

社会課題の変容と交通ソリューションの将来像

Innovative Transport System Solutions toward New Social Issues on Railway Business



根来 秀人*
Hideto Negoro

* 上席執行役員 インフラBA 社会システム事業本部長

要 旨

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の拡大(以下“コロナ禍”という。)による生活様式の変容やカーボンニュートラルを目指す機運の高まりによって、人々の社会課題への認識は変わってきた。鉄道業界でも、省力化・経営効率化を目的としたDX(デジタルトランスフォーメーション)や、省エネルギー・環境負荷軽減を目指すGX(グリーントランスフォーメーション)の実現が優先度の高い課題になっている。

三菱電機は100年にわたって鉄道車両システムから各種地上設備まで国内外に幅広く事業展開し、保守・設備管理、自動運転、省エネルギー、駅・旅客サービスなどの分野でも経験を積んできた。今後も変容する社会課題を解決する交通ソリューションの開発を推進し、交通事業全体のサステナビリティの実現に貢献していく。

1. ま え が き

当社は1921年の創業以来100年にわたって、交通・電力・通信など社会インフラ整備の一翼を担い、社会の発展と各種課題の解決に取り組んできた。交通分野では車両用機器から地上設備まで鉄道システム全般について国内外へ幅広く事業を展開し、輸送力増強や省エネルギー化など、それぞれの時代に即した社会課題の解決に、顧客とともに取り組んできた⁽¹⁾。

近年、地球環境問題・エネルギー問題・人口問題などに加えて、2020年から2023年に経験したコロナ禍や緊迫する国際情勢などを反映して、社会課題は複雑かつ大規模なものに変容している。これらを背景に鉄道業界でも、省力化・経営効率向上のためのDXや、省エネルギー・環境負荷軽減のためのGXが進められている。同様に、当社でもサステナビリティを経営の根幹に据えて、循環型デジタル・エンジニアリング企業として持続可能な社会の実現を目指す方針を掲げている。

そこで本稿では、交通事業に関わる社会課題の変容を概観し、顧客と連携・協調して新たな社会課題の解決を目指す、当社の交通ソリューションの将来像(図1)について述べる。

2. 交通事業に関する社会課題の変容

鉄道は安全で信頼性が高く、都市鉄道や新幹線などは今日の生活・経済に欠かせない社会インフラである。高度経済成長期から輸送需要の増加に伴って輸送力増強を進めてきたが、1990年代のバブル崩壊以降からは低成長期に入り、人口減少や産業構造の変化、インターネット社会の進展などによって、旅客需要の伸びは鈍化した。さらに、2020年初からのコロナ禍は、インバウンドの減少、ビジネスや旅行の移動抑制、テレワークの普及など鉄道業界にも大きな影響を与えている⁽²⁾。コロナ禍以前から、生産年齢人口の減少や少子高齢化への対応として、鉄道業界では省力化や経営効率向上の取組みが始まっていたが、コロナ禍によってその動きが加速された。今後も働き方や生活様式の変化によって旅客需要はコロナ禍前の水準には戻らないとの見立てもあり、鉄道業界は先に述べた効率化に加えて、地域と暮らしに密着し、公共



図1. 当社の交通ソリューションの将来像

交通としての価値を高めていくことが求められている。

一方、地球温暖化防止のためのカーボンニュートラルを目指す動きが活発化している中、鉄道は輸送効率が高く環境負荷が少ない輸送機関として期待されている。先進各国は2050年までにCO₂排出量実質ゼロの高い目標を掲げて、新たなエネルギー政策や産業政策を推進しており、自動車や航空機から鉄道輸送に移行するモーダルシフトや、鉄道の更なる省電力化と脱炭素化のため、非電化区間での燃料電池車両やバッテリーハイブリッド車両の導入などが進められている。欧州では、EU(欧州連合)の産業政策として鉄道産業の競争力強化を意図しており、欧州グリーンディール政策や、コロナ禍後の産業復興を掲げたグリーンリカバリー政策でも鉄道への投資が期待されている。国内では、2022年3月に国土交通省が“鉄道分野におけるカーボンニュートラル加速化検討会”を設けて、鉄道事業者と連携してカーボンニュートラルの実現を推進している。

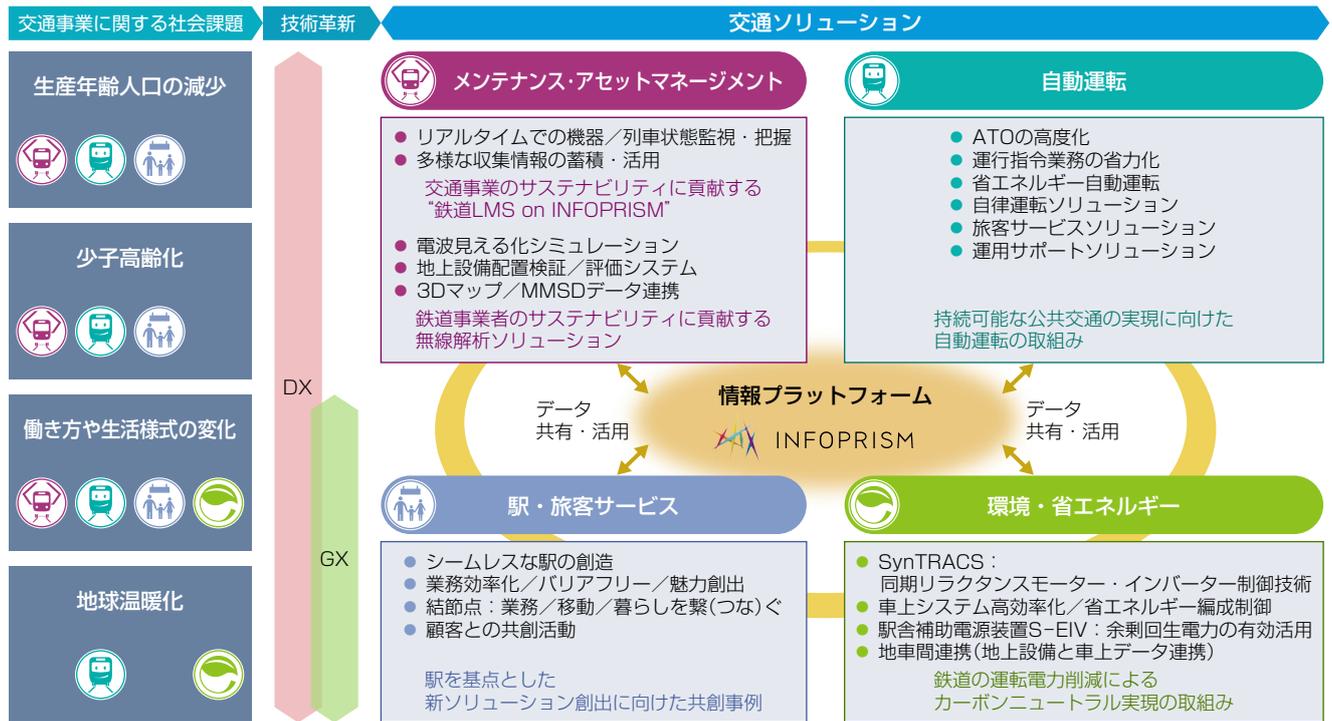
また、発展途上国では、アジアを中心に主要都市での人口増加や交通渋滞から都市鉄道の需要は多く、各地で新線開発が計画されているが、経済合理性と環境優位性の両立が重要になる。

このように鉄道業界では、生産年齢人口の減少、少子高齢化、地球温暖化などの問題、働き方や生活様式の変化を踏まえて、省力化・経営効率化のためのDX、省エネルギー化・環境負荷低減のためのGXの推進が課題になっている。

3. 変容する社会課題を解決する交通ソリューションの将来像

DXやGXの推進では、鉄道を含む多様なモビリティ及び駅など鉄道関連サービスをデータでつないで、鉄道と非鉄道の両分野を包含した新しい交通ソリューションを構想していくことが望ましい。当社では、顧客とともに長年にわたって培ってきたノウハウを活用し、交通業界全体のサステナビリティ実現に貢献していくことを目指す。

図2に示すように、交通ソリューションでは、主に“メンテナンス・アセットマネジメント”“自動運転”“環境・省エネルギー”“駅・旅客サービス”の領域で構想を進めている。それぞれのソリューションをデータで連携して保守や運行のデータを情報プラットフォーム“INFOPRISM”に蓄積・分析し、データを活用して変容する社会課題に対応できる新しいソリューションを顧客に提供する。例えば、保守・設備管理関係の鉄道LMS(Lifecycle Management Solution)と運行関係等のデータを連携し、顧客とともに新たな旅客サービスの提供やオペレーションの向上を目指す。



MMSD : Mitsubishi Mobile Monitoring System for Diagnosis, ATO : Automatic Train Operation, SynTRACS : Synchronous reluctance motor and inverter TRACTION System, S-EIV : Station Energy saving Inverter

図2. 社会課題に対する交通ソリューションの構想

この章では、顧客とともに交通事業のサステナビリティに貢献する各ソリューションを概観し、本号の特集論文で具体的な取組みを詳述する。

3.1 メンテナン・アセットマネージメント

安全・安定輸送が求められる鉄道では、日々のメンテナンスによる機器・設備の故障防止は重要な業務である。鉄道システムには多くの機器・設備があり、そのメンテナンスには多大な労力が必要になる。一方、労働環境や少子高齢化による労働力確保の難しさも懸念されている。メンテナンスの労働力不足は鉄道経営のサステナビリティに関わる重要な課題であり、DXによるメンテナンス業務の効率化・省力化が有効と考える。

そこで当社は、IoT(Internet of Things)とAI技術によって、鉄道の運用・メンテナンス業務の効率向上に貢献する“鉄道LMS on INFOPRISM”を開発し、2019年からサービスを開始して実績を積んできた。列車の稼働情報を地上側に収集し、リアルタイムでの機器・列車の状態監視・把握を実現しており、故障によるサービス停止の軽減、メンテナンス作業の効率化に貢献している。さらに、収集した多様な情報を蓄積して活用することで、鉄道の経営効率化やアセットマネージメントの最適化に向けたソリューションに拡張し、交通事業のサステナビリティに貢献する。

また、鉄道事業者では設備の削減やメンテナンス業務の省力化・省人化のためCBTC(Communications-Based Train Control)など列車制御システムにも無線技術の適用が進んでおり、運行管理やCBM(Condition Based Maintenance)などメンテナンスのデータ利活用でも無線による情報伝送が重要になっている。当社では無線式列車制御のほか、自営網無線の大容量化・干渉対策や5G(第5世代移動通信システム)／ローカル5Gとの連携動作の開発を進めている。鉄道用の無線システムの安定稼働に向けて、設計作業の効率化と無線品質の向上を目的に、“電波見える化”シミュレーション技術によって無線基地局の配置を検証・評価するシステムを開発した。このシステムは無線基地局設置後のフィールド試験や運用開始後の無線モニターとしても活用できる。さらに、3Dマップと当社のMMSDのデータとも連携させて無線解析に関するシミュレーションの高度化を図り、設計・試験・運用・保守のサイクルを一元的に対応する循環型の無線解析ソリューションを提供する。

3.2 自動運転

国内では生産年齢人口の減少に伴い、鉄道事業でも乗務員や駅係員等の鉄道要員の確保が懸念されている。特に運転士

の養成には相当の期間と熟練が必要であり、高度な自動運転のニーズは高い。自動運転は運転士の技量によらない効率的な運転にも適しており、今後、必要性が一層高まるソリューションである。そこで、DXによる運行の省力化や、GXに寄与する省エネルギーな自動運転の実現が有効と考える。

自動運転自体は、新交通システムの無人運転を始め、多くの実績があり普及しているが、当社では、単に列車を自動的に制御することにとどまらず、“より快適に”移動を楽しんでもらうために、そして、“より効率的な”列車運行を目指していくために、旅客サービスや運用支援の質的向上を進めている。この取組みの中心となるのが、次の三つのソリューションである。

- (1) 地上・車上間連携による列車群制御によって、ダイヤ乱れの際の回復や運転整理などにシステムが自律的に対応する“自律運転ソリューション”
- (2) AI技術を活用して、自動・無人運転の際に乗務員に代わって、指令とシステムで安全な旅客サービスを提供する“旅客サービスソリューション”
- (3) 情報プラットフォーム“INFOPRISM”によって、データに基づいて車両の健全性を把握し、故障が発生する前にいち早く対処して継続的な運用を実現する“運用サポートソリューション”

これらのソリューションを提供することで、サステナブルな公共交通の発展に貢献する。

3.3 環境・省エネルギー

鉄道は輸送効率が高く、環境優位性の高い輸送機関であるが、最近のエネルギー価格の高騰やカーボンニュートラルを目指す意識の高まりを背景に、一層の省エネルギー化やCO₂削減が求められている。そこで、GXに向けた機器効率向上やエネルギーの有効利用が効果的と考える。

当社では以前から、先進的なパワーエレクトロニクス技術を応用した省エネルギー化を推進しており、SiC(シリコンカーバイド)適用の推進制御装置や全閉形主電動機など、高効率な推進制御システムを提供してきた。2020年に鉄道車両では世界初^(注1)の同期リラクタンスマーターとインバーター制御技術を組み合わせた“SynTRACS”を開発し、2021年から営業車両に搭載して検証した結果、従来の高効率誘導電動機システムに対して18%減の省エネルギー効果を確認した⁽³⁾。SynTRACSは、技術の先進性と省エネルギー性能が評価され、“日本機械工業連合会会長賞”及び日本鉄道技術協会“坂田記念賞”を受賞した。

また、車上システムの高効率化や編成制御による省エネルギー制御などに加えて、エネルギーの有効利用には地上・車上間の連携がより効果的である。地上設備では回生ブレーキの余剰電力を駅舎内の照明や空調、エレベーター等に供給する“駅舎補助電源装置S-EIV”を実用化している。地上設備とINFOPRISMで収集・蓄積された車上データを活用することで、当社独自のエネルギー効率向上技術を適用して、交通事業のカーボンニュートラルの実現とサステナビリティに貢献する。

(注1) 2020年11月26日現在、当社調べ

3.4 駅・旅客サービス

少子高齢化や生産年齢人口の減少によって、鉄道利用者の減少や要員不足が想定される中、交通の結節点である駅の利便性を向上させて、魅力を高めることは一層重要になる。そこで、駅係員・旅客・市民が連携・協調して、DXによる省力化と新しいシームレスな駅を創造して、駅・旅客サービスの向上を図る。

良質な旅客サービスの提供には、駅での動きをスムーズにすることが重要になる。少人数の係員でも安全レベルやサービスレベルを低下させずに業務を円滑に行える仕組み作り、障がいを持つ人や高齢者を含む全ての旅客に使いやすいバリアフリーな駅の構築、街と連携して人が集まる魅力的なスペースの創出など、様々な取組みが考えられる。

駅はサステナブルな社会を実現する重要な要素であり、鉄道事業者の“業務”と、利用者の“移動”や“暮らし”を繋ぐ結節点として、これらをシームレスに結ぶことを将来ビジョンとした。まず“業務”の視点で、当社独自調査によって導き出した省力化に向けたソリューションについて、鉄道事業者との共創によって有効性と優先順位を確認し、駅業務の見える化と情報共有・業務連携、情報発信の高度化の開発に取り組んでいる。今後、交通事業も輸送サービスから、より広範囲な生活サービスに移行すると想定され、INFOPRISM上のデータを利活用することで、鉄道事業者の“業務”と連携した、利用者視点での“移動”“暮らし”のソリューションの創出を目指している。

4. む す び

交通事業に関する社会課題の変容を踏まえて、これらの解決を目指す交通ソリューションの将来像について、“メンテナンス・アセットマネジメント”“自動運転”“環境・省エネルギー”“駅・旅客サービス”の領域の取組みを概観した。将来に向けて“連携・協調・共創”がキーワードであり、それぞれのソリューションで収集・蓄積したデータを利活用して、鉄道事業者、鉄道産業界、官公庁、大学、研究機関とも連携し協調することで、変容する社会課題に対応できる新しいソリューションを共創し、顧客とともに交通事業全体のサステナビリティを実現していく。

参 考 文 献

- (1) 福嶋秀樹：未来を創造する三菱交通システムの歩み，三菱電機技報，**94**，No.12，663～668（2020）
- (2) 根来秀人：鉄道システムのイノベーションへソリューションの取組み，JREA，**65**，No.7，46172～46173（2022）
- (3) 友松白英，ほか：同期リラクタン্সモータシステムの開発 世界初の営業車両への適用による省エネ効果の実証，第59回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集（2022）

