

首都圏鉄道システムの革新

JR東日本研究開発センター 先端鉄道システム開発センター 所長

中村 泰之



JR東日本グループは、2008年4月に、長期経営構想として「グループ経営ビジョン2020－挑む－」を策定し、その達成に向けて挑戦をはじめています。そこでは、「継続する挑戦」の第一に「お客さま満足の向上を実現すること」を掲げ、部門や系統を越えて課題の解決・改善に取り組むこととしています。

JR東日本研究開発センターでは、お客さまのさらなる満足度向上、特に首都圏エリアの輸送サービスの質の向上に、研究開発を通じて寄与するため、首都圏鉄道システムの革新をめざしたプロジェクトを立ち上げ、開発に着手しました。本稿では、「次世代の首都圏鉄道システム」の開発構想についてご紹介します。

1. はじめに

鉄道事業において、お客さまの満足の向上を実現するため私たちがなすべき課題は数多くありますが、とりわけ、将来にわたって収益の基盤となる首都圏の輸送サービスの質の向上に力を入れていくことは重要です。

JR東日本研究開発センターでは、首都圏エリアの輸送サービスの刷新をめざし、東京50km圏をターゲットとして、「次世代の首都圏鉄道システム」に関するプロジェクトを立ち上げ課題の解決を図ることとしました。

2. 「次世代の首都圏鉄道システム」がめざすもの

2.1 情勢想定と取組みの観点

今後10～20年の首都圏近距離輸送を考えるうえでの諸情勢を想定するにあたっては、以下のような点に留意する必要があります。

- ①少子高齢化・晩婚化の進展や、就労・生産人口の減少、外国人の流入などによる首都圏の人口構造の変化が輸送需要に与える影響
- ②就労・就学スタイルの多様化、都心回帰現象といった生活スタイルの多様化などの社会構造の変化が移動時間帯や曜日・季節変動などの輸送の様相に与える影響
- ③利用マナーや公衆意識の変化、社会サービスの高度化などを背景として、高度な安全、バリアフリー対応やセキュリティ確保、サービスの高品質化といった安心・安全面、利便面、接遇面での輸送サービスに関するお客さまニーズの高度化

④地球環境問題の深刻化や燃料価格変動などが輸送モードに与える影響

首都圏の新しい鉄道システムの構想を策定し、研究開発を適切に進めるにあたっては、これらの変化に常に注意を払い、環境や情勢の変化に応じたものとするのが肝要です。2008年秋以降の著しい景気悪化の影響による今後の情勢変化には、継続して注意を払う必要がありますが、現時点では、「次世代の首都圏鉄道システム」の取組み推進にあたっては、現状並みの輸送力を確保しつつ、高まり続けるお客さまのニーズに対しては、よりすばやく反応していくことが必要だと考えます。

また、それに加えて、東北縦貫線や相模鉄道相互直通運転などの直通サービスの拡大といった施策からもわかるとおり、輸送体系は、単一の線区としてではなく、乗り入れや並行線区を考慮に入れたネットワークを強化する方向へ変化していることを意識する必要があります。

2.2 鉄道システムのあるべき姿とは？

列車の運行の仕組みは、車両設備、地上設備とメンテナンス従事者も含めた多くの係員からなる大掛かりなトータルシステムといえます。従来は、列車の計画（ダイヤ）や運行を管理する「輸送管理・運行管理」、信号機や分岐器などの制御や各種情報を伝達制御するための「信号・通信」、車両の機器の制御を行う「車両」という領域ごとにシステムを構築してきました。そして、それぞれのシステムは、部分的に相互に関連を持ちながら機能しています。

これらのシステムは、それぞれがその時々ニーズや技術を取り入れ、独立して進化・発展してきました。そ

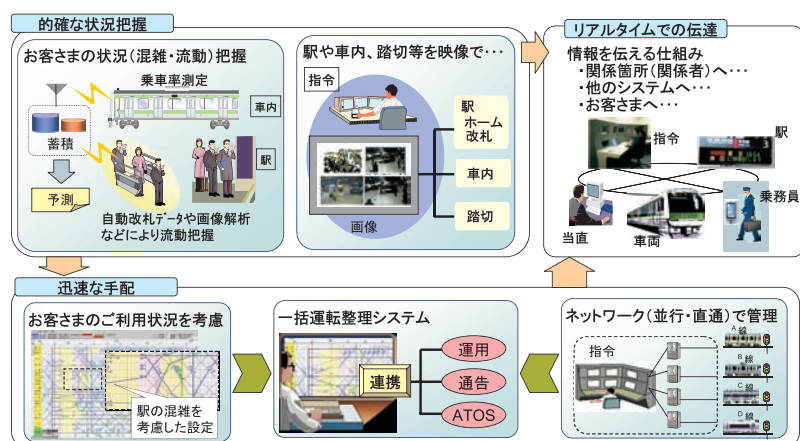


図3 次世代の輸送管理・運行管理システム

ために引き続き重要になってくると考えます。そのために「次世代の輸送管理・運行管理システム」が具備すべき要件については次のように考えます。（図3）

（1）状況を的確に把握する仕組み

輸送障害が発生して、運転整理などを行う際には、駅のホームや列車内の混雑状況、これからどこに向かうお客さまが多いかなどを考慮にいれて運転整理や情報提供をすることにより、お客さまのご不満を極力少なくする必要があります。その際、お客さまのご利用状況（列車や駅の混雑状況）やお客さまの移動状況（乗車駅、降車駅や経路）に関する情報把握がリアルタイムに近いほど、お客さまの流れをよりきめ細かく反映した列車設定やお客さまの行先に配慮した情報提供をすることが可能となります。このような鮮度の高いお客さまの流れの情報把握は、異常時のみでなく、平常時でも、ダイヤ改正への反映やイベントでの一時的なお客さまの増加にあわせた柔軟な列車設定といった弾力的な輸送に貢献できます。高品質で大容量の通信ネットワークを活用することで、（少し先の予測も含む）時々刻々と変化するお客さまの流動データや駅や車両内などのリアルタイムの映像情報などを指令室で獲得することができるようになります。

（2）迅速な手配を支援する仕組み

輸送障害時などに手配を迅速に行うには、熟練した指令員のノウハウを取り入れ、車両や乗務員の運用までも考慮することが必要です。現在、ダイヤ平復までを一括して提案できる運転整理支援システムの開発を進めているところです。さらに今後は、この仕組みに、先述のお客さまの流れに関するデータを加味するとともに、相互直通拡大などの輸送体系の変化に合わせ、これまでの線区別の輸送管理ではなく、並行線区を勘案したネットワークでの管理へとシフトしていくと考えられます。

（3）関係箇所やお客さまへの迅速な伝達の仕組み

迅速な手配を実現させるには、それを迅速に伝える手

段も必要となります。情報ネットワークを通じて社内の関係箇所や、進路制御システム、列車制御・車両制御システムへも最新の運行計画が伝達できるようになります。

また、駅の情報案内装置や、列車内の情報表示装置などにより、お客さまへも時間差なく情報提供ができるようにします。当面の取組みとしては、運転整理提案機能の充実を図り、今後のATOS（東京圏輸送管理システム）の展開に合わせて導入することをめざしています。

3.2 「次世代の進路制御システム」の開発

「次世代の首都圏鉄道システム」では、シンプルな仕組みとすることで、信頼性を向上することをねらいのひとつとしています。機能の整理を行い地上設備を簡素化・削減することができれば、設備故障に起因する輸送障害の低減に寄与するとともに、保守業務やコストの削減も可能となります。

「次世代の進路制御システム」では、地上の信号設備の簡素化をめざして、信号機、転てつ機、踏切などを制御する論理装置の開発を段階的に行うことを計画しています。

第一ステップでは、駅運動装置、ATS-Pなど機能別に発展してきた制御論理を整理、再構築し、制御・状態情報のやりとりをシンプル化し、ハードとしても駅構内論理装置（構内LC）として装置の統合・共通化をめざして開発を行っています。この制御論理では制御・状態情報のデータ構造を信号機や転てつ機などの設備種別ごとに独立性が高いものとするとともに、線形改良などを行う際の影響範囲の明確化・最小化が可能な制御論理を構築する事を目標に開発を行っています。（図4）

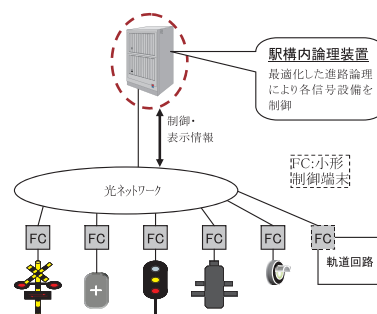


図4 駅構内論理装置（構内LC）

次に、この駅構内論理装置（構内LC）と現在仙石線への導入が計画されているATACS（無線による列車制御システム）の機能（列車位置検知、列車追跡、列車制御など）との統合を想定しています（ATACS連動）。この2つの機能・装置を統合することで車上主体の列車制御システムに近づくとともに、信号機や軌道回路などの現場設備も

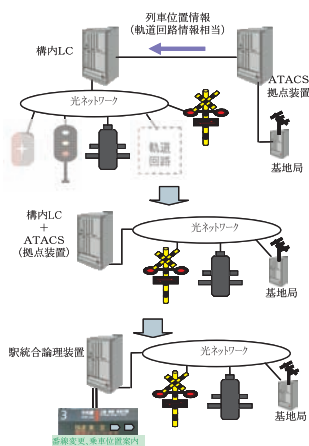


図5 駅構内論理装置の機能統合イメージ

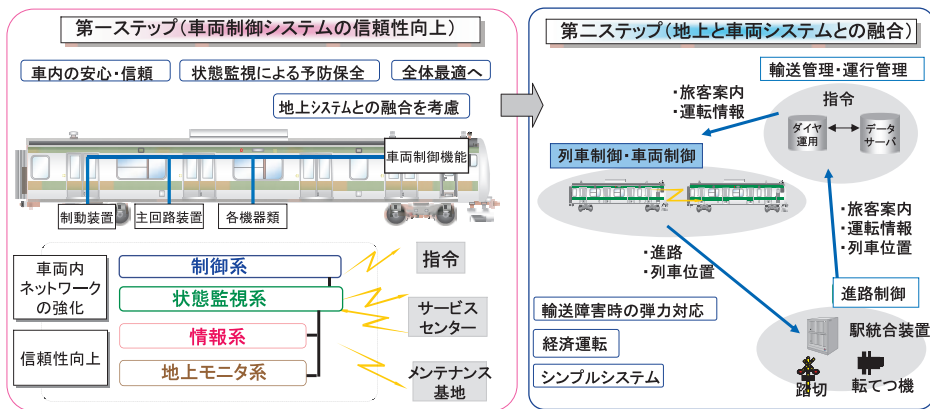


図6 次世代の列車制御・車両制御システム

削減できることにより、システム全体の信頼性向上とコストダウンが図れると考えます。最終的には、連動、進路制御、旅客案内（駅ダイヤ管理）の機能を統合した駅統合論理装置へ発展することをめざしています。（図5）

当面の取組みとしては、2010年度までに駅の連動装置に相当する駅構内論理装置の開発を行っています。駅構内論理装置は現在ATOSなどで使用されている電子連動装置の後継機種として導入をめざし、また、ATACS連動については首都圏ATACSへの適用を目標にしています。

3.3 「次世代の列車制御・車両制御システム」の開発

「次世代の首都圏鉄道システム」では、列車群を安全に効率よく運行するための仕組みが必要です。すなわち、列車（編成）全体の走る・止まるを制御するための列車制御システムと、車両に搭載されている機器を個別に制御するための車両制御システムが必要となります。

「次世代の列車制御・車両制御システム」では、現状よりも車上へより多くの機能が移行することが想定されるため、車上システムには、これまで以上の信頼性が要求されると考えます。

「次世代の列車制御・車両制御システム」では、2つのステップで開発を進めることとしています。第一ステップでは、車両制御システムの機能を集約することにより、部品点数を減少させるとともに、ソフトウェアの機能も統合し、車両制御システム全体としての信頼性の向上をめざします。また、列車内の情報伝送については、①車両機器への制御情報に対応した制御系、②車両機器の状態情報に対応した状態監視系、③お客さまへの情報提供や乗務員への支援情報などに対応した情報系、④営業列車からの地上設備の状態監視に対応した地上モニタリング系として、情報の重要度や伝送頻度・情報量に応じた情報ごとに基幹伝送を分離し、ネットワークを構成します。これにより、お客さまへの情報提供や車内セキュリティ

向上などの車内サービスをより充実させることや、車両機器の劣化診断や故障への即応性向上、営業列車を用いた地上設備の状態監視などが可能となります。

この新しい車両制御システムは、E233系の後継となる次期新型通勤電車をターゲットに開発を進めています。

第二ステップでは、輸送管理・運行管理システムから最新の運転情報を受け取り、また、列車相互の位置関係を認識して進路制御システムへ進路を伝える車上主体の列車制御の仕組みへ移行することをめざします。そのほか、同一変電所エリアの列車が同時に起動することを避けて電力ピークを抑制するための制御、混雑駅の手前の機外停車を少なくするための予測制御のような経済運転の仕組みの開発などを取り上げることとしています。

4. おわりに

「首都圏鉄道システムの革新」に向けて、現在、種々の要素技術の開発を進めていますが、これらに関する試験・評価や検証の一部は、多目的実験車（Mue-Train）を試験フィールドとして活用することとしています。

「次世代の首都圏鉄道システム」の革新は、鉄道という事業の性質上、また、技術開発という点からも、プロジェクトは10年前後の長い期間を想定しています。途中段階で得られた成果については、適宜、施策を実施していく際に取り入れていくという、全体的なロードマップを描いています。

私たちは、お客さまのご期待の実現のために将来への
布石となる果敢な挑戦をこれからもつづけていきます。

参考文献

- 1) 加藤保：輸送の安定性向上とお客さま指向，JR EAST R&D REPORT, No.79, pp1-2, 2008, July
- 2) 辺田文彦，福井聡，古田良介：首都圏鉄道システムの革新に向けて，JR EAST R&D REPORT, No.79, pp3-7, 2008, July