なレベル 2 からレベル 3
日産	2020	Level 3
	2016	Level 2 セレナに搭載
BMW	2025	Level 4 一般道路対応
	2021	Level 2 高速道路および駐車場
メルセデス	2023	Level 4
	2020	Level 3 高速道路および駐車場
アウディ	2025	Level 4 一般向け
	2021	Level 4 商用車
フォード	2025	Level 4 一般向け
	2021	Level 4 商用車
テスラ	2020	Level 5
	2014	Level 2 モデル S より実装

出所：各種資料より著者作成（2020年3月現在）

る運転走行は70億マイルを超えると報道されており、多くの実証実験によるデータを蓄積しているようだ。

わが国のトヨタが東京五輪において提供する予定の e-Palette の自動運転を制御するのがティアフォー社により提供されるオペレーションシステムである。同社の国内外での実証走行距離数は10万キロを超えるとされる<sup>21)</sup>。前述のWAYMOの実証走行距離マイル数と単位調整するならば、ティアフォー社の実証走行距離数はWAYMOの1/160に過ぎない。無論、実証走行距離数が少なくても、自動運転化技術の精度が高ければ問題はない。そこで、カリフォルニア州の実施する各社の公道実証テストの2018年実績結果を見てみるならば、WAYMOの自動運転装置は1000マイル走行において自動運転

モードの解除回数はわずか0.09回である。自動運転モードの解除回数が少ない程、自動運転の信頼性が高いことを示していることから、実用化にかなり迫っていることが予想される。第2位のGMクルーズも0.19回と追従している。他方で、わが国自動車産業では日産の4.75回、トヨタ393.7回、ホンダ458.33回となっている。ゼロを下回る海外の自動運転技術に対して、わが国の技術力は自動運転化技術、そして実証走行において大きく後れをとっている状況にあると考えられる。

#### (5) 自動車会社の新たな模索

トヨタをはじめとするわが国自動車産業は何も対応していないというわけではない。企業や業界の垣根を越えた MaaS への対応を始めてい

る。「国内約90社が新しい移動サービスを提供する MaaS の開発に乗り出す。トヨタ自動車とソフトバンクを中核に小売りや物流、不動産など幅広い企業が連携する新組織を発足」<sup>22)</sup> と和製プラットフォームとなるモネ・テクノロジーが産声を上げた。トヨタと競合する本田技研や日野も参画している。自動運転化技術ではグーグル (WAYMO) に水をあけられているが、MaaS の要となるプラットフォームと移動に係る多様なサービスを国内で囲い込むという戦略をとったのである。

他方で、一橋大学の青島矢一教授は「囲い込みをやめ他者と連携を」<sup>23)</sup> と題する論考を表し警鐘を鳴らしている。新たな時代環境では「固定した製品を前提とした累積的イノベーションを支えてきた従来の安定した枠組みがむしろ足枷となる。新たな産業で求められる多様な知識結合のあり方と旧来の組織との間に不適合が生じる」と述べている。モネ・テクノロジーズを核とする日系企業による合従連衡は、旧来の組織体の集合体であるとするれば、それは MaaS の方向とは異なるものとなるだろう。さらに、青島教授は「日本にある日本企業の日本人によるイノベーションなどという発想は無意味である。日本に滞留している資源を活用できるのであれば国籍は関係ない」と述べているように、技術を有する企業に国内外を問わず参加を促すような組織体となることが日本発の MaaS プラットフォームにつながれば、わが国の自動車産業も新たなステージへの発展が期待できるだろう。

#### 4. 結語

1960年代から70年代にかけてわが国では自動

車 (Car)、クーラー (Cooler)、カラーテレビ (Color TV) が三種の神器と呼ばれていた。そして、これらの神器はわが国産業の象徴ともいえる輸出品としてかつては世界市場を席卷してきた。今や、世界市場に輸出される純粋な日本企業製といえる完成品は自動車のみとなった。

自動車は内燃機関と電気系統のバランスが重要であり、その技術力は一朝一夕に後発企業が追いつくことはできない。したがって、先発企業である欧米、そしてわが国の自動車会社には先行者としての余裕があった。しかし、世界的な環境意識の高まりと蓄電能力の高い電池の登場によって、従来型の自動車産業がゆらぎつつある。わが国を、そして世界を代表する自動車会社に成長したトヨタは、ハイブリッドという内燃機関とモーターの併用という独自の技術を開発し、育て上げてきた。トヨタ独自の技術であるハイブリッドは他社の追従を許すものではない。緩やかな規制の強化という前提の下では、間違いなくトヨタのハイブリッドシステムが世界を席卷していただろう。しかし、各国の環境対策は既存の自動車会社の予測を超えた水準を掲げてきた。二酸化炭素を排出する内燃機関からの卒業である。政策として、新たな目標が掲げられたことで、既存の技術力を活用できないというジレンマに直面することとなった。既存の技術の枠を超えた「良い製品を安価で提供する」という日本の工業製品が輸出先国の政策によって大きな打撃を受けることとなった。かつて、米国カリフォルニア州における排気ガス規制強化が本田技研の CVCC エンジンを生み出す原動力となったといわれたが、今回は完全電気自動車化の推進は新たなわが国自動車産業の起爆剤となり、他国で類を見ないモーターによる自動車が誕生することを願いたい。

また、自動運転技術においては、既に、高性能のカーナビを開発している他方で、後発企業に技術面で追い越されたわが国は、官民一体となった巻き返しが図られるべきではないか。自動運転に欠かせない公道でのデータ収集を目的として、プロトタイプの自動運転車の運用を積極的に認めるべきであろう。自動運転は単に運転者に利便性を促進するだけでなく、わが国の地方における交通手段の確保の切り札となると期待されるからである。地方在住の高齢者において、生活の足は自家用車である。平均寿命が延びる一方で、高齢者による自動車事故も増加している。原因は、自動車なくして生活を営むことができないからに他ならない。行政はタクシーやコミュニティーバスを導入するが、利便性から言えば、スケジュールの自由度が制約される点で自家用車に大きく劣る。そこで、自動運転技術が実装された自動車が利用できれば、地方在住の高齢者の移動を大きく手助けすると考えられるのである。

わが国の自動車産業の技術開発のポテンシャルは極めて高い。内燃機関による動力からモーターへの転換が新たな自動車の誕生に結びつき、そして、世界を驚かせる製品が誕生することが期待される。2020年代はわが国自動車産業の大きな構造転換点となることだろう。

#### 注

- 1) 本論考は「(仮称) 学ばなくなった日本」に寄稿が予定されている論文の一部を改編し、再構成したものである。
- 2) 国際自動車工業会、日本自動車工業会調べ
- 3) トヨタ自動車 HP より (<https://global.toyota.jp/company/vision-and-philosophy/production-system/>)
- 4) 藤本隆宏、資料 (<https://ocw.u-tokyo.ac.jp/>

[lecture\\_files/eco\\_01/6/notes/ja/J\\_ba1\\_6.pdf](lecture_files/eco_01/6/notes/ja/J_ba1_6.pdf))

- 5) Daniel Gross, 1996, "Forbes Great Business Stories all the time," Forbes
- 6) 小山 堅「欧州におけるガソリン・ディーゼル車販売禁止を巡る動きとその影響」日本エネルギー経済研究所 IEEJ2017年 8 月
- 7) 日本経済新聞電子版、2019年 2 月22日
- 8) 藤村俊夫、「自動車の将来動向」第 2 章、PWC ジャパン、2019年 2 月15日
- 9) 日産ギャラリーフォトギャラリーHP ([https://nissangallery.jp/ghq/tama\\_201709/](https://nissangallery.jp/ghq/tama_201709/))
- 10) 日本経済新聞2018年 6 月28日より抜粋。
- 11) GAZOO、2015年1月「ハイブリッドカー誕生」([https://gazoo.com/article/car\\_history/150116\\_1.html](https://gazoo.com/article/car_history/150116_1.html))
- 12) 沼上幹「経営戦略の思考法」日本経済新聞社、2009年
- 13) 本節の内容はNHKBS2011年 7 月28日「らいじんぐ産「カーナビ」」を参考としてまとめたものである。
- 14) ニュースサイトで読む：[https://biz-journal.jp/2019/05/post\\_27767\\_2.html](https://biz-journal.jp/2019/05/post_27767_2.html)
- 15) 日本経済新聞電子版、2020年 1 月20日記事より抜粋
- 16) subscription
- 17) Mobility as a Service。CASE と混同されやすいが、MaaS は概念であり、CASE は手段を示していると整理できる。
- 18) 「官民 ITS 構想・ロードマップ2017」、2017年 5 月 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>)
- 19) 「自動運転に係る制度整備大綱」、2018年 4 月 ([https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180413/auto\\_drive.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180413/auto_drive.pdf))
- 20) 「官民 ITS 構想・ロードマップ2019」、2019年 6 月 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf>)
- 21) 東洋経済オンライン、2019年10月21日「あのトヨタが自動運転で頼った「黒子の正体」」(<https://toyokeizai.net/articles/-/309682?page=2>)

22) 日本経済新聞記事、2019年3月29日

23) 日本経済新聞記事、2019年10月3日

#### 引用文献

Daniel Gross, "Forbes Great Business Stories all the time," Forbes, 1996年

小山 堅 「欧州におけるガソリン・ディーゼル車販売禁止を巡る動きとその影響」日本エネルギー経済研究所、IEEJ、2017年8月

田中道昭 「2022年の次世代自動車産業」PHP ビジネス新書、2018年

鶴原吉郎 「EVと自動運転」岩波新書、2018年

藤本隆宏 資料：[https://ocw.u-tokyo.ac.jp/lecture\\_files/eco\\_01/6/notes/ja/J\\_ba1\\_6.pdf](https://ocw.u-tokyo.ac.jp/lecture_files/eco_01/6/notes/ja/J_ba1_6.pdf)

藤村俊夫 「自動車の将来動向」第2章、PWC ジャパン、2019年2月15日

沼上 幹 「経営戦略の思考法」日本経済新聞社、2009年

NHKBS らいじんぐ産「カーナビ」、2011年7月28日

GAZOO 記事「ハイブリッドカー誕生」、2015年1月  
[https://gazoo.com/article/car\\_history/150116\\_1.html](https://gazoo.com/article/car_history/150116_1.html)

官民ITS構想・ロードマップ2017：<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>、2017年5月

官民ITS構想・ロードマップ2019、<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf>、2019年6月

自動運転に係る制度整備大綱、[https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180413/auto\\_drive.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180413/auto_drive.pdf)、2018年4月

自動車ニュース <http://newcars.jp/tech/hybrid-3-types/>

日本経済新聞電子版、2020年1月20日記事

日本経済新聞電子版 2019年2月22日記事

日本経済新聞 2018年6月28日記事

日経産業新聞 2018年3月18日記事

日本経済新聞記事 2019年3月29日記事

日本経済新聞記事 2019年10月3日記事

日産ギャラリーフォトギャラリーHP：[https://nissan-gallery.jp/ghq/tama\\_201709/](https://nissan-gallery.jp/ghq/tama_201709/)

日本自動車工業会：[http://www.jama.or.jp/world/world/world\\_t1.html](http://www.jama.or.jp/world/world/world_t1.html)

東洋経済オンライン：<https://toyokeizai.net/articles/-/309682?page=2>、2019年10月21日

トヨタ自動車：<https://global.toyota.jp/company/vision-and-philosophy/production-system/>

ニュースサイトで読む：[https://biz-journal.jp/2019/05/post\\_27767\\_2.html](https://biz-journal.jp/2019/05/post_27767_2.html)



**Journal of Public and Private Management**

Vol. 7, No. 1, March 2021, pp. 1-14

ISSN 2189-2490

## **The Current New Waves around the Japanese Auto Industry**

**Makoto Suzuki**

Faculty of Business Administration, Bunkyo University

✉ [mcsuzuki@bunkyo.ac.jp](mailto:mcsuzuki@bunkyo.ac.jp)

Received. 3. December. 2020

### **Abstract**

The Auto Industry is one of the large engines of the Japanese Economy. The Auto Industry and Electric Industry have been pulled up our economy. However, the electric industry faced management difficulties because of its exports. Due to the Japanese currency, "Yen," hiked in the mid-2000s through the end of 2012, the main exporter, especially, the electric industry was damaged. On the other hand, Auto Industry faced the same situation, but they built their factory around the world and those foreign entities stabilized the profit of group companies. Since the engine is complicated, no start-up company could catch up with its technology in a short time. The auto industry was protected by its own accumulated experience and technology.

The current big wave which is called "MaaS" is completely different from the experiences in the past. The concept, "the auto is not a final product and it will be a part of the service," shows a new paradigm of the auto industry. The new technologies, Artificial Intelligence, will support a driver and operate the auto itself. The engine which is the heart of the auto will take place by the motor due to the worldwide ecology movement.

Under the above circumstances, how the Japanese auto industry could survive? Recently the Japanese government starts to review the availability of the complete transduction on motor used auto in the 2030s. It will be a big turning point in the Japanese Auto Industry.

Keywords: Auto Industry, CASE, MaaS, Electric Vehicle, Auto Drive

**Faculty of Business Administration, Bunkyo University**

1100 Namegaya, Chigasaki, Kanagawa 253-8550, JAPAN

Tel +81-467-53-2111, Fax +81-467-54-3734

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>



**経営論集 Vol.7, No.1**

ISSN 2189-2490

2021年3月31日発行

発行者 文教大学経営学部 石塚 浩

編集 文教大学経営学部 研究推進委員会

編集長 森 一将

〒253-8550 神奈川県茅ヶ崎市行谷1100

TEL : 0467-53-2111 FAX : 0467-54-3734

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>