

鉄道システム

1 車内案内表示器における鉄道の自動運転に向けた展望

日立は2006年から自律分散型の車内案内表示器(以下、「本装置」と記す。)の開発を開始し、高い稼働率、ユーザーエクスペリエンスを考慮した案内表示、3面表示器による表現力の高い広告表示など、鉄道事業者のDX(デジタルトランスフォーメーション)実現に寄与してきた。

現在、人口減少社会を迎え、鉄道事業者においても運転士などの係員の確保・養成が困難になってきており、先頭車両に係員の乗務しない自動運転の導入が求められている。そうした中で、車両故障や列車火災の避難誘導、ダイヤ乱れ時の案内表示など、これまで係員が運転台の操作によって行ってきた指令員や乗客との連携を設備で担うことが課題である。

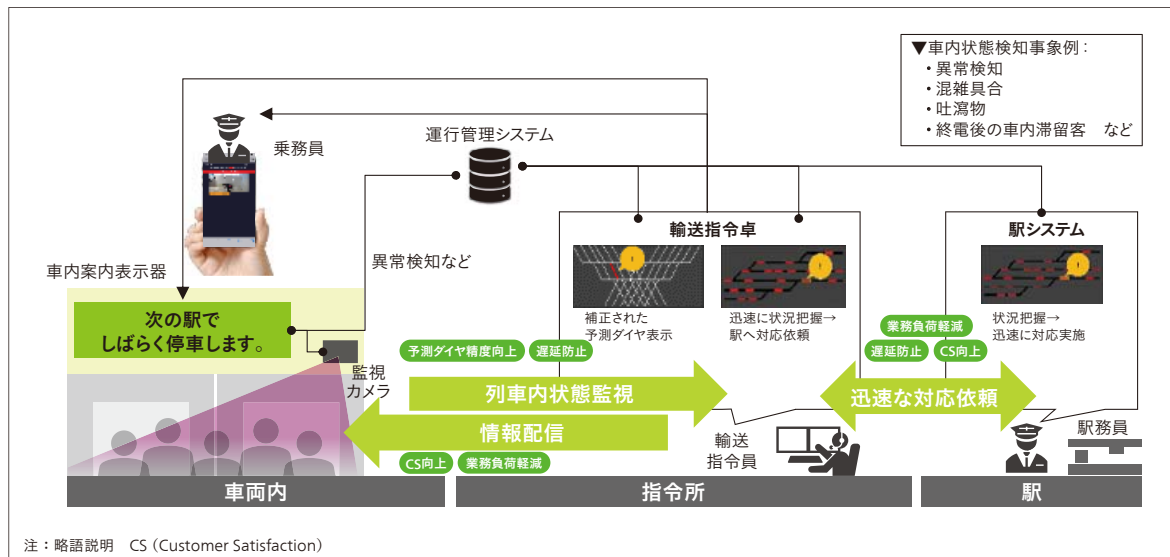
日立は、前述の課題解決の一つとして、本装置が持つICT(Information and Communication Technology)技術の活用をめざしている。車両故障や列車火災、体調不良の乗客確認など、車両内の異常を検知して指令員や駅務員へ通知し、指令員から車両内の避難誘導やダイヤ変更の案内表示など、自動運転における安全・サービス品質維持および指令員・乗務員

の負荷軽減をめざしたシステムの開発を推進する。

2 ATOS常磐線・常磐緩行線更新に伴うさらなる安全・安定輸送

東日本旅客鉄道株式会社の大規模自律分散型列車運行管理システムである東京圏輸送管理システム(ATOS: Autonomous decentralized Transport Operation control System)において、常磐線・常磐緩行線の中央装置およびネットワーク装置を2021年5月に更新した。

本プロジェクトでは、装置更新に併せて指令業務の効率化を目的とした「タブレットGD(Graphic Display)の開発・導入」を行った。従来、運転整理を行う際には指令員が紙ダイヤ上で運転整理の案を計画し、その計画を運転整理端末(GD)にマウス操作で入力していた。「タブレットGDの開発・導入」では、運転整理入力端末をタブレット化した新規端末(タブレットGD)を開発し、ATOS線区で初めて導入した。本端末ではタッチペンの操作で運転整理の入力が可能となり、将来はタブレットGDにて運転整理の計画立案から入力までを一貫して可能とすることで、運転整理業務における指令員の業務効率向上をめざす。



1 車両内の異常検知時の指令員・駅務員と車内案内表示器の連携イメージ



2 ATOS常磐線・常磐緩行線 運転整理入力端末

今後も装置更新や新規機能導入を通じて、首都圏のさらなる安全・安定輸送に貢献していく。

3 首都圏新都市鉄道(つくばエクスプレス)納めPTC更新

首都圏新都市鉄道株式会社が運営するつくばエクスプレスでは、2005年の開業当時から稼働していた既設運行管理システムからの切り替えを2021年2月までに行った。2019年6月の一部駅装置の更新をはじめとして、段階的なシステム切替を実施した。

システム構成においては、駅機器を構成するハードウェアの種類および員数を削減したことで、維持保守にかかるランニングコスト低減を実現した。また、制御機能を中央機器室に集約し、案内放送や運動装置などの駅制御に関連する運行管理システム側の改修中



3 つくばエクスプレス運行管理システム運行表示盤および運転指令卓

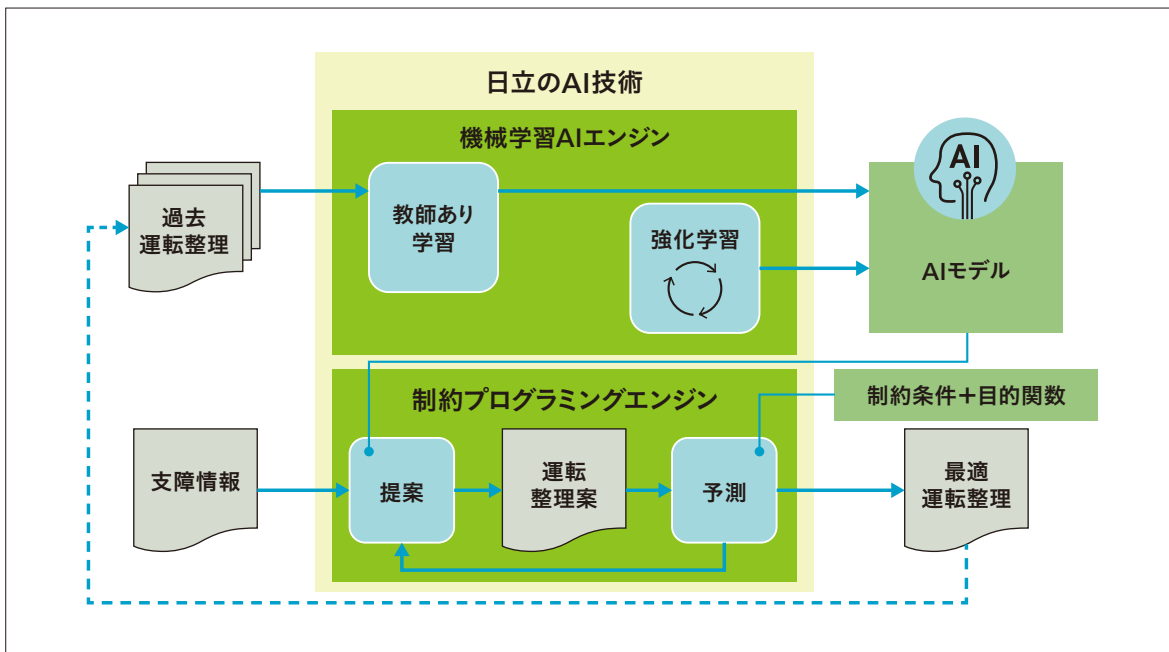
中央機器室から実施できる構成に変更し、改修時の作業人員削減に考慮したシステム構成とした。

機能面においては、マルチモニタ方式を採用した。制御部のハードウェア員数を変えず、一度に表示する情報量を増やすことで、システムのスリム化と指令業務効率化の両立を図った。

引き続き、顧客要望に沿ったシステム改善を行うことで、指令環境・保守性向上の実現に取り組んでいく。

4 鉄道運行管理システムへの機械学習適用

近年、複数の路線をまたぐ相互直通運転の増加により利便性が向上した反面、事故などによる列車運行乱れの影響範囲の拡大や、異常気象などに対処するためのダイヤの変更作業が複雑化している。また、少子高



4 AI運転整理機能の概念図

齢化などの人員不足により、ダイヤ乱れ回復のノウハウ継承も鉄道事業者の重要な課題となっている。

そこで、鉄道運行管理システムの機能の一つである運転整理機能に対してさらなる機能向上をめざして、機械学習を組み合わせた新しいAI (Artificial Intelligence) 運転整理機能を開発した。

本開発では、列車乱れ時に指令員が実施した過去の運転整理内容から、その特徴をAIが学習し、制約プログラミングで検証することで、列車乱れに対して指令員が実施する運転整理内容と同等なダイヤ修正の自動提案を可能にした。これにより、運転整理時の指令員の負担軽減と迅速なダイヤ修正を実現した。

実用化をめざしてさらなる検証を進め、鉄道事業者の安全・安定輸送へ貢献していく。

5 東京メトロ副都心線17000系 高効率8極PMSM駆動システム

東京地下鉄株式会社 (以下、「東京メトロ」と記す。) と日立は、鉄道車両のさらなる省エネルギー化をめざし、高効率8極PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) 駆動システムを開発し、副都心線17000系新造車両 (8両編成) に搭載した。

東京メトロの路線は駅間距離が短いため、走行する車両は低中速度域を多用する。低中速度域においては主電動機の銅損が支配的であるため、主電動機の高極化による銅損低減 (効率向上) を検討した。従来のIM (Induction Motor) の多くは4極であり、近年のPMSMでは6極が主流であるが、さらなる省エネルギー性を追求し8極PMSMを開発した。また、主電動機の高極化によるスイッチング周波数増大の対策とインバータ装置の小型軽量化のため、フルSiC (Silicon

Carbide) 素子を採用した。

本システムは、東西線07系車両における約1年間の試験搭載にて、従来のIMを用いたシステムと比較して29%の消費電力量低減を確認した。その後、副都心線17000系新造車両 (8両編成) 向けに製品納入した。(営業運転開始時期：2021年10月)

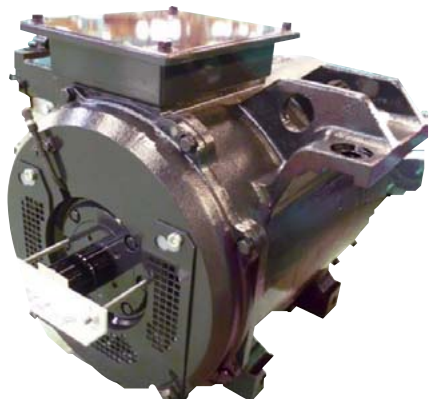
6 インドムンバイメトロ2&7号線

インド市場では急速な人口増加による交通量の増大に伴い、主要都市における大量輸送システムへの需要が高まっている。日立は2019年にムンバイメトロ2&7号線向けとして、駆動システム (Propulsion System)、補助電源装置 (APS: Auxiliary Power Supply) および車両情報制御システム (TCMS: Train Control and Management System) を受注し、2021年度中の営業運転開始をめざして現在走行試験を実施している。

本案件では無人での自動運転 (GoA4) 機能を有するメトロ車両の運行を予定しており、高い技術と安全性が要求されている。日立では、日本を拠点とする日立製作所水戸生産本部および株式会社日立インダストリアルプロダクツ、イタリアのHitachi Rail STS S.p.A.、さらにはインドにて現地生産に対応したスイスのHitachi ABBパワーグリッド社 (2021年10月に「日立エナジー」へ社名変更) が協力して設計を進め、シナジー効果を最大化することで車両全体でのシステムインテグレーションを実現し、日立初のPropulsion System, APS, TCMSのインドメトロ市場参入を果たした。



5 副都心線17000系インバータ装置 (左) と主電動機 (右)



6 ムンバイメトロ 2&7号線主電動機 (左)、主変換装置 (右)

7 OS&Mによる環境に配慮した鉄道の改修：ディーゼルから液化天然ガスへの転換

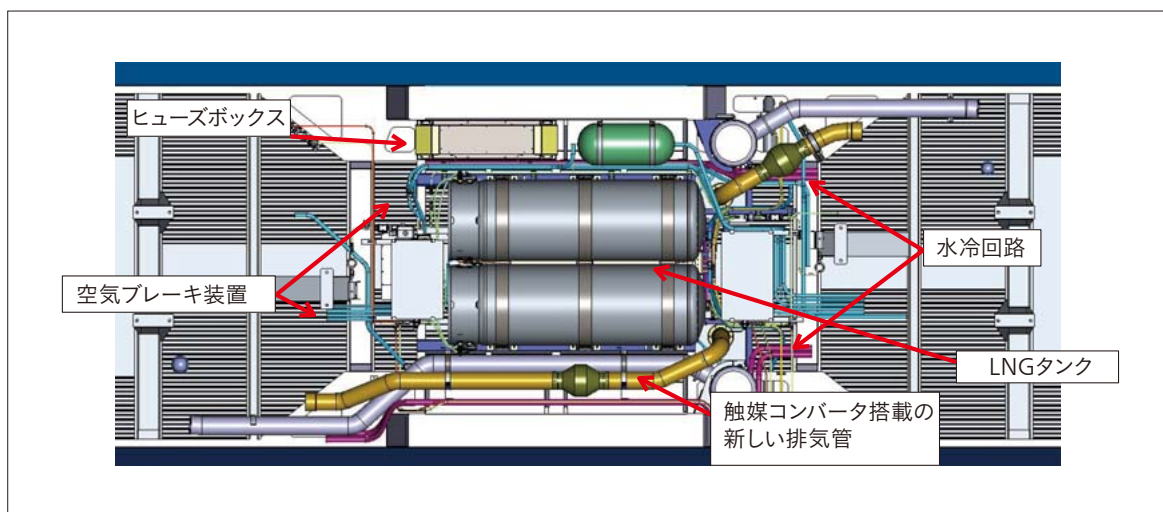
OS&M (Operations, Service and Maintenance: 運用・サービス・保守) 部門の発展に伴い、環境に配慮したソリューションに注力する機会が生まれている。一つの例が、イタリアの歴史ある鉄道車両ALn 668の、燃料をディーゼルから液化天然ガス (LNG: Liquefied Natural Gas) に変更する改修である。日立レール社が、改修設計とその受け入れについてTrenitalia社と交渉を行った。このプロジェクトは、特に既存の列車や入換機関車の改修で、LNGに持続可能性のポテンシャルがあることを示している。LNGはコスト効率が高く、再生バイオLNG燃料の使用により

持続可能なライフサイクルを実現できる。

すでに、観光サービス用に2台、ALn 668車両の改修が完了している。燃料タンクをLNG対応のものに交換し、ディーゼルエンジンをオットーサイクルのエンジンに換え、LNGタンクとモーターの間のあらゆるインタフェースを再設計し、イタリアの鉄道安全当局から承認を得た。将来の低炭素化に対応できるような改造を行うことで資産価値の継続が保証される。

LNG対応のALn 668車両は2021年1月、アルプス山脈の急勾配が特長の観光用路線「Transiberiana Italiana」でデビューした。試作車が無事完成し運行の運びとなったことから、今後このテクノロジーをさらに20~50台の車両に展開し、環境保全技術への将来的なコミットメントを示す予定である。

(日立レール社)



7 ALn 668のディーゼルから液化天然ガスへの再設計