

## 次世代の首都圏鉄道システムの概要

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



長期経営構想「グループ経営ビジョン2020-挑む-」の策定にあわせ、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、2008年に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ました。本稿では、「次世代の首都圏鉄道システム」の概要と関連する開発の状況について紹介します。

### 1. はじめに

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、いろいろな課題に挑戦しています。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。

鉄道事業において、お客さまの満足度の向上、特に首都圏の輸送サービスの質の向上に力を入れていくために、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、2008年に「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ました。

### 2. 「次世代の首都圏鉄道システム」の考え方

#### 2.1 想定される情勢について

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、プロジェクトの立ち上げ当初に以下のような留意点を挙げました。

- 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 利用マナーや公衆権利意識の変化、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要求の高度化
- 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

なお、その後の大きな社会状況の変化による影響としては、2008年秋以降の著しい景気変動の影響、2011年3月11日に発生した東日本大震災の影響、およびその後のエネルギー需給の影響などがあります。特に、東日本大震災については、大規模な災害が発生した際の対応やその後の復旧、運行の確保などで、どのような点に配慮すべきであるかということについて、教訓となるものが多くあったと考えます。また、今後のエネルギー施策の変化も考えられます。これらのことを整理し、留意点として反映させることが必要だと考えています。

#### 2.2 「次世代の首都圏鉄道システム」の全体像

列車の運行は、車両、地上設備と乗務員、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仕組みです。したがって、列車の運行に関係するさまざまなシステムが開発されてきました。しかしながら、それらのシステムは、その時々ニーズや技術を取り入れ、独立して進化・発展してきたため、局所的にはよい仕組みであっても、全体としては最適とはいえないものになっていると考えられます。

「次世代の首都圏鉄道システム」では、これまで個別に発達させてきたシステムを、情報の流れに着目し、ICTを活用することにより、ムダや重複のより少ない機能配置に見直しをしようというものです。将来のあるべき姿にむけて、必要とされる機能を抽出する、ニーズを主体としたアプローチにより、首都圏輸送の安全性、強靱性、柔軟性、ローコストオペレーション、環境負荷低減をめざすものです。

「次世代の首都圏鉄道システム」が対象とする主な領域は、指令における輸送管理・運行管理、駅における進路制御、列車における列車制御・車両制御という主要な3領域となります（図1）。

これら領域の間を結ぶ情報の伝送経路としては、デジタル列車無線のような専用無線、WiMAXのような汎用ブロードバンド無線、次世代IPネットワークなどが挙げられます。ICT

の活用という観点からみますと、情報の伝送経路については、高速化、大容量化していくことを前提として考えていかなければなりません。

特に、現時点では、列車と指令、列車と駅といった、地上と車上を結ぶ通信手段は、指令と駅などの地上間の情報伝送に比較すると、伝送速度が遅く、車上で得られる情報は圧倒的に少ないといえます。したがって、機能配分の見直しに際しては、特に、移動体無線の技術動向について関心をもち、通信技術の成果への対応を積極的に考えていかなければならないと考えます。

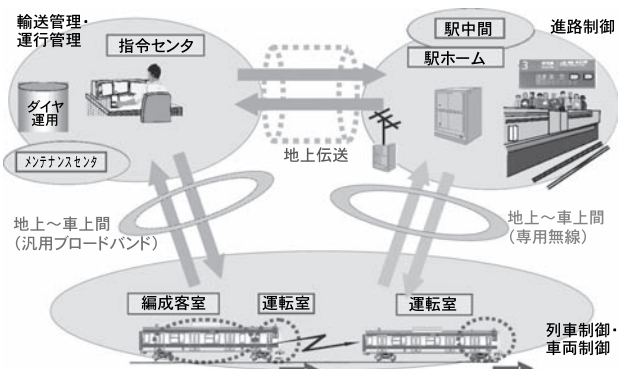


図1 次世代の鉄道システムのイメージ

## 3. 「次世代の首都圏鉄道システム」に関する開発の概要

「次世代の首都圏鉄道システム」の主要な3領域である「輸送管理・運行管理」、「進路制御」、「列車制御・車両制御」のそれぞれについて、開発の概要を述べていきます。

### 3.1 「輸送管理・運行管理」に関連する開発

将来の首都圏輸送においては、平常時においても、異常時においても、お客さまの需要（流れ）にあわせて柔軟に輸送を提供できること、お客さまや係員へ適時適切な情報を提供することのふたつは、お客さまの満足度をより高める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「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2）

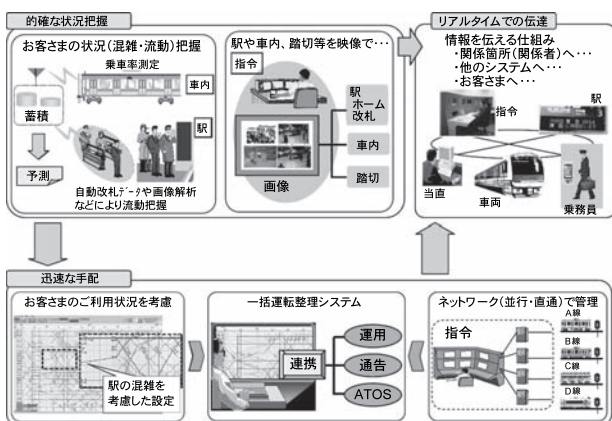


図2 次世代の輸送管理システム

### (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入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。この際、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をすることが可能となります。このような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。

お客さまの動向にあわせた柔軟な列車設定をするには、判断の基礎となる情報をきめ細かく獲得し、蓄積しておく仕組みが必要です。大容量の通信ネットワークを活用し、乗車率などの時々刻々と変化するお客さまの流れに関するさまざまな情報を獲得、蓄積し、分析に活用する仕組みについて検討しています。

### (2) 迅速な手配を支援する仕組み

輸送障害時の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とも連携をとることが必要です。1本ごとの列車の整理を提案するのではなく、ダイヤ平復までを提案できる運転整理支援システムの開発をすすめているところです。また、この仕組みは、車両や乗務員の運用と連動して提案するのみでなく、お客さまのご利用の状況（主に乗車率を元にした輸送量）も考慮に入れることを特徴としています。

運転整理の支援において考慮に入れるお客さまの状況については、将来、データの蓄積や解析がさらに進んでいけば、少し先のお客さまの流れを予測した情報に進化していくと考えます。

### (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する必要があります。例えば、乗務変更が発生した場合に、WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）を活用して、変更の時刻表を車上に伝送し、表示器に表示できる機能を開発しています。

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な機能が必要です。

### 3.2 「進路制御」に関連する開発

「次世代の首都圏鉄道システム」では、設備を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統合化・

スリム化することにより、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。

これまでの開発としては、信号設備の制御を電圧制御から光ネットワークを活用した情報制御とすることにより、信号ケーブル削減、施工性の向上、試験の簡素化をねらい、ネットワーク信号制御システムの開発をすすめてきました。ネットワーク信号については、第1号駅の武蔵野線市川大野駅に続き、京葉線（東京～蘇我間）で2012年度末からの順次使用開始をめざし、設計・施工が進められています。

なお一方では、信号機、転つ機、ATS-P、踏切などを制御する論理装置は、機能別に存在し、複雑なシステム構成となっています。「進路制御システム」では、これらを1台の装置で制御する論理装置の開発を段階的に行っています。

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共通の基盤上で整理、再構築し、ハードウェアとしても駅構内論理装置（LC）として装置を統合し、制御・状態情報のやりとりをシンプル化することにより信頼性の向上、設計業務の軽減、コストダウンをめざして開発を行っています。一次開発でハードウェアと制御論理の検証を行いました。今後、駅構内論理装置は、実用化に向けた開発として、計算処理および制御・状態情報のデータ構造を連動やATS-Pなどの機能種別ごとに独立性が高いものとするにより、システム改修時および万一の障害発生時の影響範囲の明確化・局所化が可能な制御論理を構築することを目標に開発を行っていきます。（図3）

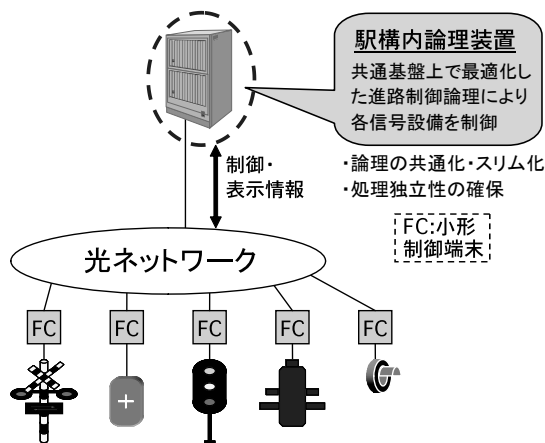


図3 駅構内論理装置（構内LC）

駅構内論理装置は現在ATOSなどで使用されている電子運動装置の後継機種としての導入をめざしています。

また、将来は、この駅構内論理装置（構内LC）と仙石線への導入が計画されているATACSの機能（列車位置検知、追跡、列車制御等）を統合していくことも想定されます（ATACS連動）。ATACSの導入により地上信号機などの現場設備が削減でき、さらに駅構内論理装置とATACS装置の機能・装置を統合することにより、一層のスリム化ができ、システム全体の信頼性向上とコストダウンが図られると考えま

す。これは、首都圏ATACS検討の進捗にあわせて検討を進めていく課題と考えます。

さらに、最終的には、連動、進路制御、旅客案内表示（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も期待できます。（図4）

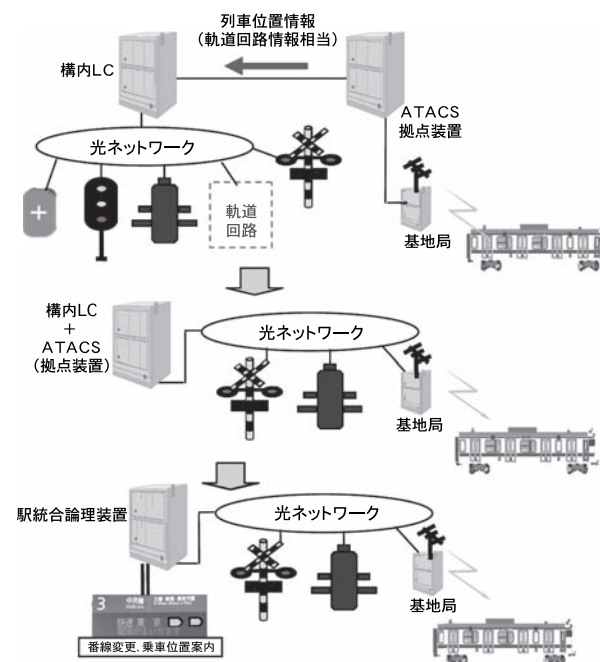


図4 構内論理装置の機能統合イメージ

### 3.3 「列車制御・車両制御」に関連する開発

車両制御の「信頼性の向上」、「サービス向上」、「次世代の首都圏鉄道システムへの対応」、「国際規格への対応」を開発コンセプトに、「次世代車両制御システム（INTEROS）」の開発を進めています。これらのコンセプトに対応するには情報伝送の大容量化や拡張性の向上が必要であり、基盤となる技術として編成内の基幹となる伝送路に100Mbpsイーサネットを採用しました。また、信頼性向上のためにシステムの機能配置を工夫することによりハードウェアを極力削減することをめざしたシステム構成を検討し、2つの方式を開発しました。

さらに、編成内のネットワークを、①車両の走行に関する情報に対応した制御系、②車両機器のモニタリングやメンテナンス情報に対応した状態監視系、③お客さまへ提供する動画・静止画などのコンテンツなどを扱う情報系の3つのネットワークに機能別に分離しました。制御系とそのほかのネットワークを分離することにより、システム全体の信頼性の向上をめざしています。また、大容量の情報系ネットワークでは、車内ITCサービス装置などの追加や拡張により、お客さまへの情報提供や車内セキュリティ向上といった車内サービスをより充実させることを可能としています。なお、架線や軌道など地上設備のモニタリング装置については、試験電車では独立のネットワークとしていますが、状態監視系のネットワークに接続することを検討しています。（図5）

また、車上で集めたメンテナンス情報の地上への送信や

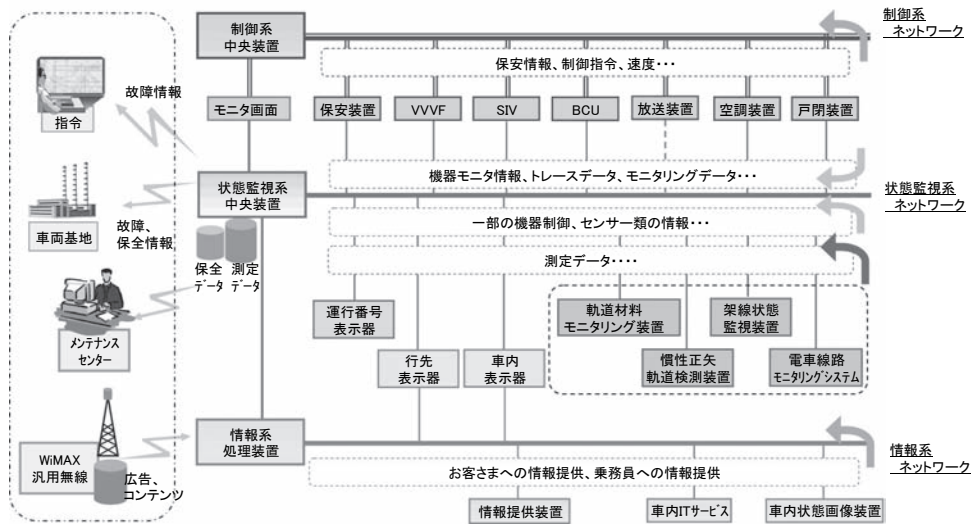


図5 次世代車両制御システム (INTEROS) の概要

地上からのコンテンツや車両機器のソフトウェア更新など、車上-地上間の大容量のデータ伝送にWiMAXを用いた機能の開発を進めます。(図5)

INTEROSは、次期通勤電車での実用化をめざし、試験電車に搭載し、各種試験を行っています。

そのほか、車上主体の新しい列車制御の仕組みであるATACSの将来の首都圏への導入を想定し、首都圏向けのATACS無線システムの開発に着手するとともに、首都圏への展開で必要となる機能の開発について準備を進めています。

## 4. おわりに

「次世代の首都圏鉄道システム」に関連してすすめられている種々の要素技術の開発の状況についてご紹介しました。図6はここまで述べた開発の進捗状況を図に示したものです。

「次世代の首都圏鉄道システム」は、その全体像を実現するまでには、長い期間を要することを想定しています。

今後、関連する設備が順次更新の時期を迎えていくこととなります。これらの開発する要素技術の成果を、設備更新施策のタイミングにあわせて適時適切に取り入れることができるように、施策と同期をとることを意識しながら、開発をすすめてまいります。

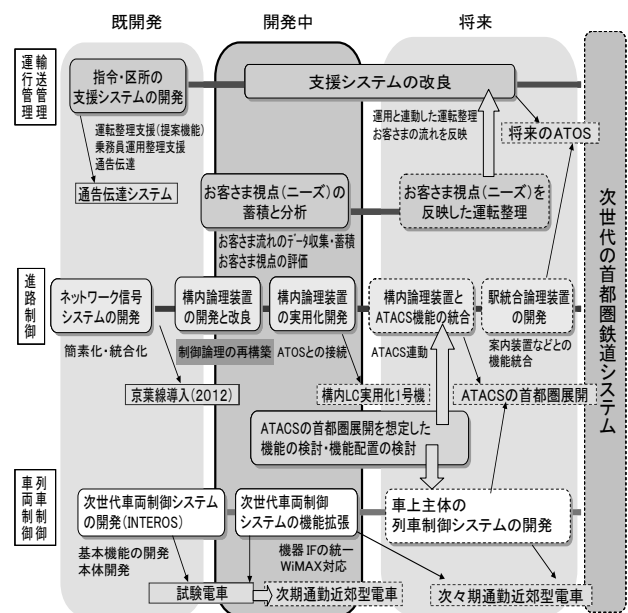


図6 関連する開発の状況

### 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
- 3) 中村泰之：首都圏鉄道システムの革新, JR EAST Technical Review, No.28, pp3-6, 2009