

人にやさしい軌道交通自動化技術 ～安全で快適な旅の提供と働き手が安心できる職場を目指して～

東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授
古関 隆章



1. はじめに

人口減少・高齢社会において、我が国をはじめ世界中で、自動化をめざす賢いDX推進が多様な分野の研究開発の重点項目となっている。旅客輸送の主たる役割は人（旅客）に安全かつ快適な移動サービスを提供することである。また、貨物輸送でも、貨物そのものは自律的に移動することはできない。そのため、これらの輸送を支えるためには人の役割が不可欠である。

我が国の都市鉄道は、大都市への人口集中と、多くの労働者が鉄道による通勤を行う特徴的な市場の中で、現在社会的に重要な役割を果たしてきた。そして、まさにこの「人の役割が重要」という強い思いと、実際に優秀な運転士の存在があったため、鉄道における自動運転の重要性は昭和・平成期を通じ、真剣に議論されることが希少であった。しかし、日本は急速な高齢化とともに、数年前からすでに絶対数で見ても長期的人口減の局面に入っている¹⁾。それに伴う生産労働人口の減少に伴い、公共交通を支える従業員の減少と、交通マーケットの長期的縮小という二重の困難の中で、いかにサービス水準を高め魅力を増しつつ、持続可能な鉄道事業の姿を実現するかが重要な課題と認識されている。さらに、令和に入って経験した世界的感染症の脅威のもと、鉄道の運営に従事する専門職員の健康と安全を確保しつつ、困難のもと運転を継続する方法も重視されるようになった。

社会的要請・ニーズの観点から、この技術には、基本的に運転にかかる専門的職員の数をDX（デジタルトランスフォーメーション＝デジタル技術の積極的な活用による業務の効率化）活用で削減することで、日々の運行費用を削減することが期待される。さらに、乗務員手配などの制約から解放されることで、需要変動への列車運行の柔軟な対応が可能になる。特に、輸送

需要が大きい時間帯には、利便性を追求する短編成高頻度運行を可能とするとともに、需要が小さい場合にも、利用者の利便性を損うことなく、デマンドに柔軟に対応する運行の自由度が広がる。そのために、本講演に続く具体的な研究の紹介で述べられるように、省力化と高安全・高信頼運転を両立させるという技術的課題も、積極的に鉄道総研（（公財）鉄道総合技術研究所）を含む多くの専門家により検討されている。

一方、要素技術の観点から、近年、列車の連続位置検知の技術が実用化されていることも重要である。特に、ブレーキ操作のみを自動化するTASC（Train Automatic Stopping Control）は、すでに多くの我が国の都市鉄道において実用実績がある。さらに、自動運転の実現に有意義な地車間の無線データ通信に基づく列車制御：CBTC（Communication Based Train Control）関係の技術も、実用期を迎えた。

本講演では、鉄道における運転の自動化技術について概観するが、公共交通の自動化は無人化とは異なる。省力化を進め経済合理性を追求する中で、働き手が長く安心して働ける「人中心の省力化」を目指すものである。本講演では、無人化も視野においた国際的な運転の自動化、DXの推進の趨勢のもと、日本流の省力化がどうあるべきかという視点から、近年の自動運転実用化等を具体例に展望する。

2. 鉄道の自動運転の動向

2.1 自動運転技術の国際標準

ドライバレス化（＝自動運転により運転士がいなくても列車が運転できるようにすること）を目指した都市鉄道自動運転の国際的展開に伴い、IEC（国際電気標準委員会）の鉄道関連技術を扱う技術委員会TC9

表1 国際規格IEC 62267に定められた自動運転段階GOA
(色付けされた項目が自動化されている機能)

Grade of Automation 自動運転段階	列車運転の種類	列車の力行	列車の制動	ドア開閉操作	異常時の 運転対応
GOA1	列車防護 ((Automatic Train Protection) の下での運転士によるマニュアル運転	運転士による	運転士による	運転士による	運転士による
GOA2	ATP ATOのもとでの運転士による運転 ワンマン運転あるいは半自動運転	自動システム	自動システム	運転士による	運転士による
GOA3	Driverless Train Operation : DTO ドライバレス自動運転	自動システム	自動システム	添乗員による	添乗員による
GOA4	Unattended Train Operation : UTO 添乗員がいないことを許容する運転	自動システム	自動システム	自動システム	巡回員による

で、都市鉄軌道系交通システムの自動運転に関する国際標準化が審議された。IEC 62267 WG 39が設立され、国際規格IEC 62267が発行された。この規格は、パリ市交通局 (RATP) 関係者が、国際主査として議論を主導し、都市交通システムの運転士による運転を自動運転にする場合の、リスクを低減させる方策例を述べ、安全性要件を述べる規格として制定された。都市交通の運転の機能を整理して、役割を乗務員かシステムかによって、自動運転の程度を表1に示すように階層化している。その中で、自動運転として、DTO (Driverless Train Operation) 運転自動化段階 (GOA) レベル3)、UTO (Unattended Train Operation 運転自動化段階 (GOA) レベル4) が定義されている。

2.2 日本は軌道系自動運転のパイオニアだった

大阪のニュートラム、東京のゆりかもめなど、自動運転によるUTOの導入は、新交通システムですでに40年以上も前に行われた。このことから、日本は軌道系自動運転のパイオニアであったといえる。国内の技術標準 JIS E 3802が定められた。その後、国際規格IEC 62267の成立を受けて、自動運転装置 (ATO : Automatic Train Operation) のJISの改定も行われた。これらの自動軌道交通 (AGT) における運転システムの特徴は以下のとおりである。

- (1) 日本では、高架構造の新交通システムでUTO, DTOが先導的に実現された。
- (2) これは、高架軌道が物理的に他の環境と隔離され、避難誘導が比較的簡易に実施可能なことによる。

- (3) 日本の新交通システムは、故障しない、駅間に停止しないことを前提とした設計である。

しかし、(2) (3) の条件の成立しない一般の鉄道への展開は、以下のような海外動向に大きく後れを取ることとなった。

2.3 海外の都市鉄道におけるめざましい実用展開

今日、世界のGOA3,4の自動運転の実用例は、本講演会ご関係者のような専門性の高い研究者・技術者が学術雑誌や専門誌で議論する対象ではなく、Wikipedia²⁾などで簡単にリストが入手できるような、「ごく当たり前の普及技術」となった。2024年8月末時点でのWikipedia²⁾によれば、(一部分類に疑問を感じる場所もあるものの) ケーブルカーの原理に基づく効果の都市鉄道や磁気浮上システムを含め、GOA4実用線として、欧州 (デンマーク4路線 [以下簡単のため「路線」を省略して記述], フランス14, ドイツ6, ハンガリー1, イタリア9, ロシア1, スペイン3, スイス2, イギリス4)、南北アメリカ (ブラジル7, カナダ5, チリ2, メキシコ1, ペルー1, USA43, ベネズエラ1)、アジア (中国42 (香港3, マカオ1を含む)、インド6, インドネシア3, パキスタン1, マレーシア7, カタール4, サウジアラビア7, シンガポール6, 韓国13, 台湾4, タイ3, トルコ3 (欧州側1を含む)、アラブ首長国連邦5)、オセアニア (オーストラリア1) というように、実に多数の実用線のリストとその元情報へのリンクが掲載されている。それらのシステム供給者として、初期の先行実績として、

1981年にフランス、リール市のゴムタイヤ式都市鉄道のドライバレス運転をいち早く示したVAL方式を採用した小型地下鉄、1985年に運行を開始したリニア誘導モータ駆動の鉄輪式小型鉄道であるカナダスカイレールの実用化を基礎にアジアを含む世界市場へのドライバレス運転の展開を図ったボンバルディア、磁気浮上式鉄道から新交通への転換を2003年に行ったバーミンガム空港線のドッペルマイヤー・ケーブル・カーに加え、アルストーム、ジーマンス、アンサルルド・ブレダなどの主要な欧州勢が名を連ねている。

ここでは、前述の国際標準化のきっかけとなり、日本の自動運転の検討にも大きな影響を与えたパリメトロの例を簡単に紹介する。

フランス・パリメトロにおける自動運転

1998年に全自動運転によるドライバレス運転を実用化し、世界的な注目を集めたのはパリ市の地下鉄14号線である。その特徴と思想を、RATPへの聴き取り調査の結果に基づき以下にまとめる。

- (1) 自動運転に関する国際規格 IEC 62267 に準拠した設計で、1.7mの高さを持つスクリーンホームドアによる駅の安全策を伴って、UTOの実現を早期に図った。
- (2) 地下鉄14号線は、伝統的な軌道回路も併用した運転保安システムの上で自動運転システムを構築していたが、その後自動運転を、順次、地下鉄1号線の無人運転化に拡張した。
- (3) 14号線で成功したシステムをアップグレードする形の上記の地下鉄1号線への展開の中で、列車制御をCBTC(列車無線制御システム)への変更とセットで行うとともに、IEC 62267で規定された腰高式ホーム柵を用いたプラットフォームの安全確保を図った。
- (4) しかし、その後の商用運転の経験に基づくRATPの2019年時点の判断では、パリにおいては、意図的な犯罪者の地下鉄トンネルへの逃避などの行動を防止するため、1.7mあるいはそれ以上の高さのスクリーンホームドアが必要と考えている。
- (5) RATPによるドライバレス運転の開発、導入は、省力化、省エネルギー化を目標として行われた。
- (6) トンネル内での非常停止等に対しては、運転指令センタ(OCC: Operation Control Center)からの指令、遠隔リセットによる再起動で基本的には対応するが、万が一の場合は、職員が30分以内に到着し、避難誘導を行う。

(7) RATPにおける自動運転は、GOA2の半自動ワンマン運転とGOA4のUTOを戦略的に使い分けることが大切で、その後、1号線での実用化もしたが、全てをUTOにするわけではない。むしろ、GOA4は特別な路線という位置づけである。

(8) 日本で重要な議論対象としている、乗務員添乗を必須とするGOA3は安全上も運営上も実質的利点がないため、単に概念上の分類としており、採用の予定はない。

ここで紹介した、パリに続き、現在地下鉄を中心に、欧州、そしてアジアでも、カナダや欧州発のシステムが数多くの実用路線が展開した。特に、40線を上回る中国での実用化の展開は目ざましい。

また、9月初めにプラハで開催された鉄道技術の国際会議では、ドイツ航空宇宙研究所(DLR)の研究者から、欧州における、台車を自由に履き替える形で、鉄道と道路交通を含む統一的な公共交通の自動運転をシームレス(乗り換えあるいは積み換えなし)に実現するEUの研究プロジェクトPods4Railという構想³⁾の紹介が行われた⁴⁾。

一方、前掲のWikipediaのリストには、日本についても、前掲の新交通システムを中心に数件の記述と、システム供給者としての日本メーカー名の記載がある。しかし、4章で述べるような昨今のわが国の取り組みについての記述は少なく、日本の鉄道の運転自動化の取り組みはいまだ広く世界からは認知されていない。

3. 鉄道と自動車の「自動運転技術」の考え方の相違

情報プラットフォーム企業があらゆる分野へビジネス展開する中、自動車の自動運転技術への研究開発投資も本格的になった。その自動化レベルの国際標準は(やや長期視点で地上インフラに依存しない自律的自動運転を最上位層に加えた)レベル5まで規定されている。運転支援機能を持つ自動車の販売、将来を見据えた法規則の改訂の検討、さらに高い自動化レベルの道路上での実験(およびそれに伴う事故の事例や懸念)の報道を含め、道路交通の運転自動化と自動車のビジネスモデルの変革も文献⁵⁾の書籍等に記されているように大きな注目を集めている。

このことは、我が国の鉄道における自動列車運転実用化検討進展の検討の追い風にもなっている。その一方、自動化は管理された空間を走行する鉄道の方が実現容易なはずで、すでに前章で紹介したように海外で

はごく当たり前に普及しているのに、なぜいまさら「何周回も遅れて」鉄道運転自動化を議論するのか？という社会一般からの素朴かつ厳しい視線にも繋がっている。

これについては、4章以降で述べる、我が国の鉄道における安全性の考え方や運行者の責任に関する社会的要求の相違を定量的に理解するとともに、人に優しい運転自動化の独自の展開とその価値について、丁寧な説明が必要になる。

また、「自動化」といっても、道路交通の自動化が autonomous operation であるのに対し、鉄道の運転自動化の基本は列車と OCC とのリアルタイム制御に基づく、「自律制御とは基本的に正反対の」集中型の ATO であり、システム・制御の考え方として異なる概念であることには注意すべきと考える。

4. 日本の自動運転の検討と安全性確保における人と機械の役割

2章で概観した海外での実用化と技術標準化を視野に置きつつ、平成から令和にかけ UTO までの展開を視野においた DTO 実用化検討が、東日本旅客鉄道株式会社、九州旅客鉄道株式会社など数多くの事業者を中心に、熱心に行われるようになった。

2018年3月から9月まで、東日本旅客鉄道株式会社の専門家を中心に全国の関心を持つ鉄道関係者を集めて開かれた「無人運転検討準備委員会」を経て、同12月に国土交通省に、鉄道総研を事務局として、「鉄道における自動運転技術検討会」⁶⁾が設置された。3年計画で国の鉄道行政における技術基準の整備を視野に、都市鉄道モデルケース、地方鉄道モデルケースの2つの検討を進めたが、令和に入ってから数件の鉄道事故や、感染症による活動制限のため、当初想定よりも時間を要した。この国土交通省の自動運転技術検討会で、運転資格を持たない添乗員が列車前頭部に乗車することを必須とする自動運転を GOA2.5 とし、国際規格にない追加的な日本独自の概念として定義した。

その後、都市モデル鉄道ケースに関して、「自動運転を導入する線区は、従来の一般的な路線での安全性と同等以上の性能を確保することを基本的な考え方とする」という令和元年度とりまとめ報告書の記述にある「従来の一般的な路線の安全性」の考え方の整理や、安全確保に重要な、鉄道と周辺環境の「分離」措置の考え方の議論がなされ、2021年度で検討を終了、2022年9月13日に、その成果が報告書として国土交通省鉄道局のHPで公開され⁶⁾、その後の日本におけ

るドライバレス運転の実用化検討の指針となった。さらにその内容に基づき、鉄道関係者の意見も集約しつつ、2024年3月には、鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準の一部改正⁷⁾が行われた。

これらの環境整備のもと、現在、日本では様々な鉄道事業者が、鉄道のドライバレス自動運転の実用化に取り組み、以下のような、実績あるいは計画の発表が公開されるに至っている。

- (1) 九州旅客鉄道 2024年3月 香椎線でのGOA2.5 商用運転開始 鹿児島本線 折尾-二日市間 GOA2運転開始
- (2) 南海電気鉄道 和歌山港線 2023年8月から GOA2.5実証走行試験開始
- (3) 東日本旅客鉄道 山手線 2022年10月から GOA2の実証運転
- (4) 東日本旅客鉄道 新幹線 2029年新潟駅-新潟車両センター間GOA4化 将来の上越新幹線のGOA3,4化の計画を発表
- (5) 大阪市高速電気軌道 2024年度に中央線の阿波座駅～新駅(夢洲)においてGOA2.5の実証実験開始を公表
- (6) 東京地下鉄 2025年度から丸の内線でGOA2.5実証試験開始
- (7) 東海旅客鉄道 東海道新幹線 2021年11月から N700SでGOA2の試験走行 2023年5月報道公開
- (8) 西日本旅客鉄道 環状線でGOA2.5の実証試験新幹線について JR東日本等と連携
- (9) 東武鉄道 大師線へのGOA3の導入を目指した検討

これらの日本国内での鉄道の自動運転の取り組みは、これから数十年にわたり継続し発展することが期待されることから、国土交通省鉄道局の呼びかけのもと、2023年に「鉄道における自動運転の導入・普及に関する連絡会」が発足した。これまでに、2023年12月、2024年4月および8月の3回開催され、各鉄軌道事業者における自動運転の導入状況等について関係者で共有し、自動運転の取組みを促進するための議論が行われている。8月の連絡会⁸⁾では、海外のシステムとは適用環境も技術的思想も異なり、各適用路線の事情に最適化した技術開発が行われる中で、蛸壺の技術の育成を防ぐ議論の重要性が認識され、個々の鉄道路線の個性を重んじつつも横通しの視点を重視する「緩い標準化」を念頭に実用化検討を加速させよう、という提案もされている。

5. 自動運転とセンサ・CBTCの技術

5.1 日本のGOA3, 4の列車運転における車上センサ搭載による安全確保に関する検討の現況と問題点

自動運転に関わるセンサ技術に関しては、本講演会の別の発表で、鉄道総研の研究成果が詳細に紹介されるので、ここでは講演者が直接関与してきた地下鉄の検討を短く紹介する。国土交通省自動運転技術検討会の取りまとめ⁶⁾では、「従来の一般的な路線での同等以上の性能を確保することを基本的考え方とする」とされた。これに準拠し、日本地下鉄協会のセンサによる前方監視のシステムの検討の目安も、可動式ホーム柵が導入されたATOワンマンシステムを基準に、ドライバレス化を考え、安全性の「現状非悪化」を考えた。

一方、陸上、明かり区間における一般の鉄道路線におけるセンサ技術の問題点を意識し、当分の間、当該センサに依存しない形で更なる分離措置の達成を目指し、検討を進める。仮にセンサを「搭載する場合、現時点において当該センサは安全の上乗せのための措置の位置づけとなる」と車上センサの責務を限定する方向性が省の検討会で示された。左記の「更なる分離の措置」とは(1)ホーム・踏切部分以外における分離：侵入防止柵等の各種柵による物理的保護 (2)踏切における分離 (3)ホーム上における分離：旅客のホームから線路内への侵入・転落を防止する可動柵等の設備 (4)脱線、上下線間の列車衝突への対応が挙げられる。

日本地下鉄協会の検討では、(1)について、地下区間では基本的にトンネルにより完全な分離が実現されていると考えられる。一方、一部に存在する明かり区間、特に高架ではなく掘割区間では、一般の都市鉄道同様の検討を要する。(2)(3)については、地下鉄路線には踏切は存在せず、ドライバレス化を想定する路線はすでにホームからの転落等への対策は設備上十分になされていると考えられる。(4)については、前方監視とは別に、脱線検知システムとしての検討を要し、JISにも要求事項があり、既に存在する各国のドライバレス対応のシステムでも脱線検知システムが実装されている。

日本の地下鉄の営業運転最高速度は100km/h(東京地下鉄(株)の東西線)、その他の主要な路線では最高時速80km/hであることから、最高時速80km/h、緊急制動減速度4.5km/h/s、検知からブレーキ動作までの時間を2秒と考え、250m前方の大人が屈んだ状態を想定した1m四方ほどの前方障害物を検知できる、ということを目標にセンサシステムの選定、性能評価を進めている。

5.2 自動列車運転と無線による列車制御CBTC

無線に基づく連続的な位置の検知と列車間隔制御により、高度な列車の制御を実現し高頻度運転を可能とする無線列車制御(CBTC)と呼ばれるシステムが、次世代の鉄道の重要技術として、開発が進み、新路線への導入が進められている。これにより、列車位置の検知、列車の追突や衝突を回避する信号保安システムを、軌道回路に代表される地上設備に依存せず、無線通信によるものに置き換えることができ、設備の初期コスト、設備のメンテナンスを本質的に軽減できる。

本講演で議論している運転の自動化とCBTCは直接関係するものではないが、連続的な列車位置の検知と運転指令からの列車の運行の制御、さらに運転自動化による高頻度運転や省エネルギーやパワー・マネジメントを含む列車群の高度な制御を可能とする技術であることから、これらの2つの技術の融合は好ましく海外では共用されている例がすでに多い²⁾。実際に、CBTCに基づくGOA3以上の自動運転の計画も我が国でも具体的設計の議論の俎上にある。

6. まとめ 人に優しい日本の運転自動化技術

令和に入り、強力に推進されるようになった鉄道の運転自動化の技術だが、すでに見てきた2章、4章の議論を見ると、実用化路線の数、および、商用運転開始時期から見る限りでは、日本の鉄道の自動運転が諸外国に比べて初動の大きな遅れをとり、その差がますます大きく開きつつあることは否めない。とにかく、自動列車制御の技術が形成され、その安全性について、技術的に数値化され合意を得た数値条件を満たせば、グローバルに統一的なシステムを導入すればよい、という地下鉄や高架の都市軌道交通を中心に実用化を急速に進めてきた、諸外国のシステムと比べ、我が国の鉄道事業の事情は大きく異なる。すなわち、ベストエフォートという考え方が受け入れられない極めて高いレベルの安全に対する要求と重い社会的責任を担いつつ、私企業として大量旅客公共輸送の安価で持続可能なサービスを担っているのが日本の鉄道である。そのため、現状技術の水準を冷静に把握し、地方を含む国全体として可能な自動運転実現の解を導くという、隘路を進む検討の中で、関係者が、ぎりぎりの努力を続けてきたことを、ここでは敬意と今後の大いなる発展への期待を持って見たい。

愛知高速交通Linimoやリニア新幹線といった本質的に全電気駆動である磁気浮上鉄道の運行システムを見ても明らかなように、もともと電気駆動と自動運転の相性は良い。電気鉄道は当初から常に地上のインフラストラクチャとの間で連続的なエネルギーのやり取りをしてきたものである。自動運転は、地上通信機能と車上制御機能を強化することで、情報もエネルギーも地車間でやりとりを行う中で、運行の経済性、安全性、柔軟性および信頼性を高める可能性を本質的に持つ技術であると考えてよいであろう。

現在検討されている日本の都市鉄道一般へのDTO、UTO技術の展開を考えると、以下の課題を克服する必要がある。

1. 無線列車制御 (CBTC) 等との融合を含め、高い信頼度で列車位置、列車速度をOCCが把握する機能の確立と保証
2. 踏切での安全性確保の方策の確立と社会的受容
3. 人間による前方監視によらない安全確保機能の確立と検証
4. 巡回員等による避難誘導における安全確保の確立と社会的受容
5. 現状非悪化論の精査、自動運転安全評価に関する社会的合意

鉄道システムに、運行の柔軟性と省エネルギー性を高めるといえることを通じ、全自動運転が与える価値は、人口減少社会での持続的モビリティ社会の発展に資するものである。この技術の展開について、昨今注目されている機械学習やビッグデータの利用、人工知能応用など情報技術の革新的成果の適用へ、やや曖昧ながら大きな期待がある。

その一方、実際の都市鉄道におけるドライバレス運行システムの安全性と信頼性を支えるのは、運転や設備をよく理解した人の力であることに留意したい。特に、日本独自のGOA2.5という一見中途半端な自動運転では、安全確保に前頭乗務員が重要な役割を果たす。したがって、その実用化検討において、前頭乗務員の身体要件、資格要件が、特に注意深く詳細に検討されてきた。GOA2.5は運転実務の現場から人を排斥するのではなく、安全な運行に責任を持つという重要な任務を負いつつも、より長く、より楽に職員が鉄道のプロとして誇りをもって働ける可能性を拓くものである。また、日本の自動運転は都市交通のみならず、地方鉄道、高速鉄道も広く視野に置き、職員の力を、運転操作以外のところで適切に活かすことを重視して検討が進められてきた。このように「大和の心」の自動運転は、

人に優しい包摂性を持つDXの好例として、人が多く高齢化の進むアジア諸国を中心に、欧米発のシステムを中心に置く思想とは異なる形で、評価され広がっていくことを期待したい。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所 (2023年) 日本の将来推計人口 (令和5年推計) <https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2023/pp-zenkoku2023.asp>, (参照: 2024-10-14)
- 2) Wikipedia_ List of driverless train systems : https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_driverless_train_systems, (参照: 2024-10-14)
- 3) EU-Rail Pods4Rail : <https://rail-research.europa.eu/news/pods4rail-developing-a-new-kind-of-mobility-system/>
- 4) A. Paz Martinez, Y.K. Adams, S. Nägele, V. Laqua and D. Winkle : “Assessing Multimodal Mobility Systems for Benchmarking Rail-Bound Intermodal Pods in ERJU’s FA7-Projekt Pods4Rail,” Proceedings of Railway 2024, Paper-No. 27.2, ISSN 2753-3239, Prague, September 2024, <https://www.ctresources.info/ccp/paper.html?id=10332>, (参照: 2024-10-14)
- 5) 日高洋祐, 牧村和彦, 井上岳一, 井上佳三 : MaaS モビリティ革命の先にある全産業のゲームチェンジ, 日経BP社 (2018/11/22) ISBN-10 : 4296100076 ISBN-13 : 978-4296100071
- 6) 国土交通省鉄道局ホームページ_鉄道における自動運転技術検討会 : https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_fr1_000058.html, (参照: 2024-10-14)
- 7) e-GOV 鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準の一部改正についての意見募集公開文書 : <https://public-comment.e-gov.go.jp/pcm/download?seqNo=0000268097>, (参照: 2024-10-14)
- 8) 国土交通省鉄道局ホームページ_鉄道における自動運転の導入・普及に関する連絡会の情報 : https://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo07_hh_000260.html, (参照: 2024-10-14)