

日米完成車メーカーの自動運転技術

目 次

- | | |
|--|---|
| <p>I. はじめに</p> <p>II. 完成車メーカーの自動運転技術</p> <p>1. フォードのモビリティ戦略</p> <p>2. GMの自動運転車及びモビリティサービス戦略</p> <p>3. 日産自動車：自動運転技術の市販化競争で他社に先行</p> | <p>4. SUBARU：EyeSightでの成功を自動運転にも広げる戦略</p> <p>5. トヨタ自動車：知財や開発力でリード、市販化が待たれる</p> <p>6. ホンダ：直近でサブプライマーやIT企業との協業を積極化</p> <p>III. 世界に先駆け日本で普及が進む自動運転技術</p> |
|--|---|

野村證券エクイティ・リサーチ部 Anindya Das, 梶本 将隆

要約と結論

1. Ford Motor Company（フォード）と General Motors Co（ゼネラルモーターズ, GM）は自動運転技術とモビリティサービスが将来の収益の柱になると考えている。フォードは2021年までに米国の非営利団体 SAE International の定義によるレベル4（一定の条件下での完全自動化）の自動運転車を実用化し、これをまず配車サービスやライドシェアサービス向けとして提供し、その後、個人利用向けの自動運転車も提供する計画である。フォードはレベル3（必要に応じて運転手が制御）をスキップするが、GMは自動化のレベルを段階的に達成していく考えで、現在は「Super Cruise」（高速道路で使えるハンドル操作が不要なシステム）など半自動運転技術に重点を置いている。Super Cruiseは17年中に発売される Cadillac CT 6に搭載される予定である。GMがSuper CruiseをCadillac以外のブランドにも搭載するようになれば大衆車モデルで競争力と価格を改善できると我々は考えている。
2. 日産自動車は、世界の完成車メーカーの中でも、意欲的な自動運転技術の開発スケジュールを公表している。16年8月に既に高速道路での単一車線上での自動運転技術をSerenaで実用化した。消費者の反応は良好で、Serenaは発売後7カ月で受注が前回の全面改良時と比べ34%増加した（うち56%がProPilot搭載）。18年には、高速道路でのレーンチェンジを可能にする複数車線での自動運転技術が導入され、20年には市街地での自動運転技術を市場投入する計画である。また、EyeSightで成功したSUBARU（富士重工業から社名変更）も、17年に単一レーン自動運転、20年に高速道路でのレーンチェンジを実用化する計画で、独自のステレオカメラ技術に磨きをかけている。
3. トヨタ自動車グループは、自動運転関連の特許を最も多く保有し、多くのプロトタイプを発表するなど、技術開発で先行している。一方、事故のリスクへの懸念から市販化には時間がかかる見込みで、今後の商品化のスケジュールに注目したい。ホンダは、直近で他社との協業やスピード感ある開発に注力する開発組織 R&D センター X を新設し、Google（グーグル）の親会社 Alphabet（アルファベット）傘下の Waymo（ウェイモ）と協業するなど、異業種との協業を推進している。
4. 様々な調査を踏まえて我々が得た結論は、自動運転技術において誰もが認めるトップ企業はまだ存在せず、開発の現段階においては多くの企業にチャンスがある、ということである。一定の条件下での安全な自動運転技術の実用化はすでに視野に入っている。

I. はじめに

自動運転技術はまだ初期段階にあり、急速に発達しているため、将来的な売上高と利益を十分な精度で予測するのは難しい。ただし、自動車業界では、自動運転やコネクテッドカー、電動パワートレインによって大きな構造変化が起り始めていると我々はみている。これらの変化のスピードは一段と加速していくと予想される。自動車業界への最終的な影響を注視、評価し、最新の状況を伝えていきたい。本稿では、大手自動車メーカーにおけるこれらの分野でのこれまでの取り組みと今後の計画について考察していく。そして、将来の事業への影響を計るに十分な情報が揃っているか、あるいは結論を出す前にさらなる技術の進歩を待つ必要があるかを判断したい。自動車業界は進化の最中にあり、新規参入メーカーが時代遅れの技術を押し進める既存メーカーを押し退ける可能性もある。まず米国自動車メーカー2社、続いて日本の大手メーカーについてみていく。

II. 完成車メーカーの自動運転技術

1. フォードのモビリティ戦略

2016年9月のインバスターデーで、フォードは自動車及びモビリティ企業へと変貌する計画を発表した。これは、旧来の自動車生産から、自動運転車やモビリティサービス等、新たな輸送サービスへの事業拡大を意味する。これに先駆け16年8月には、21年までに米国の非営利団体SAE Internationalの定義によるレベル4（一定の条件下での完全自動化）の自動運転車を実用化し、仮想的な境界線である「ジオフェンス」内における配車サービスやライドシェアサービス向け車両の提供を目指すとして発表した。その後、個人利用向けの自動運転車も提供する計画である。技術実証車でも高級モデルとしてでもなく、この全く新しい自動運転車を量産し、年間10万台超を販売することを目標としている。それまでの間も、競争力を維持するために、衝突回避システム等の運転支援技術を提供していく考えである。

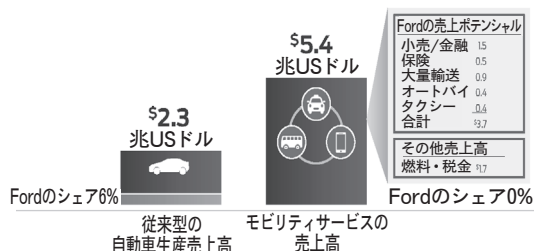
SAEレベル4の自動運転車を21年までに商用生産するとのフォードの目標は他社と一線を画するものであり、大手自動車メーカーの中で最も明確なゴールを掲げている。現段階でこの目標を達成できるか否かを判断するのは時期尚早であろう。

(1) 自動運転車とモビリティサービス

16年9月のインバスターデーでの説明によれば、主に新車の製造及び販売を手掛ける「従来」の自動車業界の市場規模は2.3兆USドルで、そのうちフォードの売上高は約0.14兆USドル（市場シェア6%）である。同社は、自動運転車とカーシェアリングサービスの登場によって「サービスとしての輸送（TaaS、以下モビリティサービス）」関連市場の規模は今後10～15年で5.4兆USドルになるとみている。これは現在の自動車業界の2.3倍を超える規模で、同社が過去には手掛けていなかった領域である（図1）。同社は手始めに、モビリティサービスの展開に自動運転車を利用する計画だ。会社は、米国新車売上高に占める自動運転車の割合が25年の約5%から30年には約20%へ拡大する見通しとしている。それに伴い、車両保有台数に占める自動運転車の割合が高まり、自動運転車の走行距離が全体に占める割合も25年の約2%から30年には約10%へ拡大する見通しである（図2）。自動運転車の走行距離

の80%が商用利用（フリート、カーシェアリング等）で、残り20%が個人利用だと会社はみている。自動運転車の走行距離のシェアが急速に拡大するとの見方は理に当たっていると我々は考える。後で説明する通り、商用利用では、自動運転車の登場でコストが大幅に下がり利用率が高まる結果、走行距離が増えると予想されるためである。個人利用では、消費者は運転から解放され利便性が増すことに恩恵を感じ始め、自動運転車を余暇活動に多用するようになり、車での通勤もよりリラックスしたものとなるであろう。体力や長時間の集中に自信がなくなっている高齢者も、自動運転車なら一人で長距離移動ができるようになると考えられる。これらは既存の自動車から自動運転車機能付き最新モデルへの買い替えの強いインセンティブとなり、その結果新車の単価が上昇し、買い替えサイクルも次第に短くなるという好循環に繋がる可能性がある。そこで生まれる資金の一部は次世代運転技術を磨くことに再投資されると考えられるため、自動運転技術は少なくとも

図1 自動車生産とモビリティサービス：市場規模比較



(出所) 会社資料

図2 米国における自動運転車の市場ポテンシャル
米国の自動運転車の走行距離（全体に占める割合）
米国の自動運転車年間売上高（全体に占める割合）



(出所) 会社資料

30年にかけて進化を遂げ、洗練されていくと我々は予想している。

(2) モビリティサービスにおいては経済性が自動運転システム採用の要因に

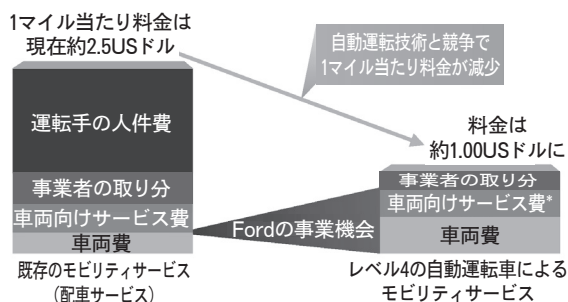
米国で最も安いマスマーケットのモビリティサービスはバスで、フォードの試算によればその費用は0.30 USドル/マイルである。しかし、出発点から停留所、停留所から最終目的地までは自力で移動しなければならないため、これは「パーソナル」モビリティに分類できない。そのため、米国マスマーケットの「パーソナル」モビリティサービスに限れば、費用はタクシーの約6.00 USドル/マイルから自家用車の1.50～0.70 USドル/マイルの範囲ということになる。しかし、足元で人気が高まっているのはモビリティサービスの一例である配車サービスで、費用は上記範囲の中間、約2.50 USドル/マイルである。そのうち約60%は運転手の人件費、20%は事業者の取り分、10%は車両

費、10%は車両向けサービス費である（図3）。モビリティサービスの費用の大幅な低減につながるとして、フォードはこの分野での自動運転システム採用に大きなチャンスがあると考えている。旧来の自動車がレベル4の自動運転車に代われば運転手が不要になり、1マイル当たり費用は現在の約2.50 USドルから約1.00 USドルにまで下がる（図3）。

1マイル当たり費用の削減の大半は人間による運転から自動運転システムへの転換によるものである。車両費自体は従来型の車両を上回るが（寿命までの走行可能距離が同等と想定）、事業者にとっては総コストの低下につながるため魅力的である。自動運転車両のコストの想定が高いのは、センサーの追加等、新たな自動運転システム搭載によるコスト増の他、運転手を不要にするために追加の機能も必要になるためである。一方で、自動運転車は疲労知らずで休憩の必要もないため、モビリティサービスで利用する際には稼働率が高くなる。これらの要因によって、自動運転車のコストの高さが正当化される。

その上、自動運転車のモビリティサービスのうち「サービス」の部分をもより幅広い観点からみることも可能である。そこには、当社がモビリティサービス提供に踏み切るもう一つの理由、すなわち VMaaS（サービスとしての車両マネジメント）も含まれる。自動運転車をフリート利用する場合、VMaaSには

図3 モビリティサービス：自動運転技術による1マイル当たりの費用への影響

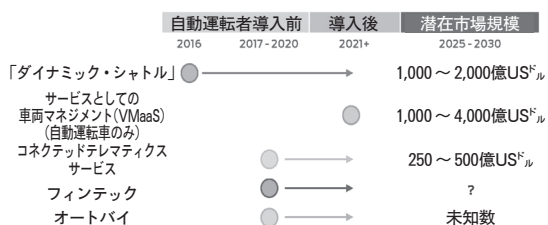


(注) *は VMaaS (サービスとしての車両マネジメント)
(出所) 会社資料

フリートの管理が含まれ、その範囲は車両の取得からリファイナンス、保険、メンテナンス、さらに配車サービスにまで及ぶかもしれない。VMaaSは、Ford Credit（フォードクレジット）を利用して金融サービスを提供するためにフィンテックプラットフォームを開発する分野ともなり得る。フォードのカーシェアリング/モビリティサービスのもう一つの形態に「ダイナミック・シャトル」がある。これはフォードが16年に買収したオンデマンドのカーシェアリングのスタートアップ企業 Chariot が提供するサービスをスケールアップし、「タクシーのような手軽さを公共交通機関の価格で」提供するという計画である。

いずれ、「ダイナミック・シャトル」のようなモビリティサービスの潜在市場規模は1,000～2,000億USドルへ拡大すると会社はみている（図4）。モビリティサービスはサービス業であるため、自動化による人件費の大幅削減と採算性向上が見込める分野である。会社は営業利益率を20%程度と見込む。

図4 モビリティサービスと自動運転車：対応可能市場への影響



(出所) 会社資料

中核の自動車事業（開発、製造、販売）の営業利益率目標は8%である。

(3) これまでの進捗状況

フォードは、21年までにSAEレベル4の自動運転車の実用化を目指すと言明しているが、プロジェクトに関する開示情報が少なく、目標達成に向けた進捗状況の把握は難しい。競争圧力を避けるため開示を控えているものだが、これまでのモビリティと自動運転に関する主要な発表から進捗状況を読み解いていきたい。

フォードの「モビリティの青写真」計画は12年初めにビル・フォード会長によって初めて打ち出された。これは自動化のすべてのレベルを段階的に進捗していくことを目指すものである（図5の自動運転の定義はSAEが14年に定めたもの）。まず17～25年にオートパイロット機能を搭載し、安全性を高めた半自動化の運転技術を導入、その後26年以降、人間の介入を必要とせず完全自動化された「スマート」コネクテッドカーへ移行する計画だった。しかし13年頃、SAEレベル3（自動運転だが、必要に応じて運転手が対応する必要がある）達成に向けた開発がレベル4（一定条件下での完全自動化）と同程度に難しい可能性があると同判断し、戦略を変更した。対照的に、競合のGMは他の大手自動車メーカーと同様、段階的な開発戦略を採っている（後述）。フォードの現在の戦略はグーグルの親会社アルファベット傘下の自

動運転事業ウェイモのそれと類似する。


フォードの最初の自動運転技術への取り組みは、米国防総省内の研究開発部門である国防高等研究計画局（DARPA）主催の自動運転車コンテスト、グランドチャレンジにエントリーした04年に遡る。この時初めて自動車用レーザーセンサーを手掛けるVelodyne LiDAR（ベロダイン・ライダー）と協業し、自動運転の試作車に同社の光検出・測距（LiDAR）システムを搭載した（図6）。最初のDARPAグランドチャレンジは完走したチームがなく勝者不在に終わったが、05年と07年にも開催され、フォードはその両方にエントリーした。その後、前述の「モビ

リティの青写真」計画を発表し自動運転車開発に本腰を入れた。

13年には自動運転技術の試験及び開発用車両として、Fusion Hybridを10台投入した。16年12月からは第3世代の試験車両が使われている。会社によれば、第3世代の試験車両には第2世代と同じ自動運転車プラットフォームを使用しているが、車載コンピュータのハードウェアは新しく、より高性能である。電気制御は「製品化に近づいている」状況である。センサーが改良されている他、LiDARシステムにも改良が加えられよりスムーズになった。その結果、LiDARセンサーが従来の4台から2台に減少したにも

図5 SAEの定義による自動運転

自動運転車の機能を分類するために、米国運輸省はSAEの定義による6段階の区分を採用している。これらの6段階はレベル0（自動化なし：常時、運転手が制御をおこなう）から始まり、最高水準はレベル5（完全自動運転：すべての環境で運転操作をシステムに委ねる）となっている。

レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
運転支援 ハンドル操作、あるいは 加速・制動	運転支援 ハンドル操作、あるいは 加速・制動	自動運転だが、必要に応じて 運転手が対応	ジオフェンス内での 自動運転 運転手は必要ない	ジオフェンス外での 自動運転 運転手は必要ない
例 車線維持システム 定速走行・車間距離 制御装置 自動緊急ブレーキ	例 交通渋滞時支援 オートパイロット機能 高速道路運転	機能はレベル2と レベル4の間 運転手が運転状況を監視・ 操作する必要がある。	モビリティサービスの 事業モデルの 中核  AV TaaS	レベル4がさらに進化 した未来の 自動運転技術

フォードが現在注力しているレベル

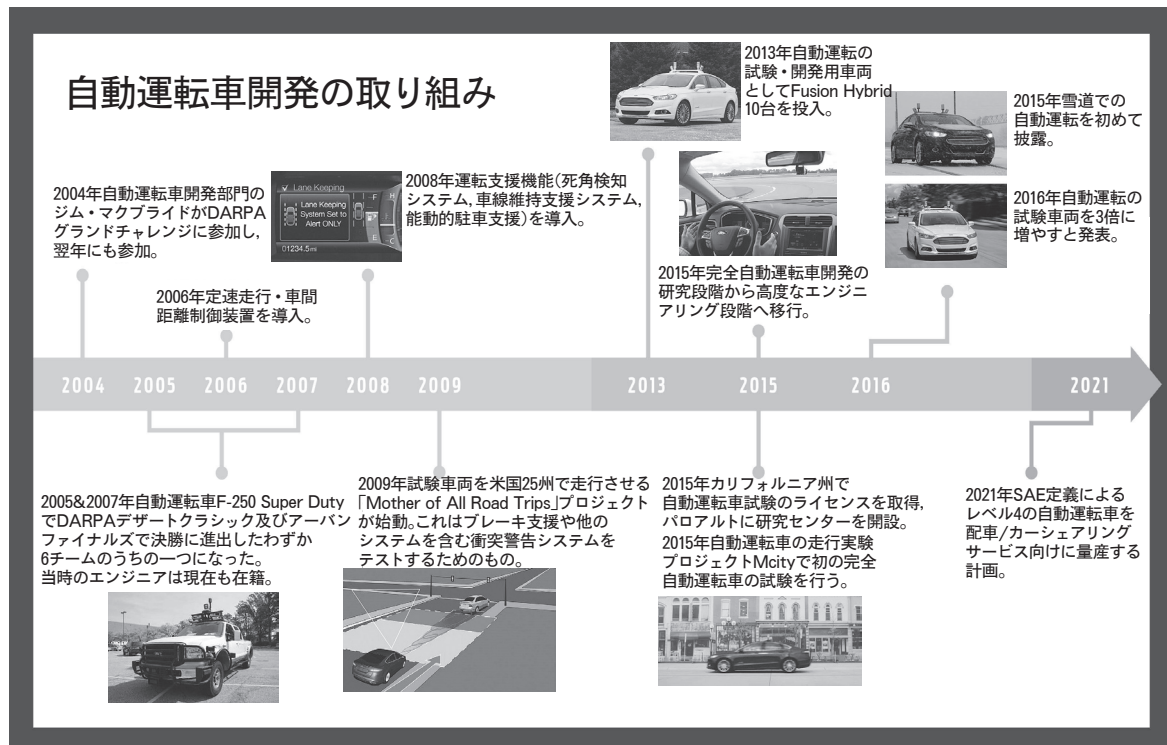
（出所）会社資料

関わらず、同量のデータ収集が可能となっている。これらの新しいベロダインのLiDARセンサー（製品名：Solid-State Hybrid Ultra PUCK Auto）は様々な運転シーンで電気制御を可能にする初の自動車専用のLiDARセンサーで、周辺環境のマッピングやリアルタイム3D視野画像を正確に生成でき、様々な運転シナリオに対応するためのソフトウェア開発及び試験に大きく貢献している。

(4) Argo AIが無人工自動運転の開発を担う
レベル4の自動運転車達成を目指し、この

分野での取り組みを強化するために、戦略的投資や技術提供パートナーとの協業を行なっている。図7に注目すべき協力関係を示している。17年2月には人工知能システム開発のArgo AI（アルゴ AI）株式の過半を取得した。この5年間で同社に10億USドル程度投資してきており、同社はフォードの自動運転車戦略の中心となっている。同社が開発を担うバーチャル運転システムは運転のすべての場面で重要な役割を果たし自動運転技術の行方を左右するものである。自動運転車の技術分野で経験豊富な技術者を引き付け雇用し

図6 フォードの自動運転車開発への取り組み



(出所) 会社資料

続けるのは非常に難しいが、アルゴ AI はスタートアップの社風を維持しており、スタートアップ企業らしく株式報酬を提供している（従来型の自動車業界とは対照的）。同社に出資する前、車載コンピュータビジョンのアルゴリズム開発に向け、16年にイスラエルの機械学習システムのスタートアップ SAIPS を買収した。また、LiDAR センサーを低コ

ストで量産するためにペロダインとの関係を強化し、0.75 億 US ドルを出資して株式の約 9% を取得している。

(5) 先端運転支援システム（ADAS）が完全自動化への足掛かり

フォードは研究から得たいいくつかの技術を自動運転に生かし、ADAS という形で商用化している。これは歩行者を検知する衝突防

図7 自動運転技術とモビリティサービスの分野におけるフォードの現在のプレゼンス

自動運転及び ADAS		
Ford		
アクティブ・パークアシスト		縦列駐車半自動。ボタンを押すだけで駐車する全自動駐車システムの実用化への前段階。
IBM との提携		交通に関する様々なデータからパターン、相関、傾向などを見つけるアナリティクスプラットフォーム。オンデマンド型シャトルサービス Dynamic Shuttle において、経路等の適切な判断をサポート。
Ford MyKey		シートベルト非装着の警告やオーディオの音量制限などの ADAS 機能を実装した、若いドライバーの安全運転を支援するシステム。GM の Chevrolet Teen Driver に近いコンセプト。
今後の計画		米国の非営利団体 SAE International の定義によるレベル 3（自動運転だが、必要に応じて運転手が制御）を飛ばし、2021 年までにレベル 4（一定の条件下での完全自動化）の車種を開発する。中核の自動車部門とは区別して成長しつつあるモビリティサービスに投資できるよう、独立した事業部門 Ford Smart Mobility を立ち上げた。
投資及び買収		
Ford		
Argo AI		人工知能（AI）システムの開発企業。5年にわたり総額 10 億 US ドルを投じ、過半数株式を取得した。現在ではフォードのバーチャルドライバーシステム開発を中心とする自動運転への取り組みの柱を担う。
Velodyne		LiDAR センサーのメーカー。0.75 億 US ドルを出資。安価な量産品の開発を目指す。
SAIPS		イスラエルのコンピュータビジョン / 機械学習の新興企業。AI/ コンピュータビジョンの技術力強化を狙った買収。買収価格は非公表。
Nirenberg Neuroscience		独占ライセンス契約により画像処理技術を獲得。自動運転車における機械学習を可能にする AI 技術。
Pivotal		クラウドベースのソフトウェアメーカーで FordPass を手掛ける。フォード・スマート・モビリティを後押しし、クラウドベースのソフトウェア開発を加速させる狙いで、1.82 億 US ドルを投資。
Civil Maps		3次元デジタル地図作成技術を手掛ける新興企業に投資。無人運転車に搭載する高精度の3次元地図を開発。

（出所）会社資料より野村作成

止システム、車線維持システム、死角検知システム等である。14年後半、歩行者認識機能付きプリクラッシュアシスト（SUBARUのEyeSightに類似する機能）がフォードの欧州モデルの一部に搭載され、その後16年には北米でFusionに搭載された。これは、レーダーとカメラで衝突リスクを検知し、運転手の反応が遅れると自動的にブレーキをかけるシステムである。17年には夜間や暗い場所でも歩行者を検知し自動的にブレーキをかける同技術の改良型が欧州で次世代Fiestaに搭載される見通しで、続いて北米でF-150とMustangの18年モデルに搭載

される予定だ。16年には、渋滞中の負担軽減に向け、前方車両との距離を保ちながら運転手に代わって自動的にアクセルを踏んだりブレーキをかけたりするストップ&ゴー機能を定速走行・車間距離制御装置に付加した。また、車両を車線中央に保ち、前後の車との距離を保つ「渋滞アシスト」技術を強化し、18年末までに発表する計画である他、自動運転車研究プロジェクトからのスピノフとして、停車中もしくは速度が落ちている走行車との衝突を避けるためにハンドル操作を支援する回避操舵支援機能を18年末までに導入する計画である。中国では、左折を容易に

図8 カーシェアリングとコネクティビティの分野におけるフォードの現在の活動

コネクティビティ / テレマティクス	
Ford	
Sync Connect SYNC® Connect	コネクテッドカーのプラットフォーム。最初の5年間は無料で、その後は有料だが料金水準は未発表。15年に実用化され、段階的に機能が拡張されている。米国では既にサービスを開始、欧州ではVodafoneとの提携のもとおそらく年内に開始
FordPass  FordPass	モビリティサービスプラットフォームで、アプリとして16年から提供。米国、カナダ、欧州の一部、そして中国で既に提供されている。駐車スペースを探し、予約し、事前に支払いを済ませることが可能。カーシェアリングにも活用されており、リアルタイムの道案内が受けられる。SYNC Connectと組み合わせることで、自動車の一部機能をリモートで制御することも可能。
SmartDeviceLink コンソーシアム  sdl	トヨタ自動車と手を組んで立ち上げた非営利団体。自動車関連のスマートフォン用アプリ開発に用いるオープンソースソフトウェアを管理するコンソーシアム。車内で使うアプリの業界標準を定める狙いもある。トヨタ以外ではマツダ、PSA Group、SUBARU、スズキ、並びに一部サプライヤーが参画。
カーシェアリング	
Ford	
Ford Carsharing 	ドイツ全土でカーシェアリング事業を展開。ドイツの鉄道 / 物流会社 Deutsche Bahn のカーシェアリング事業 Flinkster との提携による。ディーラーが参画。13年にサービスを開始、当初の名称は FORD2GO。
Zipcar との提携 	米国内でのカーシェアリングの取り組みは、11年に同社とマーケティングで提携したのが最初。
Zoomcar への出資 	インドのレンタカー / カーシェアリングサービス。Ford Smart Mobility が16年に同社株式を11%取得。

(出所) 会社資料より野村作成

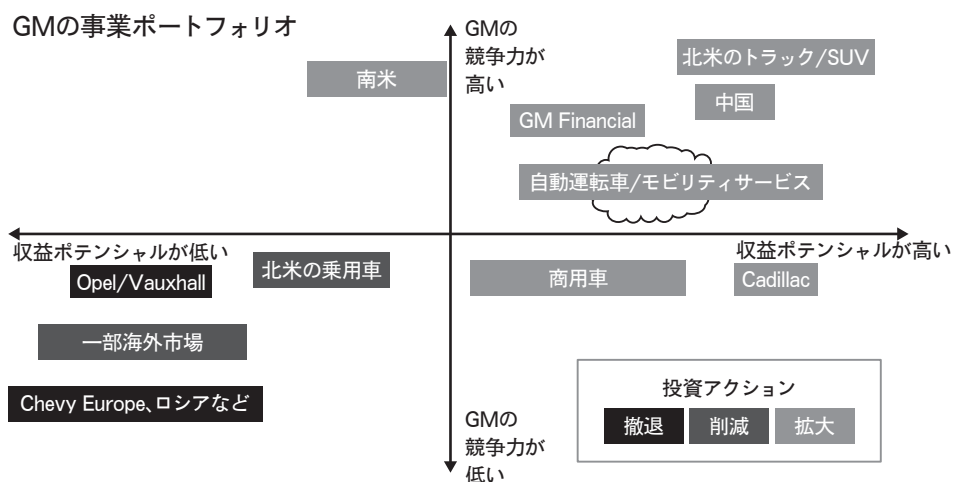
し、また信号が変わるタイミングをはかって最短の時間と最小の燃料で、衝突を避けながら目的地に到着できるようにするため、車両対車両（V2V）、車両対インフラストラクチャー（V2I）のコミュニケーション技術を使用したADASシステムを試験中である。「左折アシスト」は左折の際にV2Vコミュニケーション技術を使い、対向車が来れば運転手に警告する。「信号対応速度アドバイザー」はV2Iコミュニケーション技術を使って、信号機のデータから、最高の燃料効率、かつ短時間で目的地に到着するための最適速度を運転手に提案する。こういったADASに支えられ、フォードのモデルは市場で競争優位を保つとともに、価格を引き上げることもできると我々はみている（例えばFusionにストップ&ゴー機能付定速走行・車間距離制御装置を搭載するオプション価格は1,190

USドルである）。

2. GMの自動運転車及びモビリティサービス戦略

GMは自動運転車とモビリティサービスを重点分野の一つとしている。これらは高い収益性が期待できる分野であり、自らが既に競争優位性を持つ、あるいは今後優位に立てると考えている分野だ（図9）。しかし、フォードとは対照的に、GMは自動運転車技術を段階的に開発・導入する道を選び、米国の非営利団体SAE Internationalの定義による自動運転の各レベルを順番に達成していく考えである。そのため完全自動運転車発売の具体的な時期は発表しておらず、現在では半自動運転システム「Super Cruise」（高速道路をハンドル操作なしで走行できるシステム）などに力を入れている。Super Cruiseは年内

図9 GMは自動運転車とモビリティサービスを重点分野の一つとしている



(出所) 会社資料

に発売される18年型Cadillac CT 6に搭載される予定である。

SUBARUの自動ブレーキシステムEyeSightの成功を踏まえ、GMがSuper CruiseをCadillac以外のブランドにも搭載するようになれば大衆車モデルで競争力と価格を改善できると我々は考えている。以前も前進時、後退時の両方で作動する自動ブレーキシステムなどのADASをまず13年型Cadillacに標準装備し、その後大衆車のChevroletなどに広げた。この戦略の利点は、Cadillacなどの高級車ブランドは販売台数が相対的に少ないため、新技術に対する顧客の反応と新技術の信頼性を段階的に評価できることである。これらの新しく、洗練された技術が受け入れられることを確かめた後なら、

Chevroletなど量産ブランドに広げるリスクは低くなる。

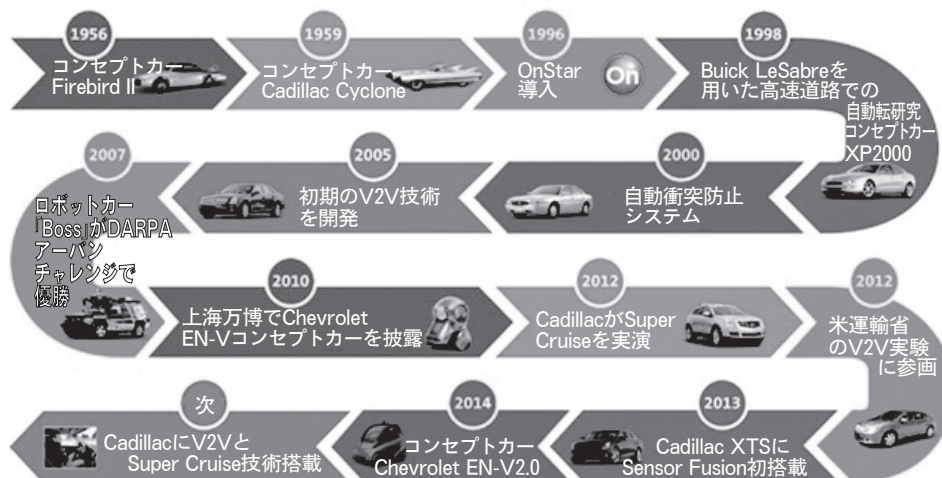
(1) これまでの進捗状況

GMは自動運転技術の実験を1950年代から行っている(図10)。当時、Radio Corporation of America(ラジオ・コーポレーション・オブ・アメリカ、1919年に設立された無線放送機器及びエレクトロニクス製品メーカー)と提携し、無線通信で速度とハンドルを制御することによる高速道路自動運転システムを開発した。その過程で生まれたコンセプトカーのFirebird IIは道路に埋め込まれた鉄鋼ケーブルと車両に搭載した磁石を使った誘導ケーブル式の自動運転技術を利用したものであった。

その後07年にGMはカーネギー・メロン

図10 コネクテッドカーと自動運転の分野におけるGMの取り組み

GMの自動運転車及びコネクテッドカー開発の里程標



(出所) 会社資料

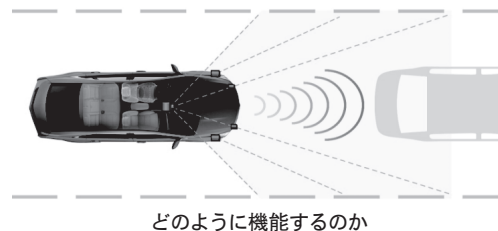
大学と Chevrolet Tahoe の自動運転車 Boss を開発した。Boss は DARPA 主催の自動運転車コンテスト「DARPA アーバンチャレンジ」で優勝を果たした。このコンテストは、合流路線、一時停止標識、最高速度制限、混雑した交差点のある都市で、60 マイルのコースを完全自動運転車で走行するものである。Boss は自動運転モードで最高時速 30 マイルで走行できる。その後、GM は Boss の研究開発の経験を利用し、後退時自動ブレーキ、全車速域対応の定速走行・車間距離制御装置、衝突被害軽減装置、車線逸脱警告装置などのアクティブセーフティ技術及び ADAS 機能を 13 年型 Cadillac XTS に初めて搭載した。

一般的な大衆車の完全自動運転はまだ先だが、GM は前述した運転補助機能を通じた部分的な自動化の導入を続けている。米国道路安全保険協会 (IIHS) の調査によれば、自動ブレーキシステムによって追突事故が発生する確率を約 40% 低減させることができる。そのため、一部の損害保険会社は自動ブレーキシステムを搭載した車両に対して保険料の割引を提供し始めた。安全性向上の観点に加えて保険料割引の恩恵によっても消費者は自動ブレーキシステムの受け入れに前向きになり、ひいては将来的により多くの保険会社が割引を提供することにもつながるだろう。自動車メーカーの観点からは、これらの追加オプションが新車の販売単価を押し上げ、利益

率の改善につながるだろう。しかしいずれは、これらのシステムが標準装備になるとみられる。自動車メーカーは米国において 22 年型以降のすべての新車で自動緊急ブレーキを標準仕様とすることを公約している。

GM が商用化を計画している次の主要な部分自動運転技術は Super Cruise である (図 11)。Super Cruise は米国で今年発売される 18 年型 Cadillac CT 6 に標準装備される予定で、レーダー、超音波センサー、カメラ、GPS 地図データを活用して、自動ブレーキ、全車速域対応の定速走行・車間距離制御装置、車線維持システムといった複数の運転支援技術を統合し、「全方位衝突防止」を提供する。これは半自動運転技術であるため運転手が引き続き注意を払う必要があるが、このシステムによって渋滞中でも高速道路でハンズフリーでの運転が可能になり、運転手の負

図 11 Super Cruise は 17 年に発売される Cadillac CT 6 に搭載される
Cadillac は 17 年発売モデルに Super Cruise を搭載



車線追従機能：GPS とカメラを使い、道路前方を確認し、車両を車線中央に維持するようハンドル操作を行う。

衝突防止機能：長距離レーダーシステムが 300 フィート以上離れた車両を検知。事前に設定された車間距離を維持するために自動加速/減速する。

(出所) 会社資料

担が軽減される。北米での発売後、19年には中国でも合弁会社 SAIC General Motors Corporation（上汽通用汽車）を通じて Super Cruise を導入する計画である。GM にとっての中国自動車市場の重要性を踏まえれば、GM は Super Cruise を中国の他のブランド車に搭載し同市場での競争力向上に取り組むとみられる（GM は19年に中国で Super Cruise 搭載車を発売すると発表した際、Cadillac とは限定しなかった）。

Super Cruise の導入を待つ間、GM は17年3月に車両間（V2V）コミュニケーション技術を米国とカナダで販売される Cadillac CTS セダンの標準装備として導入した（図12）。この技術によって、互換性のある V2V システムを搭載する別の車両と通信でき（1,000 フィート程度離れていても可能）、まだ目視できない危険の可能性などについて運転手に事前に警告するようなデータを共有で

図12 Cadillac CTS セダンでは V2V 安全技術が標準に
2017年3月



（出所）会社資料

きるため、こうした危険に反応する余裕が生まれる（図13, 14）。このような技術によって運転手が危険に反応するための時間的余裕が生まれることは、SAE の定義によるレベル3の自動運転技術達成につながる。GM は欧州からの撤退を決定したが、PSA Group（PSA グループ）へ売却した同社傘下の Opel（オペル）は、Audi（アウディ）、BMW, Daimler（ダイムラー）とともに、15年6月にドイツ政府が立ち上げた研究プロジェクト Ko-HAF（協調型高度自動運転）のメンバーとなっている。Ko-HAF は日々の交通環境における高度に自動化された車両や協調的な運転のための技術を開発している。オペルの重点分野の一つは自動運転モードから運転手による制御への切り替えのプロ

図13 交通事故の例



（出所）会社資料

図14 図13のような事故が発生した際に Cadillac の運転手が受け取る警告



（出所）会社資料

セスである。この技術の応用は、GM がレベル 3 の自動運転車を実用化する上で有用だろう。

(2) Cruise Automation (クルーズ・オートメーション) が GM の自動運転車技術戦略の土台に




GM は ADAS 技術の商用化と同時に完全自動運転車の開発も進めている。16 年 12 月、同社はミシガン州の公道で自動運転車の開発試験を始めたと発表し、この試験車両の次世代車を同州オリオン工場で生産するとした。しかし 16 年 5 月に買収した自動運転関連ベンチャーのクルーズ・オートメーションはすでに 15 年 6 月からカリフォルニア州の公道で自動運転車の試験を行っている。現在、クルーズ・オートメーションと GM のエンジニアは、サンフランシスコ、スコッツデール、デトロイトの公道で、自動運転システムを搭載した電気自動車 Bolt を 50 台以上使って試験を行っている。クルーズ・オートメーションは、自前のソフトウェアを GM の電気自動車 Chevrolet Bolt と統合させたり、運転手不要のロボタクシーサービスを導入することを目的として Lyft (リフト) の配車システムと統合させたりすることを通じて、GM の自動運転車戦略の全面的な実現に取り組んでいる。フォードの計画も考え合わせると、いずれは自動運転の大衆車が開発されるだろう。17 年 4 月、GM はクルーズ・オートメーションがサンフランシスコに新設する

開発拠点の建設費として 1,400 万 US ドルを投じると発表した。クルーズ・オートメーションは自動運転技術を開発するために向こう 5 年間でさらに 1,100 人以上を新規に雇用する。これは GM が自動運転車の分野に真剣に取り組んでいることの表れである。

(3) 自動運転車の分野における GM の提携、アライアンスや投資

世界の競合と同様、GM も複数のアライアンスを組んだり、モビリティ事業の開発でいくつかの戦略的投資を行ったりして、自動運転車技術で前進している (図 15, 16)。GM が 96 年に導入したサブスクリプションベースのネクテッドカープラットフォームである OnStar は世界最大級のサービスとなっており、16 年末時点のネクテッドカーは 1,200 万台に達している。GM がこれを活用する方法の一つは、クラウドで収集したリアルタイムの OnStar のデータを使って Mobileye (モービルアイ) の先端マッピング技術を改良し、自動運転に使う地図を継続的に更新することである。モービルアイは地図の誤差を約 10 センチ程度にまで縮められると考えている (これに対して GPS の地図の誤差は 10 メートル程度)。GM は 07 年の車線逸脱警報システム導入以来、モービルアイと長きにわたる協力関係にある。現在、GM はカメラにモービルアイのソフトウェアを搭載しており、これが自動ブレーキや衝突防止システムにデータを送っている。

図 15 自動運転技術とモビリティサービスの分野における GM の現在のプレゼンス

自動運転及び ADAS	
GM	
Super Cruise	半自動運転プラットフォームで、高速道路で自動運転ができる。17 年秋発売の Cadillac CT6 に搭載される予定。
Mobility との提携	 OnStar で収集したデータを使ってデジタル地図の精度を改善し、自動運転を補助する。提携は 16 年初めに発表された。
Chevrolet Teen Driver	車線維持支援システム、自動ブレーキ、駐車支援システム、横滑り防止 / タイヤ空転抑制装置などの ADAS 機能で若い運転手を支援
今後の計画	SAE が定義する自動運転の各レベルを順番に達成していく計画。Ford と異なり、自動運転とモビリティサービスの投資を分けない考え。
投資及び買収	
GM	
Cruise Automation	 自動運転関連ベンチャーの Cruise Automation を 5.81 億 US ドルで買収。現在、同社が GM の自動運転車技術戦略の土台となっているが、独立した事業部門として運営されている。
Lyft	 配車アプリの Lyft の持分 10% を 5 億 US ドルで取得。

(出所) 会社資料より野村作成

図 16 カーシェアリングとコネクティビティの分野における GM の現在の活動

コネクティビティ / テレマティクス	
GM	
OnStar	 サブスクリプションベースのコネクテッドカープラットフォームで、96 年末にサービスを開始。16 年末時点のコネクテッドカーは 1,200 万台に達している。米国、カナダ、メキシコ、ブラジル、欧州、中国で導入されている。
OnStar Go (IBM と提携)	 IBM との提携で、IBM の人工知能 Watson を GM の OnStar に統合した車載情報システム。ドライブ先のレストラン情報や燃料の残量を考慮したガソリンスタンドへの誘導といったサービスを提供する。17 年に導入。
Ko-HAF 協調型高度自動運転	 15 年 6 月にドイツ政府が立ち上げた自動運転研究プロジェクト。GM/Opel, Audi, BMW, Daimler が参加している。プロジェクトは 18 年 11 月に終了する予定。Opel は、事故などの予知対応ができる自動運転車用デジタル地図を生成するためにコネクティビティを活用した技術と、自動運転モードから運転手による制御への切り替えプロセスに関わる技術を開発している。これらの技術は GM が欧州から撤退した後も、自動運転車を実用化する上で有用である。
カーシェアリング	
GM	
Maven	 16 年に Uber の競合である Sidecar の一部事業を買収し、カーシェアリングサービスに参入した。米国の一部の都市で展開中で、サービス範囲を拡大している。ドイツでは Opel の CarUnity を通じてカーシェアリングサービスを展開。米国での料金は 1 時間当たり 8 US ドルから。会費は現在無料。
Yi Wei Xing (Beijing) Tech. Co.	  中国のカーシェアリング企業の株式を取得し、戦略的提携関係を結んだ。Feezu のアプリを使ってレンタカー / カーシェアリングを提供。レンタカー会社にはクラウドベースのプラットフォームを提供。

(出所) 会社資料より野村作成

3. 日産自動車：自動運転技術の市販化競争で他社に先行

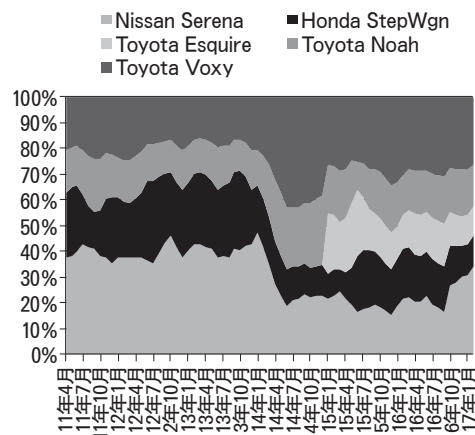
(1) 自動運転機能を搭載したセレナ投入で日本の中型ミニバン市場でシェアを拡大

日産自動車は、販売数量が多い量産車への自動運転技術の搭載で他社に先行している。日本では、16年8月に国内の主力車種である中型ミニバン Serena に高速道路の単一レーンでの自動運転技術 ProPilot1.0 を搭載した新型車を投入した。ProPilot は、高速道路上の単一路線で、自動運転を可能にするという、今後導入される自動運転技術の中では比較的シンプルな技術だが、前世代の Serena に対して、発売後7カ月の累計受注台数が34%増加の6.5万台となり、うち56%、3.6万台が ProPilot 技術搭載となるなど消費者の反応は良好で販売が好調に推移している。日本の車高の高い中型ミニバンセグメントは14年以降、年間30万台前後で安定的に推移するなかで、14年にトヨタ自動車が Noah, Voxy をモデルチェンジし、14年末に Esquire を追加したことで60%前後までシェアを拡大してきた。しかし、16年8月以降は、日産自動車が ProPilot での差別化を活かしてシェアを大きく伸ばしている(図17)。

(2) 日産自動車はアグレッシブな自動運転車の開発計画を持つ

日産自動車は、世界の完成車メーカーの中でも、意欲的な自動運転技術の開発スケジュールを公表している。16年8月に既に高速道路での単一車線上での自動運転技術を Serena で実用化しており、新型 LEAF への搭載に続き、17年度中には、米国向け次期 QX50, 欧州向け Qashqai (コンパクト SUV) にも同種の技術を導入する予定である。18年には、高速道路でのレーンチェンジを可能にする複数車線での自動運転技術が導入され、20年には技術的に非常に難易度が高い市街地での自動運転技術を市場投入する計画である。市街地での自動運転技術については開発のハードルは高いが、開発目標を外部に公表し、モービルアイや日立製作所の

図17 日本の中型ミニバンの月次販売台数シェア(主要5モデル)



(出所) Marklines データを基に野村作成

ようなサプライヤーや Microsoft（マイクロソフト）のような IT 企業，米国航空宇宙局（NASA）などの研究機関とも連携しながらチャレンジングな開発を進めている点の特徴だろう。

4. SUBARU：EyeSight での成功を自動運転にも広げる戦略

(1) 17 年に単一レーン自動運転，20 年に高速道路でのレーンチェンジを実用化

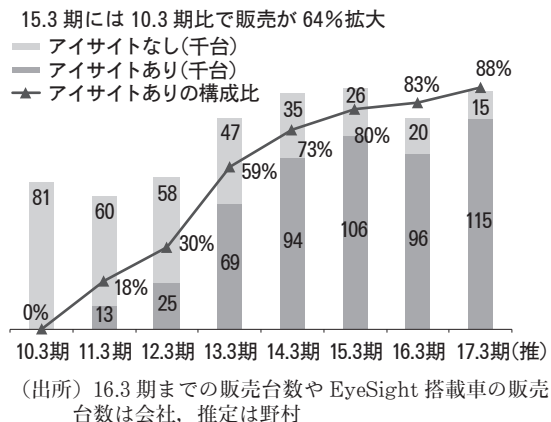
日系メーカーの中で日産自動車の次に自動運転技術の商品化に積極的なのが SUBARU である。10 年に EyeSight での自動ブレーキ技術で先行した SUBARU は，既に実用化している全車速追従機能とアクティブレーンキープ（65km/h 以上車線維持）に加え，低速域（0～65km/h）で車線維持機能をステレオカメラのみで提供する高速道路での半自動運転技術 EyeSight Touring Assist を搭載した Levorg，WRX S 4 の車種を 17 年 8 月に発売した。会社は，20 年には，ステレオカメラに加え，デジタルマップや GPS，低価格なレーダーといった最小限の部品の追加で，高速道路での車線変更を含めた自動運転技術を投入する計画である。SUBARU の特徴としては，他社が LiDAR など比較的高価なセンサーの搭載を前提としているのに対し，ステレオカメラ中心の安価なシステム構成となっている点が挙げられよう。また，次世代の EyeSight 技術は，18

年投入の次期 Forester など幅広い車種に順次搭載されると予想する。

(2) 限られた開発資源を車台開発や EyeSight に集中，日立や IBM とも協業

SUBARU は，13.3 期の 491 億円から 16.3 期に 1,024 億円と研究開発費を倍増させたとはいえ，その開発費はトヨタ自動車の 10 分の 1 に過ぎない。開発に割ける人的，資金的な資源が限られる中で，四輪駆動を中心とする SGP（スバル・グローバル・プラットフォーム）の開発や EyeSight に集中的に振り分けるなどメリハリの利いた開発戦略がこれまでの躍進の背景だろう（図 18）。また，大手電機メーカーや IT メーカーのノウハウも積極的に活用しており，EyeSight 技術は日立製作所と共同開発している。IBM とも，自動運転の開発に不可欠なビッグデータについて，実験映像データの解析システムの構築，クラウド，人工知能技術に関して協業し

図 18 SUBARU の日本の登録車販売に占める EyeSight 搭載車，非搭載車の台数



ている。既にSUBARUは数百万キロに上る走行データを蓄積しており、これをIBMのWatsonを活用して解析し、技術開発を強化する。将来的には、ディープラーニングの技術を取り込んでいく。

5. トヨタ自動車:知財や開発力でリード、市販化が待たれる

(1) グループでの自動運転関連特許数は他社を大きくリード

トヨタ自動車については、自動運転関連の多くの特許を保有し、積極的にプロトタイプを開発するなど、自動運転に関する技術開発は業界でもトップクラスとみる。例えば、ドイツの大手法律事務所のGruneckerがまとめた自動運転技術に関する特許の保有ランキングをみると、個社ベースでもドイツのBoschに次ぐ2位、グループのサプライヤーであるデンソーやアイシン精機を含めると断トツの1位となる(表1)。知的財産に関する強さは、単純に特許の数だけで測れるものではないが、これ以外の知財のランキングでもトヨタ自動車は常に上位に位置しており(表1)、知財面で良好なポジションにいるのは間違いないだろう。

(2) Highway Teammate や Urban Teammate などプロトタイプを多く公開

既にプロトタイプについても多く発表しており、日本では15年10月に高速道路での自動運転技術を搭載したプロトタイプ

Highway Teammateを公開し(図19)、メディアやアナリストが既に試乗している。筆者も試乗したが、分岐や合流が複雑な首都高でも安定して利用でき、完成度は高いと感じた。16年5月には、伊勢志摩サミットの際にUrban Teammateという市街地での自動

表1 06～15年の自動運転車関連特許申請件数

上位30社、累計申請件数

Toyota+Denso+Aisin		3,472
1	Bosch	DE 2,710
2	Toyota	JP 2,061
Nissan+Renault+MMC		1,266
3	VW	DE 1,173
4	Denso	JP 1,022
5	Honda	JP 882
6	Nissan	JP 821
7	Daimler	DE 793
8	Continental	DE 714
9	GeneralMotors	US 713
10	Hitachi	JP 568
11	Valeo	FR 468
12	Samsung	KR 413
13	BMW	DE 404
14	Fujitsu	JP 390
15	Aisin	JP 389
16	Ford	US 349
17	MitsubishiMotors (MMC)	JP 337
18	Panasonic	JP 292
19	Hyundai	KR 275
20	Deere	US 266
21	FujiHeavyIndustries (Subaru)	JP 252
22	LGElectronics	KR 211
23	Volvo	SE 200
24	Jaguar	GB 164
25	Caterpillar	US 149
26	Google	US 140
27	PSAPeugeotCitroen	FR 129
28	MandoCorp	KR 128
29	Renault	FR 108
30	Siemens	DE 88

(注) Mitsubishiは三菱自動車, FujiはSUBARU, SamsungはSamsungElectronics, LGはLGElectronicsとして扱った

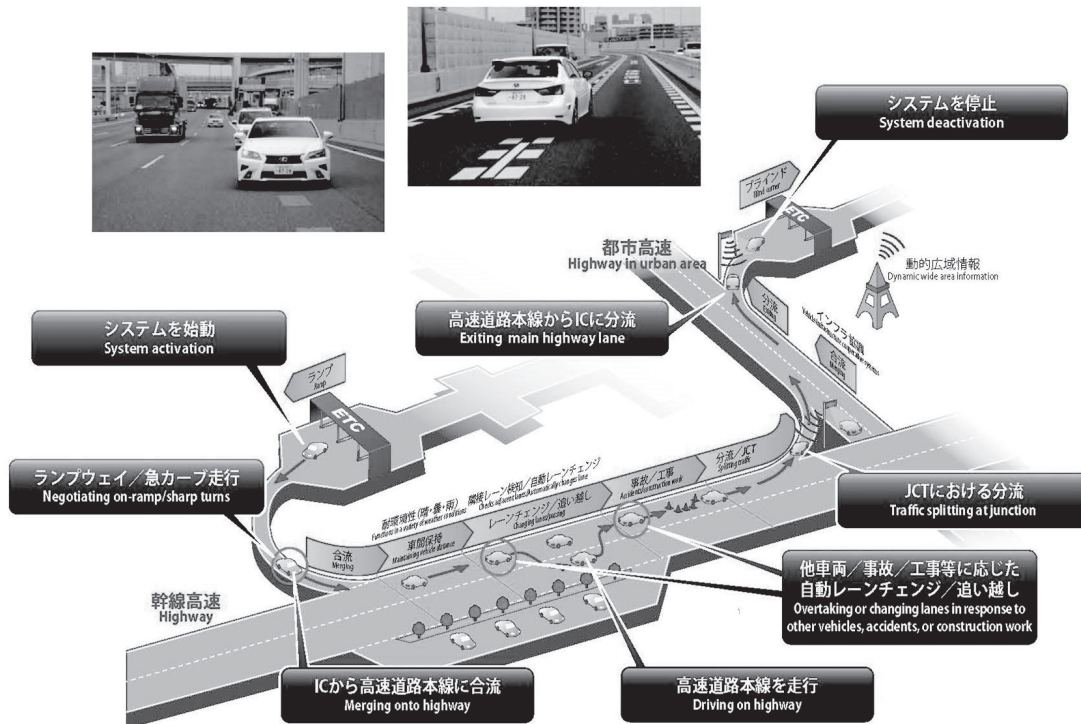
DE=ドイツ, JP=日本, FR=フランス, KR=韓国
(出所) 独大手法律事務所Gruneckerウェブサイトのデータを基に野村が加筆し作成

運転技術を開発するためのプロトタイプを発表した。加えて、当社の特徴としては、SPAD Lidar（高解像度レーザーレーダー、従来比で大幅な小型化、低コスト化を実現）や地図の自動生成システムを自社開発するなど、重要な要素技術を自前で開発している点がある。

- (3) シリコンバレーに TRI を設立，5年で10億 US ドルを投じるなど外部資源も活用
- 上述のプロジェクトとは別に，16年1月には，TOYOTA RESEARCH INSTITUTE,

INC. (TRI) を米国のシリコンバレー地域に設立し，技術イノベーションの拠点として，5年で10億 US ドルを投入すると発表した。スタンフォード大学やマサチューセッツ工科大学（MIT）と人工知能の連携研究を行っており，TRI も積極的に連携する。TRI はトヨタ自動車とは全く異なる雇用形態をとるなど，一流のエンジニアを柔軟に活用できる体制となっており，資金面でも積極投資を行っている。TRI の CEO には，DARPA で「ロボティクス・チャレンジ」のプログラ

図 19 Highway Teammate プロトタイプ：合流から分流までのシステム
20 年までの導入を目指す



(出所) 会社資料

ム・マネージャーを務めた Gill Pratt 氏を据えるなど、外部人材を積極的に投入している。17年3月には、TRIは、TRIが初めて手掛けた自動運転実験車で、センサーの付け替えなど柔軟な改良が可能なプラットフォームを発表した。TRIは「ガーディアン（守護者）」と呼ぶ運転支援システムを開発すると同時に、「ショーフアー（運転手）」と呼ぶレベル4・レベル5の完全自動運転システムにも注力している。

(4) リスクは安全性を重視するあまり市販化時期が遅くなりすぎることに

一方、トヨタ自動車の戦略に対するリスクとしては、安全性を重視するあまり、商品化時期が他社に比べて遅い点がある。もちろん、自動車の安全は人命にかかわることだけに、ミスが許されないという考えもある。一方、日本では年間4千人、米国では同3.5万人が交通事故で死亡しており、今後一段と高齢化が進むことを考慮すれば自動運転技術への社会的なニーズは急速に高まっている。自動運転の開発では、シリコンバレー型のオープンイノベーションで、トヨタ自動車が想定している以上のペースで技術開発が進む可能性や、量産車に技術搭載して初めてわかる消費者の行動パターンなどもあると考えられよう。

6. ホンダ：直近でサプライヤーやIT企業との協業を積極化

(1) ホンダも20年ごろまでに高速道路での自動運転の実用化を目指す

ホンダも、トヨタ自動車と同様に、15年10月、首都高で、自動運転技術のデモンストラーションを実施した。デモ車両は「Legend (Acura RLX)」ベースで、ステレオカメラ、6個のミリ波レーダー、6個のレーザーレンジファインダーを使用。Global Navigation Satellite System (GNSS) を用いて自車の走行位置を検知し、これらのデータをもとに車載のコンピュータで安全な走行ルートを算出し、車両を制御する（図20）。商品化の時期として、ホンダは20年頃までには高速道路で実用化するとコメントしている。

(2) 17年4月にR&DセンターXを新設、柔軟性やスピード感到期待

ホンダの研究開発子会社である本田技術研究所は、17年2月28日に、「ロボット技術」、「モビリティシステム」、「エネルギーマネジメント」などの新価値領域を担う研究開発組織として、「R&DセンターX」を新設すると発表した。AIとデータとホンダの強みを掛け合わせ、人を中心とする温かみのあるロボティクス社会を実現することを目指す。これを実現するために、オープンイノベーションを加速し、外部への窓口は、赤坂に昨年開

設された Honda イノベーションラボ Tokyo が担う。また、R&D センター X のアドバイザーには、人工知能の第一人者で Stanford 大学名誉教授の Edward Feigenbaum 博士などが参画する。今後、自動車産業は、自動運転技術に代表されるように、AI を含めたソフトウェアの技術が急速に重要性を増している。また、自動運転技術やコネクテッドカーの開発では、ソフトウェアやセンサー、半導体の重要性が増し、技術面、資金面ともに自動車業界で中規模のホンダが単独で全てを開発するのは困難になっている。今回のオープンイノベーションを加速する仕組みの構築も、そのような自動車業界の技術開発のトレンドに沿ったもので、合理的と考えられよう。R&D センター X 自体は、自動運転技術の開発に特化しているわけではないが、野村では、このような組織は自動運転技術でホンダが業界をリードするには不可欠と考えて

いる。

(3) Google 系の Waymo とも自動運転技術を開発

ホンダは、グーグルを傘下に持つアルファベットの自動運転研究開発子会社であるウェイモとも提携すると 16 年 12 月に発表した。なお、ウェイモは既に Fiat Chrysler Automobiles (フィアット・クライスラー・オートモービルズ, FCA) とも提携している。ホンダとウェイモは、ウェイモの自動運転技術であるセンサーやソフトウェア、車載コンピュータをホンダの提携する車両に搭載し、共同で米国での行動実証実験を行う。今回の提携は、ホンダにとって、完全自動運転の開発を行うための異なる技術アプローチを追加したものといえよう。

(4) 完成車メーカーではなく IT 企業やサプライヤーとの連携重視がホンダの特徴

自動運転の技術分野からはそれるが、ホン

図 20 ホンダの高速道路での自動運転試験車両のシステム構成



ダは、17年2月にも日立製作所と電動車両用のモーターの開発、製造、販売で合弁設立を検討すると発表するなど、八郷社長体制になってから異業種との提携を矢継ぎ早に進めている。本田は、自動車メーカーとではなく、IT企業やサプライヤーとの提携を重視する戦略をとっているように見える。相対的にトヨタやルノー日産、Volkswagen（フォルクスワーゲン、VW）に比べ開発費が限られる中で、自動運転など次世代技術への投資が膨らむ中で、提携企業との共同開発を増やすことは自然な流れといえる。一方で、販売台数が世界のトップ4グループ（VW、トヨタ自動車、Renault（ルノー）＝日産＝三菱自動車工業、GM）に比べ約半分と限られることから、利益率を改善させながら差別化された商品を生み出すには、開発における注力分野の明確化が不可欠となる。

Ⅲ. 世界に先駆け日本で普及が進む自動運転技術

(1) 自動ブレーキ技術の日本での普及の振り返り

自動運転における中核技術の一つが自動ブレーキである。そのため、自動運転車の普及を考える前に、量産車における自動ブレーキ普及の歴史を振り返ることは有用だろう。日本では、世界に先駆けて自動ブレーキが急速に普及したが、そのきっかけとなったのは、10年に投入されたSUBARUのEyeSightだった。自動ブレーキの技術は、当時既にトヨタ自動車やSUBARUなどの高級車で一部実用化されていたが、価格設定が高く普及が進んでいなかった。しかし、SUBARUは、10万円という一般の消費者に手が届く価格で、他社に先駆けて市場投入し大成功を収めた。SUBARUの国内の登録車販売はEyeSight発売前の11.3期は7.3万台（登録車市場シェア2.5%）に過ぎなかったが、13.3期には11.6万台（同2.7%）、15.3期に13.2万台（同3.8%）へ大幅に拡大し、シェアも急拡大した（図18）。

(2) EyeSightでのシェア急拡大は自動運転技術による将来のシェア変動を示唆

自動ブレーキの普及の歴史から、消費者は、事故の未然防止に付加価値を強く感じていたことがうかがえる。16.3期に入ると、トヨタ自動車がToyota Safety Sense Pを

Prius に搭載するなど、各社とも自動ブレーキの品揃えを強化したことでSUBARUの自動ブレーキでの優位性が薄まり、国内シェア拡大の動きも一巡した。このことから、日本のような成熟した市場であっても、今後、自動運転のように安全性向上に直結する技術で先行するメーカーは、大幅なシェア拡大のチャンスが残されていると考えられよう。今後、欧米など他の成熟市場でも、シェアが大きく変動する可能性がある。

(3) 自動運転車の競争において現時点では明確な勝者はまだいない。試作車では、一定の条件下でほぼ無事故の自動運転がすでに実現されている

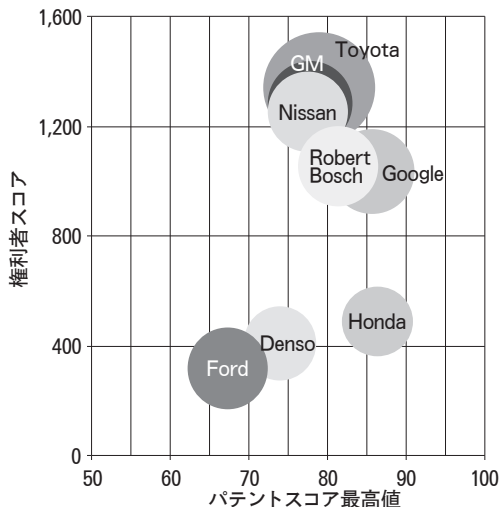
競争上の理由から、自動運転技術開発の進捗状況を明かしている完成車メーカーは皆無である。そのため、技術力を定量的に比較するのは難しい。しかし、自動運転車関連の特許申請数、特許の質（特許技術の重大性で判断）、公にされている試験データなどを踏まえ、大手完成車メーカーとサプライヤーのランク付けを試みている調査をいくつか入手できた。これらの調査を踏まえた我々の結論は、自動運転技術において誰もが認めるトップ企業はまだ存在せず、開発の現段階においては多くの企業にチャンスがある、ということだ。また、自動運転技術についてのもう一つの結論は、一定の条件下において安全な自動運転技術の実用化はすでに視野に入っているということだ。自動運転車の出現を疑問視

する向きもあるが、アルファベット傘下のウェイモはカリフォルニア州の公道で1年間で60万マイルを超える走行実験を行ったが、実験において安全のために自動運転を解除する必要はほとんどなかった（図23、表3）。

表1に、ドイツの大手法律事務所のGruneckerがまとめた自動運転技術に関する特許申請件数のランキングを示した。このランキングは10年以降に公開された自動運転関連の特許を評価する調査に基づくものである。この調査によれば、ドイツと日本の自動車業界が研究で先行している。個別企業ではドイツのRobert Bosch（ロバート・ボッシュ）が第1位、次いでトヨタ自動車が第2位である。しかしデンソーやアイシン精機を含めると、トヨタ・グループが断トツのトップになる。Gruneckerの調査の欠点は、単に特許の申請件数のランキングであり、特許の重大性や相対的な有用性が考慮されていないことである。日本のパテント・リザルトが行った同様な分析は、米国で申請された自動運転技術関連のそれぞれの特許に「パテントスコア」を付与したものである。ある特許のパテントスコアは、その後申請される特許において先行技術として引用されている数（特許引用分析）と、その特許が存在するために他の特許申請が拒絶された件数に基づくものである。引用回数と、他の特許申請が拒絶される理由となった回数は、その特許の価値が高いことを示唆するものであるためだ。この

分析の結果を図 21 に示した。横軸に企業が保有する特許全体のパテントスコア最高値を、縦軸には企業が保有する全特許のスコア合計を示した。なお、相対的に価値のない多くの特許を分析対象から除外するためにパテントスコアが 50 以上のものみの合計とした。円の大きさは、その企業が保有する特許の数を表す。そのため、ある企業が多くの特許を申請しても、パテントスコアの低い特許が 1 件もなければ、円は左側に寄ってしまう。一方で、パテントスコアの低い特許が少なくとも 1 件あれば、その企業の円は右側に寄る。パテント・リザルトの調査に基づくと、トヨタ自動車、GM、日産自動車は、米国で自動運転車技術の分野の特許を多く保有しており、また特許の価値も全体として高い

図 21 米国における自動運転車関連特許の分析
円で囲んだエリアの大きさは各社の特許の数を示す



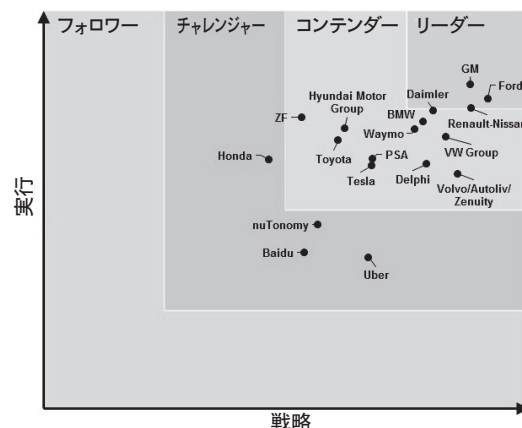
(出所) パテント・リザルトのデータに基づき野村作成

ものと評価されている。

(4) Navigant Research による自動運転車戦略・実行の評価

独立系の市場調査及びコンサルティング企業 Navigant Research は、自動運転システムを開発する 18 社についてランキングを発表した。同社のランキングは、すでに商用化されている ADAS の信頼性、発表された次世代自動運転技術開発の里程標、自動運転車への長期的な取り組みなどについての同社の評価に基づくものである。これによればフォードが第 1 位、次いで GM、ルノー日産アライアンスの順となっている (図 22)。上位 10 社にランク入りしているのはこのほか順にダイムラー、VW、BMW、ウェイモ、Zenuity (ゼヌイティ、Volvo (ボルボ) と Autoliv (オートリブ) の合弁会社)、Delphi (デルファイ)、HMC-Kia (現代 - 起亜自動

図 22 Navigant Research による自動運転技術の戦略と実行の評価



(出所) Navigant Research

車グループ)である。

自動運転技術の分野における企業をランク付けする際、企業がこの分野の進捗状況を公にしていないことが多いため客観的な関連データが不十分だという問題があることは確かである。とはいえ、このリストでトヨタ自動車が10位以内に入っていないことは興味深い。我々はこれが Navigant Research の調査の範囲と方法に起因するものだと考えている。例えば、トヨタ・グループ(系列)でトヨタ自動車のADAS向けに多くのサブシステムや部品を開発するサプライヤーであるデンソーは、自動運転車自体を開発しているわけではないため、この調査の対象から除外されている。またトヨタ自動車の戦略は安全性を重視するものであるため、自動運転車の商品化が他社に比べて遅いように見受けられてしまう可能性がある。しかしこれはトヨタ自動車が技術面で他社に劣ることを必ずしも意味しない。

(5) カリフォルニア州車両管理局に提出された自動運転車試験の走行実績報告

カリフォルニア州は14年9月以降、州内の公道で自動運転車の試験走行を認めている。公道で試験走行を行うためには様々な規定に従う必要があり、試験開始前に州車両管理局の認可を得ることと、走行中に安全上の理由で人間の運転手が自動運転に何回干渉したか(自動運転解除回数)を毎年同局に報告することが義務付けられている。我々はこの

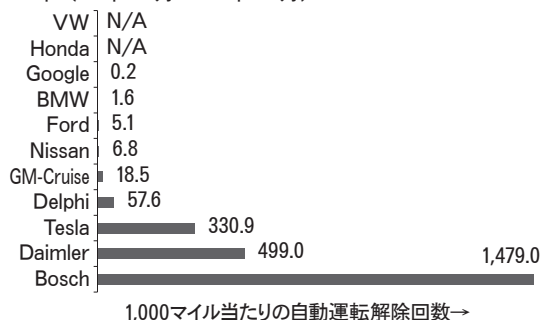
報告も自動運転技術の成熟度を判断する上で参考になると考えるが、注意すべき点もある。

15年12月～16年11月の1年間にカリフォルニア州の公道で試験運転した自動運転車について、1,000マイル当たりの自動運転解除回数を企業ごとに比較した(図23)。これによればウェイモ(グーグル)が0.2回と最も少なく、他に回数が10回未満なのは少ない順にBMW(1.6回)、フォード(5.1回)、日産自動車(6.8回)である。では、自動運転車においてウェイモの技術力が最も優れているのだろうか。我々はそのようには考えない。理由は以下三つである。

1) ウェイモ(グーグル)はカリフォルニア州に本社があるため、同州で試作車両を試験するのは自然である。同様に、ミシガン州に拠点を置き研究センターも構えるフォードやGMはミシガン州で集中的に試験を行っ

図23 走行1,000マイル当たり自動運転解除回数：技術力の全貌を示すわけではない

16年(15年12月～16年11月)



(出所) カリフォルニア州車両管理局のデータに基づき野村作成

ているとみられる。またダイムラーなどドイツ勢、日産自動車など日本勢も、それぞれの国で自動運転試作車の試験を行っているともみられる。15年12月～16年11月におけるウェイモの試験車両走行距離も63.6万マイルに上り、競合を大きく引き離しているようにみえるが(表2, 3), この比較は誤解を生じかねない。

2) 前述したように、自動車メーカーは競争上の理由から自動運転車プロジェクトの進

捗状況を公にしていないケースが多い。トヨタ自動車はカリフォルニア州車両管理局に自動運転車の試験運転を申請していないが、これは州車両管理局にデータを提出することが義務付けられており、同社が開示してもいいと考える以上の情報を公表する必要に迫られる可能性があるためとみられる。現在、トヨタ自動車はカリフォルニア州の私有地で試験を行っており、これには州車両管理局の認可は必要ない。公道での試験は日本など別の場

表2 カリフォルニア州の公道における自動運転車走行実績(1)

月間	BMW			Bosch			Daimler(Mercedes)			Delphi			Ford		
	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)
14年12月				92.5	126	1,362.2	42.81	36	840.9	1,136	79	69.5			
15年1月				236.2	86	364.1	29.43	48	1,631.0	456	35	76.8			
15年2月				51.2	21	410.2	38.90	16	411.3	3,941	10	2.5			
15年3月				-	-	-	18.30	39	2,131.1	6,604	79	12.0			
15年4月				131.1	83	633.1	47.00	72	1,531.9	64	11	171.9			
15年5月				30.8	10	324.7	55.10	34	617.1	80	6	75.0			
15年6月				-	-	-	171.63	127	740.0	242	9	37.2			
15年7月				91.3	40	438.1	118.82	69	580.7	471	13	27.6			
15年8月				108.8	35	321.7	22.17	24	1,082.5	632	7	11.1			
15年9月				93.1	27	290.0	19.72	50	2,535.5	491	6	12.2			
15年10月				65.5	103	1,572.5	29.59	17	574.5	41	12	292.7			
15年11月				34.6	94	2,716.8	43.50	22	505.7	48	28	583.3			
15年12月				-	-	-				468	27	57.7			
16年1月				81.2	158	1,945.8				255	25	98.0			
16年2月				66.9	95	1,420.0	5.31	23	4,331.5	297	13	43.7			
16年3月	62	-	-	52.2	152	2,911.9	79.54	125	1,571.5	103	4	38.8	590	3	5.1
16年4月	576	1	1.7	73.3	154	2,101.0	68.35	92	1,346.0	48	4	83.2			
16年5月				47.0	48	1,021.3				133	6	45.2			
16年6月				290.2	239	823.6				152	8	52.8			
16年7月				129.4	183	1,414.2				319	42	131.6			
16年8月				54.9	43	783.2				153	12	78.3			
16年9月				18.9	31	1,640.2	88.19	24	272.1	395	8	20.3			
16年10月				47.4	48	1,012.7	172.87	27	156.2	577	25	43.3			
16年11月				113.6	291	2,561.6	259.15	45	173.6	190	4	21.0			
年間															
15年	-	-	-	935	625	668.4	637	554	869.7	14,206	295	20.8	-	-	-
16年	638	1	1.6	975	1,442	1,479.0	673	336	499.0	3,090	178	57.6	590	3	5.1

(注) 年間のデータは、15年が14年12月～15年11月、16年が15年12月から16年11月
(出所) カリフォルニア州車両管理局のデータに基づき野村作成

所で続けられている。ホンダについては、カリフォルニア州車両管理局から公道での試験の認可を得たが、15年12月～16年11月には公道で試験を行わず、私有地で試験を行った。VWは14年12月～15年11月にはカリフォルニア州の公道で試験を行ったが、15年12月～16年11月には行わなかった。

3) 自動車部品メーカーのボッシュなどについては、1,000マイル当たり自動運転解除回数が非常に多いように見える。サプライ

ヤーである同社は複数の自動運転車開発プロジェクトで提携しており、顧客に代わって試験を行っている可能性がある。そのため、ボッシュの自動運転解除回数の多さは同社の技術力を反映したものとはいえない。

以上を考慮すると、カリフォルニア州車両管理局への報告からどのような結論を得られるだろうか。我々はウェイモのデータが優れている点に注目している。同社は15年12月～16年11月に公道で63.6万マイルを走行

表3 カリフォルニア州の公道における自動運転車走行実績 (2)

月間	GM - Cruise			GoogleAuto			Nissan			Tesla			VW		
	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)	走行距離 (マイル)	自動運転 解除回数 (回)	1,000マイル あたり 自動運転 解除回数 (回)
14年12月				9,413.1	43	4.6	366.6	32	87.3				4,375.7	54	12.3
15年1月				18,192.1	53	2.9	117.7	31	263.4				1,312.3	18	13.7
15年2月				18,745.1	14	0.7	16.4	—	—				160.9	—	—
15年3月				22,204.2	30	1.4	5.0	—	—				121.8	—	—
15年4月				31,927.3	51	1.6							3.1	—	—
15年5月				38,016.8	13	0.3							99.4	—	—
15年6月	4.74	—	—	42,046.6	11	0.3							45.4	—	—
15年7月	2.89	—	—	34,805.1	29	0.8							31.1	—	—
15年8月	15.91	4	251.4	38,219.8	7	0.2							330.0	—	—
15年9月	12.33	10	811.0	36,326.6	16	0.4							124.3	—	—
15年10月	132.87	63	474.1	47,143.5	16	0.3	374.9	28	74.7				—	—	—
15年11月	70.44	26	369.1	43,275.9	16	0.4	492.1	8	16.3						
15年12月	46.22	32	692.3	38,855.6	2	0.1	1,043.0	5	4.8						
16年1月	60.83	18	295.9	38,612.1	6	0.2	165.0	1	6.1						
16年2月	98.34	7	71.2	19,869.8	7	0.4	20.0	—	—						
16年3月	170.89	10	58.5	27,452.9	7	0.3	411.0	5	12.2						
16年4月	256.15	13	50.8	38,898.1	6	0.2	29.0	2	69.0						
16年5月	200.03	14	70.0	59,489.0	10	0.2	85.0	2	23.5						
16年6月	390.97	15	38.4	53,475.4	9	0.2	88.0	2	22.7						
16年7月	570.37	19	33.3	74,345.8	24	0.3	277.0	—	—						
16年8月	1,672.30	20	12.0	83,704.9	17	0.2	58.0	—	—						
16年9月	2,278.52	18	7.9	72,765.1	12	0.2	375.0	3	8.0						
16年10月	1,747.06	9	5.2	72,064.8	15	0.2	263.0	—	—	530	182	343.4			
16年11月	2,284.35	6	2.6	56,334.2	9	0.2	1,285.0	8	6.2	20	—	—			
16年12月															
年間															
15年	239	103	430.6	380,316	299	0.8	1,373	99	72.1	—	—	—	6,604	72	10.9
16年	9,776	181	18.5	635,868	124	0.2	4,099	28	6.8	550	182	330.9	—	—	—

(注) 年間のデータは、15年が14年12月～15年11月、16年が15年12月から16年11月

(出所) カリフォルニア州車両管理局のデータに基づき野村作成

し、その間の自動運転解除回数は124回だけだった(表3)。これは一定の条件下で、ほぼ無事故の、完全自動運転がすでに可能であることを示すものだ我々は考えている。そのため、レベル4の自動運転車は21年よりも前に導入されるかもしれない。

ディスクレイマー

本資料は表紙に記載されている野村グループの関連会社により作成されたもので、表紙などに従業員やその協力者が記載されている1社あるいは複数の野村グループの関連会社によって単独あるいは共同で作成された資料が含まれます。ここで使用する「野村グループ」は、野村ホールディングス、およびその関連会社と子会社を指し、また、日本の野村證券(「NSC」)、英国のノムラ・インターナショナル plc (「Nlplc」)、米国のノムラ・セキュリティーズ・インターナショナル・インク (「NSI」)、インスティテット LLC (「ILLC」)、香港の野村国際(香港) (「NIHK」)、韓国のノムラ・フィナンシャル・インベストメント(韓国) (「NFIK」)(韓国金融投資協会(「KOFIA」)に登録しているアナリストの情報は KOFIA のイントラネット <http://dis.kofia.or.kr> でご覧いただけます)、シンガポールのノムラ・シンガポール・リミテッド (「NSL」)(登録番号 197201440E、シンガポール金融監督局に監督下にあります)、オーストラリアのノムラ・オーストラリア・リミテッド (「NAL」)(ABN 48 003 032 513)(オーストラリアのライセンス番号 246412、オーストラリア証券投資委員会(「ASIC」)の監督下にあります)、インドネシアの P.T.ノムラ・セキュリティタス・インドネシア (「PTNSI」)、マレーシアのノムラ・セキュリティーズ・マレーシア Sdn. Bhd. (「NSM」)、台湾の NIHK 台北支店 (「NITB」)、インドのノムラ・フィナンシャル・アドバイザー・アンド・セキュリティーズ (インド) プライベート・リミテッド (「NFASL」)、(登録住所: Ceejay House, Level 11, Plot F, Shivsagar Estate, Dr. Annie Besant Road, Worli, Mumbai- 400 018, India; 電話: +91 22 4037 4037、ファックス: +91 22 4037 4111; CIN 番号: U74140MH2007PTC169116、SEBI 登録番号(株式ブローカレッジ): BSE INB011299030、NSE INB231299034、INF231299034、INE 231299034、MCX: INE261299034、SEBI 登録番号(マーチャントバンキング): INM000011419、SEBI 登録番号(リサーチ): INH000001014)、スペインの Nlplc マドリード支店 (「Nlplc, Madrid」)が含まれます。リサーチ・レポートの表紙のアナリスト名の横に記載された「CNS タイランド」の記載は、タイのキャピタル・ノムラ・セキュリティーズ・パブリック・カンパニー・リミテッド (「CNS」)に雇用された当該アナリストが、CNS 及び NSL 間のアグリーメントに基づき、NSL にリサーチ・アシスタントのサービスを行っていることを示しています。リサーチ・レポートの表紙の従業員氏名の横に記載された「NSFSPL」は、ノムラ・ストラクチャード・ファイナンス・サービスズ・プライベート・リミテッドに雇用された当該従業員が、インターカンパニー・アグリーメントに基づき、特定の野村の関連会社のサポートを行っていることを示しています。リサーチ・レポートの表紙のアナリスト名の横に記載された「BDO-NS」(「BDO ノムラ・セキュリティーズ・インク」を表します)の記載は、BDO ユニバンク・インク(「BDO ユニバンク」)に雇用され BDO-NS に配属された当該アナリストが、BDO ユニバンク、NSL 及び BDO-NS 間のアグリーメントに基づき、NSL にリサーチ・アシスタントのサービスを行っていることを示しています。BDO-NS は BDO ユニバンクと野村グループのジョイント・ベンチャーで、フィリピンの証券ディーラーです。

本資料は、(i)お客様自身のための情報であり、投資勧誘を目的としたものではなく、(ii)証券の売却の申込みあるいは証券購入の勧誘が認められていない地域における当該行為を意図しておらず、かつ(iii)野村グループに関するディスクロージャー以外は、信頼できると判断されるが野村グループによる独自の確認は行っていない情報源に基づいております。

野村グループに関するディスクロージャー以外は、野村グループは、本資料の正確性、完全性、信頼性、適切性、特定の目的に対する適性、譲渡可能性を表明あるいは保証いたしません。また、本資料および関連データの利用の結果として行われた行為(あるいは行われないという判断)に対する責任を負いません。これにより、野村グループによる全ての保証とその他の言質は許容可能な最大の範囲まで免除されます。野村グループは本情報の利用、誤用あるいは配布に対して一切の責任を負いません。

本資料中の意見または推定値は本資料に記載されている発行日におけるものであり、本資料中の意見および推定値を含め、情報は予告なく変わることがあります。野村グループは本資料を更新する義務を負いません。本資料中の論評または見解は執筆者のものであり、野村グループ内の他の関係者の見解と一致しない場合があります。お客様は本資料中の助言または推奨が各自の個別の状況に適しているかどうかを検討する必要があります。また、必要に応じて、税務を含め、専門家の助言を仰ぐことをお勧めいたします。野村グループは税務に関する助言を提供していません。

野村グループ、その執行役、取締役、従業員は、関連法令、規則で認められている範囲内で、本資料中で言及している発行体の証券、商品、金融商品、またはそれらから派生したオプションやその他のデリバティブ商品、および証券について、自己勘定、委託、その他の形態による取引、買持ち、売持ち、あるいは売買を行う場合があります。また、野村グループ会社は発行体の金融商品の(英国の適用される規則の意味する範囲での)マーケットメーカーあるいはリクイディティ・プロバイダーを務める場合があります。マーケットメーカー活動が米国あるいはその他の地域における諸法令および諸規則に明記された定義に従って行われる場合、発行体の開示資料においてその旨が別途開示されます。

本資料はスタンダード・アンド・プアーズなどの格付け機関による信用格付けを含め、第三者から得た情報を含む場合があります。当該第三者の書面による事前の許可がない限り、第三者が関わる内容の複製および配布は形態の如何に関わらず禁止されております。第三者である情報提供者は格付けを含め、いずれの情報の正確性、完全性、適時性あるいは利用可能性を保証しておらず、原因が何であれ、(不注意あるいは他の理由による)誤りあるいは削除、または当該内容の利用に起因する結果に対する一切の責任を負いません。第三者である情報提供者は、譲渡可能性あるいは特定の目的または利用への適性の保証を含め(ただしこれに限定されない)、明示的あるいは暗黙の保証を行っていません。第三者である情報提供者は格付けを含め、提供した情報の利用に関連する直接的、間接的、懲罰的、補償的、罰則的、特別あるいは派生的な損害、費用、経費、弁護士料、損失コスト、費用(損失収入または利益、機会コストを含む)に対する責任を負いません。信用格付けは意見の表明であり、事実または証券の購入、保有、売却の推奨を表明するものではありません。格付けは証券の適合性あるいは投資目的に対する証券の適合性を扱うものではなく、投資に関する助言として利用することはお控えください。

本資料中に含まれる MSCI から得た情報は MSCI Inc.(「MSCI」)の独占的財産です。MSCI による事前の書面での許可がない限り、当該情報および他の MSCI の知的財産の複製、再配布あるいは指数などのいかなる金融商品の作成における利用は認められません。当該情報は現状の形で提供されています。利用者は当該情報の利用に関わるすべてのリスクを負います。これにより、MSCI、その関連会社または当該情報の計算あるいは編集に関与あるいは関係する第三者は当該情報のすべての部分について、独創性、正確性、完全性、譲渡可能性、特定の目的に対する適性に関する保証を明確に放棄いたします。前述の内容に限定することなく、MSCI、その関連会社、または当該情報の計算あるいは編集に関与あるいは関係する第三者はいかなる種類の損失に対する責任をいかなる場合にも一切負いません。MSCI および MSCI 指数は MSCI およびその関連会社のサービス商標です。

Russell/Nomura 日本株インデックスの知的財産権およびその他一切の権利は野村証券株式会社および Frank Russell Company に帰属します。なお、野村証券株式会社および Frank Russell Company は、当インデックスの正確性、完全性、信頼性、有用性、市場性、商品性および適合性を保証するものではなく、インデックスの利用者およびその関連会社が当インデックスを用いて行う事業活動・サービスに関し一切責任を負いません。

本資料は投資家のお客様にとって投資判断を下す際の諸要素のうちの一つにすぎないと考え下さい。また、本資料は、直接・間接を問わず、投資判断に伴う全てのリスクについて検証あるいは提示しているのではないことをご了解ください。野村グループは、ファンダメンタル分析、定量分析等、異なるタイプの数々のリサーチ商品を提供しております。また、時間軸の捉え方や分析方法の違い等の理由により、リサーチのタイプによって推奨が異なる場合があります。野村グループは野村グループのポータル・サイト上へのリサーチ商品の掲載および/あるいはお客様への直接的な配布を含め、様々な方法によってリサーチ商品を発表しております。調査部門が個々のお客様の要望に応じて提供する商品およびサービスはお客様の属性によって異なる場合があります。

当レポートに記載されている数値は過去のパフォーマンスあるいは過去のパフォーマンスに基づくシミュレーションに言及したものである場合があり、将来のパフォーマンスを示唆するものとして信頼できるものではありません。情報に将来のパフォーマンスに関する示唆が含まれている場合、係る予想は将来のパフォーマンスを示唆するものとして必ずしも信頼できるものではありません。また、シミュレーションはモデルと想定に簡略化に基づいて行われており、想定が過度に簡略化され、将来のリターン分布を反映していない場合があります。

特定の証券は、その価値または価格、あるいはそこから得られる収益に悪影響を及ぼし得る為替相場変動の影響を受ける場合があります。

金融市場関連のリサーチについて:アナリストによるトレード推奨については、以下の2通りに分類されます;戦術的(tactical)トレード推奨は、向こう3ヶ月程度の見通しに基づいています;戦略的(strategic)トレード推奨は、向こう6ヶ月から12ヶ月の見通しに基づいています。これら推奨トレードについては、

経済・市場環境の変化に応じて、適宜見直しの対象となります。また、ストップ・ロスが明記されたトレードについては、その水準を超えた時点で推奨の対象から自動的に外れます。トレード推奨に明記される金利水準や証券のプライスについては、リサーチ・レポートの発行に際してアナリストから提出された時点の、ブルームバーグ、ロイター、野村のいずれかによる気配値であり、その時点で、実際に取引が可能な水準であるとは限りません。本資料に記載された証券は米国の 1933 年証券法に基づく登録が行われていない場合があります。係る場合、1933 年証券法に基づく登録が行われる、あるいは当該登録義務が免除されていない限り、米国内で、または米国人を対象とする購入申込みあるいは売却はできません。準拠法が他の方法を認めていない限り、いかなる取引もお客様の地域にある野村の関連会社を通じて行う必要があります。

本資料は、Nipic により英国および欧州経済領域内において投資リサーチとして配布することを認められたものです。Nipic は、英国のブルーデンス規制機構によって認可され、英国の金融行為監督機構とブルーデンス規制機構の規制を受けています。Nipic はロンドン証券取引所会員です。本資料は、英国の適用される規則の意味する範囲での個人的な推奨を成すものではなく、あるいは個々の投資家の特定の投資目的、財務状況、ニーズを勘案したものではありません。本資料は、英国の適用される規則の目的のために「適格カウンターパーティ」あるいは「専門的顧客」である投資家のみを対象にしたもので、したがって、当該目的のために「個人顧客」である者への再配布は認められておりません。本資料は、香港証券先物委員会の監督下にある NIHK によって、香港での配布が認められたものです。本資料は、オーストラリアで ASIC の監督下にある NAL によってオーストラリアでの配布が認められたものです。また、本資料は NSM によってマレーシアでの配布が認められています。シンガポールにおいては、本資料は NSL により配布されました。NSL は、証券先物法(第 289 条)で定義されることのある認定投資家、専門的投資家もしくは機関投資家ではない者に配布する場合、海外関連会社によって発行された証券、先物および為替に関わる本資料の内容について、法律上の責任を負います。シンガポールにて本資料の配布を受けたお客様は本資料から発生した、もしくは関連する事柄につきましては NSL にお問い合わせください。本資料は米国においては 1933 年証券法のレギュレーション S の条項で禁止されていない限り、米国登録ブローカー・ディーラーである NSI により配布されます。NSI は 1934 年証券取引所法規則 15a-6 に従い、その内容に対する責任を負っております。本資料を作成した会社は、野村グループ内の関連会社が、顧客が入手可能な複製を作成することを許可しています。

野村サウジアラビア、Nipic、あるいは他の野村グループ関連会社はサウジアラビア王国(「サウジアラビア」)での(資本市場庁が定めるところの、)「オーソライズド・パーソンズ」、「エグゼンプト・パーソンズ」、または「インスティテューションズ」以外の者への本資料の配布、アラブ首長国連邦(「UAE」)においては、(ドバイ金融サービス機構が定めるところの、)「専門的顧客」以外の者への配布、また、カタール国の(カタール金融センター規制機構が定めるところの、)「マーケット・カウンターパーティー」、または「ビジネス・カスタマーズ」以外の者への配布を認めておりません。サウジアラビアにおいては、「オーソライズド・パーソンズ」、「エグゼンプト・パーソンズ」、または「インスティテューションズ」以外の者、UAE の「専門的顧客」以外の者、あるいはカタールの「マーケット・カウンターパーティー」、または「ビジネス・カスタマーズ」以外の者を対象に本資料ならびにそのいかなる複製の作成、配信、配布を行うことは直接・間接を問わず、係る権限を持つ者以外が行うことはできません。本資料を受け取ることは、サウジアラビアに居住しないか、または「オーソライズド・パーソンズ」、「エグゼンプト・パーソンズ」、または「インスティテューションズ」であることを意味し、UAE においては「専門的顧客」、カタールにおいては「マーケット・カウンターパーティー」、または「ビジネス・カスタマーズ」であることの表明であり、この規定の順守に同意することを意味いたします。この規定に従わないと、サウジアラビア、UAE、あるいはカタールの法律に違反する行為となる場合があります。

カナダ投資家へのお知らせ:本資料は個人的な推奨ではありません。また投資目的、財務状況、あるいは特定の個人または口座の特定のニーズを考慮したものではありません。本資料はオンタリオ証券委員会の NI 31-103 のセクション 8.25 に基づいてお客様へ提供されています。

台湾上場企業に関するレポートおよび台湾所属アナリスト作成のレポートについて:本資料は参考情報の提供だけを目的としています。お客様ご自身で投資リスクを独自に評価し、投資判断に単独で責任を負っていただく必要があります。本資料のいかなる部分についても、野村グループから事前に書面で承認を得ることなく、報道機関あるいはその他の誰であっても複製あるいは引用することを禁じます。「Operational Regulations Governing Securities Firms Recommending Trades in Securities to Customer」及びまたはその他の台湾の法令・規則に基づき、お客様が本資料を関係者、関係会社およびその他の第三者を含む他者へ提供すること、あるいは本資料を用いて利益相反があるかもしれない活動に従事することを禁じます。NIHK 台湾支店が執行できない証券または商品に関する情報は、情報の提供だけを目的としたものであり、投資の推奨または勧誘を意図したものではありません。

本資料のいかなる部分についても、野村グループ会社から事前に書面で同意を得ることなく、(i)その形態あるいは方法の如何にかかわらず複製する、あるいは(ii)配布することを禁じます。本資料が、電子メール等によって電子的に配布された場合には、情報の傍受、変造、紛失、破壊、あるいは遅延もしくは不完全な状態での受信、またはウィルスへの感染の可能性があることから、安全あるいは誤りがない旨の保証は致しかねます。従いまして、送信者は電子的に送信したために発生する可能性のある本資料の内容の誤りあるいは欠落に対する責任を負いません。確認を必要とされる場合には、印刷された文書をご請求下さい。

日本で求められるディスクレイマー

レポート本文中の格付記号の前に※印のある格付けは、金融商品取引法に基づく信用格付業者以外の格付業者が付与した格付け(無登録格付け)です。無登録格付けについては「無登録格付けに関する説明書」<https://www.nomura.co.jp/retail/bond/noregistered.html> をご参照ください。

当社で取り扱う商品等へのご投資には、各商品等に所定の手数料等(国内株式取引の場合は約定代金に対して最大 1.404%(税込)(20 万円以下の場合には、2,808 円(税込))の売買手数料、投資信託の場合は銘柄ごとに設定された購入時手数料(換金時手数料)および運用管理費用(信託報酬)等の諸経費、等)をご負担いただく場合があります。また、各商品等には価格の変動等による損失が生じるおそれがあります。商品ごとに手数料等およびリスクは異なりますので、当該商品等の契約締結前交付書面、上場有価証券等書面、目論見書、等をよくお読みください。

国内株式(国内 REIT、国内 ETF、国内 ETN を含む)の売買取引には、約定代金に対し最大 1.404%(税込)(20 万円以下の場合には 2,808 円(税込))の売買手数料をいただきます。国内株式を相対取引(募集等を含む)によりご購入いただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。ただし、相対取引による売買においても、お客様との合意に基づき、別途手数料をいただくことがあります。国内株式は株価の変動により損失が生じるおそれがあります。国内 REIT は運用する不動産の価格や収益力の変動により損失が生じるおそれがあります。国内 ETF は連動する指数等の変動により損失が生じるおそれがあります。

外国株式の売買取引には、売買金額(現地約定金額に現地手数料と税金等を買の場合には加え、売の場合には差し引いた額)に対し最大 1.026%(税込)(売買代金が 75 万円以下の場合には最大 7,668 円(税込))の国内売買手数料をいただきます。外国の金融商品市場での現地手数料や税金等は国や地域により異なります。外国株式を相対取引(募集等を含む)によりご購入いただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。ただし、相対取引による売買においても、お客様との合意に基づき、別途手数料をいただくことがあります。外国株式は株価の変動および為替相場の変動等により損失が生じるおそれがあります。

信用取引には、売買手数料(約定代金に対し最大 1.404%(税込)(20 万円以下の場合には 2,808 円(税込)))、管理費および権利処理手数料をいただきます。加えて、買付の場合、買付代金に対する金利を、売付けの場合、売付け株券等に対する貸株料および品貸料をいただきます。委託保証金は、売買代金の 30%以上(オンライン信用取引の場合、売買代金の 33%以上)で、かつ 30 万円以上の額が必要です。信用取引では、委託保証金の約 3.3 倍まで(オンライン信用取引の場合、委託保証金の約 3 倍まで)のお取引を行うことができるため、株価の変動により委託保証金の額を上回る損失が生じるおそれがあります。詳しくは、上場有価証券等書面、契約締結前交付書面、等をよくお読みください。

CBの売買取引には、約定代金に対し最大1.08%（税込み）（4,320円に満たない場合は4,320円（税込み））の売買手数料をいただきます。CBを相対取引（募集等を含む）によりご購入いただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。ただし、相対取引による売買においても、お客様との合意に基づき、別途手数料をいただくことがあります。CBは転換もしくは新株予約権の行使対象株式の価格下落や金利変動等によるCB価格の下落により損失が生じるおそれがあります。加えて、外貨建てCBは、為替相場の変動等により損失が生じるおそれがあります。

債券を募集・売出し等その他、当社との相対取引によってご購入いただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。債券の価格は市場の金利水準の変化に対応して変動しますので、損失が生じるおそれがあります。また、発行者の経営・財務状況の変化及びそれらに関する外部評価の変化等により、投資元本を割り込むことがあります。加えて、外貨建て債券は、為替相場の変動等により損失が生じるおそれがあります。

個人向け国債を募集によりご購入いただく場合は、購入対価のみお支払いいただきます。個人向け国債は発行から1年間、原則として中途換金はできません。個人向け国債を中途換金する際、原則として次の算式によって算出される中途換金調整額が、売却される額面金額に経過利子を加えた金額より差し引かれます。（変動10年：直前2回分の各利子（税引前）相当額×0.79685、固定5年、固定3年：2回分の各利子（税引前）相当額×0.79685）

物価連動国債を募集・売出し等その他、当社との相対取引によって購入する場合は、購入対価のみをいただきます。当該商品の価格は市場の金利水準及び全国消費者物価指数の変化に対応して変動しますので、損失が生じるおそれがあります。想定元金額は、全国消費者物価指数の発行時からの変化率に応じて増減します。利金額は、各利払時の想定元金額に表面利率を乗じて算出します。償還額は、償還時点での想定元金額となりますが、平成35年度以降に償還するもの（第17回債以降）については、額面金額を下回ります。

投資信託のお申込み（一部の投資信託はご換金）にあたっては、お申込み金額に対して最大5.4%（税込み）の購入時手数料（換金時手数料）をいただきます。また、換金時に直接ご負担いただく費用として、換金時の基準価額に対して最大2.0%の信託財産留保額をご負担いただく場合があります。投資信託の保有期間中に間接的にご負担いただく費用として、国内投資信託の場合には、信託財産の純資産総額に対する運用管理費用（信託報酬）（最大5.4%（税込み・年率））のほか、運用成績に応じた成功報酬をご負担いただく場合があります。また、その他の費用を間接的にご負担いただく場合があります。外国投資信託の場合も同様に、運用会社報酬等の名目で、保有期間中に間接的にご負担いただく費用があります。

投資信託は、主に国内外の株式や公社債等の値動きのある証券を投資対象とするため、当該資産の市場における取引価格の変動や為替の変動等により基準価額が変動します。従って損失が生じるおそれがあります。投資信託は、個別の投資信託ごとに、ご負担いただく手数料等の費用やリスクの内容や性質が異なります。また、上記記載の手数料等の費用の最大値は今後変更される場合がありますので、ご投資にあたっては目論見書や契約締結前交付書面をよくお読みください。

金利スワップ取引、及びドル円ベース・スワップ取引（以下、金利スワップ取引等）にあたっては、所定の支払日における所定の「支払金額」のみお支払いいただきます。金利スワップ取引等には担保を差入れていただく場合があります。取引額は担保の額を超える場合があります。担保の額は、個別取引により異なりますので、担保の額及び取引の額の担保に対する比率を事前に示すことはできません。金利スワップ取引等は金利、通貨等の金融市場における相場その他の指標にかかる変動により、損失が生じるおそれがあります。また、上記の金融市場における相場変動により生じる損失が差入れていただいた担保の額を上回る場合があります。また追加で担保を差入れていただく必要が生じる場合があります。お客様と当社で締結する金利スワップ取引等と「支払金利」（又は「受取金利」）以外の条件を同一とする反対取引を行った場合、当該金利スワップ取引等の「支払金利」（又は「受取金利」）と、当該反対取引の「受取金利」（又は「支払金利」）とは差があります。商品毎にリスクは異なりますので、契約締結前交付書面やお客様向け資料をよくお読みください。

クレジット・デフォルト・スワップ（CDS）取引を当社と相対でお取引いただく場合は手数料をいただきません。CDS取引を行なうにあたっては、弊社との間で合意した保証金等を担保として差入れ又は預託していただく場合があります。取引額は保証金等の額を超える場合があります。保証金等の額は信用度に応じて相対で決定されるため、当該保証金等の額、及び、取引額の当該保証金等の額に対する比率をあらかじめ表示することはできません。CDS取引は参照組織の一部又は全部の信用状況の変化や、あるいは市場金利の変化によって市場価値が変動し、当該保証金等の額を超えて損失が生じるおそれがあります。信用事由が発生した場合にスワップの買い手が受取る金額は、信用事由が発生するまでに支払う金額の総額を下回る場合があります。また、スワップの売り手が信用事由が発生した際に支払う金額は、信用事由が発生するまでに受取った金額の総額を上回る可能性があります。他の条件が同じ場合に、スワップの売りの場合に受取る金額と買いの場合に支払う金額には差があります。CDS取引は、原則として、金融商品取引業者や、あるいは適格機関投資家等の専門的な知識を有するお客様に限定してお取り扱いしています。

有価証券や金銭のお預かりについては料金をいただきません。証券保管振替機構を通じて他の証券会社へ株式等を移管する場合には、数量に応じて、移管する銘柄ごとに10,800円（税込み）を上限額として移管手数料をいただきます。

野村證券株式会社

金融商品取引業者 関東財務局長(金商) 第142号

加入協会/日本証券業協会、一般社団法人 日本投資顧問業協会、一般社団法人 金融先物取引業協会、一般社団法人 第二種金融商品取引業協会

Copyright © 2018 Nomura Securities Co., Ltd. All rights reserved.