

第2節 自動運転をはじめとする自動化・省力化・無人化に向けた取組

自動車の分野では、日本をはじめ、世界各国において、自動車メーカーやIT企業、交通事業者、国や自治体など、官民を挙げて、自動運転の実用化に向けた取組が進められている。また、自動車以外でも、ドローンをはじめ、空港や鉄道、船舶、物流などのその他の交通分野においても、自動化や省力化・無人化に取り組まれている。

交通分野における自動化等の取組は、より高い安全性の確保のほか、効率化による生産性向上、さらには人手不足への対応など、様々な効果や影響を及ぼすものと考えられる。ここでは、自動運転をはじめとする交通分野における自動化・省力化・無人化の取組を見ていくこととする。

(1) 自動運転

自動車の分野については、CASE(C=コネクテッド、A=自動運転、S=シェアリング、E=電動化)と呼ばれる4つの技術革新や、これらの開発を支えるAIの進化により、「100年に一度の大変革期」を迎えていると言われている。ここでは、自動運転の導入に向けた官民の動きを中心に、自動車分野の動向を見ていくこととする。

① 自動運転

自動運転システムは、従来は運転者（人間）が実施していた運転タスクを自動運転システムが実施していくという点で、自動車の根本的な構造を変化させるとともに、より安全かつ円滑な運転を可能とするものであり、今後の社会に対して大きなインパクトを与える可能性がある。具体的には、従来の道路交通社会の抱える課題（交通事故の削減、交通渋滞の緩和等）を解決するとともに、移動に係る社会的課題（運転の快適性向上、高齢者の移動支援等）に対して新たな解決手段を提供する可能性がある。

また、IoTの流れの中で、各車両において収集された走行知識データの一部が、ネットワークを通じてデータ基盤に移転・蓄積され、それらのデータが人工知能（AI）の基盤データや各種ビッグデータ解析等に活用されるとともに、解析されたデータ等の一部が、再びネットワークを通じて各車両に提供され、当該車両の自動運転の判断に必要なデータ等として活用される、という相乗的な発展が想定される。

これらは今後すぐに世の中に普及する訳ではないものの、今後10～20年の間に急速に普及していくことが予想されており、近年、世界各国の自動車メーカーやIT企業などの新興企業が積極的に開発に取り組むなど、世界的に関心が急速に高まってきているところである。我が国においても、「官民ITS構想・ロードマップ2018」において、2020（令和2）年までに「世界一安全な道路交通社会」を構築するとともに、その後、自動運転システムの開発・普及及びデータ基盤の整備を図ることにより、2030年までに「世界一安全で円滑な道路交通社会」を構築・維持することを目指すこととしており、省庁横断的な研究開発プログラムであるSIP自動走行システム（内閣府）による研究開発や、自動運転に関する将来像等を検討するための自動走行ビジネス検討会（経済産業省・国土交通省）の開催、各省庁における制度面の課題の検討等に順次取り組まれている。

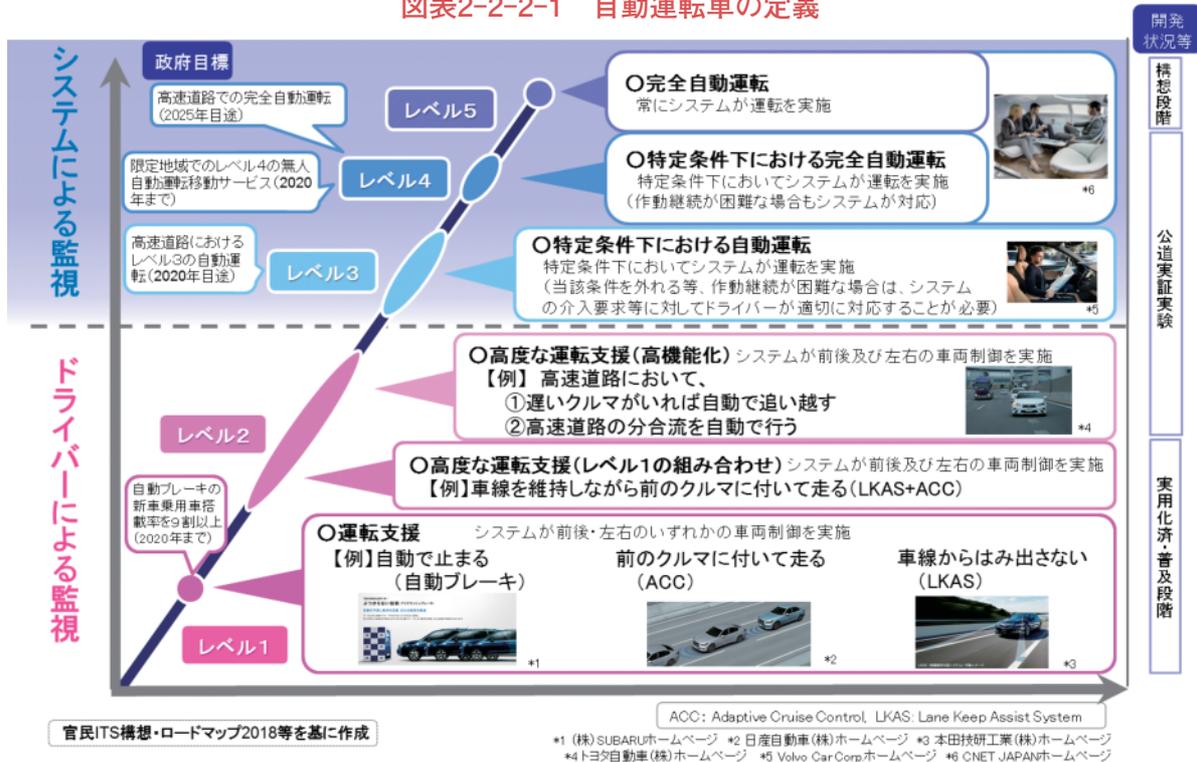
また、高齢者等の移動困難者や過疎地域等地方における移動手段的確保、ドライバー不足への対応等が喫緊の課題であることを踏まえ、これらの課題解決にあたって重要になると考えられる高度

自動運転システムの開発を、ビジネスモデルを念頭に置いた上で戦略的に取り組むことによって、世界に先駆けた自動運転システムの実現と世界的な産業競争力の強化などを達成することを目指すこととしている。具体的には、(1)自家用車における自動運転システムの更なる高度化、(2)運転者不足に対応する革新的効率的な物流サービスの実現、(3)地方、高齢者等向けの無人自動運転移動サービス実現の3項目に係る高度自動運転システム等に重点化し、これらのシステムの2025年目途の市場化・普及を見据えて取り組むこととしている。

これらを踏まえ、自動運転の実現に向けて必要なルールづくりなどの環境整備、自動運転技術の開発・普及促進に向けた取組が進められている。具体的には、自動車の自動運転の技術の実用化に対応した運転者等の義務に関する規定の整備を行う「道路交通法の一部を改正する法律案」や、自動運転車等の安全な開発・実用化・普及を図りつつ、設計・製造過程から使用過程にわたり、自動運転車等の安全性を一体的に確保するための制度を整備する「道路運送車両法の一部を改正する法律案」を2019年3月に閣議決定し、2019年5月に成立した。また、自動運転中の車が事故を起こした際の民事責任について整理し、原則として車の所有者等の運行供用者に賠償責任を負わせる方針を決めた。さらに、自動運転の早期実用化に向けて、国際基準が策定されるまでの間も、安全な自動運転車の開発・実用化を促進するため、2018年9月には、「自動運転車の安全技術ガイドライン」を策定し、レベル3、4の自動運転車が満たすべき安全性に関する要件を明確化した。また、自動運転の実現に向けて、トラック隊列走行や道の駅等を拠点とした自動運転サービスなど、各地で実証実験が行われている。

なお、自動運転の実現の段階になれば、MaaSをはじめとする新たなモビリティサービスとの相乗効果により、移動の利便性や効率性はさらに飛躍的に高まるとともに、特に、交通の担い手不足に悩む地方部において、高齢者等の有効な移動手段となることが期待される。

図表2-2-2-1 自動運転車の定義



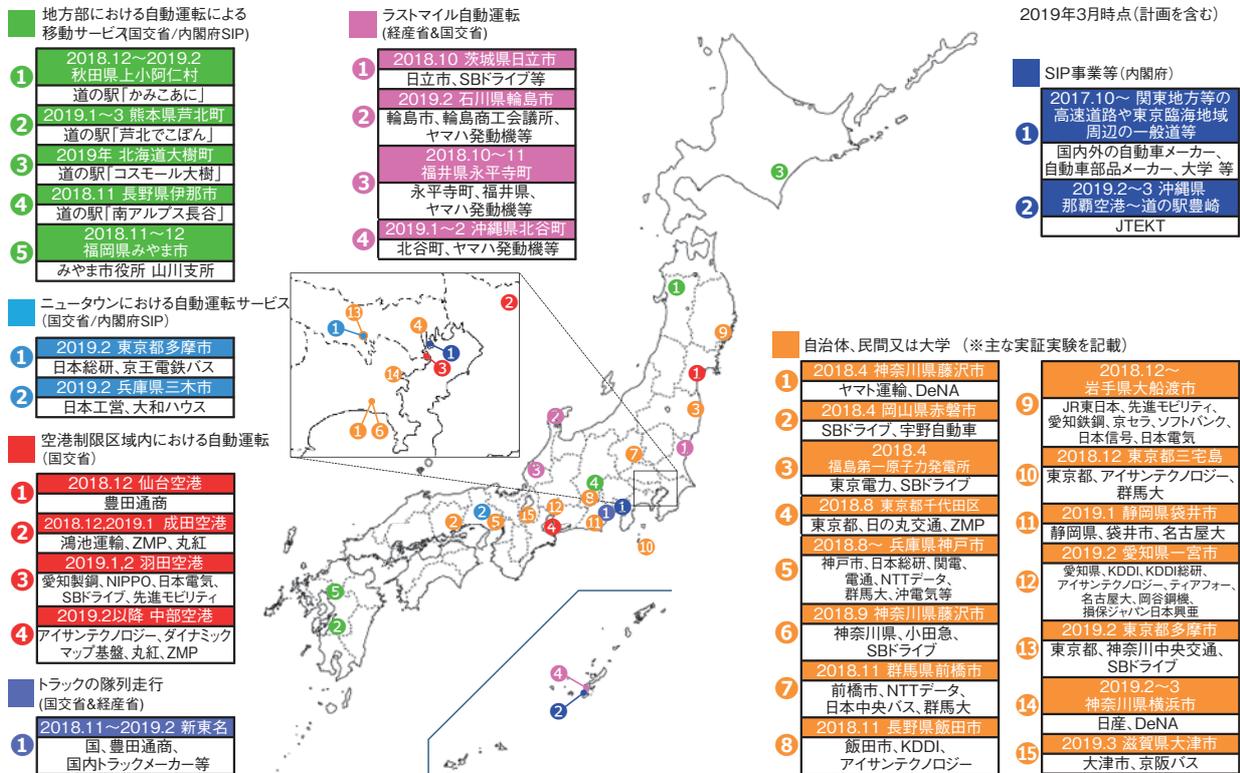
資料：国土交通省自動車局作成

図表2-2-2-2 オフィスや診療所等、多目的に活用できるモビリティサービス専用次世代電気自動車



資料：トヨタ自動車作成

図表2-2-2-3 日本における主な自動運転実証実験（2018年度以降）



資料：内閣官房作成

【事例】 我が国のバス・タクシー等の自動運転の実証実験

＜東京都千代田区・港区＞

2018年8月に、大手町フィナンシャルシティグランキューブ（東京都千代田区）と六本木ヒルズ（東京都港区）を結ぶ約5.3kmで、自動運転タクシーによる公道サービス実証が行われた。料金は片道1,500円で、都心部路線でのドライバー不足の解消等の活用策や、ICT技術を活用した配車サービスの検証が行われた。



写真提供：株式会社ZMP/日の丸交通株式会社

＜愛知県一宮市＞

2019年2月に、愛知県一宮市の一般公道において、次世代移动通信システム「5G」を活用した複数車両の遠隔監視型自動運転が行われた。2台の自動運転車（うち、1台に5Gを搭載）の運行にあたり、遠隔にいる1名の運転監視・操作者が2台を同時に監視に当たった。



資料：愛知県

【事例】 我が国のバス・タクシー等の自動運転の実証実験

＜東京都多摩市＞

2019年2月に、東京都多摩市において、高齢者等のモビリティ確保の観点から、自動運転車両を用いた実証実験が実施された。昭和40～50年代に大量に供給された郊外住宅団地（ニュータウン）における公共交通ネットワークへの自動運転サービスの社会実装に向け、交通利便性や安全確保、持続可能な運営体制など自動運転バスを用いた移動手段創出の検証、課題整理が行われた。

資料：神奈川中央交通株式会社 SBドライブ株式会社 プレスリリース



＜石川県輪島市＞

石川県輪島市では、ゴルフカートをベースとした電動小型車両を用い、ゴルフ場でも採用されている誘導線路面埋め込み型による自動運転の実証実験が行われている。本実証実験は、高齢化の進展による運転手不足対策や、ラストマイルの移動手段の確保の取組として期待されている。

出典：輪島商工会議所

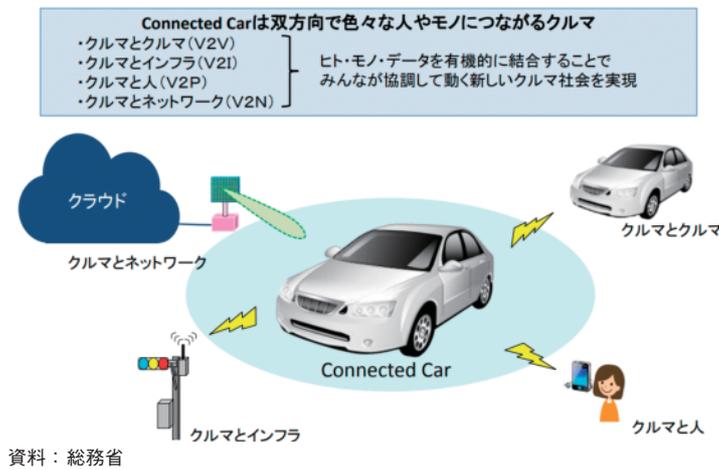


② コネクテッドカー

5Gなどの通信技術が進展するとともに、車自体も電動化が進むことで、通信と連動した各種の技術対応が可能になるとともに、個車単独では困難であった事故防止や円滑な走行が可能になることが期待されている。こうした中、コネクテッドカーと言われる、ICT端末としての機能を有する自動車の技術開発・普及拡大が進められている。コネクテッドカーでは、車両の状態や周囲の道路状況などの様々なデータをセンサーにより取得し、ネットワークを介して集積・分析することが可能となる。

具体的には、クルマとクルマ、クルマとインフラ、クルマと人、クルマとネットワークというように、ヒト・モノ・データを有機的に結合することで、遠隔からの車両操作や管理、解錠、施錠、エンジン始動を可能とすることが期待される。また、車両の走行情報に基づく交通状況を把握することが可能となるほか、車両間の通信により、急激な速度変化のない円滑な交通流を生み出すことで、交通渋滞の緩和や、迅速で時間に正確な輸送を可能とする交通環境をもたらす効果も期待されている。

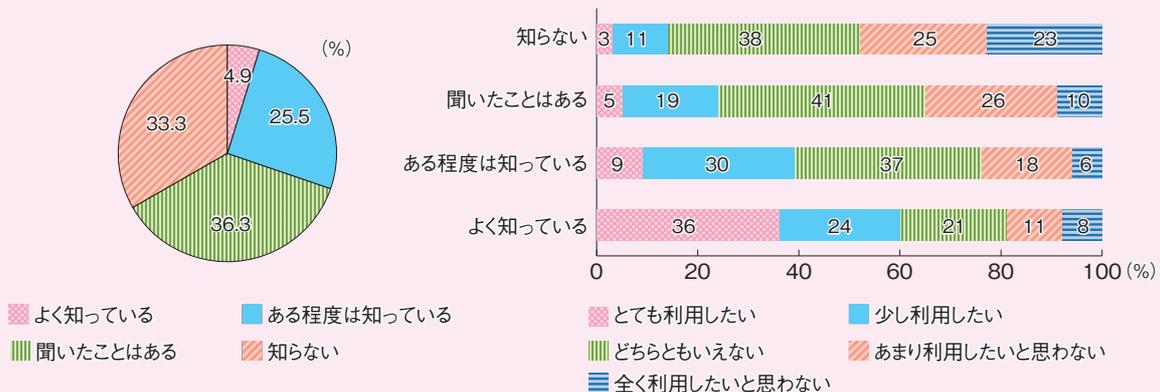
図表2-2-2-4 コネクテッドカー



【コラム】自動運転に対する期待

国土交通省が国民を対象に実施した意識調査によると、バスやタクシーの自動運転の実証実験や試験走行の認知状況について、「よく知っている」、「ある程度は知っている」又は「聞いたことがある」と回答した人は約7割となっている。自動運転についてよく知っている人ほど、自動運転の自家用車やバス、タクシーの利用ニーズも高くなっている。

○自動運転の実証実験や試験走行に対する認知状況(左図)と認知状況と利用ニーズの関係(右図)



(2) 交通分野における自動化・省力化・無人化の取組

交通分野における自動化に向けた取組は、自動車にとどまらず、陸海空のすべてのモードで行われており、ここでは、ドローンのほか、空港での自動走行、自動運航船、鉄道の自動運転などについて見ていくこととする。

また、様々な交通分野において、生産性の向上を図る観点等からの省力化や無人化の取組が行われており、ここではそれらについても見ていくこととする。

① ドローン

2015年11月の「第2回未来投資に向けた官民対話」における総理大臣指示を受け、小型無人機の更なる安全確保に向けた制度設計の方向性、利用促進、技術開発等の諸課題について、利用者と関係省庁が一体となって協議する「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」（以下「官民協議会」という。）が立ち上がった。官民協議会においては、2016年4月に技術開発等のロードマップをとりまとめたほか、2016年7月に小型無人機の更なる安全確保に向けた制度設計の方向性がとりまとめられた。

その後、2018年10月以降、「制度設計の方向性」に係るフォローアップが実施され、飛行の安全性に関する項目について取りまとめ後の施策の状況が確認された。今後はフォローアップの結果を踏まえ、機体の安全性や操縦者の技能確保、運航管理のあり方等の制度・ルールについて段階に応じた論点整理を順次行っていくとともに、そのほかの検討事項として、被害者救済（自動飛行する小型無人機の事故責任と保険）、小型無人機の飛行と土地の所有権の関係、プライバシー保護、サイバーセキュリティ、いわゆる「ドローンハイウェイ構想」などについて論点の整理が進められていくことになっている。

【コラム】宅配ロボットによる自動配送実験（神奈川県藤沢市）

物流分野において、配送拠点の自動化・省力化は進展しているが、エンドユーザーとの商品受け渡しには多くの人手を要しており、深刻な人手不足が続いている。この状況に対して、ドローンや自動運転トラックに期待がかかる中、より安価な配送サービスとして、「ドロイド」や「宅配ロボット」と呼ばれる自律走行する小型配送ロボットを用いた配送の実証も始まっている。

2019年1月、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス内において、自律走行する配送ロボットによるコンビニエンスストア商品の無人配送のサービス実証実験が実施された。実証実験では、実験参加者が、スマートフォンに専用のアプリをダウンロードし、ユーザ登録を行った後、弁当や飲み物、スイーツなどの注文を行う。注文が入ると、キャンパス内に設置した仮設店舗から指定の配達拠点（8箇所）まで自律走行する配送ロボットにより配送が行われる。注文した実験参加者のスマートフォンにはロッカーのカギであるQRコードが送信され、ロボットのカメラにかざすと商品が入ったロッカーが開く仕組みとなっている。実用化にいたれば、アプリで商品を注文し、指定の時間に受け取ることができるため、利便性のさらなる向上とともに省人化となることが期待される。



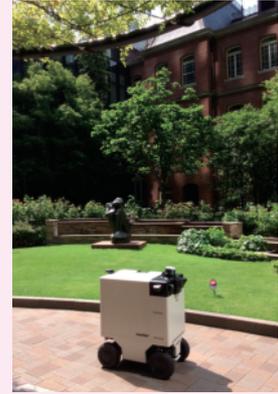
写真提供：株式会社ZMP

【コラム】海外におけるドロイドの活用（米国、中国）

アメリカでは、2018年秋より、大手食品メーカーが、自律配送ロボットを用い、購入品の顧客への配送実験を行っている。また、インターネット販売大手も、歩道を自走し配送を行うドロイドを開発し、実験サービスを展開している。

中国では、インターネット販売大手が、複数の小口荷物を搭載できるドロイドを開発し、配達を開始している。

これらの自律配送ロボットの利用により、理論上は24時間365日の配送が実現する可能性があり、また、受け取り側にとっても、受取時間や場所の自由な設定が可能となることが期待されている。



資料：経済産業省
※写真は海外で開発されたドロイドを活用した日本国内での様子

② 空港制限区域内における自動走行

空港における地上支援業務（航空機の駐機や旅客・手荷物の取扱いなどを行うもの）の労働力不足を背景として、官民が連携して先端技術の活用による地上支援業務の省力化・自動化を推進している。この取組の一環として、2018年12月以降、空港の制限区域内における自動走行の実証実験を実施している。具体的には、羽田空港、成田空港、中部空港、仙台空港において、8つの企業グループによる乗客・乗員等の輸送を想定した自動走行の実証実験を順次実施しており、実装に向けた取組を進めている。

図表2-2-2-5 空港制限区域内における自動走行に係る実証実験



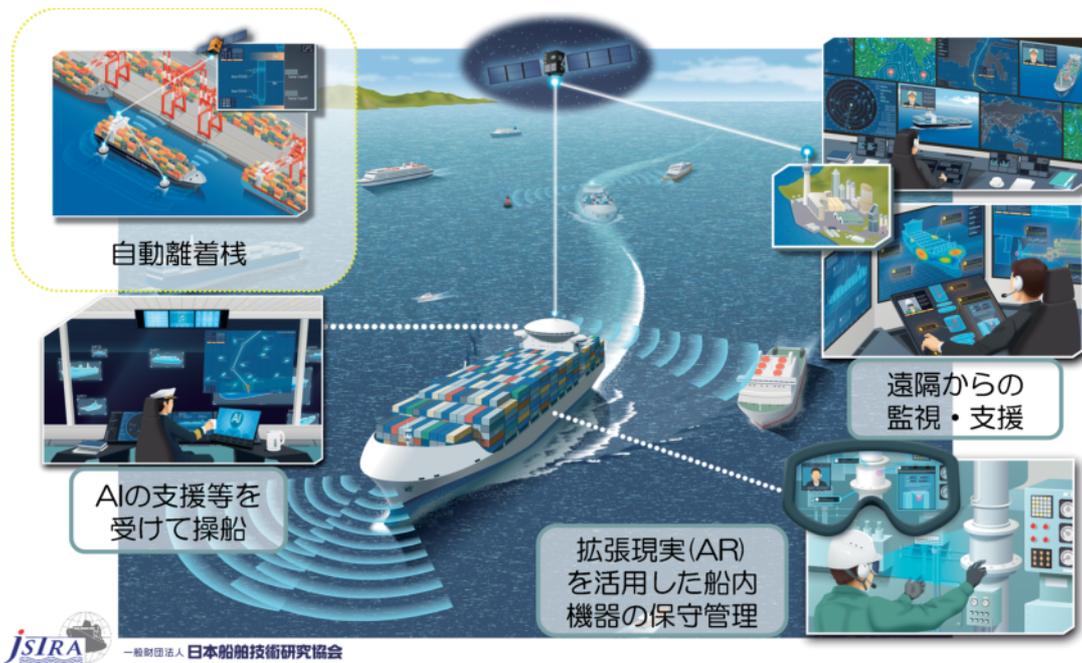
出典：国土交通省航空局

③ 自動運航船

自動運航船とは、定まった定義はないが、船上の高度なセンサーや情報処理機能、セキュリティの確保された衛星通信、陸上からの遠隔サポート機能等を備えた船舶及びその運航システムのことである。認知・判断の段階のエラーを減らす操船支援技術等によって、人為的要因により発生する海難事故を未然に防ぐこと等が可能となり、運航における安全性・経済性の向上が期待されている。

自動運航船の開発・実用化と、高度な予防保全等の自動運航船を軸とした新たなサービスの提供は、日本の海事産業にとって新しい差別化要素をもたらすものと考えられる。このため、国土交通省では、2025年までの自動運航船の実用化に向けたロードマップを指針として、技術開発・実証と基準・制度の整備を両輪とする取組を強力に推進することとしている。特に、2018年度から取り組んでいる自動運航船の実証事業はその代表的な取組であり、産学官から幅広いプレイヤーが参画し、安全要件の策定などの自動運航船の実用化に必要な環境整備に向けて、我が国の技術と知見を結集して取り組んでいる。

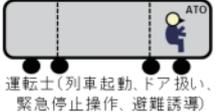
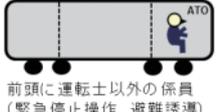
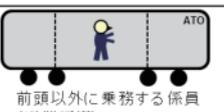
図表2-2-2-6 自動運航船のイメージ



④ 鉄道の自動運転

鉄道における自動運転は、これまで人等が容易に立ち入ることができない新交通で実現されており、踏切のない高架構造物等であること、駅にはホームドアがあること、自動列車運転装置が設置されていることなどの要件が技術基準等で定められている。一方で、踏切がある等の一般的な路線においては、安全・安定輸送の観点から自動運転の導入は実現されていない。このような一般的な路線を対象として、センシング技術やICT、無線を利用した列車制御技術などの最新技術も利活用し、安全性や利便性の維持・向上を図るための技術的要件について検討を行うため、2018年12月に「鉄道における自動運転技術検討会」を立ち上げた。運転士の乗務しない自動運転の導入は、鉄道分野における生産性革命にも資することから、引き続き、本検討会において技術的要件について検討することとしている。なお、今後の検討にあたっては、2019年6月1日に発生した横浜シーサイドラインでの人身障害事故に関する状況等も十分に踏まえ、鉄道輸送の最大の使命である安全の確保を大前提として進めていく。

図表2-2-2-7 自動運転の乗務形態による分類

自動化レベル (IEC(JIS)による定義※)	乗務形態	導入状況
GoA0 目視運転 TOS		路面電車
GoA1 非自動運転 NTO	運転士(および車掌)	踏切等のある一般的な路線
GoA2 半自動運転 STO		東京地下鉄(丸ノ内線、南北線 等) 首都圏新都市鉄道(TX) 等
(GoA2.5 (添乗員付き自動運転) ⇒IEC及びJISには定義されていない)		無し
GoA3 添乗員付き自動運転 DTO		舞浜リゾート ライン
GoA4 自動運転 UTO		ゆりかもめ 神戸新交通 等

今回の検討対象

①～③のいずれかの要件等を満たさない一般的な路線への導入について技術的要件を検討

<検討を要する項目>

- 線路内の監視 (センシング技術の活用)
- 異常検知(火災(煙)の検知等)
- 異常時の避難誘導 等

<技術的要件>

- ①踏切が無い
- ②人等が容易に立ち入れない構造(高架等)
- ③ホームドア有り等

※IEC 62267 (JIS E 3802) : 自動運転都市内軌道旅客輸送システムによる定義

GoA: Grade of Automation

TOS: On Sight Train Operation,

NTO: Non-automated Train Operation,

STO: Semi-automated Train Operation,

DTO: Driverless Train Operation,

UTO: Unattended Train Operation

資料：国土交通省鉄道局作成

【事例】山手線の自動運転の走行試験（東京（東日本旅客鉄道））

東日本旅客鉄道は、将来のドライバレス運転を目指した取組の一つとして、山手線において、自動運転機能の搭載を想定した走行試験を2018年12月と2019年1月の終電後に実施した。

新型車両「E235系電車」の11両からなる1編成を使用し、加速や減速など車両の制御機能と乗り心地の確認を行った。自動運転の具体的な導入計画や工程は示されていないが、省人化や乗り心地などの向上として期待される。

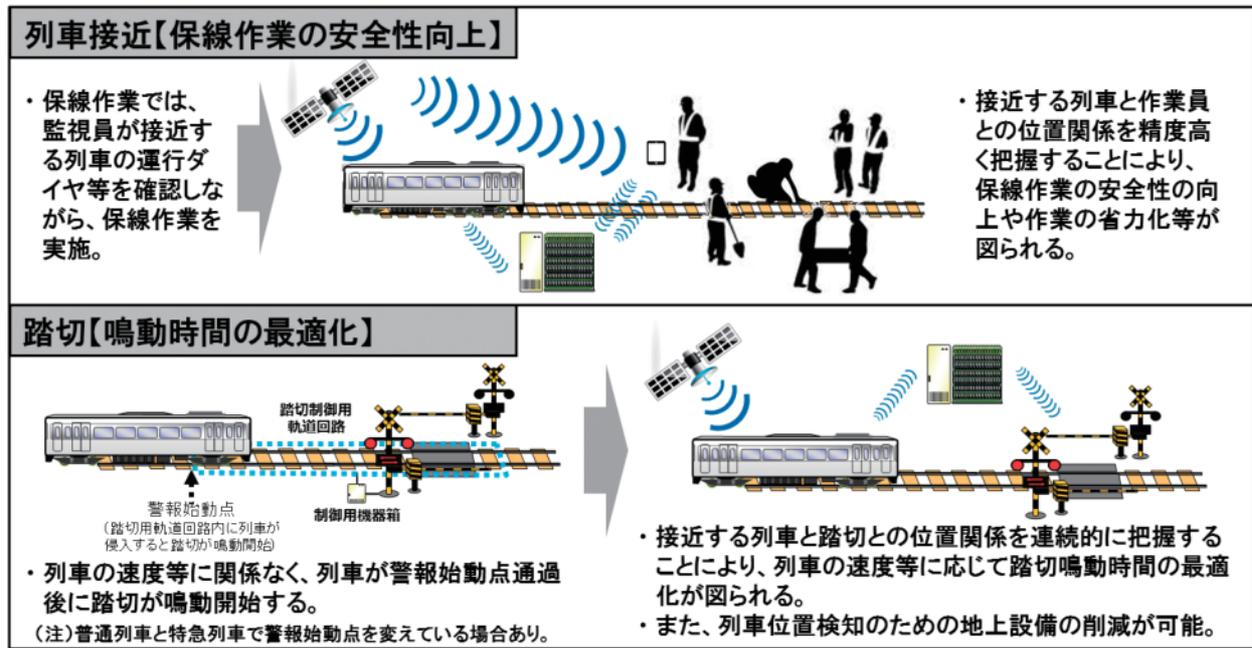


資料：東日本旅客鉄道株式会社

⑤ 準天頂衛星等を用いた精度の高い列車位置検知

2018年11月に運用が開始された準天頂衛星（みちびき）については、官民からなる大臣会合が設置され、様々な分野で同衛星による高精度測位等の利活用の促進に向けた検討がなされている。鉄道分野では、本技術の活用により、走行する列車の位置を精度高く検知することが可能となることから、これまで用いてきた列車位置を検知するための地上設備の省力化・効率化、接近する走行列車の位置を踏まえた保守作業の安全性の向上などが期待でき、将来的には鉄道の運行管理への活用など、鉄道分野での生産性革命に資するものと考えられる。このため国土交通省では、2019年2月、有識者や業界団体等からなる「鉄道における準天頂衛星等システム活用検討会」を立ち上げ、準天頂衛星を含む衛星測位システムの活用方策やその課題等の抽出、フィールド試験による測位データの信頼性の検証等を行っており、鉄道分野における本技術の実用化に向けた方向性等を2019年内にとりまとめる予定である。

図表2-2-2-8 鉄道における準天頂衛星等システムの活用イメージ



→将来的には運行管理への活用も期待される

資料：交通安全環境研究所資料より一部引用し、国土交通省鉄道局にて作成

⑥ 無線による列車制御

従来からの運転保安システムは、レールに電流を流す軌道回路により、列車の位置を検知し、その情報を基に信号機を制御しており、線路の周りに軌道回路・信号機・自動列車停止装置（ATS）・信号ケーブル等の多くの地上設備を設ける必要がある。

これに対して、無線式列車制御システムは、軌道回路によらずに列車自らが位置を検知するとともに、列車と地上装置との間で無線を使って位置情報や信号情報を通信し、列車を制御するシステムとなっている。このため、従来の運転保安システムに比べて軌道回路・信号機・信号ケーブル等を廃止・削減し、地上設備を簡素化することが可能である。

一方、運転保安システムが異なる線区を相互直通して列車が走行する場合は、それぞれのシステムに対応した車上装置を列車に搭載する必要があり、コストがかさむといった課題がある。そこで、相互直通している線区においても同一の装置で走行できるようにするために、列車無線制御システムの仕様の共通化について検討を進めている。また、経営の厳しい地域の鉄道事業者も導入できるような、無線等を活用した運転保安（信号、踏切等）システムの開発を行う。