

Mizuho Short Industry Focus

革新的技術シリーズ¹

自動運転レベル 4 以上の現状とグローバルにおける競争力強化に向けた戦略方向性

齋藤 裕貴
豊福 亘
秋山 紀子

【要約】

- ◆ CASE の一つである自動運転は、自動車業界全体に変革をもたらす技術トレンドである。レベル 4 以上の自動運転は、様々な社会課題を解決する手法として期待され、開発競争は、第 3 次 AI ブームを背景として 2010 年代前半に本格化した。ただし、当時期待されていたほど技術開発は進展しておらず、2023 年現在、レベル 4 以上の機能を搭載した車両は上市されていない。また、開発から撤退を始める企業も出てきており、自動運転車両への期待や開発の勢いは見方によっては弱まっているように思える。
- ◆ しかしながら、開発競争にはかつてほどの隆盛はないものの、米国や中国では、レベル 4 の自動運転車両によるタクシーサービスが商用展開されており、社会実装は着実に進んでいる。また、国内でも 2023 年 4 月に改正道路交通法が施行され、公道でのレベル 4 自動運転車両の走行が解禁されるなど、ここにきて改めて自動運転社会の到来にむけた機運が高まりつつある。
- ◆ 技術的な側面において、自動運転車両は、運転手が通常行う認知、判断、制御の各動作をシステムが代替し、正確に繰り返して走行することで実現する。各動作において必要な要素技術は様々あるが、認知や判断といった分野で必要となる「立体物識別・行動予測技術」に求められる「AI による認識精度」、「判断技術」に求められる「判断の手法」、「データ処理技術」に求められる「データ処理能力」については、一層の技術の成熟が求められる。併せて、非技術的な側面でも、自動運転を許容する社会受容性の醸成や自動運転が事業として成立するための経済性の確立、事故が生じた場合における、責任関係の明確化といった論点を乗り越えていく必要がある。
- ◆ また、国内外の自動運転サービスの実証・実装状況を比較すると、先行する米国や中国では、都市部での有償の自動運転タクシーサービスが既に始まっており、将来の事業性の成立を見据えた取り組みが進められているのに加え、海外への展開も視野に入れ始めている。他方で、国内では社会課題解決に主眼が置かれており、事業性の成立が難しい地方部での実証が大宗である。このままでは技術も事業ノウハウの面でも先行する海外の自動運転関連産業が国内市場を侵食し、日本企業のプレゼンスが奪われるおそれがある。
- ◆ 自動車産業は日本における基幹産業であり、自動運転の分野においても関連産業がグローバルで競争力を発揮することが重要である。そのためには、先行する海外にいち早く進出し、ノウハウの蓄積と技術の確立を進める戦略方向性と、日本で事業性の成立を含めた実証環境を整備し国内の関連産業を育成した上で官民が一体となって海外に展開をしていく戦略方向性が考えうる。現状、完成車 OEM を除いて、自動運転の関連プレイヤーが海外のフットプリントに乏しい中では、特に後者の戦略方向性を確立していけるか否かが重要となろう。
- ◆ 自動運転の社会実装は、技術的にも社会的にも課題は山積しており、一足飛びに解決されるものではないが、官民一体となって推進することで、自動運転サービスを早期に実装し、グローバルでの競争力を維持してリーダーシップを発揮することを期待したい。

¹ 日本産業の競争力強化や社会課題の解決に寄与しうる技術・イノベーション領域をとり上げるレポート。

1. 自動運転の普及がもたらすもの

自動運転の実現で様々な社会課題の解決が期待されている

2016 年にパリで行われたモーターショーにおいて独 Daimler が今後の自動車産業に変革を起こす技術トレンドとして、情報化 (Connected)、自動化 (Autonomous)、シェアリングサービス (Sharing&Services)、電動化 (Electric) の頭文字を取って「CASE」と称して以来、これらの技術トレンドは自動車業界全体に変革をもたらす大きな潮流となった。自動運転は、CASE でいう A (自動化) にあたり、実現することで移動の利便性向上や少子高齢化によるドライバー不足の解消、交通事故件数の減少などといった社会課題の解決をもたらすと期待されている。

自動運転は、0～5 までの 6 つのレベルに分類され、ドライバーが不要となるのは、レベル 4 以上

自動運転は、SAE (米国自動車技術会) が自動化する操作や運転操作の主体の違いによって 0 から 5 までの 6 つのレベル分類を定めており、この指標がグローバルで利用されている。レベル 0 については、自動運転技術は使われておらず、全ての操作が人間の手によって行われている状態である。レベル 1・2 については、運転操作の一部に自動運転技術が採用されている状態であるが、運転操作の主体はあくまで運転者であり、運転支援車両である。レベル 3 以上の車両からが、運転操作の主体が自動運転システムとなる、いわゆる自動運転車両となる。ただし、レベル 3 については、自動運転システムの作動が困難な場合においてただちに運転者が操作を代わることができる状態でなければならないとされており、運転手の同乗が必要となる。そのため、ドライバーの同乗が不要となるのはレベル 4 以上の車両となる。また、レベル 4 までの車両は、ODD (運行設計領域または限定領域) と呼ばれる決められた制限下でのみ自動運転が可能になるが、レベル 5 は完全自動運転を指し、ODD の設定なしにシステムが全ての運行タスクを担う。

将来的にはレベル 5 の実用化可能性はあるも、現状議論できる段階になし

完全自動運転 (レベル 5) の実現は、将来的に可能性はあるものの、現時点で実用化の時期を議論できる段階になく、まだ先の時間軸の技術と認識されている。それまでは、レベル 4 の自動運転がドライバーレス車両の社会実装の主体となるが、実装にあたっては、歩行者や自転車、自動車の往来が多くなる混在空間になるほど、高度な認知・判断技術が求められる。

レベル 4 以上の自動運転が実現することで得られる効用は、運転からの解放と人為的なミスの削減

自動運転で得られる一般的な効用は、走行時の安全性と快適性の向上だが、レベル 1・2 の場合、あくまでドライバーの運転を支援する補助機能にとどまる。他方で、ドライバーが不要となるレベル 4 以上の自動運転により得られる効用は、大きく分けて 2 点あると考える。1 点目は、運転の操作や判断における「人為的なミスの削減」であり、従来の運転支援機能の効用をより発展させたものである。もう 1 点は、運転支援機能とは大きく異なり、自動運転システムがすべての運行タスクを実施することによる「運転からの解放」である。「人為的なミスの削減」については、自動運行装置が運行タスクを全て実行することから、操作ミスや不注意といった事故原因が排除され、効率的かつ円滑な運行により、交通事故の削減や渋滞緩和、環境負荷の低減といった効用が得られる。「運転からの解放」については、人手不足の解消や移動弱者の解消、可処分時間の増加といった効用のほか、自動運転タクシーなど新たなビジネスの機会が生まれる可能性があると期待されている。完成車メーカーを始めとした自動運転の開発を推進している各社は、これらの効用を実現するために開発に注力している。

開発については、2010 年代に期待されていたほど進んではない

レベル 4 以上の自動運転車両の開発は、2006 年に発明された AI の学習方法「ディープラーニング」の登場による第 3 次 AI ブームを背景に、米 Google が 2009 年に自動運転車両の開発を発表したことに始まる。その後、他の IT 企業も追随し、2010 年代前半には、米 Apple や米 Amazon が参入したほか、自動運転技術を開発するスタートアップ企業の設立も活発となり開発競争が本格化した。当時、開発各社の中には、2020 年代前半にはレベル 4 以上の自動運転機能を搭載した車両の市場投入を計画している企業も存在したが、2023 年現在において、レベル 4 以上の機能を搭載した車両は上市されていない。また、市場への投入には様々な課題が依然として残っており、解決には未だ時間を要することから自動運転車両の開発から撤退を始める企業も出てきており、2010 年代当初にあった自動運転車両の社会実装への期待や開発の勢いは弱まっているように思える。

米中の一部地域では、レベル4の自動運転タクシー事業が開始されている

国内でも、レベル4自動運転車両の公道走行が解禁

改めて自動運転の現状と国内におけるレベル4以上の自動運転サービスの普及に向けた戦略方向性について検討する

しかしながら、開発競争にはかつてほどの隆盛はないものの、米国と中国ではレベル4の自動運転車両によるタクシーサービスが一部地域で商用展開されており、社会実装に向けて着実に前進している。米国では、米 Alphabet 傘下の米 Waymo が、2020 年 10 月に世界で初めてアリゾナ州フェニックスにおいて一般向けにレベル4自動運転によるタクシーサービスを有償で開始し、2022 年 6 月には、米 General Motors (以下、GM) 傘下の米 Cruise がカリフォルニア州サンフランシスコにおいてレベル4自動運転によるタクシーサービスを有償で開始した。また、中国では、大手 IT 企業の中 Baidu が 2022 年に武漢市や重慶市においてレベル4自動運転によるタクシーサービスを有償で開始し、近時では、北京市、広州市などにおいても、レベル4自動運転によるタクシーサービスが有償で展開されている。

国内では、2023 年 4 月に改正道路交通法が施行された。その中で、レベル4の自動運転は、「特定自動運行」と定義され、公道における走行が解禁された。これによって、事前に車両の認定を受ける必要や、警察からの許可、遠隔監視などを行う特定自動運行主任者の配置の義務付け等、一定の制約はあるが、公道でのレベル4自動運転車両のサービス実装が認められることになった。

以上、一時期と比べ勢いを弱めている開発動向であるが、着実にドライバーレスカーの社会実装は進んでいる。本稿では、改めてレベル4以上の自動運転の現状を把握し、日本の基幹産業たる自動車産業が自動運転の分野においても競争力を得るための戦略方向性を検討する。構成として、次章の第2章では自動運転を構成するシステムや技術を整理し、第3章において実装により見えてきた技術的な課題を述べる。第4章では、すでにレベル4自動運転車両による有償のサービスが開始されている米国及び中国、並びに国内の動向を取り上げ、第5章で技術的な課題以外にも存在している社会的な課題について述べ、最後の第6章では、今後、日本の自動運転産業のグローバルにおける競争力を強化するための取り組みについて検討する。

2. 自動運転システムの構成と技術

自動運転車両(ドライバーレスカー)は認知、判断、制御をシステムが代替することで実現し、走行している

自動運転車両(レベル4のドライバーレスカー)は、認知(運転環境の理解)、判断(情報に基づく意思決定)、制御(目的地への運行)といった運転手が通常行う各動作をシステムが代替することで自動運転を実現し、これらの動作を正確に繰り返して走行している。また、自動運転車両は、クラウドと必要に応じてデータ通信を行い、リアルタイムの交通情報の受信や自動運転マップ、車載 AI のアップデートが行われている。このように自動運転車両は、認知、判断、制御の動作をシステムが実行することで走行しているが、動作のためにはそれぞれの分野でいくつかの技術が必要となる(【図表1】)。

【図表1】自動運転技術に必要な技術の全体像

分類	必要な要素技術	内容	構成要素
認知 (運転環境の理解)	①位置特定技術	衛星測位システムのみだけでなく、高精度3次元地図とセンシング装備で取得した情報を照合して自己位置を特定する	GNSS、高精度3次元地図、センシング装備 IMU(慣性計測装置)、DMI(走行距離計)
	②周辺環境認識技術	自動運転車両の周辺環境の歩行者や車両、道路標識、信号などを検出・認識する	レーダー、LiDAR、カメラ
	③立体物識別・行動予測技術	センサーフュージョンにより得られた周辺環境情報をAIによるディープラーニングで分析し、立体物を識別。移動物体については、トラッキングにより行動を測定し、将来軌道の予測を行う	センサーフュージョン AIによる識別と行動予測
	④地図作成技術	高精度3次元地図に交通情報やリアルタイムな周辺情報などの動的情報を統合し、街や道路全体の空間状況を把握する 自動運転マップを生成	自動運転マップ
判断 (情報に基づく意思決定)	⑤判断(パスプランニング)技術	最適な運転行動の計画、軌道候補の生成、突発事象等の危険の判断、将来起こり得る事象の予測	AI プログラム(if-thenルールベースのアルゴリズム)
制御 (目的地への運行)	⑥コントロール技術	認知と判断により決定した制御指令を基にアクチュエータECUが最適に制御	アクチュエータECU バイワイヤ
その他の技術	⑦HMI(ヒューマンマシンインターフェイス)	人と自動運転車両の間で情報や意思を伝達し合う技術	乗客とのコミュニケーション 車外の人とのコミュニケーション
	⑧学習技術	ディープラーニングによる学習やデジタルツイン技術によりシミュレーション環境を構築	ディープラーニング デジタルツイン
	⑨データ処理技術	走行中の認知や判断は、即時性が求められることから車両(エッジ側)で処理されている	車両(エッジ側) 車載半導体
	⑩サイバーセキュリティ	認知・判断・制御のいずれにおいても、悪意を持ったサイバー攻撃は人命に関わるため、乗っ取りを防ぐ対策を講じる必要がある	サイバーセキュリティ法規「UN-R155」

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

認知に求められる技術

認知に求められる技術については、自車の位置を特定する「①位置特定技術」、車載のセンシング装備から立体物の情報を取得する「②周辺環境認識技術」、立体物が何かを識別し、行動を予測する「③立体物識別・行動予測技術」、それらの技術により得られた情報を車両に搭載されている高精度 3 次元地図に統合し、自動運転マップを作成する「④地図作成技術」で構成される。

①位置特定技術：自己位置の特定が自動運転の基本

位置特定技術は、自動運転の基本となる技術であり、GNSS（衛星測位システム）のみだけでなく高精度 3 次元地図と車載のセンシング装備で取得した情報を照合して自己位置を特定する。自動運転においては、少しの誤差でも事故を招く可能性があり、正確な運転のためには 1～2cm の粒度で自己位置を特定することが求められる。そのため、トンネル内など衛星測位システムが機能しづらい環境を走行する場合は、IMU（慣性計測装置）や DMI（走行距離計）を搭載して補完する。他方で、同じルートのみを走行する自動運転バスの場合には、高精度 3 次元地図を搭載していないケースもあり、その場合、GNSS の精度を高めた RTK-GNSS²を使用する。

②周辺環境認識技術：自動運転の目の役割

周辺環境認識技術は、自動運転車両における「目」の役割となる技術であり、自動運転車両の周辺環境に存在する歩行者や車両、道路標識、信号などを検出・認識する。車両には、電波の反射で距離を計測するレーダーやレーザー光の照射により立体物の距離や形状を把握する LiDAR、道路標識や信号灯色などを映像で認識するカメラなどを複数個搭載することが主流である。これらのセンシング装備の検出能力は、天候や時間、物理的な汚れ等が影響するため、識別タイプや検出距離などが異なるセンシング装備を数種類搭載し、互いに補完することで信頼性をより高めている。

③立体物識別・行動予測技術：AI を活用して識別と予測を行う

立体物識別・行動予測技術は、各センシング装備から得られた情報の正確性を高めるために各認識情報を統合するセンサーフュージョンにより得られた周辺環境情報を AI によるディープラーニングで分析し、立体物の識別をしている。また、移動物体については、フレーム毎に物体を検出し、それを追跡すること（トラッキング）でどのように動いてきたかを測定し、将来軌道の予測を行う。識別・検出された立体物の情報は、高精度 3 次元地図に統合され、運転判断のための情報として利用される。

④地図作成技術：高精度 3 次元地図と動的情報を統合して自動運転用マップを作成する

地図作成技術は、車両に搭載している高精度 3 次元地図にその場所特有の交通事情やネットワークから得られる交通情報、ディープラーニングにより学習した AI によって分析、識別されたリアルタイムの周辺情報などの動的情報を統合し、自動運転用マップを生成する技術である。自動運転用マップは、自動運転車両が周囲の状況を正確に把握し、適切な運転判断を行うための重要な要素である。自動運転用マップのベースとして使われる高精度 3 次元地図は、路面情報、車線情報、3 次元構造物などの静的情報を中心に含み、事前に計測用の車両を走行させて作成している。日本において、自動運転用マップは「ダイナミックマップ」とよばれ、そのベースである高精度 3 次元地図の作成は協調領域とされているものの、それ以外の部分においては自動運転に関わる事業者にとって他社との差別化領域であり、各社が力点を置いている。

Waymo は、自動運転用マップを自動運転技術の中心に掲げる

高精度 3 次元地図に自動運転各社が固有の情報を付加した自動運転用マップは、車両に搭載されているセンサーから得られる情報と組み合わせることで、より安全な自動運転を実現するための重要なツールであり、自律型と称される自動運転のアプローチでは、サービスを提供する地域の自動運転用マップを作成すれば車両のみで対応が可能となる。そのため、米 Waymo は自動運転用マップを自動運転の技術の中心だと掲げており、事前に詳細な自動運転用マップを作ることでより安全性、正確性を向上させ、高度な自動運転の実現に寄与すると考えている。

判断に求められる技術

次に、判断に求められる技術については、「⑤判断（パスプランニング）技術」で構成される。認知の分野で生成した自動運転用マップをもとに目的地までの経路を事前に計画し、走行中は、経路に時間の概念を追加した軌道を生成する。そして、周辺の歩行者や車両などの移動物体の将来行動予測を踏まえて、リスクの最も低い軌道を判断し、アク

² 基準点と観測点という 2 つのポイントを同時に観測する測位方法であり、センチメートル級の精度で測位が可能。

チュエータ ECU³にその軌道を追従するように制御指令を出している。

⑤判断技術: AI もしくはプログラミングにより動作を決定

自動運転における判断は、AI によるものか、もしくは制御ロジックを if-then ルールで組み込んだプログラミングによって行われている。前者においては、主に海外の自動運転事業者が使用していると推察される。国内では、現状、固定ルートを走行するものが主流であり、安全性の担保という面から、後者のプログラミングの使用が主流であり、周辺の立体物の動きについて、考えられるパターンを列挙し、各パターンに対応して車両の動作を決定している。

制御に求められる技術

制御に求められる技術については、認知と判断の動作により決定した指令に従い車両を操作する「⑥コントロール技術」で構成される。

⑥コントロール技術: 制御指令を基にアクチュエータ ECU が制御

コントロール技術では、認知と判断により決定した制御指令を基にアクチュエータ ECU がアクセル、ブレーキ、ステアリングなどの多数のコンポーネントを最適に制御している。制御指示は、電気信号化されてアクチュエータに送られるため、駆動・制御部を機械的につないでいる内燃機関車よりも電線を通じて車両を制御するバイワイヤ(電気制御)である電気自動車の方がよりスムーズで柔軟な制御が可能となる。

自動運転に必要なその他の技術

その他、自動運転には人と機械(車両)の間で情報や意思を伝達しあう技術である「⑦HMI(ヒューマンマシンインターフェイス)」、AI による認知やプログラミング等による状況判断能力をより高度化させる「⑧学習技術」、得られたデータを遅滞なく処理するための「⑨データ処理技術」、データ漏出や乗っ取り被害を防ぐ「⑩サイバーセキュリティ」といった技術も必要となる。

⑦HMI: 人と車両をつなぐ技術

HMI(ヒューマンマシンインターフェイス)とは、人と機械(車両)の間で情報や意思を伝達し合う技術や装置の総称であり、車内の人(乗客)と車両の間のコミュニケーション、および車外の人(歩行者や他の車両のドライバー)と車両のコミュニケーションがある。特に後者について、ドライバーが不在となる自動運転は、従来ドライバーと歩行者間などで行われていたアイコンタクトや身振り手振りといった、自車の挙動や注意などを伝達するためのコミュニケーション手段を失うことになる。そのため、新たなコミュニケーション手段の開発は、車両の運行の効率化や交通の円滑化を高めるために重要な役割を果たす。

⑧学習技術: 注目を浴びているのは、ディープラーニングとデジタルツイン

認知を担う AI にはより高度な識別能力が求められる。近年では、そのための学習方法として「ディープラーニング」と学習環境としては「デジタルツイン技術」が活用されている。「ディープラーニング」は機械学習の一つであり、活用することで AI が画像の中から特徴を自動的に見つけ出し、識別を行う。また、作業を経験として学んでいき、これまでの学習から分析や予測を行うことが可能となることから複雑な解析や高い認識精度が可能となる。「デジタルツイン技術」については、現実の世界から収集した様々なデータを用いてサイバー空間上に現実空間とそっくりな(双子のような)シミュレーション環境を再現する技術である。現実の世界を走行させる場合と同様の成果を得ることができることから、走行データを効率的に収集し、高精度の分析や予測を短時間で行うことにより、開発コストや時間を大幅に圧縮することが可能である。

⑨データ処理技術: データはエッジでの処理が重要

走行中の認知や判断については、AI やプログラミングによって行われており、データ処理技術が求められる。クラウドを経由してデータを処理する場合、①データ量の多さから通信の遅延が生じること、②車両がトンネルなど通信できない環境に移動すること、③クラウドにセキュリティ/プライバシー上問題のある画像が送信される可能性があること、④クラウドサーバーの維持管理費やデータの通信費といったコストが発生すること、といった課題がある。通信の遅延が直接事故につながることから、即時性が求められる自動運転のデータ処理には、エッジ(車両側)での処理が重要となる。

⑩サイバーセキュリティ: サイバーセキュリティ対策が必須に

認知・判断・制御のいずれにおいても、悪意をもった情報の書き換えが行われると人命にかかわる危険性があり、自動運転において、サイバーセキュリティ対策は必須である。従前は車載システムのサイバーセキュリティは個社ごとの対応を行ってきたものの、コネ

³ 電気信号を機械的な運動に変換する駆動装置(アクチュエータ)を制御している電子ユニット(Electronic Control Unit)。

クテッドサービスの拡大も背景にセキュリティレベルの統一がニーズとして認識されている。サイバーセキュリティ法規「UN-R155」は、国連欧州経済委員会に属する自動車基準調和世界フォーラムが打ち出した、自動車を対象とするサイバー攻撃の脅威を回避できるよう対策を義務付けた法規であり、日本でも 2021 年 1 月に導入された。また、サイバーセキュリティ対策として、車載マップや車両制御に関わる部分を無線通信から隔離したり、車両制御指令コマンドの安全性を一定のルールで確認してから操作を行うといったセキュリティ機能を付加するなど事業者独自の安全対策を追加的に講じる動きもある。

3. 自動運転の技術的課題・論点

自動運転の実装により見えてきた技術的な課題がある

自動運転を構成する技術のうち、周辺環境認識技術など一部の技術は軍事領域での無人化技術と共通の部分もあり、かねてより研究がなされてきたことから技術的には一定程度の水準を確保できている技術もある。他方で、米国や中国において、実際に自動運転タクシーサービスを開始している中で、トラブルも発生しており、認知や判断といった部分には、依然として課題が存在していることが見えてきている。中でも前章で整理した自動運転に必要な技術のうち、「③立体物識別・行動予測技術」に求められる「(ア) AI による認識精度」、「⑤判断技術」に求められる「(イ) 判断の手法」、「⑨データ処理技術」に求められる「(ウ) データ処理能力」については、未だ確立されていないと言えるであろう(【図表 2】)。

【図表 2】技術的な課題と論点

3つの技術的な課題	(ア) AIによる認識精度	- 認識精度向上に向けたAIの学習のためには、十分なディテールな環境を生成する必要や、膨大な数の画像や動画が必要となる - 車両に搭載されたセンサーだけでは車両周辺の情報しか検出できず、あらゆる状況を識別することは不可能
	(イ) 判断の手法	- すべてのケースをプログラミングすることは困難 - AIによるディープラーニングの活用も手法として見込まれているが、判断工程がブラックボックス化 - また、AIの学習においては、トロツコ問題など倫理的な論点も存在
	(ウ) データ処理能力	- 車載半導体はリソースに制約がある中で、AIやプログラミングがより高度化するにつれ、より高度な処理性能を持ったものが必要になる - クラウドとエッジの間であるフォグにサーバーを設置するコンピューティング技術も注目されている
その他の論点		- 技術的に一定水準に達している分野もコストや運用面には課題 - 高精度3次元地図の更新頻度や費用においても課題が存在

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

①AIによる認識精度：能力の向上は求められるが、学習の段階で壁が存在

自動運転の認識に用いられる AI は、膨大なデータを用いて多種多様な状況に対応できるよう学習・理解する必要がある。ディープラーニングの登場により、AI による認識能力は大きく進歩しているものの、依然として、誤認識によるトラブルも発生しているため、より高度な安全性を担保するためには、認識精度のより一層の向上が求められる。AI を学習させる上では、シミュレーション環境は現実のものとして認識できるよう、十分なディテールとリアルな環境を生成する必要があり、完璧にトレーニングするためには膨大な画像や動画データが必要となるため、「データの品質と量」が課題として挙げられる。これらの課題については、近年開発された生成 AI を活用することで、自動で大量かつ高品質なシミュレーション環境やシナリオを生成することが可能となり、認識精度の向上かつ効率的な技術開発を図る手法も導入され始めている。他方で、車両に搭載されたセンサーだけでは、車両周辺の限られた情報しか検出できないため、あらゆる状況をすべて識別することはできないのではないかとといった論点も存在する。

②判断の手法：
プログラミングが
あらゆる状況に
対応するのは困
難

現状、国内では、想定される事象に対して、if-then ルールで網羅的に制御ロジックのプログラミングを組むという積み重ねで対応している。このためには、固定ルートを巡回する自動運転バスでさえ相当な作業量になると考えられる。また、現実の道路では、予測困難なエッジケースが発生するため、あらゆる状況に対応する制御ロジックを完全にプログラミングすることは困難である。この点において、海外の自動運転事業者は AI によるディープラーニングを活用して、リスクポテンシャル法⁴により自動で軌道生成を行っていると思われる。ディープラーニングを活用することで、初めて認識するものでも、AI が自ら特徴を見つけ出し、これまでの学習から分析や予測を行うことで、エッジケースにも柔軟な対応が可能となる。他方で、ディープラーニングの活用による判断は、結果までの工程がブラックボックス化し、自動運転技術の安全性の説明責任の観点から、国内では、活用が難しい可能性がある。また、AI に意図的に人を轢くことを想定した学習（いわゆるトロッコ問題）や円滑な交通のために一時的な制限速度の超過を許容させるような学習をさせていいのかといった倫理問題も論点として存在している。

③データ処理能力：制約がある中でより高度な処理能力が求められる

AI やプログラミングが高度化するにつれ、それを処理できる高性能な車載半導体も必要になる。他方で、車載半導体はクラウドと比べ、計算能力やメモリ、電力等のリソースに制約があるため、その中でより高度な処理性能を持った車載半導体の開発が求められる。また、近年ではフォグと呼ばれるクラウドとエッジの中間に位置する部分にサーバーを設置し、データの処理や解析をフォグサーバーで行うことで、低遅延かつ効率的な処理や車載デバイスの負荷の軽減が可能となるコンピューティング技術も注目されている。

技術的に一定水準に到達している分野でも、コストや運用面には課題が残る

技術的に一定水準に到達している分野であっても、コストや運用といった面においては未だ課題が存在している。例えば、センシング装備の一つである LiDAR は、現状、自動運転車両には搭載が主流となり、量産化や技術開発により価格は低下してきているものの、依然として高価であるため車両コストも高価になるといった点が挙げられる。そのため、自動運転開発企業の中には、LiDAR が高価すぎるため、搭載は不要とし、カメラから得られる映像と AI の認識能力の向上に重点を置く企業も現れている。また、高精度 3 次元地図も現状は搭載が主流であるが、作成に手間がかかることや私有地に関する作成が難しく網羅性に欠けること、刻々と変化する道路環境に対応するための更新作業の頻度やそれに伴う更新費用の負担が、運用していく上で課題として残る。

課題が顕在化してくる中で、開発を断念した企業も現れ始める

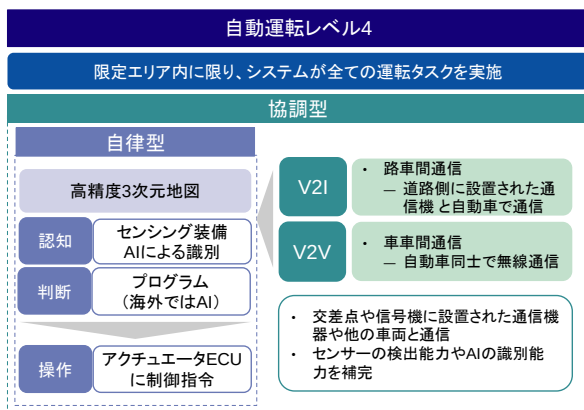
こういった課題が顕在化してくる中で、レベル 4 の自動運転の開発を断念する企業も現れてきた。中でも大きな話題となったのが米 Ford である。Ford は、2017 年に自動運転システム開発のスタートアップ企業である米 AlgoAI に投資（後に独 VW も投資）を行った。当初は、2021 年度中にレベル 4 の自動運転車両を上市する予定であったが、2022 年の投資家向け説明会の中で「自動運転レベル 4 を広く展開することは、現代で最も困難な技術的課題であり、多くの分野で大きなブレイクスルーが必要となる。また、世界中でかなりの投資が行われてきたが未だにビジネスモデルが見えてこない」といった理由を挙げ、レベル 2-3 の運転支援システムの開発に注力するとして、方針転換を発表した。

レベル 4 の自動運転には自律型と協調型があり、それぞれに利点がある

レベル 4 の自動運転開発においては、ここまで説明してきたような「自律型」アプローチと、「協調型」のアプローチが存在する。自律型は、事前に作成した高精度 3 次元地図とレーダー、LiDAR、カメラ等のセンシング装備を搭載して車両単体による認知で走行するアプローチであるのに対して、協調型は交差点や信号機に設置された通信機器や他の車両と通信する技術によって、自動運転に必要なセンサーの検出能力や AI の認識能力を補完し、より安全な走行環境を整備して走行するアプローチである。自律型と協調型にはそれぞれ利点があり、自律型は、走行する地域の高精度地図を作製すれば車両のみで対応が可能となるため、協調型と比べ走行範囲は広く、他の地域への展開は容易である。他方で、協調型はインフラ側の整備が必要となり、それに伴い走行できる範囲も限定されるが、認知の部分インフラで補完することで、車両単体による限られた範囲の情報よりも広い範囲での情報を得ることが可能となり、自律型よりも高い安全性をもたらすと期待されている（【図表 3、4】）。

⁴ 歩行者や交差点の死角などリスク要因に対する危険度の高低を表すポテンシャル場を生成し、ポテンシャル（危険度）の最も低い経路を選択する方法。

【図表 3】レベル 4 自動運転のアプローチの種類



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

通信技術: 認知を補完する技術も注目を浴びている

【図表 4】自律型と協調型のメリット・デメリット

項目	自律型 (米国で主流)	協調型 (中国で主流)
安全性	✓ 現状のカメラとセンシング技術精度では厳しい	✓ V2I、V2Vにより左記の課題を補完
走行エリアの広さ	✓ 高精度地図が生成されている範囲	✓ 協調型インフラの整備範囲、自律型比狭小
他エリアへの展開のしやすさ	✓ 走行エリアの高精度地図整備で対応可	✓ 展開先でのインフラ整備・仕様と協調が必要
経済性	✓ 安全性を高めるためには高精度の装備が必要となり価格が高くなる	✓ 車両価格は低く抑えられる可能性も ✓ 別途インフラ側の費用負担が論点に

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

協調型の自動運転で必要となる通信技術は、交差点や信号機に設置された通信機器や他の車両と通信することでそれらの周辺情報を取得し、車両単体での周辺環境認識能力を補完することで、自動運転の安全性をより高める。自動運転に活用が見込まれているのは V2I(インフラと通信)、V2V(車両同士での通信)であり、使用する通信規格や通信帯域といった仕様は国によって異なるが、通信規格は、狭域(短区間)通信である DSRC(Dedicated Short-Range Communications)と既存の携帯キャリア通信網を使用する広域通信 C-V2X(Cellular V2X)が使用されている。通信帯域は 5.9GHz 帯がグローバルな主流であるが、日本国内では、現在 5.9GHz 帯は他用途で使用されており、国際的な動きと連動した帯域確保の必要性が議論されている。

4. 各国の自動運転の動向

自動運転の研究開発や実用化は米国と中国が先行している

現在、レベル 4 自動運転によるタクシーサービスが商用展開されているのは米国と中国の2カ国のみである。有償でのレベル 4 自動運転によるタクシーサービスは、2020 年 10 月に米国において米 Waymo が世界に先駆けて開始したものの、サービスの展開地域については、カリフォルニア州やアリゾナ州、テキサス州の一部地域にとどまる。他方で、中国においては、米国に後れを取る形で 2022 年に武漢市、重慶市においてサービス開始となったが、展開地域については、広州市、北京市と続き、近時では複数の都市でも実証が行われ急速に拡大している。この両国は、自動運転技術の研究と実用化に積極的に取り組んでおり、推進する自動運転は自律型と協調型で異なっているものの、研究開発や実用化は先行していると言えるであろう。本章では開発や実用化が先行する米国と中国および国内の動向について述べる(【図表 5】)。

【図表 5】米中日の自動運転サービスの動向

		自律型 民間企業が主導し展開		協調型 中央/地方政府が主導し展開		走行エリアの状況に応じて 政府が主導し導入開始
2020年						
2021年		Waymo フェニックス 有償 タクシーサービス				
2022年		Cruise サンフランシスコ 有償 タクシーサービス Cruise フェニックス 有償 タクシーサービス Cruise オースティン 有償 タクシーサービス Waymo サンフランシスコ 無償 タクシーサービス		武漢 有償 タクシーサービス 重慶 有償 タクシーサービス		
2023年		Cruise マイアミ、ナッシュビル、アトランタ 実証 タクシーサービス Waymo ロサンゼルス オースティン 実証 タクシーサービス Cruise Waymo サンフランシスコ 有償 展開エリアが全域に、提供時間が24時間に拡大		広州 有償 タクシーサービス 北京 有償 タクシーサービス 深圳 有償 タクシーサービス その他複数都市 実証 タクシーサービス		福井県 永平寺町 有償 限定空間におけるゴーカート GLP ALFALINK 相模原 認可取得 固定ルートを走行する自動運転シャトル 羽田イノベーションシティ 認可取得 固定ルートを走行する自動運転シャトル
		✓ 地図があれば、車両単体で展開が可能であるため、企業は地図の作成を推進		✓ 政府によりインフラが整備されているため、多数の地域でサービスが勃発		✓ 2023年5月、国内初となる自動運転サービスが始まるも、限定空間における誘導型

(出所) 各社公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(1)米国の動向

米国は、民間が主体となって自律型の自動運転の開発が進む

米国は、国全体としての自動運転実装の方針は示しておらず、連邦政府は自動運転車両が備えるべき安全基準を策定し、自動運転に係るルールや走行許可は州ごとに定められている。また、道路環境や交通ルールも州ごとで異なるためインフラと協調した自動運転は馴染まず、道路には頼らない多様な環境にも柔軟に対応できる自律型の自動運転の開発が主流となっており、民間が主体となって開発が進められている。

カリフォルニア州では、DMV と CPUC の許可が必要

例としてカリフォルニア州における自動運転に関する許可の体系を挙げる。カリフォルニア州では、カリフォルニア州自動車局 (DMV) とカリフォルニア州公益委員会 (CPUC) の2 団体が関与しており、公道走行テストを行う場合は DMV の許可が必要となり、自動運転車両を用いて乗客を乗せた交通サービス事業を行う場合は、加えて CPUC の許可が必要となる。2023 年 10 月時点で商用利用の許可が下りているのは、米 Cruise と米 Waymo の 2 社のみであり、商用利用の許可を得るためには、公道走行テストの累計距離や実用化のプランを提出する必要があることや、車両の安全性の確保が求められるなど、一定の要件を遵守する必要があり、相応の難易度を伴うものと考えられる。

Cruise と Waymo は、自律型の自動運転でサービスを展開する

米国内でレベル 4 自動運転によるタクシーサービスを有償で展開している米 Cruise と米 Waymo は、両社とも自社製の高精度地図を搭載し、車載のレーダーや LiDAR、カメラ等のセンシング装備で周辺環境を認識しながら走行する自律型の自動運転車両でサービスを展開している。米 Cruise は、2022 年 6 月にカリフォルニア州サンフランシスコにおいてサービスを有償で開始し、同年 12 月には、アリゾナ州フェニックスやテキサス州オースティンでも有償でサービスを開始している。米 Waymo は、世界に先駆けて 2020 年 10 月にアリゾナ州フェニックスでサービスを有償で開始した。その後、カリフォルニア州サンフランシスコにおいても 2022 年 11 月からサービスを開始しているが、こちらは無償での提供となっている。今後はカリフォルニア州ロサンゼルスやテキサス州オースティンでもサービス開始を予定している。2023 年 8 月には、米 Cruise、米 Waymo 共にカリフォルニア州サンフランシスコにおけるサービス提供可能範囲が全域かつ営業可能時間が 24 時間に拡大し、終日有償での提供が可能となった。

他方で、自動運転サービスによるトラブルも発生している

複数の地域でのサービスインが進む一方で、自動運転車両によるトラブルも発生している。主なトラブルとしては、走行中に途中停車し交通渋滞を発生させたことや、火災現場での進入禁止テープを認知できずに直進してしまい、消火活動などの妨げを引き起こすといった事象が起きている。また、2023 年 10 月には、米 Cruise の自動運転車両が、他社の車両によってはねられた歩行者を更に轢いてしまうといった事故が発生した。このようなトラブルの発生を受け、交通当局は、拙速な自動運転サービスの範囲拡大には懸念を示す等、未だ技術的な面でも社会受容性の面でも依然として課題が存在しており、サービス提供範囲拡大の妨げになっている。

(2) 中国の動向

中国は、ICV を重点産業とし、国家としてインフラ協調型を推進

中国においては、2015 年 5 月に発表された製造業強化の総合的政策体系「中国製造 2025」の中で、ICV（インテリジェントコネクテッドビークル）と呼ばれる通信技術を搭載した車両を重点分野に指定し、2020 年 2 月の「ICV イノベーション発展戦略」の中で、ICV とインフラ等が協調しながら走行する自動運転の普及に重点を置くことを発表した。その他にも国家政策としてインフラの整備や協調型の自動運転を推進する各種政策や指針を打ち出しており、民間が主体となって開発が進められている米国とは対照的に国家政策としてインフラと協調した自動運転の普及を推進している。

国家レベルだけでなく地方政府レベルでも走行テスト環境を整備

インフラ協調型の自動運転のための走行テストエリアも積極的に整備が行われており、工業和信息化部⁵などにより計画され、地方政府が設置した国家レベルのテストエリアが国内に 17 カ所存在する。また、その他にも地方政府による走行テストエリアの整備も活発となっており、20 カ所を超える走行テストエリアが建設されている。

ICV 産業の誘致のために地方政府も積極的に整備

北京市は、「車・路・クラウド・ネット・地図・安全」の 6 位一体の車路協調体制を掲げ、市内に複数のテストエリアを設けている。中でも、亦荘地区にある核心エリア（60km²）については 329 カ所の交差点をデジタル化しており、協調型による自動運転走行が可能となっている。今後はこの車両と道路が協調したエリアを拡大する意向であり、更なる技術の強化、応用場面の開拓を掲げている。また、深圳市は、2022 年 7 月、中国国内で初めて ICV に関する法律「深圳市経済特区 ICV 管理条例」を制定した。自動運転に関わる深圳市政府や自動運転車両・システム開発事業者、自動運転サービス事業者、道路側のインフラ機器製造事業者、通信事業者などの ICV 関連企業のそれぞれの役割、責任を明確にすることで、自動運転に関する試験とサービスの実装を推進している。深圳市では、ICV 関連企業数が 1,200 社を超え、2022 年 6 月に発表した「深圳市 ICV 産業クラスター育成発展行動計画（2022 年-2025 年）」によると、2021 年の ICV 関連産業の売上は既に 1,066 億元に達している。これを 2025 年までには売上高の規模を倍の 2,000 億元に引き上げることを目標に掲げている。このように中国においては、ICV に関連した産業を誘致するために地方政府レベルでも積極的に環境の整備が行われている。

Baidu は、インフラと協調した自動運転を推進する

また、中国においては、多くの企業がインフラと協調した自動運転を推進している。中でも中 Baidu は、2017 年に自動運転システムのオープンソースプラットフォーム「Apollo」をリリースし、自動運転事業に参入した。現在、北京市、重慶市、武漢市においてレベル 4 自動運転によるタクシーサービスを有償で開始しており、そのほか中国国内の複数都市において、現在はセーフティドライバーが同乗した自動運転によるタクシーサービスを有償で展開している。また、自社で「アポロパーク」と呼ばれるインフラ協調の走行テスト拠点を北京市、広州市、上海市に建設している。2022 年 12 月には、清華大学や業界団体などと共同でインフラ協調に向けたロードマップ「自動運転に向けた道路連携の要素技術と展望 2.0」を発刊し、その中で、車両と道路が連携した自動運転は、より安全なレベル 4 自動運転を実現すると述べている。

⁵ 中国における行政機関。電気通信分野における政策立案と規制監督のほか、工業部門全体の発展計画や産業政策の策定、及びその実施・監督管理を所掌している。

(3)日本の動向

自動運転を世界
最先端の技術か
ら本格的な社会
実装へ

日本政府は 2014 年、世界で初となる制度面も含む ITS⁶・自動運転に係る国家戦略「官民 ITS 構想・ロードマップ」を策定し、自動運転の社会実装に向けて 2021 年まで毎年更新してきた。2022 年度には、道路交通法の改正によりレベル 4 自動運転に向けた法整備が行われ、自動運転専用レーンにおけるレベル 4 自動運転のサービスも始まり、ロードマップに基づいた法整備や技術の進歩は着実に進んでいると言えよう。他方で、導入状況に目を向けると実証のための実証止まりとなっているケースが散見され、今後は需要との一体的な検討の必要があるとし、政府は、2022 年度に人々の暮らし(需要)視点から見た社会実装に向けた「デジタルを活用した交通社会の未来」を策定し、本格的な社会課題の解決や実装へと動き出している。また、現在は、自動運転はもとよりロボットやドローン等をトータルモビリティとして捉え、移動需要起点のモビリティ政策を検討する必要があるとし、デジタル田園都市国家構想⁷とも連携しながら新たなモビリティ・ロードマップの策定を検討している。

混在空間になる
につれインフラと
の協調が重要

また、政府は、自動運転の走行環境を 5 つの基本類型に整理し、走行環境と必要な技術レベル、環境整備を総合的に検討し、閉鎖空間では自律型の自動運転の実装を目指している。他方で、混在空間のように自動運転サービスの実装が難しい環境であっても、地域住民の協力や合意形成、インフラと連携することで自動運転サービスの早期化及びエリア拡大が実現する可能性があるとしている(【図表 6】)。

様々な走行環境
における実証も
行っている

経済産業省と国土交通省が主体となって「RoAD to the L4」と称する自動運転を用いた移動・物流サービスの研究開発・社会実装プロジェクトも行われている。多様なエリア・多様な車両で自動運転を実現するため、4 つのテーマを設け、限定空間や混在空間などの走行環境ごとに自律型や協調型の自動運転、隊列走行といった実証に取り組んでいる他、プロジェクトを通して人材の確保や育成、社会受容性の醸成などにも取り組んでいる。また、2023 年 10 月には、自動運転移動サービスの実現に向けた環境整備のため、RoAD to the L4 プロジェクトの下に、国土交通省などと連携した組織「レベル 4 モビリティ・アクセラレーション・コミッティ」を立ち上げた(【図表 7】)。

【図表 6】 走行環境の 5 つの基本類型



(出所) 経済産業省公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 7】 RoAD to the L4 プロジェクト

テーマ1	限定空間	・ 廃線跡を利用した遠隔監視のみの自動運転サービス(レベル4)
テーマ2	限定空間	・ 磁気マーカーを敷設したBRT専用道路区間における自動運転バスの運行
テーマ3	自動車専用空間	・ 高速道路における隊列走行を含む高性能トラックの実用化
テーマ4	混在空間	・ 混在空間でレベル4実現のためのインフラ協調や車車間・歩車間通信連携

(出所) 経済産業省公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2025 年度までに
自動運転サービ
スを 50 カ所で実
現する

そのほか、政府は自動走行ビジネス検討会の中で、地域限定型の無人自動運転移動サービスについて、2025 年度を目途に 50 カ所程度、2027 年度までには 100 カ所以上の地域で実現することを目途としており、「自動運転移動サービスの導入・普及による社会課題の解決」及び「国際的な競争力確保」につなげるとしている。

レベル4は解禁さ
れるも、本格的な
サービスは開始
されていない

1 章で述べたように、2023 年 4 月、国内でもレベル 4 の自動運転車両の公道走行が解禁となった。解禁に伴い、同年 5 月には、福井県永平寺町において、国内で初めてとなるレベル 4 自動運転車両を用いた有償での自動運転サービスが開始されている。しかしながら、廃線跡地を利用した歩行者専用道路(限定空間)において電磁誘導線が敷設

⁶ Intelligent Transport Systems(高度道路交通システム)、最先端の情報通信技術を用いて人と道路と車両とを情報でネットワークすることにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築する交通システム。
⁷ 2021 年から始動した構想。デジタル技術の活用により、地域の個性を活かしながら、地方の社会課題の解決や魅力向上のブレイクスルーを実現し、地方活性化を加速することを目的としている。

されているルートゴルフカートが低速走行する自動運転サービスであり、米国や中国で実装されているような混在空間におけるタクシーサービスのような自動運転サービスについては、未だ実装はされていない。

5. 自動運転の非技術的課題・論点

技術的な課題のみならず非技術的な課題も存在

前述のとおり、自動運転には技術的な課題が山積していることに加えて、社会に受け入れられるための風土の醸成や事業性、法律などといった社会的な課題や論点も存在しており、これらの課題が解消されない限り、自動運転が社会に実装されることは難しいと考える。以下に、非技術的な課題を①社会受容性、②経済性、③責任の3つに分けて整理する(【図表8】)。

【図表8】3つの非技術的な課題

3つの非技術的な課題	① 社会受容性	- 仮に事故を起こした場合に、社会は必要以上に自動運転を否定し、受け入れを拒否する可能性を孕んでいる - 新しい技術は、事故情報などの少数の影響力の高い情報に左右され、社会の態度は変容する
	② 経済性	- 実装する国によっては監視員などの新たな人員が必要になる他、通信費なども発生する。また、車両の価格も従来比高価となる - 代替する既存サービスの人件費が新たな収益の源泉になるが、コストが人件費対比で安価でない限り自動運転車両を活用する経済的なメリットは享受できない
	③ 責任	- 事故が発生した場合、責任の帰属先は運行供与者もしくはシステムの開発者となる。ただ、現状、判例がなく、明確になっていない - 民事上の賠償責任は迅速に救済されるが、その後の保険会社からの求償権行使については、保険会社に立証責任があるが、システムが複雑であるため、立証が困難

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

①社会受容性：自動運転を許容する風土の醸成が必要がある

自動運転における社会受容性とは、自動運転を社会に実装する際の賛否意識である。自動運転車両は交通ルールを機械的に遵守するため、時には交通の円滑性を妨げるおそれがある。また、自動運転であっても事故リスクを完全にはゼロにできず、仮に事故を起こした場合に社会は必要以上に自動運転を否定し、受け入れを拒否する可能性を孕んでいる。新しい技術は、事故情報などの少数の影響力の高い情報に左右され、社会の態度は変容する。受容されるためには、より高い安全性を確保し、技術的な信頼を得る一方で、利便性や快適性といった便益について、情報発信や教育活動などを通して国民の認知・理解度を向上させ、自動運転を許容する風土の醸成が求められる。

②経済性：自動運転を活用する経済的なメリットが必要だが、事業性やビジネスモデルを模索していく必要がある

経済性の点では、自動運転車両はドライバーが不要となることから、自動運転タクシーサービスなどを想定した場合、その分の人件費が新たな収益の源泉になるが、実装する国によっては車両の監視員などの新たな人員が必要になる他、ネットワークと通信するための通信費などのコストも発生する。また、高精度地図と複数のセンシング装備を車両に搭載することが主流となっていることから、車両の価格はその分高価となる。これらのコストが人件費対比で安価でない限り自動運転車両を活用する経済的なメリットは享受できず、従来の交通機関を維持した方が合理的な可能性がある。その点、自動運転サービスを経済性も含めて成立させるためには、タクシーの需要がより多い都市部での提供が適しているだろう。

③責任：刑事、民事含めた責任関係を明確にする必要がある

責任の観点では、自動運転車両は運転手が存在しないため、事故が生じた場合、責任の帰属先は運行供与者もしくはシステムの不具合であればシステム開発者に帰属することが考えうる。ただし、現状、社会実装がされておらず判例がなく、インフラ側から提供された情報による誤認である場合の責任はどこに帰属するかといった課題がある。また、民事上の賠償責任については、自動車損害賠償保障法により被害者は迅速に救済されるが、その後、保険会社からの求償権行使については、被害者(この場合、保険会社)に立証責任がある。自動運転システムは複雑で保険会社による立証は困難であるとの課題があり、自動運転に関わる人の責任関係が明確にならない限り、自動運転車両が

普及することは難しいであろう。

インフラとの協調型には特有の論点が存在

インフラと協調した自動運転の実現に向けては、運用面において特有の論点が存在している。インフラとの協調は、車両のみでなく道路側の整備も必要になるため、構成要素が多く、個社単独での実装は困難であり、行政や複数の業種を横断したチームアップが必要になる。また、インフラの整備や維持・管理には追加の費用が発生し、その費用は誰が負担するかといった点や、得られたデータの利活用方法なども検討していく必要がある。そのほか、インフラと協調した自動運転車両が事故を引き起こした際、責任の帰属がインフラ側からの情報にあるのか、車両側の認識・判断にミスがあるのか、立証する必要が出てくる。インフラ側の整備事業者からすると、責任が発生するリスクは参入への障壁となるであろう（【図表 9】）。

【図表 9】協調型特有の論点

協調型特有の論点	① チームアップ	✓ 協調型は構成要素が多く、個社単独での実装は不可能
	② インフラ整備	✓ インフラの整備や維持・管理などの費用負担は誰がするのか
	③ データの利活用方法	✓ 得られたデータは誰のものか、どのように活用していくか
	④ 責任の帰属	✓ 事故を引き起こした際に責任の帰属先はどこにあるか

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

6. 日本の自動運転産業のグローバルにおける競争力強化に向けた戦略方向性

政府は、技術開発、環境整備、社会受容性向上の取り組みを基に事業化加速を目指す

日本政府は、無人自動運転移動サービスを本格的に普及させるためには、技術開発、環境整備、社会受容性の向上の総合的な取り組みを基に事業化につなげていくことが重要としている。そのために、まずは、2025 年を目途に自動運転サービスを 50 カ所実装する目標を実現し、課題解決に資するようなノウハウ・成果を生み出すことで、事業化に向けたコストダウンを図り、事業化の加速を目指している。

国内においては、自動運転サービスの普及には時間を要する可能性

現状国内では、人手不足や交通弱者解消の観点から地方部における公共交通機関の代替手段としての自動運転の取り組みが主となっている。他方で、地方部では乗客が少なく運賃収入だけでは事業が成り立たないことも想定される。加えて自動運転は都市部の混在空間になるほどより高度な技術が求められることから、地方部での取り組みで得たノウハウをそのまま都市部での実装に活用できるかといった点も懸念される。レベル 4 の自動運転を活用したサービスは、国内でもすでに開始されているものの、現状、福井県永平寺町の 1 カ所のみであり、混在空間ではなく限定空間での電磁誘導線が敷設されているルートをゴルフカートが低速走行する自動運転である。特殊な環境下での走行であり、車両やシステムを都市部に援用することは現実的ではなく、利用料金も乗客数が限られるため、運賃収入だけで成り立たないことを前提としており、レベル 4 自動運転サービスの本格運行による地域の魅力向上などの波及効果を期待して大人 100 円/回と低廉に設定されていることから、事業性の成立も含めた観点では、普及にはまだ時間を要する可能性がある。

米国、中国は技術に加え、事業採算面でも先行

その点、米国と中国においては、ここまで述べてきた通り、すでに都市部での有償自動運転サービスが開始されており、走行環境整備や研究開発といった技術面のみならず事業採算性の確立に向けたアプローチの点でも先行している状況にある。

自動車産業は日本の基幹産業であり、海外に後塵を拝さないための戦略方向性を論じる

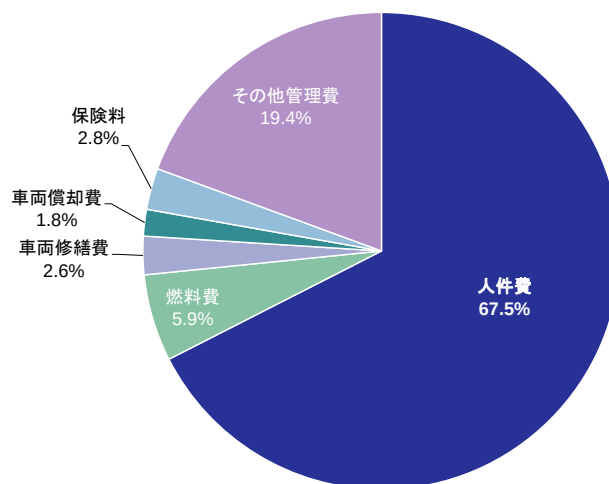
自動車産業は、日本における基幹産業として、グローバルベースで高い存在感を示してきた。他方で、「CASE」と称される自動車業界全体に変革をもたらす技術トレンドによって現在の事業環境は大きく変化していき、自動車産業の競争力や付加価値は、従来の「完成車」としてのモノの競争力や付加価値から、「モビリティ」として多数の産業を跨いだサービスの領域まで拡大していく。自動運転分野においても、自動運転車両や自動

運転システム、関連インフラ機器といったモノの競争力や付加価値のみでなく、車室空間の設計や自動運転サービスまで含んだ領域まで競争力や付加価値は拡大している。そのような状況の中、日本企業は、先行する米中勢と比較すると表立った動きがみられず、このままでは自動車業界全体の変革という潮流の中で取り残され、将来において、海外の自動運転関連産業が国内市場を侵食し、既存の自動車産業のプレゼンスを奪われるおそれが出てくる。そこで、本章では、自動運転車両や自動運転システム、関連インフラ機器や自動運転サービスといった自動運転関連産業が、グローバルで競争力を発揮するための戦略方向性について論じていきたい。

始めに、国内での自動運転サービスの想定市場規模について考察する

始めに、国内での自動運転サービスの想定市場規模について考察する。ロボタクシーのような商用目的で利用される自動運転車両による自動運転サービスを想定した場合、既存のタクシー事業を代替する可能性があるため、想定される市場規模は、既存のタクシー事業の市場規模をベンチマークと想定する。国内のタクシー事業の市場規模は、コロナ禍前の2019年度時点で約1兆5,000億円と言われている。また、そのうちタクシー事業者の利益率は1%で残りの99%が費用となっているが、費用のうち、約7割(約1兆円)を人件費が占める(【図表10】)。こうしたタクシー事業の収益構造をベースにロボタクシー事業を想定すると、ドライバーが不要となることで、人件費として計上していた約1兆円を人件費以外の項目に費用捻出することが可能となる。他方で、ロボタクシーとなることで、新たなコストも生じる。自動運転車両については、従来使用されている車両対比で高価となり、自動運転システムについても新たなコストとなる。その他、通信費など新たなコストも生じ、人件費として計上していた費用はこれらのコストに転換される。ただし、車両やシステムのコストは、それらの開発事業者からすると、新たなビジネスの機会となる。自動運転車両については、より付加価値のある車両を販売する機会が生まれ、自動運転システムについても、収益の機会が生まれることとなる。また、ロボタクシー事業者については、自動運転車両や自動運転システムのコストが量産や技術開発によって低減することで、既存のタクシー事業と比べ利益率が向上する可能性もある。併せて、インフラ協調型の自動運転実装に必要となる道路側のセンサー類については、議論として残るが、インフラと協調する際は、道路側にセンサー類の整備が必要となり、センサー類から得られるデータの利活用も含め、上記とは別の、新たな市場機会として捉えられる可能性がある。

【図表 10】 タクシー事業の原価構成



(出所)一般社団法人全国ハイヤー・タクシー連合会公表資料より、みずほ銀行産業調査部作成

次に、自動運転関連産業の海外への展開可能性について考察する

次に、自動運転関連産業の海外への展開可能性について考察する。自動運転関連産業で想定される事業レイヤーは、ロボタクシーサービスを実際に運営する「サービスオペレーション」、サービスに使用する車両を製造する「自動運転車両開発」、車両を自動運転化するための「自動運転システム」、インフラと協調する際に必要となる通信機器などの「インフラ機器販売」などが挙げられる(【図表11】)。

【図表 11】自動運転関連産業における日本企業の海外への展開可能性

自動運転関連産業		日本企業の海外への展開可能性	
自動運転車両	サービスオペレーション	△	- 従来のタクシー事業とは異なり、新たなオペレーションの構築とノウハウが必要 - 乗客と車両をマッチングする配車サービスに近いような形態を取ることで、グローバルに展開できる素地はある
	車両開発	○	- 自動運転システムとのチューニングが必要となるものの、車両は既存の完成車OEMの市販車両を利用可能 - 現状でも日本企業がグローバルに展開している分野
	システム開発	△	- 車両と同様に汎用性が高く、グローバルに展開可能 - 他方で、日本の自動運転開発スタートアップは、海外へのリーチが限定的であり、米中企業は大規模な資金調達や政府支援等を受けながら先行している状況
	インフラ機器開発・販売・販売	△	- 国によって自動運転のアプローチが異なるため、地域ニーズに合わせた展開が必要 - 政府が関与する可能性もあることから、民間企業単体での海外展開は困難である可能性も

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

サービスオペレーションは、グローバルに展開する素地がある

サービスオペレーションについては、現状のタクシー事業は各エリアのローカル事業者が運営している状況であるが、ロボタクシー事業が代替する場合、自動運転車両のメンテナンスや監視、緊急時の対応などを担う人員を新たに配置する必要がある等、従来のタクシー事業とは異なるオペレーションノウハウが求められる。そのため、従来のタクシー従業員がロボタクシー事業のオペレーションに従事する場合には、リスクリングが求められ、新たな業務や人員を勘案したオペレーションを構築する必要がある。他方で、Uberのように配車サービス事業者の中には、現在でもグローバルに展開する企業が存在する。車両のメンテナンス等の担い手の確保の論点は存在するが、ロボタクシー事業のオペレーションもアプリケーションを活用し、乗客と車両をマッチングする配車サービスに近いような形態を取ることでグローバルに展開可能な素地があるといえよう。

GM は、グローバルでのサービス展開を視野に

実際に GM は、2021 年にドバイの道路交通局と自動運転車両による移動サービスの提供で合意したことを発表した他、日本でもホンダと実証を開始しており、米国でのノウハウを基にグローバルでのロボタクシー事業のオペレーションも含めたサービス展開を視野に入れ、事業のスケールを目指している。

自動運転車両は、すでに日本企業がグローバルに展開している分野

自動運転車両開発については、地域や車両の形状毎に自動運転システムとのチューニングが必要となるが、グローバルへの展開が可能であり、現在でも既存の完成車 OEM の市販車両を活用しながら各国地域で実証が行われている。他方で、今後は、ホンダ・GM・Cruise の 3 社で共同開発した「クルーズ・オリジン」のように自動運転専用車両の開発も進展していくと見込まれるが、自動車製造分野は、現状でも日本企業がグローバルに展開をしている分野であり、かねてより日系完成車 OEM が発揮してきた車両開発技術とノウハウを活用することで、自動運転にふさわしい形状や機能を持った車両を開発し、グローバルに展開できる可能性を秘めている。

自動運転システムも、汎用性が高いが、自動運転開発スタートアップは、海外へのリーチが限定的

自動運転システム開発についても、車両と同様に汎用性が高く、グローバルに展開しやすい領域だと考える。ただし、この分野については、独自開発を進める日系完成車 OEM はグローバルにフットプリントがあるものの、同様に開発を進める日本の自動運転開発スタートアップは、海外へのリーチが限定的な状況にある。加えて、米中の自動運転システム開発企業はこれまでに大規模な資金調達や政府支援等を受けながら先行している状況にある。

インフラ機器については、民間企業単体での展開は困難か

インフラ機器販売については、国によって自律型であるか、協調型であるかの自動運転のアプローチが異なるため、地域ニーズにあわせた展開が求められる。またインフラ整備という特性上、政府が大きく関与しながら整備を進めていくことも考えられ、日本企業のインフラ機器を利用してもらうためには、導入の合意や契約、関税などの政府間での対話や交渉が必要となる場合もあることから、日本政府の介入が必要となり、民間企業が単体で海外に展開していくことには困難さがあると考えられる。

競争力を得るための 2 つの戦略方向性を論じる

このように、ロボタクシーサービスを想定した自動運転産業の将来性は国内需要のみならず、海外への展開可能性も含めて大きいものの、事業領域によってグローバルに展開することの課題も存在する。そこで、日本の自動運転産業がグローバルにおいて競争力を得るための 2 つの戦略方向性について論じていきたい。

戦略方向性①：海外プレイヤーと手を組んで実証を行う

1 つ目は、先行する米国や中国において、日本企業が現地企業と提携しながら当地での実証を重ねることで、技術力を確保することである。その上で、日本企業の技術を広く海外に広げていくとともに、その技術を国内にも還元し、国内における自動運転の社会実装を加速させていくことが有用であると考ええる。この戦略方向性の観点で日系完成車 OEM 各社の戦略を見てみよう。

海外で実証を始めたトヨタと日産

トヨタと日産は、自動運転開発・実証で先行している国のプレイヤーと組んで現地での実証を進めている。トヨタは、自動運転システム開発を行う複数の海外企業に投資を行い、米国においては May Mobility 等と、中国においては Pony.ai 等と提携し、トヨタ車両を活用した自動運転サービスの実証を進めている。また、日産も中国の自動運転システム開発企業の WeRide と提携し、日産車両を活用して蘇州で自動運転タクシー事業の実証を開始している。トヨタと日産の両社に共通しているのは、自動運転システムは他社の力を活用しつつも、完成車 OEM がこれまで培ってきた車両製造の強みを核として実証を進めている点である。

安全性や持続性に重きを置いたトヨタの自動運転技術開発

なお、トヨタの自動運転技術開発は、安全性に重きを置いている。自動運転システムは、ショーファーとガーディアンと呼ばれる二つのアプローチで構築しており、ショーファーは、車両が人間による監視や緊急時の操作がなくても自律走行できるようになることを目指し、自社の車両に他社の自動運転システムを活用することも視野に入れて設計されている。ガーディアンは、トヨタや他社によって開発されたショーファー型システムのバックアップとして機能し、安全性の向上や冗長性を持たせるようなシステムである。トヨタは、ガーディアンが組み込まれた安全性の高い車両を、他社の自動運転システムも組み込みながら社会実装していくアプローチと見受けられる。

海外プレイヤーと提携して国内で実証を始めたホンダ

ホンダは、海外で先行開発した自動運転技術をいち早く日本に実装しようとしている。ホンダは、2018 年に GM、Cruise と無人ライドシェアサービス用車両の開発で協業することを発表し、2021 年 9 月には、栃木県宇都宮市内において 3 社で共同開発した「クルーズ・オリジン」を用いて自動運転サービスの実現に向けた実証を開始した。また、2022 年 4 月にはタクシー事業を行う帝都自動車交通株式会社ならびに国際自動車株式会社とサービス設計や各社の役割、責任分担の在り方などについて検討するための基本合意書を締結したことを発表した。2023 年 10 月にはホンダ・GM・Cruise の 3 社で自動運転サービスを提供する合弁会社の設立に向けた基本合意書を締結したことを発表した。合弁会社は、2024 年前半の設立を目指しており、2026 年初頭に、東京都心部における自動運転サービスの開始を目指している。

戦略方向性②：都市部での実証

2 つ目の戦略方向性は、国内においても米国や中国と同様に、都市部で実証を本格的に開始し、早期に自動運転サービスを実装することである。

公共交通の維持ができていない地方部では、収益化は困難

国内の現状は、前述のとおり、公共交通網の維持が困難となりつつある地方部での実証・実装が中心となっている。鉄道やバスといった公共交通網の維持が困難な地域というのは、移動需要が少なく、サービスによる収益化が難しい地域であり、2023 年度においては、国土交通省の地域公共交通確保維持改善事業により約 200 億円の補助金が投じられており、現状でも行政からの支援に頼らざるを得ない状況にある。そのため、たとえ自動運転車両を導入したとしても、人手不足により十分な交通サービスが提供でき

ていない状況は解消されるものの、交通サービスに対する需要が増加するわけではない。現状、車両価格が数千万円とも言われる自動運転車両を導入することで、交通サービスの収益性は従来以上に厳しくなるおそれもあり、将来的には、量産や技術開発によって車両価格は低減していくと見込まれるが、移動需要が増加しない限り、行政からの支援に頼らざるを得ない状況は変わらない可能性が高い。

GM は、自動運転を新たな収益機会と捉え、都市部をターゲットにしている

この点、米国や中国では、すでに都市部においてレベル 4 自動運転によるタクシーサービスを有償で開始しており、事業性の成立も見据えた自動運転の実装段階へと進んでいる。GM は、車両を製造して売るといった伝統的なビジネスによる収益機会に加え、自動運転サービスを新たな収益機会として捉え、都市部でのサービスの展開を開始している。自動運転サービスでは、これまで、有人サービスのために、運転手に支払っていた経費相当分を取り込むことが可能となる一方で、車両は高精度地図やセンシング装備の搭載により従来と比べ高価となるため、ソフトウェアの性能向上や内製化、量産化を通じて車両コストを低減することで、現行の移動サービス比で安価なコスト構造の成立を目指している。タクシー事業のサービス展開エリアにおいて自動運転車両サービスの提供価格が有人配車サービスの乗車料金を下回れば、サービスインが可能となるとの考えのもと、配車サービスのビジネスが定着しており、なおかつ乗車運賃の高いサンフランシスコといった都市部をターゲットに、実証を進めている。

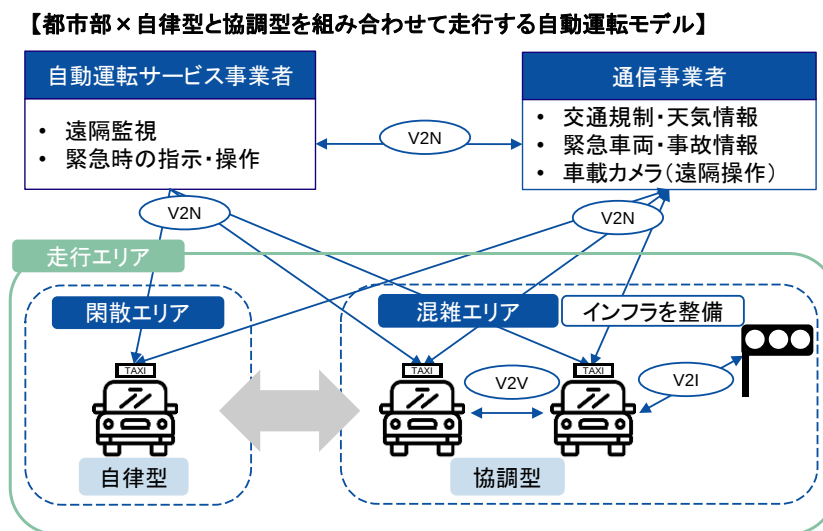
中国は関連インフラも含めて、国際市場への展望が見て取れる

中国もまた、インフラ協調を基軸とした ICV を重点産業とし、中央・地方政府が積極的に関与しながら都市部での社会実装を進め、協調型の自動運転に必要な車両のみでなくインフラ側の機器やクラウドサービスなどの周辺分野も含めた輸出も視野に入れていると推察する。周辺分野の取り組みとして、中 HUAWEI は、車載のコンポーネントに加えインフラ側のロードサイドユニットなど幅広く展開しており、中国国内において協調型の自動運転の実証に参画している。また中 Baidu も自社で自動運転システムの開発やサービス実装を行っているが、それとともにスマート信号システムの開発等、インフラ協調ならではのマネタイズポイントの確立を図っている。

自律型と協調型を組み合わせる走行する自動運転の導入が肝要である

このように、日本の自動運転産業のグローバルにおける競争力強化のためには、国内においても米国や中国と同様に都市部で実証を本格的に開始し、技術や事業性といった実装への経験値を積み重ね、早期に自動運転サービスを実装する必要があると考える。その際、都市部の走行地域の中でもエリアによって人流や交通量などの過多は存在していることから、必ずしも全域にインフラの整備をする必要はなく、より高度な認知と判断が求められるエリアのみ、インフラと協調し、認知部分を補完するような、自律型と協調型を組み合わせた日本独自の自動運転モデルの導入を進めることが肝要と考える（【図表 12】）。

【図表 12】自律型と協調型を組み合わせた自動運転モデル



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

自律型と協調型の利点を組み合わせた柔軟なモデルの導入が、都市部における実装の近道となる

差別化を図ることで、パッケージ化して展開できる可能性や改めてプレゼンスを示すことに繋がる

政府と民間に求められる対応

安全・安心に関する意識の高い日本においては、安全性の面で信頼を得ることは重要な要素である。他方で、中国のように走行地域の全面にインフラを整備していくことは大きな投資が必要となる。自律型と協調型の組み合わせは、自律型単独での実装と比べ、インフラ側の整備を必要とする分、コストの増加や構成要素が増えることで業種を横断したチームアップが必要になるが、自律型単独で走行するよりも安全性は高くなる。また、インフラを整備する範囲を、走行地域の全面ではなく、より高度な認知と判断が求められるエリアに限定することで、必要最小限の投資で済む。それに加えて、組み合わせることで、走行地域の道路交通事情に柔軟に対応することも可能になる。車両製造分野は従来から日本の強みであるが、自動運転システムなどの技術開発や社会実装で先行している米中に追いつくためには、自律型と協調型の利点を組み合わせた柔軟なモデルを導入することが必要であり、それが都市部における実装の近道となるであろう。

また、日本独自の自律型と協調型を組み合わせたパッケージモデルを導入し、海外の取り組みとの差別化を図ることで、サービスオペレーションや自動運転システム、加えて単体では海外展開の難しい関連インフラ機器等を海外に展開できる機会を創出できる可能性もあり、日本の自動車産業のグローバルにおけるプレゼンスを改めて示すことにも繋がり得る。

ただし、国内において都市部での実証を進めるにあたっては、政府と民間それぞれに求められる対応があると考え（【図表 13】）。

【図表 13】政府と民間に求められる打ち手

政府に求められる対応	①資金支援	- 研究開発を促進するための補助金の設計 - 本格的な普及が始まる際、初期は車両が高価なことが予想されるため、車両購入に対する補助金も必要に
	②受け入れの風土作り	- 地域住民に対して自動運転のリスクを説明しつつ、技術的な信頼や利便性を伝え、社会受容性の醸成を図る必要性 責任の帰属先や車両登録時の安全基準を明確にし、事業者の参入ハードルを下げるような枠組み作り
	③走行環境の整備	高精度地図や通信基盤といったインフラの整備に対して、協調領域として政府が費用を負担し、走行環境を整備することも一案
民間に求められる対応	①異業種間連携	- 自動運転サービスの実装には、タクシー業などの既存の移動サービスのオペレーションノウハウが不可欠 - 完成車OEMやIT企業などの自動運転に関連する企業と、既存の移動サービス事業者を交えた異業種間でのパートナーシップを構築し、サービスの実装を進めていくことが重要
	②エコシステムの構築	- 海外企業は、数千億円以上の資金調達を背景に開発を進める一方で、国内企業の開発投資は数百億円規模にとどまり、その規模には大きな差が存在 - 先行する海外企業に対して競争力を確保するためには、自動運転事業の将来性を見越した大規模な資金調達が可能となるエコシステムの形成が必要

（出所）みずほ銀行産業調査部作成

政府に求められる対応

政府に求められる対応は、①資金支援、②受け入れの風土作り、③走行環境の整備が挙げられる。①資金支援については、現状、国内でレベル4の車両は上市されていないため、研究開発を促進するための補助金などの支援が必要と考える。また、開発が進み本格的な普及が始まる際、初期は車両が高価なことが予想されるため、購入に対する補助金も必要となろう。②受け入れの風土作りについては、地域住民に対して自動運転によるリスクの存在を説明しつつ、技術的な信頼や得られる利便性を伝えることで、社会受容性を醸成し、事故発生時の責任関係や車両登録時の安全基準などを明確にすることで、事業者の参入ハードルを下げるような枠組みを作ることが挙げられる。③走行環境の整備については、高精度地図や通信基盤といったインフラの整備に対して、協調領域として政府または行政が費用を負担し、積極的に走行環境を整備することが挙げられる。

民間に求められる対応

一方、民間に求められる対応は、①異業種間の連携による自動運転サービス事業への参入、②エコシステムの構築、が挙げられる。①については、自動運転サービスを新たな事業機会と捉える完成車 OEM や IT 企業などの自動運転に関連する企業が参入を進

めるが、サービスオペレーションを行う場合は、タクシー業などの既存の移動サービスのオペレーションや法規制対応といった運営ノウハウが不可欠となる。そのため、必要に応じて異業種間でのパートナーシップを構築し、実装を進めていくことが重要である。また、②エコシステムの構築については、現状、Cruise や Waymo は、調達した数千億円以上の資金力を背景に、自動運転技術の開発を行っている。他方で、国内における開発投資は数百億円規模にとどまり、その規模には大きな差が存在する。先行する海外企業に対して競争力を確保するためには自動運転事業の将来性を見越した、大規模な資金調達が可能となるエコシステムの形成も必要となろう。その際、事業の採算性や成長性をみる上では、やはり、より事業性が有望視される都市部での取り組みが必要となると考える。

国内でも都市部の実証が広がることに期待

前述の通り、ホンダは、GM と Cruise の 3 社で 2026 年初頭には東京都心でのサービス開始を目指している。そのために最も複雑な交通環境である都心で実証をすることで安全性を確保するとともに、まずはビジネスモデルなどを含めてサービスを確立し、その後地方への展開を進めるとの考えである。米国や中国を見ても自動運転走行に必要な技術は、高難度であるが、その分高い経験値を得ることができ、事業性が確保できるような都市部での実装を進めている。国内においては、自動運転が社会課題解決に資する手法として注目されているが、改めて自動運転サービスを新たなビジネスの機会として捉えることも必要だと考える。そのためには、事業性の成立を考慮する必要があり、都市部において実証・実装することが肝要である。今後、国内においても都市部での取り組みが広がることに期待する。

7. おわりに

課題は一足飛びに解決できるものではないが、日本のグローバルでのリーダーシップ発揮に期待する

自動運転は、自動車業界に変革をもたらす技術トレンドであり、様々な社会課題の解消や新たなビジネス機会を生み出す大きな可能性を秘めている技術である。しかしながら自動運転を活用したサービスの普及には技術的にも社会的にも課題は山積している状況であり、一足飛びに解決できるものではない。官民が一体となって推進することが必要不可欠であり、日本の基幹産業である自動車産業がグローバルでの競争力を引き続き維持し、自動運転技術の開発・実用化において世界的なリーダーシップを発揮できることに期待する。

みずほ銀行産業調査部

自動車・機械チーム 齋藤 裕貴

豊福 亘

秋山 紀子

hiroki.d.saitou@mizuho-bk.co.jp

【主要参考文献等】

1. 論文・調査報告書等

- 公益社団法人自動車技術会 「高精度地図を用いた自動運転車の走行軌道生成」(2022)
(https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsaeronbun/53/5/53_20224538/_pdf-char/ja)
- 公益社団法人日本交通政策研究会 「レベル 5 の完全自動運転の賠償責任の帰属に関する研究」(2022)
(<https://www.nikkoken.or.jp/pdf/project/2018/A-774.pdf>)
- 国立国会図書館 調査及び立法考査局 「自動運転における AI 活用の課題」(2018)
(https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_11056215_po_20180354.pdf?contentNo=1)
- 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「中国の自動運転・コネクテッドカーの関連政策について」(2020)
(<https://www.nedo.go.jp/content/100922174.pdf>)
- 日本学術会議 自動運転の社会実装と次世代モビリティによる社会デザイン検討委員会「見解 自動運転における倫理・法律・社会的課題」(2023)
(<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-25-k230526.pdf>)
- 経済産業省委託調査「平成 30 年度高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業(自動走行が活用されるモビリティサービスの海外動向・国内事業性の調査)」(2019)
(https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000677.pdf)
- 内閣府 「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第二期/自動運転(システムとサービスの拡張)最終報告書」(2022)
(https://www.sip-adus.go.jp/file/rd05/rd-result_all.pdf)

2. 会議体関連資料

- 経済産業省 「自動走行ビジネス検討会」資料
(https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/jido_soko/index.html)
- 国土交通省 「自動運転における損害賠償責任に関する研究会」資料
(https://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_tk2_000048.html)

[アンケートに
ご協力お願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus／217 2023 No.18

2023 年 11 月 28 日発行

© 2023 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。
本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内 1-3-3 ird.info@mizuho-bk.co.jp