

自動車業界における自動運転化と 電気自動車化の影響に関する考察

— ドイツ自動車メーカー、アウディの経営行動を中心に —

境 新 一

1. はじめに

今日、自動車業界は技術の進化、市場の質的变化によって激動の時代を迎えている。新しいモデルやデザインが登場し、自動車の形状や性能はたえず変化している。

筆者は、自動車に強い関心をもってきた者とはいえ、自動車業界に対しては、比較的傍観者の立場にあった。ただ、昨今の AI（人工知能）の展開、自動運転の技術、電気自動車の開発などのニュース記事が増えたことに伴い、自分自身の関心ならびに問題意識も高まったといえる。

そこで本研究では、今日、自動車産業が直面している課題について検討することとした。特に今回、筆者がアウディ・ジャパン販売(株)（東京都世田谷区尾山台に所在）にインタビューを行ったことを契機に、ドイツの4大メーカーの一角、アウディ (Audi AG) の歴史、自動運転化、電気自動車化の経営行動に注目して総括することとしたい。アウディは、2017年夏にスペインのバルセロナで開催されたアウディサミットにて、世界初となる「自動運転レベル3」にあたる自動運転技術「トラフィックジャムパイロット」という最先端のテクノロジーを駆使した「アウディ A8 モデル」を発表した。最後に日本のトヨタ自動車(株)の経営行動についても言及したい。

1-1. 自動車産業が直面している課題・要因

Pwc (プライスウォーターハウスクーパース) が発表した調査書「自動車産業の成長戦略：激動の時代における9つの戦いのパターン」(Strategy &, 2017)によれば、今日、自動車産業が直面している課題・要因には主に5つが存在するとしている。それは以下のとおりである¹⁾。

(1) 自動運転技術の開発

企業はこの分野で競争力のある技術を開発できるかどうか判断する必要がある。開発できない場合は、自動運転技術を提供できる企業と提携する必要がある。また、自動運転市場で競争を目指す企業は、サプライヤーとの関係や製造オペレーションに与える影響を考慮しなければならない。特に新興国では、自動車を成熟した世界市場に供給するのに何が必要かを検討する必要がある。

(2) 電気自動車 (EV) の展開

自動車メーカーにとっては、二酸化炭素排出規制の強化に対応し、自家用車や事業用車の新ラインアップを提供するチャンスになる可能性がある。自動運転技術と電気自動車は電気を用いる点で連動することになる。

(3) コネクティビティの拡大

今日、全てのデバイスが1つのシステムの下で結びつき作動する、あらゆるモノがインターネットに接続する世界 (IoT) が現れている。自動車のIT化により、快適性や安全性の向上が実現され、センサーと内部のネットワークにより実現できることだけでなく、クラウドと接続することにより、様々な情報サービスを受けることが可能になる。例えば、車が自宅まで20分で到着する距離に近づいた場合、自宅の空調システムが自動的にオンになるというケースである。自動車メーカーは、テクノロジー企業との提携関係も含めたエコシステムを構築し、注目を集め消費者を引き付けるコネクティビティ (connectivity) の機能を開発する必要がある。

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

コネクティビティと自動運転は密接に関連している。今後、人は自動車の運転から次第に離れ、これに代わって自動運転が進化する。その結果、マイカー通勤はバスや電車を使うのと変わらない感覚になると思われる。コネクテッドカーが普及すると、通勤中に仕事や読書をしたり、テレビを見たり、自動車が家やオフィスのような生産的な空間となることが予想される。

(4) 新しいサービスによる業界収益構造の変化

自動車メーカーの伝統的なビジネスモデルはコモディティ化しつつあり、OEMは顧客のニーズの変化に応じて、バリューチェーンの中でどこが最も利益の大きい分野か再検討する必要がある。例えば、従来のような、車の所有ではなく使用、その使用量に応じて料金を支払うサービスや相乗りサービスなどへの移行である。しかしこの市場への参入を決める前に、自動車メーカーは、安全機能、設計のイノベーション、さまざまな世界市場におけるライセンス規則にかかるコスト総額を把握しておく必要がある。また、メーカー自体がカーシェアリングサービスを提供したい場合は、その諸経費（駐車場、賠償責任、保険）も考慮に入れなければならない。

(5) ビジネスモデルの現地化

グローバルな業務遂行は以前に比べて格段に難しくなり、複雑化している。自動車メーカーは、製品を販売する場所、工場やサプライヤーのある地域の規制政策を理解し、それに従って営業するのに、さまざまな対応が求められている。

自動車産業における以上の要因は多くの課題をもたらす²⁾。例えば、(a) 従来の内燃エンジンの性能向上が求められる。(b) 消費者のデザインの好みを予測しなければならない。(c) 複雑性の管理や価格管理が必要になる。(d) 量産車セグメントに新たな競合企業が参入するという脅威が生じる。

自動車メーカーがこのすべての需要に応えることは困難である。技術的なオプション、市場、社会や人口動態的な変化が多すぎて対応しきれない。企業はリスクを冒しても、自社のターゲットとして選んだ顧客が本当に重視する事柄で傑出した存在になる必要がある。自動車メーカー各社は、それぞれ独自の顧客のために、どのように付加価値を提供するのかを明確にしなければならない。さらに、自動車メーカーは、この価値提供をどこよりも優れた方法で実現し、常に成功を収めるために、自社特有のケイパビリティ、例えば、自社独自のプロセス、ツール、知識、スキル、組織のいずれを活用するかを決定する必要がある。

1-2 自動車デザインの見直し

津田建二氏の「第16回電気自動車はクルマのデザインを見直す時代に—差別化はデザインで」(2009年)によれば、従来の内燃エンジンで走る自動車は、大きく重いエンジンが中心的存在であり、車体の重量バランス、収容場所などがエンジンで決まるため、デザインの余地がなく、自動車デザインの自由度は低かった。これに対して、電気自動車の登場は、エンジンが不要となるため、デザインの自由度を増大させる電気自動車への参入企業が増えるため、グローバルな競争は激しくなる。その結果、デザインが有力な差別化要因となる可能性が高くなるのである³⁾。

電気自動車、それも1つの車輪を1つのモーターが動かす、いわゆるインホイール・モーター方式の場合、大きく重い部品はエンジンに代わり電池といくことになる。しかし電は、設置する場所には制約がないため、分散も集積も自由にできる。また、電気自動車の場合、原理的に電池とモーターだけで走るため、ガソリンのような液体を溜めるタンクが不要となる。

ただし、電気自動車における最大の問題は、走行距離が短いことである。電池のエネルギー容量が内燃エンジンほど大きくないため、電気自動車では少しでも電池を消耗させないことが求められる。ヘッドライトやテール

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

ライトを LED にすることは不可欠となる。パワーウィンドウやエアコンなどを動かすと電池は激しく消耗し、走行距離はさらに短くなる。

根津孝太氏によれば、自動車は、人間の行動を考えながらその拡張によって再定義されることになるという。自動車のレイアウトも含むすべてのデザインの自由度が増し、「パーソナルモビリティ」(personal mobility) と複数人乗車の乗用車との溝を埋めるのも電気自動車ならではの乗り物となる。今後、電気自動車は技術も含めた「デザイン」が求められ、ただ単にモーターと電池を組み合わせれば誰でも作れる電気自動車に対して、根津氏は、どの部分をブラックボックスにするか、が技術的な差別化になり、デザインが差別化の要件となる可能性を示唆する⁴⁾。デザインを支える重要な部分には文化観がある。各国は固有の地域性、文化、伝統、美学をもつ。またソニーのかつてのロボット「AIBO」のように効率や快適だけではない楽しさ、身体感覚を表現する必要もある⁵⁾。

根津氏は、デザインとは情報整理そのものであるとする。iPhone がヒットしたデザインはインタフェースをシンプルにしたものである。結局、車のデザインは人間の行動と密接に結びつくこと、すなわち人間の行為を実現させるオブジェクトという考えで自動車のデザインを考えることが重要になろう。

1-3 自動車産業の構造転換

ドイツのアウディ、BMW、ダイムラーは2015年、通信大手ノキアから地図情報サービスのヒア (HERE) を31億ドル (約3,163億円) で買収した。その目的は自動運転技術に不可欠な同社のデジタルマッピング技術の獲得と同時にカーシェアリングやライドシェアリング (相乗り) などのコネクテッド・モビリティサービス (輸送・物流、公益事業など) やロケーション・インデックス (位置情報の索引) に関わる成長と利益獲得である⁶⁾。

一方、米国フォード・モーターは2016年8月、完全な自動運転車の量

産を2021年に始める計画を明らかにした。そして、中国の百度 (Baidu) と共同で、自動運转向けセンサー開発する米国ベロダイン (Velodyne LiDAR) に1億5,000万ドル (約150億円) を出資した。フォードは、一般顧客に自動車売る会社としてだけでなく、ライドシェア (相乗り) のようなサービスも提供する会社を目指すのである⁷⁾。

自動運転時代には、多くの産業や企業が参入している。完成車メーカーや自動車部品メーカーは勿論のこと、AI技術を駆使した自動運転ソフトウェアを開発するソフトウェアメーカー、ライドシェアという新しい移動サービスを手がけるクラウドメーカー、新世代ライダーを開発するセンサーメーカー、デジタル3次元地図の整備を進める地図クラウドメーカーも該当する⁸⁾。

自動車メーカーはライドシェアという新サービスに注目している。自動車メーカーでは、製造業からサービス業への転換、自動車会社がモビリティサービスを提供するモビリティ会社化の傾向が鮮明となっている。

モビリティサービスとは、人や物がある場所から別の場所に運ぶサービスである。そこで使われる交通機関は自動車だけではなく、列車、バスやタクシーなども含まれる。ユーザーが希望時間と移動区間を指定すると、その具体的な乗り継ぎ方法を料金や移動時間、快適さなどを勘案して提案し、予約と決済もその場で実行できるのが、現段階で考えられる典型的なモビリティサービスといえる。さらに、移動に関連して様々な付加価値サービスが開発され提供される。モビリティサービスの提供には、スマートフォン (スマホ) などの高機能携帯電話をいかに活用するかが重要になる。人々の生活・行動の起点にスマホがあり、複数のシステムやネットワークで切れ目なく連携できることである。

モビリティサービスの世界では、従来の自動車のビジネスとの違いがいくつか考えられる。第一に、モビリティサービスはITの仕組みで情報売るビジネスである。移動手段の価値ではなく、移動に関する情報に価値

がある。このため、移動手段を自ら用意する必要はなく、例えば他の交通機関と協調すればモビリティサービスの提供は可能となる。第二に、IT基盤を使うため規模の経済が働く。ユーザーの数を短時間で飛躍的に増やすことができる一方、コストはそれほど増加しない。第三に、他のサービスとの組み合わせが容易であり、それによってサービス全体の価値を高められる。これまではただ単に交通機関を選ぶだけであったが、モビリティサービスでは Google Maps で行き先を確認してから異なるサービスを組み合わせることが自明となる。その結果、ユーザーを囲い込むのではなく、関連するその他のサービスを円滑に使える仕組みを提供すること、協調や機能追加によって、サービスの価値を高められるのである。

2. ドイツ自動車業界の特徴ならびに主要メーカー：BMW、メルセデス・ベンツ、ポルシェ、アウディの歴史

2-1 ドイツ主要メーカー：BMW、メルセデス・ベンツ、ポルシェ、アウディの歴史

今回、アウディ・ジャパン販売(株) (東京都世田谷区尾山台に所在) にインタビューを行ったことを契機に、筆者はドイツ自動車の存在に関心を高めた。ここでは、ドイツの4大メーカーによる特徴を整理することとした⁹⁾。その構成を、(1) 各社にとって最も重要なイノベーション (2) 各社の車の特徴 の順で示す。

1. BMW

1916年にグスタフ・オットー (Gustav Otto) が航空機エンジンメーカーとしてバイエリッシュ・フルークツォイク・ヴェルケ株式会社 (Bayerische Flugzeugwerke AG / BFW AG, バイエレン航空機製造) を設立した。同社自身はこの年を創立年としている。

1917年、社名を BMW (Bayerische Motoren Werke AG) に改称し、ロゴマ

図表 2-1-1 BMW の最も重要なイノベーション

1925:	世界初のオートバイエンジン用軽合金シリンダーヘッド
1935:	世界初のオートバイ用油圧減衰テレスコープ・フォーク
1954:	世界初の軽合金車のエンジン
1973:	ターボエンジンを搭載した初のヨーロッパ製車
1976:	世界初の監視機能用電子チェックコントロール付きの車 (6シリーズ)
1977:	世界初の電子制御速度計
1978:	自動気候制御を備えた初のヨーロッパ製車 (733i)
1980:	オンボードコンピュータを搭載した初のヨーロッパ製車 (745i)
1981:	世界初の直接測定される燃料消費量インジケータを備えた車 (5シリーズ)
1984:	ヨーロッパ発直列型触媒作用コンバーター
1987:	第二次世界大戦後のドイツ初の12シリンダー車
1988:	世界初のオートバイ用のアンチロックブレーキ
1991:	世界初のオートバイ用の触媒作用コンバーター
1992:	アクティブなリアアクスルキネマティクスを備えた初のヨーロッパ製車 (850i)
1992:	世界初のクラクト・ピストンロッドを備えたエンジン (7シリーズ)
1994:	統合ナビゲーションシステムを搭載した初のヨーロッパ製車
1994:	世界初のキセノンヘッドランプを搭載した車 (7シリーズ)
1996:	世界初のパラメータ制御冷却を搭載した車
2001:	バルブトロニック (Valvetronic) 世界初タイミング及びリフトを無段階に制御する可変バルブ機構
2001:	I-Drive: 世界初ワンボタン統合車両とマルチメディア制御システム
2003:	Active Steering: 世界初の能動的に可変の変速比を備えた車両ステアリング
2003:	Active Curve: 世界初のダイナミックに制御される旋回ヘッドライト
2004:	x-Drive: 能動的なトルク配分の AWD コンセプト
2004:	世界初の連続するバイターボディーゼルエンジン
2004:	時速300キロメートル (186マイル) 水素燃焼エンジンでの世界記録

(注) Rosengarten, Philipp G. & Sturmer, Christoph B., *Premium Power : The Secret of Success of Mercedes-Benz, BMW, Porsche and Audi*, Palgrave Macmillan, 2006 pp. 43-pp. 44 より訳出, 整理した。他の3表についても同様。

ークが商標登録された。円と十字は、かつて航空機エンジンメーカーであったことにちなみ、飛行機の回転するプロペラを表し、青と白はバイエルの白い雲と青い空に由来している。

BMW は航空機エンジン会社から世界的な自動車ブランドに発展を遂

図表 2-1-2 BMW 車の特徴

創 立	1916年3月 ミュンヘン
デ ザ イ ン	キドニーグリルと呼ばれる独特のフロントマスクが BMW の特徴である。近年の BMW は直線を多用した北米系のデザインに移り変わっており、ドイツ車の中ではスポーツ路線のデザインである。インテリアは外見より機能性重視の合理的なデザインである。
走 行 性 能	走行性を第一に考えたつくりが施されており、スポーツ性が強い。50：50の重量配分、FR 駆動、直噴エンジンのポリシーをほぼ全車に取り入れており、M4 クーペや Z4 シリーズなどスポーツクラスは勿論、1 シリーズなどコンパクトなクラスでも高いスポーツ性を発揮する。
そ の 他	従来、保守的なラインアップであったが、近年は FF モデルの 2 シリーズ、コンパクト電気自動車の BMW・i3 など、新たなジャンルの車種を積極的に投入している。
新 車 価 格 帯	300万円～1,200万円が主体
主 力 車 種	BMW 1 シリーズ、BMW 2 シリーズ、BMW 3 シリーズ、BMW 4 シリーズ、BMW 5 シリーズ、BMW 6 シリーズ、BMW 7 シリーズ、BMW Q シリーズ、BMW Z シリーズ、など
特別グレード名	M、アルピナ

(注) 「欧州ドイツ系自動車メーカーの特徴と選び方」(VW, アウディ, BMW～ボルシェまで, kurumabook.com) 2015年10月5日を参考に作成。他の3表についても同様。

げた。BMW は「駆け抜ける喜び」のキャッチフレーズの通り、運転の楽しさ、運転の心地よさに定評がある自動車メーカーといえる。ライトな層からコアな車好きまで、各層に愛される自動車メーカーである。コンパクトカーブランド「MINI」を傘下におさめている。

2. メルセデス・ベンツ (Mercedes-Benz)

1886年にドイツのエンジン技術者、カール・ベンツ (Karl Friedrich Benz) によって創設され、同年に世界最初に自動車として特許を取得した。1926

図表 2-2-1 メルセデス・ベンツの最も重要なイノベーション

-
- 1883: 世界初の高速走行ガソリンエンジン。ダイムラーとマイバッハが開発
 - 1885: 世界初のオートバイ。ダイムラー製の1気筒エンジンを持つ
 - 1886: ダイムラーとベンツに独立して開発した世界初の車
 - 1893: 並列ステアリングを備えた最初の四輪ベンツ自動車 (Benz Victoria)
 - 1894: 最初の量産自動車 (Benz Velo)
 - 1897: 世界初の水平対向エンジン (Benz Contramotor)
 - 1898: 世界初の4気筒ロードカー (Daimler 8 PS Phoenix Phaeton)
 - 1900: 世界初の吸気バルブ制御付きの軽合金エンジン (Mercedes 35 PS)
 - 1923: 世界初のディーゼルトラック (Prosper l'Orange 製4気筒ディーゼルエンジンを備えた5トントラック)
 - 1936: 最初の Prosper l'Orange 製ディーゼルエンジンを備えた量産自動車 (Mercedes Benz 260D)
 - 1949: 事故時にドアが開くのを防ぐ安全ロックの特許
 - 1951: パッセンジャー・セルやクラッシュアブル (衝突吸収) ゾーンを備えた安全車体の特許 (Bela Barenyi)
 - 1954: 4ストロークエンジンを備えた乗用車で初の直接噴射 (Mercedes Benz 300SL)
 - 1959: 世界初のクラッシュおよびロールオーバー (横転) テスト
 - 1973: 世界初のオフセット衝突テスト
 - 1974: 世界初の5気筒エンジンを備えた量産自動車 (Mercedes Benz 240D 3.0)
 - 1976: 安全ステアリングコラムは正面衝突後に乗客のセルへの侵入しない
 - 1977: ターボチャージャーを搭載した最初の量産ディーゼル車 (Mercedes Benz 300SD)
 - 1978: アンチロック・ブレーキ・システム (ABS) は急ブレーキ操作において、車輪のロックによる滑走発生を低減する (S-Class W116)
 - 1981: 事故の際の頭部外傷に対する保護のための急速膨張エアバッグ
 - 1985: 世界初の自動スリップデフ (ADS) および防スリップシステム (ASR)
 - 1994: 車両推進における燃料電池 (NECAR 1)
 - 1995: 車両走行安定補助システム (ESP) は滑りや横転を回避する
 - 1996: ブレーキ・アシスト (ブレーキの補助操作) (BAS) フルブレーキを検出し、減速を増加させる
 - 1999: アクティブボディコントロール: 最初の完全にアクティブな電気油圧式サスペンションシステム
 - 2000: セラミックブレーキ (C-BRAKE): 最初のセラミックブレーキディスク
 - 2001: センソトロンニックブレーキ制御 (ブレーキバイワイヤ SBC): 世界初の電気油圧ブレーキシステム
 - 2003: Pre-Safe: 差し迫った事故やクラッシュの場合に安全システムを再構成する
 - 2004: エアスカーフ (Aircarf): 首違えを防ぐために首周りに温風を吹きかける世界初の仕組み (SLK R171)
-

(注) 前掲, pp. 68-pp. 69

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

図表 2-2-2 メルデス・ベンツ車の特徴

創 立	1926年
デ ザ イ ン	ドイツ車の中では、内外装ともに高級志向である。特に内装に関しては、ウッドやカーボンファイバー、本皮レザーなどを多用しており、豪華な質感をもつ。また以前は内外装共に年配者向けのデザインであったが、近年は若いスポーティな路線に移り変わりつつある。
走 行 性 能	静寂性が高く落ち着いた大人のドライブが楽しめる。安全面を徹底しており、構造はもちろん搭載される安全・セーフティシステムも常に第一線を走っている。また最近では、走行性、スポーツ性を強めており、BMW に対抗している。
そ の 他	従来は燃費性能や環境性能が指摘されていたが、現在は A クラスで 17.6km (JC08 モード) と良好な値を記録している。かつては大排気量エンジンの多かったベンツであるが、近年はエンジンのダウンサイズ化が進み重量税なども軽減出来る様になった。
新 車 価 格 帯	300万円～1,200万円が主体
主 力 車 種	ベンツ A クラス、ベンツ B クラス、ベンツ C クラス、ベンツ E クラス、ベンツ S クラス、ベンツ G クラス、ベンツ CL クラス、ベンツ V クラス、など
特別グレード名	AMG

(注) 前掲

年にベンツとほとんど同時期にゴットリーブ・ダイムラー (Gottlieb Wilhelm Daimler) が創設したダイムラー (Daimler AG) と合併し、今日もダイムラーが所有するブランドである。メルセデス (Mercedes) とは、1899 年、ダイムラー車の販売代理店を運営していたオーストリア＝ハンガリー帝国の領事、エミール・イエリネック (Emil Jellinek) の娘の名前に由来する。ダイムラーは 1902 年にこの「メルセデス」を商標登録した。

メルセデス・ベンツは高級車の代名詞とも言えるほど、圧倒的な知名度を持つ。高級感溢れる見た目は勿論、その安全性や上質な乗り心地も高い評価を得ている。

ベンツはかつて手の届かない高級車のイメージであったが、現在は価格も比較的手頃になった。また、デザインもよい意味で柔らかくなったため、様々な顧客層が入りやすい車になった。ただ、決して安価な車になった訳ではなく、ベンツならではのデザインや走行の質は年々向上している。

3. ボルシェ (Porsche)

フォルクスワーゲン (Volkswagen: VW)・タイプ1を設計した技術者フェルディナント・ボルシェ (Ferdinand Porsche) により、デザイン事務所として設立された。創立年は1931年のほかに諸説がある。この時フェルディ

図表 2-3-1 ボルシェの最も重要なイノベーション

1951:	ボルシェリング同期：ギアボックスに200件以上の特許
1955:	世界初の湾曲した合わせガラスのフロントガラス (356 Speedster)
1965:	世界初のロールバー付きの安全性オープンカー (911 Targa)
1970:	世界初の直列内部通気冷却ディスクブレーキ (911 2.2リットルバージョン)
1971:	防錆対策としての亜鉛めっきフロアパネル
1974:	世界初の成功した直列排気駆動ターボチャージエンジン (911 Turbo)
1976:	世界初の量産の亜鉛めっきされた車シャーシ
1982:	ダブルクラッチトランスミッション (PDK)：ギアシフト時の牽引力の中断なし
1986:	運転席と助手席のエアバッグ標準 (944 Turbo 米国輸出バージョン)
1986:	電子的に調整された4輪駆動
1987:	タイヤ空気圧制御標準
1989:	ティプトロニック (Tiptronic)：手動変速機 (マニュアルシフト) 付き自動変速機
1991:	Variocam 可変カムシフトフェーズ導入 (968)
1995:	摩擦溶接アルミニウム中空スポークホイール
1997:	ボルシェ・スタビリティ・マネジメントによる滑り回避
2002:	ルシェセラミック複合ブレーキ (PCCB) が新しいブレーキ・ベンチマークを設定
2002:	Cayenne Turbo：最高速度 266kph (165mph) の世界最速の SUV
2003:	ボルシェセラミックコンポジットクラッチ (PCCC)：世界初のセラミッククラッチ
2003:	世界初の炭素繊維強化プラスチック (CFK) 集合体の取り付け (Carrera GT)

(注) 前掲, p. 88

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

ナントは乗用車だけでなく戦車のデザインも行っていた。1948年はフェルディナント・アントン・エルンス・ボルシェ（息子、フェリー・ボルシェとも呼ばれる）によって自動車メーカーとなった。

純スポーツカーのみを販売するドイツの筆頭格のスポーツカーブランドであり、その独特のメカニズム、性能の高さ、華麗なスタイリングから世界中に固定支持層を持っている。フェラーリと比較されることの多いブラ

図表 2-3-2 ポルシェ車の特徴

創 立	1931年4月 シュトゥットガルト
デ ザ イ ン	外装では新しいデザインに改良されているが、ポルシェ 901型、ポルシェ930型など旧来の911シリーズの面影を強く残しており、モデルが変わっても一目でポルシェと分かるデザインとなっている。クーペ形状のスポーティなデザインが特徴的であるが、女性らしさのある可憐な雰囲気ももつ。
走 行 性 能	フラグシップとなる911シリーズは、RR 駆動+水平対抗エンジン+大排気量エンジンという世界でも類のないメカニズムとなっており、911シリーズならではの運転が楽しめる。性能の上ではフェラーリやランボルギーニというスーパーカーと呼ばれる車に匹敵する性能をもっており、近年はボクスター、ケイマン、カイエンなど911シリーズ以外のモデルにも高性能化が進んでいる。
そ の 他	911シリーズの4代目（993型）までは、空冷エンジンを採用しており、この空冷エンジンを搭載した旧911シリーズは今でも最新モデルに匹敵する高い人気を誇る。特に1980年代に大ヒットとなった2代目（930型）には現在も数多くの愛好家が存在する。2015年以降、「ポルシェ・クラシックセンター」と呼ばれるポルシェ旧モデル専門のサービスセンターが各地に設置されている。
新 車 価 格 帯	600万円～3,000万円が主体
主 力 車 種	ボクスター、ケイマン、911、カイエン、マカン、パナメーラなど
特別グレード名	カレラ S, GT3

(注) 前掲

ンドであるが、フェラーリなどのスーパーカーと性能の上では同等であるにも関わらず、価格が比較的安価であることも魅力的である。

ボルシェは高級車であるものの、フラグシップの911シリーズでも1,000~1,500万円程度が主流のため、性能から考えれば費用に対して価値の高い車と言える。数千万円するスーパーカーと匹敵する潜在能力はあり、価格を抑えてスーパーカーの世界を体感したい人にすすめられる。またボクスターやカイエン、マカンなどのモデルも、一般的なスポーツカーやSUVなどと比べると高いスポーツ性を纏っているため、こちらもスポーツ志向の人を満足させるであろう。

4. アウディ (Audi)

図表 2-4-1 アウディの最も重要なイノベーション

1980:	クワトロ：トラクションの新しい基準は、中空シャフトを用いた常時四輪駆動によって設定されている。
1983:	流線形車体：0.30Cdのアウディ100の抗力係数は、連続生産車の新記録を掲げる。
1989:	ターボディーゼルインジェクション (TDI)：最初の直接噴射ターボディーゼルエンジン。
1993:	アウディスペースフレーム (ASF)：最初のアルミニウム製の大量リムジン (米国ではセダンに相当) (A8)
1994:	最初の連続エンジン生産に1気筒あたり5バルブ技術の採用。
1994	4つのリンクフロントアクスル：A4のステアリングには、作動の影響がほとんどない。
1999:	Multitronic：スチールチェーン駆動 CVT 付き無段変速。
2001:	世界初の大量生産アルミニウム小型車：A2は100kmあたり3リットルのガソリンを消費。
2003:	シフトチェンジ中断なしの電気油圧式ダブルクラッチ付きダイレクト・シフト・ギアボックス (DSG) (直接変速機)
2004:	圧電式ディーゼル噴射：最初の圧電噴射を有するディーゼルエンジン
2004:	最初のレーザー処理されたシリンダー：表面がより多くのオイルを保持し、摩耗および裂けが少なくなる。

(注) 前掲, p. 104

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

アウグスト・ホルヒ (August Horch) がベンツで工場長を務めた後、独立してホルヒを設立して1901年から自動車の生産を開始し、高性能・高品質の製品を送り出した。しかしホルヒの経営には課題が多く、1909年に経営陣から追放された。同年、彼は速やかに同名のホルヒを設立したが、元従業員らの抗議によって同一社名・車名を使うことを差し止められた。そこでホルヒは、1910年に自社名をアウディ (Audi) に変更した。

ドイツ系自動車メーカー連合「アウト・ユニオン」(Auto Union) をルーツに持つメーカーであり、現在は、フォルクスワーゲン (Volkswagen AG: VW) の傘下となり、VW の高級車ブランドという位置付けになる。アウ

図表 2-4-2 アウディ車の特徴

	1909年7月 ツヴィッカウ
デザイン	ドイツ車の中ではフォルクスワーゲンと同じくシンプル路線のデザインである。また最近のアウディは女性や若者にも似合うスタイリッシュでオシャレな要素も取り入れている。内装はスポーツ路線である。またフロントマスクのデザインを全車共通のものとしているのも、当メーカーの特徴である。
走行性能	馬力の高いハイパワーな車が多くラインアップされているが、他のドイツ車メーカーの車に比べ扱いやすいのが特徴である。また“クワトロ・システム”と呼ばれる4WDシステムはこのメーカーの特徴の一つであり、このシステムが及ぼす操作性や安定性の高さは世界的にも高い評価を得ている。
その他	エンジンやミッション、ブレーキなど各パーツ、技術は親会社であるフォルクスワーゲンと共有している。このためフォルクスワーゲンと同水準の良燃費性能を持つ。
新車価格帯	300万円～1,000万円が主体
主力車種	アウディ A シリーズ (A1, A3, A4, A5, A6, A8) アウディ Q シリーズ (Q3, Q5) アウディ TT クーペ、アウディ R8 など
特別グレード名	S, RS

(注) 前掲

ディはかつての BMW, ベンツを超えて, 現在, 人気急上昇中のドイツ車メーカーである。

アウディはフォルクスワーゲンの高級車ブランドという位置付けになるが, 価格は VW と変わらない (RS シリーズや R8 は除く)。パーツや技術も共有している車種も多いため, 走行性として VW に繋がるものがある。相違点としては, デザイン (特に外装) の路線と, ややパワーを高めている車が多いといえる。

総括

以上のように, ドイツ車もメーカーごとに個性が大きく異なっている。ただ, いずれのメーカーにおいても, ドイツのアウトバーンを走行することを前提としてつくられている車が多いため, ドイツ車は走行性の高い車が多い。高速道路を快適に走りたい, スポーツ性を追及したい, というように「走りに拘る人」にはドイツ車が最適であろう。

2-2 デザイン-革新-特定要素マトリックス ~DIS マトリックス~

図表 2-5 デザイン-革新-特定要素マトリックス ~DIS マトリックス~

	デザイン	革新	特定要素*	プレミアム・ブランド・メッセージ
BMW	運動美	運動性	機敏性・順応性	駆け抜ける喜び
メルセデス・ベンツ	古典的美	安全性	快適性	独占, 排他
ボルシェ	象徴・記号	高速度	パワー・力	スポーツカー伝説
アウディ	機能美	効率性	牽引力	技術革新, 技術による先進

* 自動車産業のための特定要素: 速度

(注) Rosengarten, Philipp G. & Sturmer, Christoph B., *Premium Power : The Secret of Success of Mercedes-Benz, BMW, Porsche and Audi*, Palgrave Macmillan, 2006, p. 119 より訳出。

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

プレミアムブランドの DIS (Design-Innovation-Sector) マトリックスは、技術・印象・価格に関する製品グループの上層部に位置づけられるものとして、強力なプレミアムブランドを定義する¹⁰⁾。ドイツのプレミアム自動車ブランドは、製品が顧客にとって重要な範囲を示すならそのブランドのみが成功であることを示す。

3. ドイツ自動車業界の電気自動車化と自動運転化の経営行動

3-1 EV 化の先頭を走るヨーロッパと一歩遅れる日本・米国

2017 年現在、世界では電気自動車 (EV) がその地位を高めている。英国、フランスは、ガソリン車とディーゼル車の販売を 2040 年以降に禁止すると発表した。一方、中国ではガソリン車とディーゼル車を将来的に製造・販売を制限する方針を示した。スウェーデンのメーカー、ボルボ・カーも、2019 年以降に発売する車種はすべて EV やハイブリッド車などの電動車にすると発表している。

自動車大国であるドイツでは、EV への転換について明確な方針を出していないものの、2017 年 9 月に行われた独連邦議会総選挙では、ガソリン車やディーゼル車の販売禁止と EV 化の促進が争点となった¹¹⁾。

世界で進む EV 化の波に、自動車大国の米国も無縁ではない。しかし、米国政府としては強力な EV 転換の方針を打ち出すことは当分ないであろう。シェールオイルを産出する米国で、ガソリンを使わない電気自動車を普及させれば、自国の産業にダメージを与えるからである。EV 化は進めるものの、ヨーロッパよりは勢いが小さいと思われる。

中国は、PM2.5 などの大気汚染の問題が深刻化し、エンジンの技術で日米欧から一歩遅れをとっているため、EV 化を奨励する十分な動機がある。モーターと電池さえあれば走る EV 技術を向上させ、ある程度の優位性を持つことができれば、中国の自動車産業が数量だけでなく、技術的にも日米欧を逆転するチャンスになる。

さらに、EV と切り離せないのが自動運転車の経営行動である。EV と自動運転車は、同じ電気系統で動かすため、極めて親和性が高い。EV 化とともに電気自動車化も加速していくことは間違いない。

VW 傘下のアウディは最高級車「A8 モデル」によって新型自動運転車を2017年秋に発売すると発表した。これは「レベル3」と呼ばれる自動運転機能にあたり、緊急時を除くすべての操作をシステムが行う。

現時点で法律上可能なのは、ドイツ国内の中央分離帯のある高速道路を時速60キロメートル以下で走る場合に限定されているものの、実証実験を繰り返しながら、自動車大国ドイツでは法律面での整備も進めていくものと考えられる。

現に、多くの自動車メーカーが、自動運転車の実用化に向けて動き出している。例えば、トヨタ自動車は2020年をめどに高速道路での自動運転車を発売すると表明している。

3-2 自動運転レベルの「6段階」

自動運転レベルとは、日本をはじめ各国で採用されている自動運転技術の基準で、レベル0からレベル5まで6段階ある。2016年に米国のSAE(自動車運転技術会)が自動運転のレベルを定義付けしている¹²⁾。

3-3 自動運転技術の開発と課題

自動車業界は変革期にある。ヨーロッパではEV化への波が押し寄せ、世界的にはAIの進化に伴って自動運転技術の開発も急速に進んでいる。多くの自動車メーカーにとって、EVや自動運転技術の開発に注力しなければ生き残れない時代となった¹³⁾。

こうしたなかで、EVと自動運転の両方で強い存在感を放っているのが米国の新興勢力、テスラ・モーターズ(Tesla, Inc. 以下、テスラと表記)である。テスラは、2003年に創業し、バッテリー式電気自動車と電気自動

図表 3-1 自動運転レベル

*** 自動運転レベル 0**

運転支援システムがなく、ドライバーが全て運転する。

*** 自動運転レベル 1 (運転支援)**

運転の責任はドライバーにあり、ハンドル操作やスピード調整のいずれかを車両が支援する。事故が起こりそうな状況を判断し、自動ブレーキする機能や車線維持支援、車間距離を一定に保ちながら定速走行を車が自動で行うアダプティブクルーズコントロール (ACC) を搭載する。

*** 自動運転レベル 2 (部分的な運転自動化)**

アダプティブクルーズコントロール (ACC) 機能がより進化した部分的な自動運転化で、ハンドル操作とスピード調整など、複数の運転を車両が支援する。ただし、運転の責任はドライバーにあるので、走行の際には常に周囲の状況を確認する必要がある。

*** 自動運転レベル 3 (条件付き自動運転)**

本格的な自動運転が可能なのはレベル 3 からなる。特定の条件下で車両が自身の判断で運転を行う「レベル 3」では、ドライバーが周りの安全確認やシステム動作の状況を監視する義務がないのが一般的である。ただし「単一車線であること」など自動運転を行える状況にはまだ制限がある。自動運転中のカーナビの操作などが可能になるものの、自動運転ではカバーできない部分の運転は従来同様ドライバーが行う必要があり、「車両がドライバーを要求した際には運転操縦を 10 秒以内に引き受けること」が求められる。

*** 自動運転レベル 4 (高度な自動運転)**

ドライバーが運転に全く関与しない高度な自動運転である。特定された場所で全ての操作が自動化され、車両が完全に運転の責任を負う状態である。ただしレベル 3 同様、道路状況などの条件が自動運転の要件を満たさない場合は、ドライバーの操作が必要になることがある。一定の条件下においては全くドライバーが関与しなくても走行できることから、レベル 4 からが真の自動運転車になる。

*** 自動運転レベル 5 (完全な自動運転)**

どのような状況化でも運転操作が全て自動化され、場所などの制限がなく、運転操作は全て車両が行なう。ステアリング、ブレーキ、アクセルなどの操作も一切不要になる。

車関連商品、ソーラーパネル等を開発・製造・販売している。自動車会社製造数では圧倒的にBIG3(GM、フォード、クライスラー)に劣るものの、米国のEV分野におけるテスラのプレゼンスは独走状態にある。自動運転技術でもBIG3がテスラの後塵を拝しているのは否めない。さらにテスラは量産型のモデル3の投入により、量でもBIG3に迫ろうとしている。

自動車産業は歴史が長く、企業としても十分な実績と規模を持つ会社が多いものの、方針を転換することは簡単ではない。しかし、テスラが急速に台頭してきたことからわかるように、現在の市場シェアや企業価値が高いからといって、今後10年も同じ状況が続くとは限らない。

一方で、自動運転による死亡事故が発生し、課題も生じている¹⁴⁾。2016年5月、米国フロリダ州でテスラの自動車がトレーラーと衝突事故を起こし、ドライバーが亡くなった。今回の事故は自動運転機能である「オートパイロット」作動中に発生したもので、自動運転中に発生した最初の死亡事故となった。テスラの自動車が搭載していた自動運転機能「オートパイロット」はそこまで2億キロメートルの走行実績をもっていた。

事故は自動運転モードで走行中、大型トレーラーがモデルSの前方を横切る形で起きた。テスラによると、日差しが強かったために、ドライバーも自動運転機能も白い色のトレーラーを認識できず、ブレーキが作動しないまま、トレーラーの下に潜り込む形で衝突した。

その1年後、米国の国家運輸安全委員会(NTSB)は上記の事故に関して、500ページ以上に及ぶ詳細な報告書を公表した。テスラからダウンロードしたシステム性能データを調査した結果、当該ドライバーは、部分的な自動運転システム(レーダークルーズコントロールシステムと走行レーン維持システム)を使用して、モデルSを走行させていたという。また、37分間の走行中、ステアリングホイールに手を添えていた時間は25秒だった事実も判明した。当該ドライバーは、ほぼ手放し状態でモデルSを運転して

いたことになる。運転が人間かシステムか、その責任を誰に負わせるか、という問いは保険会社も関心のあるところであろう。

ただし、事故の責任を当事者にのみ押し付けても原因究明は進まず、同様の事故は再発するのである。今回のテスラの事故では自動運転の安全性と責任の所在が焦点となった。交通事故のリスク低減に繋がることを願いたい。

4. アウディの歴史と自動運転技術の展開

2017年夏にスペインのバルセロナで開催されたアウディサミットにて、自動運転レベル3を搭載した「アウディ A8 モデル」が発表された。新型アウディ A8 は、2013年に発表された自動運転レベル3の実験車から研究と開発を重ね、世界初となる「自動運転レベル3」を搭載した市販車に進化を遂げた。またアウディは自動運転技術「トラフィックジャムパイロット」という最先端のテクノロジーを搭載している。以下、アウディの歴史と自動運転技術の展開について述べる。なお、本章は Rosengarten & Sturmer の文献の訳出をふまえて記すこととした¹⁵⁾。

4-1 4つの輪の由来

アウディをプレミアムブランドにした最も重要なイノベーションは何か。そしてアウディの起源は何か。

4つの輪は、最初は紛争から始まったアウディブランドの設立を象徴する組み合わせである。1909年に、アウグスト・ホルヒ (August Horch) は内部の論争のためにホルヒ自動車製造株式会社 (A. Horch & Cie. Motorwagenwerke AG) を辞めて、ホルヒ自動車製造有限会社 (August Horch Automobilewerke GmbH) を設立した。元の会社によって同名の使用が法的に禁じられていた。その息子は、ドイツ語の“horch” (聞け!) がラテン語で“アウディ”になると指摘し、1910年に、ホルヒは Audi Auto-

mobilwerke GmbH に社名を変更した。アウディブランドのロゴは1920年代からほとんど変わっていない。1923年まで、エンブレムは、北極の上に「1」という字があった地球儀であった。これは高級リムジン(米国でのセダンに相当)市場でのリーダーシップに対するアウディブランドの主張を象徴していた。1928年、アウディはDKWと合併し、その後Auto Unionに統合された。世界不況にあった1932年のAuto Union AGの設立は、1931年11月に遡って行われた。Auto Unionブランドの下で合併された4つのブランドは、Wanderer (1885年に設立)、Horch (1899年設立)、DKW (1902年設立)、Audi (1902年設立)であった。大半の株式はザクセン自由州銀行に帰属していた。ポルシェの場合と同様に、非民間銀行がAuto Unionの存続を確認していたため、アウディの生存も確保された。1934年に、Auto Unionは、4つの結合されたリングを名前または記号なしで商標として登録した。商標はオリンピックの5つの統合されたリングに触発されたものである。Auto Unionの創設に伴い、1933年にチョパウ(Zschopau)にレーシングカーの生産部門が設立された。その前に、DKWオートバイレーシング部門が設立された。しばしばBMWを競争相手にして、同部門は優れた実績を誇った。他の車とは違って、フェルディナンド・ポルシェ(Ferdinand Porsche)が設計したAuto Unionの16気筒タイプAレーシングカーはエンジンをドライバーの後ろに搭載していた。このアイデアは、ミッドエンジンスポーツカーの現在も続くコンセプトである。1934年には、ハンス・シュトゥック(Hans Stuck)がAuto Unionの新しいレーシングカーでベルリンのAvusレーストラックで世界記録を更新し、翌年にはドイツGPで優勝した。第二次世界大戦後、Auto Unionは東ドイツから西に逃げ、インゴルシュタットに拠点を移した。当初はスイスの輸入業者Ernst Goehner(ゲーナ)とケルンに本拠を置く民間銀行Sal Oppenheim Jr & Cieによって資金提供を受けたものの、1954年にはフリードリッヒ・フリックがAuto Unionに投資した。1957年と1958年の間

に、所有者の残りの株はフリックが38%の所有割合を持っていたダイムラー・ベンツ AG を通じて買い上げられた。

4-2 プレミアムブランドになる道を開く

1969年は、現在のアウディの起源とみなすことができる。当年、アウディ NSU Auto Union AG はヴォルフスブルクで Volkswagen AG の子会社として設立された。ネッカーズルムの NSU AG (VW に属していた) は、1969年に Auto Union と合併した。1964年から1966年まで、VW はダイムラー・ベンツの大株主であったフリードリッヒ・フリック (Friedrich Flick) の発意で、メルセデス・ベンツの Auto Union 株を取得した。

旧 Horch 社は1920年代にドイツの高級ブランドのトップを支配していたため、VW の高級ブランドとの競争を避けるために、Auto Union に属する Horch の命名権はメルセデス・ベンツに保持された。アウディの任務は、高級車市場セグメントを征服することであった。そのため、1969年8月、インゴルシュタットで技術開発センターの建設が始まった。アウディの生産の中心もそこにある。

1971年1月、アウディは初めて2頁におよぶ新聞広告を発表した。広告に載せたロゴは1932年以来、Auto Union のブランド Wanderer, Horch, DKW, アウディを表していた有名な4輪であった。新しいスローガンは、現在と同じ「Vorsprung durch Technik (技術による先進)」である。

1969年に VW グループでアウディが独自のブランドになったとき、以前のメルセデス・ベンツの建設技術者ルートビッヒ・クラウス (Ludwig Kraus) は技術ディレクターとしての開発管理を担当した。フェルナンド・ピエヒ (Ferdinand Piech) はポルシェの開発ディレクターとしての仕事を失った。これは、ポルシェ社を所有していたポルシェ家とピエヒ家は、経営

に關与すべきではないと決めたからである。これを背景に、1972年8月、ピエヒはクラウスの下、主な部門リーダーとして Audi NSU Auto Union AG の入社した。このように、アウディはメルセデス・ベンツとボルシェの両方から遺産を得た。後で明らかになったように、優れた組み合わせであった。

小規模なイノベーションはアウディのブランド開発の一部ではあったものの、アウディがドイツ軍のために VW Iltis SUV を開発し、それを製造する機会を得たときに状況は変わった。

この技術開発契約を本物の技術イノベーションに変えることにより、すべての同等の車両よりも優れた、本当の「ロケット」というべきアウディ・クワトロ（四輪駆動）が誕生した。動力伝達が常時4つの車輪を可能にしたのである。

1980年、ジュネーブ・モーターショーでアウディ・クワトロがより多くの観客に贈られた。それは中空軸によってフロント・アクスルに綺麗に接続された中央ディストリビューター・ギアボックスを備えた常時四輪駆動の最初の車であった。

4-3 アウディブランドのイノベーションの歴史

1974年からアウディで技術開発の責任者を、1975年から技術開発の役員を務めていたピエヒが VW に知られずに四輪駆動の開発を推進した。彼の祖父フェルディナント・ボルシェはすでに1900年にパリ世界博覧会で四輪駆動車を発表し、「Quattro」という名前を選んでいいる。次々に、すべてのアウディモデルにオプションのドライブが提供された。1982年にアウディ 80 が市場に登場し、その後1984年にアウディ 100 とアウディ 200 も発売された。四輪駆動ドライブの大成功のために、他のプレミアムブランドもオプションとして四輪駆動車を提供することを強いられた。しかし、アウディとは異なり、競合他社は四輪駆動を「実用的にすぎる」と

いう思想的な制約から逃れられず、ダイナミックスと積極的な安全性の向上として位置づけることはできなかった。

1983年、次の勝利は、ピエヒが開発の責任者であったときであった。アウディは、0.30Cdの抗力係数を持つアウディ100を以て、連続生産リムジンの新しい世界記録を樹立した。これは、アウディ100が世界で空気力学を最も重視しており、燃料消費を効率的にした。Ro 80は、1969年にAuto Unionと合併したNSU AGによって生産されていた。アウディ100の成功により、どのメーカーも設計段階で空気力学を考慮に入れている。

さらに1989年、TDIエンジンが競合他社に対してもう1つの大きな衝撃を与えた。TDIは、エンジンにおける高度で独特な技術の組み合わせであるターボディーゼルインジェクション（噴射）の略で、高圧直接燃料噴射の機能をもつ。新しいディーゼルエンジンは、道路上ではより速く、同時により効率的であった。しかし、ディーゼルエンジンが高級クラスとして受け入れられるために、次世代製品ともう一つ革新的なイノベーションが必要であった。

1974年、連続生産でのターボの採用は、導入したポルシェの成果であった。しかし、ポルシェはスポーツカーに「退屈な」ディーゼルエンジンを採用していなかった。これに対してアウディは、自社車の効率を上げ、速い運転と経済的な運転を組み合わせることができることを証明するために、新しいアイデアを考えた。1989年のフランクフルトモーターショーでは、13年間にわたる開発の後、最初のアウディ100 TDIが発表された。アウディは、管理目標としていたTDIイノベーションのために、競争しなければならなかった。TDIエンジンに代表される顧客利益重視のイノベーションの成功により、アウディはプレミアムブランドになっていった。

メルセデス・ベンツとBMWは、しばらくアウディのリードを追い続けてきた。コストと重量の理由から、ポルシェはディーゼルエンジンを使

用していない。しかし、カイエン (Cayenne) の前にはボルシェ SUV が可能だったとは想像しにくい。空気力学およびエンジン効率に加えて、燃料消費を低下させることに関連する第3の方向性、すなわち車両重量がある。アルミニウムは比重が低いため、鋼の面白い代替品である。米国のアルミニウム製作会社アルコア (Alcoa) と協力して、アウディ・スペース・フレーム (Audi Space Frame: ASF) のコンセプトを開発し、1993年にフランクフルトモーターショーで発表した。

鉄鋼に比べ重量を3分の1に節約するために、アルミニウムの設計と加工には独自の生産技術が必要である。ASFには数多くの新しい特許登録がある。この事実はアウディによって開発されたアルミ車体の革新的な成果を強調している。1994年に新しいアウディ A8 が公開された。その広告では、アウディ A8 はアルミ製の月面車と一緒に登場した。これは潜在的なアウディの顧客に競争優位性を明らかに示した。今日、アウディ A8 はメルセデス・ベンツ S クラスと BMW 7 シリーズの本当の競争相手として確立されており、その事実は自動車雑誌のテストでも証明されている。

4-4 試行錯誤と学習：Audi TT

新しいことにチャレンジする勇気を持たないことは、イノベーションそのものに依存するプレミアム・ブランドにとって万死に値する。1998年、アウディはアウディ TT Cabrio とクーペ (Coupe) の生産開始を承認した。

ドイツのアウトバーンでは、スポイラーの下向きの圧力がなくなっていたため、TT の高速走行時の安定性とコーナリング状況下の走行性能は不十分であった。トランクフードの凸形状は完全なストリーミング面を形成し、これにより車の後端が高速で「飛ぶ」ようになった。この問題に加えて、アウディ TT はゴルフ IV のプラットフォームを基本にしていたため、ホイールベースと軌道間隔の比率が特定であるため、引き締めと引っ張りが発生する傾向があった。マスコミでいくつかの致命的な事故についての

議論が増えた後、アウディの最高責任者であったペフゲン (Dr. Franz-Joseph Paefgen, 現, ベントレー Bentley 最高責任者) はスポイラーと ESP のレトロフィット改装を無料で提供することで状況を救うことを余儀なくされた。“オペレーションフェニックス” (不死鳥作戦) により, 4万台のアウディ TT が最先端の状態に切り替えられた。しかし, TT の開発の対応が遅かったため, ペフゲンの強い地位は, 弱まった。

ペフゲンが達成した多くの成功の他に, 成功していない2つのモデルがある。2005年夏まで生産されたアウディ A2 は, そのセグメントで高価すぎ, かつマーケティング上の頓挫もあった。ピーク生産量は50,000台であり, さらに期待されていた。しかし, この最初に大量生産されたアルミニウム車は, アウディの主導的地位を再び実証し, 知識の優位性を生み出した。アウディは, アルミベース量産のための数十種の特許を登録した。これは, ブランドの他の車両, 特に完全にアルミニウムの A8 のアルミニウム部品の製造に役立った。高く評価されたのに高い販売量を達成していない他のモデルは, アウディ Allroad (アウディ A6 アヴァントのエステートバージョンのオフロードのモデル) である。Allroad の年間ピーク販売数はわずか2万台で, 開発費は低いものの, 広告費を含めた総費用では低いとはいえなかった。しかし, Allroad のエアサスペンションの開発のお陰で, 新車アウディ 8 のエアサスペンションの管理目標が確定された。四輪駆動として, アウディ 8 は, 走行ダイナミクステストで, セグメントリーダーであった BMW 7 シリーズを打ち負かした。たとえば, アウディ 8 のエアサスペンションは, 深い雪で運転するときに車を持ち上げることができる。これは高級セグメントでの真のイノベーションである。

4-5 プレミアムブランドにとって不可欠な優れたマーケティング

ピエヒが1988年にアウディ AG の CEO に就任したとき, 彼の最初の行動の1つは, 自社ブランドのアウディセンターを設立することであった。

VW から独立していくために、ブランド自体のプレゼンテーションを開始したのである。

アウディ CEO であったピエヒが VW グループの最高責任者になったとき、アウディの状況はさらに改善された。アウディのマーケティングと流通における独立性は、VW の CEO、ルドルフ・ライディング (Rudolf Leiding) のもとで失われた。そして、アウディの販売責任者であったシェーンベック (Schoenbeck) は自分のチームを連れて、BMW に異動したため、18年間、アウディは独立した営業およびマーケティング組織を持っていなかった。VW の CEO として 1993 年 1 月のピエヒの最初の行動は、アウディの流通の独立性を再度確立することであった。

1997 年以來、ペフゲンの下では、アウディセンターには、ガラスと金属が多く使われている未来的な優雅さが吹き込まれた新しい企業デザインが施されている。各アウディセンターは、このデザインに基づいて設計されており、アウディのプレミアムブランドに関する主張をよりよく伝えている。

1991 年 4 月以來、アウディはインゴルシュタットに独自のマーケティング部門を持ち、広告代理店の Jung-von-Matt の助けを借りて、アウディ広告もそれ以來プレミアムとして位置づけられている。

プレミアムなイノベーションである四輪駆動の利点を実証する機会であった 1980 年代半ばのラリーレースに参加するほか、2000 年の初めからアウディがル・マン 24 時間レースに参加してきた。ル・マンでは、アウディ R8 FSI が優れた燃費の価値を実証した。直接噴射エンジン FSI の燃費は、相対的なものではあるが、給油停止の回数が少なくなったため、アウディに優位性を与える。この結果、3 年連続で (2000 年から 2002 年) アウディにとって大きな勝利を収めた。ルマンレースのルールは 3 連勝の後でチームを続けることを許していないので、優秀な R8 チームは新しいペイントと若干の変更を経てベントレーに移籍して、2003 年に次のレース

に勝利した。

4-6 アウディ成功の理由

アウディ CEO のマーティン・ヴァンターコーン (Martin Winterkorn) にとって、チームが成功するために必要なことは、明らかである。熱意、自信、古い慣れ親しんだ道のりから離れる勇気、それはチームに伝えたいアドバイスである。

アウディのブランドとしての成功は、しばしば多くの人々の努力の成果である。アウディの成功の核心は、確かに VW モデルラインナップの上に位置するブランドを作るための VW の決定である。アウディがまだ VW の監督下にあったため厳しかった。「Vorsprung durch Technik (技術による先進)」というスローガンは、イノベーションの社風を強力に形成する優れた指針を提供した。親会社から独立したイノベーションに対するこの欲求は、クラウス (メルセデス・ベンツのノウハウを活用) によって導入され、ピエヒ (ポルシェのノウハウを活用) によって完成された。

プレミアムブランドの重要なイノベーションには、その利点を広く世間に説得するために、本格的なプレミアムマーケティングが必要であった。ラリーレースでのアウディの勝利は、四輪駆動を認められるパワー配分方法にするために必要なマーケティングを提供した。

アウディでは、どのソリューションが優れているかをテストするために、ピエヒは2つの開発チームを互いに競合させた。リーン生産方式の理論によれば、このアプローチは資源の浪費であろう。しかし、高度に革新的なプレミアムブランドにとって、内部競争はイノベーションを促進する重要な方法である。

ピエヒは VW への義務とアウディに対する愛情との間で揺れ動いた。ピエヒ退任後、アウディの CEO は、コルトエム、デメル、パフゲン (Franz Josef Kortuem – Herbet Demel – Franz Josef Paefgen) と継承されるが、そのジ

レンマを明確にしている。しかし、このジレンマは、1990年代の終わりにVWを高級クラスに導こうとしていたときにピークに達していた。アウディはBMWに対して、そしてとVWはメルセデス・ベンツに対して、自称「アウディアナー」(アウディ派)はVWがアウディのA8の近くに自らの存在感を確立しようとしていたという事実には満足しなかった。アウディの新しいCEO、ヴァンターコーン、はこれらの課題に応えるために全力を尽くした。アウディはプレミアムブランドとなっているが、アウディの前輪駆動は、BMWの後輪駆動に比べて依然として駆動ダイナミックスの面で劣っている。例外は四輪駆動である。最もダイナミックなデザインがどのように状況を変えることができるかを示している。さらに、アウディの新しいチーフデザイナー、ウォルター・デ・シルバ(Walter de Silva)の最新のデザイン研究から、アウディの強力な社風の影響を受け、アウディの古典的な優雅で機能的なデザインに近づいていることが分かる。アウディが発展している限り、成功した戦略を変える必要はないのである。

4-7 アウディ新型A8モデルの「トラフィックジャムパイロット」

アウディ新型A8モデルには「アウディAIトラフィックジャムパイロット」が搭載されている。トラフィックジャムパイロットとは、一定の条件下で運転の完全な自動化を実現したAI機能を備えた車体で、自動運転レベル3の機能である。これはアウディが世界で初めて成功した最先端のテクノロジーである¹⁶⁾。

例えば高速道路での交通渋滞における60km/時以下の低速スピードでの走行時など、一定条件の下であればドライバーに変わって運転操作を車が引き受ける。その際は全ての操作を引き受けるので、ドライバーは車の状況を常に監視する必要がなく、ハンドルから手を離し車内でリラックスすることが出来る。

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

アウディは、「ドライバーを守り、助ける」、人が安全であるための自動運転技術を追求している。既存モデルに搭載されている自動運転レベル2の「トラフィックジャムアシスト」、アウディ新型 A8 に搭載された自動運転レベル3の「アウディ AI トラフィックジャムパイロット」、そして今後もアウディの自動運転技術はさらに進化していくであろう。

5. 自動運転に関するメルセデス・ベンツ、BMW の対応

ドイツの4大メーカーのうち、アウディ以外ではメルセデス・ベンツ、BMW が大企業としての強みを活かしながら、いかに時代の変革に対応しているか、ドイツの“老舗”自動車メーカーの姿勢を紹介したい¹⁷⁾。

(1) メルセデス・ベンツ

2015年にロサンゼルスで発表された「F015」は衝撃的であった。銀色の流線型でハンドルも窓もなく、4つのシートが向かい合っており、自動運転される様は近未来と呼ぶに相応しいものであった。伝統という言葉がよく似合うこのブランドが、なぜこのような最先端のテクノロジーを応用したコンセプトカーを発表できたか。

その答えは、現在のダイムラーの取締役会長及びメルセデス・ベンツの社長を務めるディーター・ツェツェ (Dr. Dieter Zetsche) にある。ツェツェは、45歳から要職を歴任してきた生え抜きのエリートである。その根幹にあるのはエンジニアの魂である。彼は工学博士号を持ち、そのキャリアを調査部門でスタートさせた。

ツェツェによると、メルセデス・ベンツは1980年代にすでに自動運転の実験をしていたと言う。1980年代といえば、ノートパソコンが誕生した頃である。当時、開発エンジニアの責任者だったツェツェもその実験に関わっていた。しかし、実際にドライバーを支援する運転技術がメルセデス・ベンツの市販車に使われたのは約10年後であった。さらに今日、

AIの進化とともに自動運転が市販車にも応用される可能性が高まった時、先行していた伝統的車メーカーは他の自動車メーカーと自動運転車の市場投入の時期を競っていた。

2006年にダイムラー CEO に就任したツェツェは、この危機的状況を打破すべく、再び技術開発に注力するとともにシリコンバレーのスタートアップ文化を巨大なダイムラーにも取り入れる大きな変革を実行した。その際にツェツェが目指したのはダイムラーを動物のサイのようにすることだったという。サイは大きい動きは遅くはないことから、大組織でありながらスピード感のある体制づくりを目指した。“サイは大きい、遅くはない”。

シリコンバレーを訪れたツェツェはドイツに戻った後に、ドレスコードを撤廃することを決定した。これは単なる服装の変化ではなく、企業文化全てに影響する動きである。目に見える部分を変えることにより、自由な雰囲気をグループ全体に与えようとしたのである。ツェツェ自身も普段はジーンズにスニーカーで働いていると言う。

他には、官僚的な構造を簡略化して意思決定プロセスを短くしたり、150名ほどの社員（ほとんどが一般社員）に新しいリーダーシップのアイデアを考えさせたりした。さらにはシリコンバレーのエンタープライズ・ファンディングから“コーポレート・ファンディング”と称するシステムを採用し、部門ごとにアイデアを募集して、利益に繋がるか分からないものでも積極的に受け入れた。エンジニアを集めてスカンクワーク・チームを作り、自動運転技術の開発やライドシェアや自動運転タクシーのための研究をさせている。

(2) BMW

2016年にBMWは、インテル (Intel) とカメラによる運転補助ソフトウ

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

エアを開発するモバイルアイ (Mobileye) と連携し、完全自動運転車のプラットフォームを開発していくと発表した。これは、2021年までに発表される予定の完全自動運転車、iNextモデルのためである。今年に入って、フィアットもこの提携に参加を表明した。

サンフランシスコのシリコンバレーのテックカンパニーだけでなく、ヨーロッパの自動車メーカーがAIの開発に多額の資金を費やす現状からすれば、AIなしでは自動車業界で生き残れないと気づいた自動車メーカーが必死にキャッチアップを行っている。

セールス&マーケティング・チーフ (現、上級副社長) のイアン・ロバートソン (Dr. Ian Robertson) によれば、自動運転車の開発プロジェクトについて、月面着陸の“アポロ計画”に例えて“i2.0計画”と呼び、自社が伝統的な技術会社からテックカンパニーへと変革を図っている。

BMWの他社との差別化のポイントはレベル5を目指しているところにある。ただハンドルから手を離すことができるだけでなく、“見なくてもよい” (レベル3)、さらには“考えなくてよい” (レベル4) レベルに持つて行くことで、ドライバーが車で過ごす時間をくつろいだり仕事をしたりする時間に変えることができる。そしてその先をBMWは見据えている、“ドライバーがいなくてよい” (レベル5) レベルである。多くの企業が想定される範囲内の自動運転 (レベル4) を目指す中、「BMWは1台1台が人間のように考えて運転する車 (レベル5) を作ろうとしている」とデジタル戦略ディレクターのベルント・ムスター (Bernd Muster) は語った。

BMWは自動運転車市場のリーダーになるには、V2V (Vehicle-Vehicle : 車同士が情報をやり取りする) や V2I (Vehicle-to-Infrastructure : 車とインフラに備えられた通信設備が情報をやり取りする) の標準規格を他の自動車メーカーや政府が設定してくれるのを待っては遅すぎると考えている。ムスターは「車だけなら5年かかるが、インフラを必要とするなら20年はかかる」と説明した。

6. おわりに —アウディの位置づけとトヨタ自動車の経営行動に与える影響—

6-1 アウディの位置づけと異業種との連携強化

アウディはBMW、ダイムラーとともに早い時期からEVと自動運転技術の取得に必要となる地図情報サービス、デジタルマッピング技術の獲得とコネクテッド・モビリティサービスの成長と利益獲得に注目していた。その結果、世界で初めてAI機能を駆使して一定の条件下で運転の完全な自動化を実現した車を開発し、自動運転レベル3を達成した。一方、電気自動車化について、アウディは2018年3月、トヨタ自動車のストロングハイブリッドとは異なり、低電圧でコストが抑制できるマイルドハイブリッドを備えた高級セダンA6を発表した¹⁸⁾。自動車メーカーは、本業を基本にしながら顧客価値を作り続ける必要がある。

また、ライドシェアという新たなサービスは経済的に効率よく移動する、というユーザーのニーズにあたる一方、乗り心地のよい、魅力的な自動車であることは、モビリティサービスの時代においても不変である。その価値はメーカーが作り上げてきた品質にほかならない。自動運転は多様な技術とサービスを組み合わせるため、異業種の企業とも連携して一層強い互惠関係を築くことが重要となる。

6-2 トヨタ自動車とパナソニックならびにウーバー・テクノロジーズとの連携

2017年12月、トヨタ自動車(株)とパナソニック(株)は車載用角形電池事業の協業の検討を発表した。現在、直面している温暖化や大気汚染、資源・エネルギー問題といった地球規模での課題を解決していくために電動車をより一層、普及させることが必要となる。そのためにも、「電動車」の重要な基幹部品である車載用電池について、性能・価格・安全性な

どの面での更なる進化と安定供給能力の確保が喫緊の課題といえる¹⁹⁾。

こうした認識のもと、両社は、車載用角形リチウム、全固体など次世代電池の取り組みに加え、その電池の資源調達やリユース・リサイクルなども含めて、幅広く、具体的な協業の内容を検討する。

トヨタのいう「電動車」には、電気自動車 (EV) だけでなく、ストロングハイブリッド (プリウスなどの HV)、プラグインハイブリッド (プリウス PHV などの PHV) なども含まれる。モーターだけの動力に限らず、エンジンと協働する補助的なモーター動力を持っているものも電動車である。世界の自動車メーカーは今後、性能向上 (技術力) と安定供給能力 (生産能力) の両面を重視することから、最も安定感のあるサプライヤーはパナソニックということになる。それだけでなく、トヨタとパナソニックはバッテリー領域で既に 20 年にわたるパートナー関係であり、サプライヤーとしては、1953 年の車載ラジオのノイズ防止技術から取引が始まっている。

一方、パナソニックは、2011 年からは米国のテスラとの協業関係を築いている。電機メーカーは家電の不振により、生き残り戦略を立て、選択と集中を模索した。パナソニックの場合、選択と集中は、車載用バッテリーを含む自動車関連技術に焦点を当てていた。パナソニックにとって、EV の出荷台数において急伸しているテスラだけでなく、ハイブリッドの累計生産で 1100 万台の実績をもつトヨタとのパートナーシップは重要である。

さらに、トヨタ自動車は 2016 年 5 月に自動運転の将来を見据えて配車・ライドシェア大手のウーバー・テクノロジーズ (Uber Technologies, Inc.) と海外事業における提携を発表したのに続き²⁰⁾、2018 年 1 月にはインターネット通販最大手の米国アマゾン・ドット・コムやウーバー・テクノロジーズ、ピザハットと自動運転や電動化技術を用いて小売りや外食、配送など様々な事業者が活用できる移動車両サービスに取り組むことを発表した²¹⁾。

その特徴は、“e-Palette”というバスに似た箱形・低床形状で、3つのサイズを想定し、ライドシェア(相乗り)やホテルの客室、宅配、小売店などに応用できる専用EVコンセプトである。トヨタ自動車は従来型の自動車メーカーから脱却し、モビリティ企業へと転身を図るものと思われる²²⁾。

6-3 日本における自動運転レベル3

アウディの先進技術によって、最新のテクノロジー車が続々と誕生している。しかし、現在の交通関連法の規定では「ドライバーによる運転」が前提になっており、自動運転レベル3では、日本では法制度のもとで公道を走ることが出来ない。すでに実用化されている自動運転レベル2の車は、主に人による運転が義務付けられているので走行可能となっている。

今後、自動運転レベルが上がるにつれて「システムによる運転」が主流になることが予想され、法律や交通規定の見直しが早急に求められる。これらの法整備が整うのは2018年以降となる見通しといわれている。

[注]

- 1) ヨルグ・クリングス、ヤン・バックカー、ステフェン・ホッペ(北川友彦訳)「自動車産業の成長戦略：激動の時代における9つの戦いのパターン」(pwc, レポート, Strategy&, 2017)

Jörg Krings, Jan Bakker, Steffen Hoppe, *Auto industry growth strategies: Fasten your seatbelts*, March 29, 2017

https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Auto-industry-growth-strategies_JP.pdf

- 2) クリングス・バックカー・ホッペ・前掲注1)
- 3) 津田建二「カーエレクトロニクスの進化と未来 第16回電気自動車はクルマのデザインを見直す時代に—差別化はデザインで」

<https://news.mynavi.jp/article/car-electronics-16/> 2009年12月1日,

境新一『アート・プロデュース概論—経営と芸術の融合—』中央経済社, 2017年

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

- 4) 根津孝太『カーデザインは未来を描く』PLANETS, 2017年, 境・前掲注3)
- 5) 根津・前掲注4)
- 6) 「ドイツ自動車大手3社が買収した地図情報サービス「ヒア」の大きな可能性」<https://forbesjapan.com/articles/detail/12670> (2016.6.30) (最新参照2018年1月)
- 7) デイブ・リー [北米テクノロジー担当記者]「米フォード, 完全な自動運転車の量産を21年に開始へ」(2016.8.17)
<http://www.bbc.com/japanese/37107107> (最新参照2018年1月)
- 8) 林哲史 [日経BP 総研クリーンテック研究所]
http://business.nikkeibp.co.jp/atclh/NBO/mirakoto/buzzword/h_vol8/
(2017.4.17) (最新参照2018年1月)
- 9) 「欧州ドイツ系自動車メーカーの特徴と選び方」(VW, アウディ, BMW ~ポルシェまで) <http://kurumabook.com/select/27/> 2015年10月5日 (最新参照2018年1月30日, 以下同様)
- 10) Rosengarten, Philipp G. & Sturmer, Christoph B., *Premium Power : The Secret of Success of Mercedes-Benz, BMW, Porsche and Audi*, Palgrave Macmillan, 2006, pp. 1-pp. 17
- 11) 小宮一慶「EV化による国内自動車関連メーカーの明暗 EV化, 先頭を走る欧州と一歩遅れる日米」日経ビジネスオンライン, 2017年9月21日
<http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/opinion/16/011000037/092000021/>
- 12) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議「官民 ITS 構想・ロードマップ2017~多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて~」平成29年5月30日
誰も「自動運転」を正確に定義できない—自動運転機能の多様化が生む混乱 <https://wired.jp/2017/11/22/no-one-knows-self-driving-car/> AUTONOMOUS 2017年11月22日 (最新参照2018年1月)
アウディが実用化した自動運転「レベル3」, レベル2との決定的な違いとは <https://response.jp/article/2017/08/11/298553.html> 2017年8月11日 (最新参照2018年1月)
- 13) btrax Staff「老舗自動車メーカー VS 自動運転時代 ~メルセデス, BMW, GM が起こす改革とは」2017年10月19日
- 14) 「テスラの死亡事故, ドライバーはほぼ手放し運転…米当局が報告書」
<https://response.jp/article/2017/06/22/296446.html> 2017年6月22日 (最新参照2018年1月)

高崎敢「テスラ車の死亡事故から、人類が学ぶべき「絶対にやってはいけないコト」自動運転が人を殺さないために」

<http://gendai.ismedia.jp/articles/-/49147> 2016年7月17日(最新参照2018年1月)

- 15) Rosengarten & Sturmer, 前掲注10), pp. 89-pp. 104
- 16) 外山祥一「アウディの自動運転がレベル3(条件付き自動運転)を実現!」(Audi 正規ディーラー Audi 月寒公式ブログ)
<http://web.audi-tsukisamu.jp/blog/column/automatic-driving-skills.html>
2017年11月29日(最新参照2018年1月)
「アウディが実用化した自動運転「レベル3」、レベル2との決定的な違いとは」<https://response.jp/article/2017/08/11/298553.html> 2017年8月11日(最新参照2018年1月)
- 17) btrax Staff・前掲注¹³⁾
- 18) 「EV時代はまだ来ない 現実解は「マイルドHV」」日本経済新聞 2018年3月13日付
- 19) 池田直渡「ITmedia 週刊モータージャーナル:トヨタとパナソニックの提携ハイブリッドの未来」
<http://www.itmedia.co.jp/business/articles/1712/18/news043.html> 2017年12月18日(最新参照2018年1月)
- 20) 冷泉彰彦「ウーバーと提携したトヨタが持つ「危機感」」(2016.5.26) Newsweek,
https://www.excite.co.jp/News/world_g/20160526/NewsWeekJapan_E170604.html?p=3
鶴原吉郎「自動運転の先を見据えたトヨタとウーバーの提携 クルマを買うことは「消費」から「投資」へ?」(2016.6.7) 日経ビジネスオンライン <http://business.nikkeibp.co.jp/atcl/report/15/264450/060400035/>
(いずれも最新参照2018年1月)
- 21) 佐野七緒, John Lippert, Kevin Buckland「トヨタ:自動運転EVで宅配や移動ホテルアマゾンなどと提携」(2018.1.9) ブルームバーグ Bloomberg (EN)
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2018-01-08/P22FCY6TTDS001>
(最新参照2018年1月)
- 22) 「アマゾンやUberと組んだトヨタは、新しい自律走行車で「モビリティ企業」に転身できるか」AUTONOMOUS (2018.1.9)
<https://wired.jp/2018/01/09/toyota-self-driving-ces2018/>

自動車業界における自動運転化と電気自動車化の影響に関する考察

<http://www.sankei.com/wired/news/180110/wir1801100001-n1.html>

(最新参照 2018 年 1 月)

[参考文献]

- 境新一『アート・プロデュース概論－経営と芸術の融合－』中央経済社，2017年（単著）
- 同 「アート・プロデューサーによる感動創造ならびに価値創造の過程に関わる要件－FNSDIB からの整理－」『成城大学経済研究』216号，2017年，99－133頁
- Kiley, David, *Driven : Inside BMW, the Most Admired Car Company in the World* John Wiley & Sons Inc, Mar., 2004.
- Parment, Anders, *Auto Brand : Building Successful Car Brands for the Future* Kogan Page Ltd, Jan., 2014.
- Rieger, Bernhard, *The People's Car : A Global History of the Volkswagen Beetle* Harvard Univ Pr, Apr., 2013.
- Rosengarten, Philipp G. & Sturmer, Christoph B., *Premium Power : The Secret of Success of Mercedes-Benz, BMW, Porsche and Audi*, Palgrave Macmillan, 2006
- Wimmer, Engelbert & Mani, Arun (CON), *Motoring the Future : VW and Toyota Vying for Pole Position* Palgrave Macmillan, Dec., 2011.

[インタビュー]

マティアス・シェーパース氏（アウディジャパン販売(株) 代表取締役社長）

Mr. Matthias Schepers, Audi Japan Sales K.K. President and Representative Director 2016年5月18日，7月1日，9月13日（於，アウディジャパン販売(株)，東京都世田谷区尾山台）

大西英之氏（アウディジャパン販売(株) 前代表取締役社長，現 広島県三原市副市長）2016年5月18日（同上）

[翻訳]

チャールズ・マーシャル氏 Mr. Charls Marshal

2016年5月18日，7月1日，9月13日に関する文書等の英訳，2017年10月～11月の書籍等の和訳

付記 本稿は平成28(2016)年度成城大学特別研究による研究成果の一部である。
なお、平成28年度末に研究対象となるビッグデータの使用・開示が不可能
となり、再度、本研究課題に関する調整を図ったため、論文題目に変更が生
じたことを了承されたい。