

信号制御システム・輸送業務のシステムと研究開発



先端鉄道システム開発センター 担当部長(情報技術) 加藤 保

鉄道による輸送サービスでは、お客様の視点に立脚して、安全・安定輸送を確保しつつ、利便性・快適性をさらに向上していくことが求められています。この輸送サービスを提供する仕組みとして信号制御システムと輸送業務のシステムがあり、それらシステムを変革することで鉄道のシステムチェンジを図っていくことが、重要な経営課題となっています。

そこで、それら輸送サービスに関するシステム変革の一端として、現在、取り組みを進めているJR東日本の研究開発の概要について紹介します。

1 はじめに

鉄道輸送において列車を安全かつ正確に運転するためには、信号制御システムと輸送業務のシステムが必要不可欠な仕組みとなっています。この安全確保のための信号制御システムは、鉄道の長い歴史とともに発達してきたものですが、鉄道沿線の現場に敷設している設備が抱える諸問題を早急に解決していく必要があります。また、鉄道輸送の安定性を確保する輸送業務のシステムを改善していくことも、経営上の観点から大切な事柄であります。

JR東日本の中期経営構想では、鉄道のシステムチェンジを目指し、研究開発の推進を挙げており、それら輸送サービスに関するシステムを変革するための研究開発に取り組んでいます。

2 中期経営構想と研究開発

2005年1月に発表したJR東日本の中期経営構想「ニューフロンティア2008」では、重要な経営課題として顧客価値の創造を掲げ、基本的な経営の方向では意識改革、事業改革、経営改革を示すとともに、図1に記載する6つの事柄に挑戦していくこととしています。



図1 ニューフロンティア2008と研究開発の推進

この研究開発の推進という方針に基づいて、安全安定輸送の確保、信号システムの革新、平常ダイヤへの早期回復といった領域に研究開発テーマを設定しています。

3 現状のシステムの課題と研究開発テーマ

3.1 信号システムの課題

信号システムは、過去の技術改良の積み重ねによる安全性の高い仕組みをもつ反面、特殊な技術領域のゆえに設備変革や業務刷新に関して保守的であり、そのような風土が定着していました。しかし、2003年9月の中央線における輸送障害の発生によって、現場の信号システムおよび業務の進め方に関する問題点が浮き彫りになるとともに、それらの変革が急務であることが明確になりました。

そのような背景のなかを信号革新プロジェクトが発足して、将来の信号システムの姿と今後の業務の進め方について、改善メニューを策定するとともに、実現に向けた取り組みを進めることになりました。

3.2 信号革新プロジェクト等の取り組み

信号革新プロジェクトでは、次の5つの柱を取り上げていきます。

- 信号設備の革新
- 輸送障害の削減
- 工事施工能力の向上
- 人材の育成
- パートナー会社の強化

1番目の信号設備の革新として記載したハード対策の主要なメニューが、ネットワーク信号制御システムの開発と導入です。光ネットワーク化で信号用の銅線多芯ケーブルを削減することにより、施工性を良くして、配線確認や現地試験の軽減を目指しています。

一方、信号革新プロジェクトが発足する以前に、車上に列車位置検知や列車間隔制御の機能を配置することにより地上の信号設備をシンプルにすることをねらいとして、無線による列車制御システム(ATACS)の開発を進めていました。

3.3 輸送業務に関するシステムの課題

輸送業務の仕組みの改善については、従前より列車集中制御装置(CTC)やプログラム進路制御装置(PRC)の導入による指令や駅の業務の近代化が進められてきました。近年では、輸送計画、輸送管理や運行管理に関する大規模なシステム化(ATOS, COSMOS, など)も行われています。

しかし、列車の乗務員業務に係わる支援、乗務員区所の運転当直助役の業務に関する一層の近代化、輸送指令員に対する高度な運転整理(乗務員運用や車両運用を考慮した平常ダイヤへの早期回復)の支援という観点では、まだまだ改善を図る余地が大きい現状であるといえます。そのような事柄に対して、業務改善や輸送安定性の向上を目的・狙いとした、各種システムの開発を推進しています。

3.4 研究開発テーマの位置付け

前記の各項目で述べたネットワーク信号制御システム、ATACS、輸送業務に関するシステムの開発について、研究開発テーマの位置付けの概略を表1に示します。

表1 各開発テーマの位置付け

項目	現状	短期	中長期
輸送業務(支援範囲)	指令等	関係者全般 各支援システム	
列車制御	地上信号方式(ATC-P)	地上信号方式	地上・車内信号併用
	車内信号方式(D-ATC)	車内信号方式	車内信号方式 ATACS
列車検知	軌道回路	軌道回路	速度発電機 GPS
情報伝送路	メタルケーブル		無線
		光ケーブルネットワーク	光ケーブル信号制御

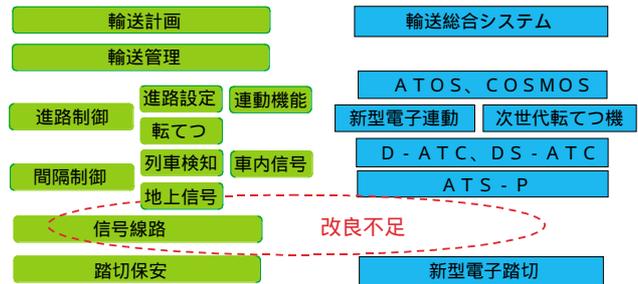


図2 設備改良、システム化の現状

そこで、中央線の輸送障害の対策とすることを契機として、信号線路に関する技術革新の取り組みにつながるということで、ネットワーク信号制御システムの開発を加速してきています。

4.2 駅構内に関するシステムの開発

列車が在線する線路が多数あるような大きな駅構内では、膨大な量の信号用の銅線多芯ケーブルが敷設されています。これを図3に示すように光ケーブルで置き換えて、構内ネットワーク(LAN)による信号制御情報の伝送路とします。こうすることで信号工事に伴う銅線多芯ケーブルの配線確認が、信号機や電気転てつ機などの制御端末に付与したIDを確認すればよいことになります。

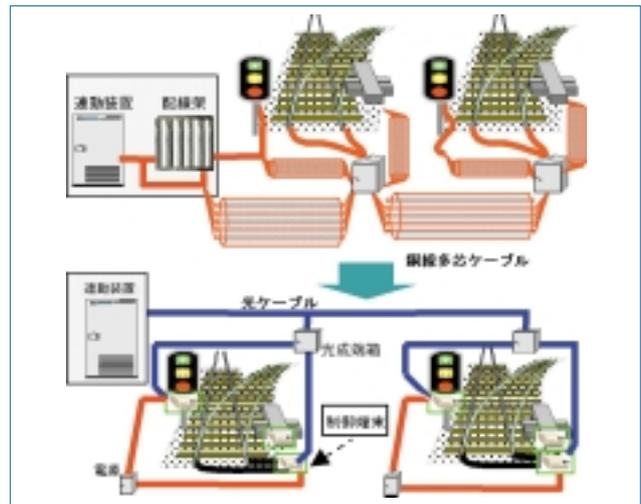


図3 駅構内の信号用ケーブルの現改比較

これにより銅線多芯ケーブルの敷設量が削減でき、現場機器をコネクタで簡易に接続できるなど配線作業に関する施工性が改善できます。また、銅線多芯ケーブル用の配線図を工事設計図書として作成していましたが、図面量としてはかなりの削減が見込めます。そして、工事に伴う配線確認、現地試験などが軽減でき、その結果、ミスの防止にもつながるメリットを享受できます。

4 ネットワーク信号制御システムの開発

4.1 背景

図2の鉄道信号の各機能領域をみると、信号線路に関してこれまで改良の取り組みが不足していたといえます。

5.3 今後の取り組み

約1年半にわたるプロトタイプ試験を完遂して予定した試験評価データを取得できたこと、ATACSシステム評価委員会より技術的に実用レベルであるとの判定を得たこと、社内での諸検討も深まってきたことを踏まえて、社内経営幹部による審議を経たうえで、2005年6月に実用化に向けた具体的な検討をすすめるプロジェクトチームが発足しています。

今後、同プロジェクトチームが、実用化に向けた詰めめの検討を進め、成案をまとめ社内の意思決定手続きを経て、第1号となる線区での実用化の取り組みを推進していくことになります。

6 輸送業務に関わるシステムの開発

6.1 輸送業務改善の全体開発

輸送業務の仕組みの改善は、これまでの指令や駅の業務を近代化する取り組みから、列車の乗務員業務に係わる支援、乗務員区所の運転当直助役の業務に関する一層の近代化、輸送指令員に対する高度な運転整理の支援という観点で、輸送業務の関係者全般を対象とした研究開発の取り組みに幅を拡げて推進しています。

6.2 これまでの開発の取り組み

既に実用化している仕組みの事例として、通告伝達システムがあります。このシステムは、指令員が運転整理のため東京圏輸送管理システム(ATOS)に入力した情報を、自動的に該当する列車運転台のモニタ画面に表示します。指令員は、送信した情報が確実に列車に届いているか、乗務員の情報受領確認を一定時間監視することにより、情報送受信の確実性を図っています。(受領確認のとれない情報に関する警報機能もあります。)

通告伝達システムの概要を図示すると、図6のとおりです。



図6 通告伝達システムの概要

通告伝達システムは、2004年4月に中央・総武緩行線で使用開始しました。また、在来線デジタル列車無線の整備にあわせ、各線区へ展開していく計画としています。

輸送障害時には、指令員の運転整理(列車ダイヤの変更)により、車両運用も当初の使用予定を変更することになります。この車両運用の変更の仕方によっては、平常の列車ダイヤへの回復が遅れたり、車両運用の後整理作業に手間取ったりします。そこで、車両運用の計画策定に必要な情報を指令員および区所の担当者へ提供するとともに、車両運用整理案を提示することで、輸送障害時などの車両運用の的確な整理を支援するシステムを開発しました。システムの概要を図7左側に示します。

車両運用整理支援システムは、2005年4月から中央・総武緩行線で使用開始しています。



図7 車両運用整理支援システムと乗務員運用整理支援システムの概要

6.3 現状の開発および今後の取り組み

鉄道輸送では、各列車に乗務する運転士、車掌を事前に予定しており、これを乗務員運用あるいは乗務員割当てと称しています。輸送障害時など列車ダイヤが変更になったときは、この乗務員の運用計画も変わるようになります。乗務員運用を担当する指令員や乗務員区所の当直助役は、列車の遅延等により次の乗務列車に間に合わない場合、別の乗務員を手配するなどの乗務変更を指示します。その際、乗務員の手配漏れがないかどうかのチェックをしたり、必要な変更情報を担当者へ提供するほか、変更整理案の提示を行うシステムを開発しています。

この開発は、最終段階に近づいており、早期の実用化に向けて確認試験を進めていくこととしています。システムの概要を図7右側に示します。

乗務員運用整理支援システムが作成した乗務変更案を、各乗務員に伝えるための乗務員用携帯情報端末(PDA)の開発

発も進めています。

乗務員区所の当直助役の乗務員管理に関して、乗務員の出勤から退勤まで一連支援するシステムの開発にも取り組んでいます。それらの概要・イメージを図8に示します。

さらに、輸送障害時など列車ダイヤを変更する際、車両運用や乗務員運用の変更について一括で提示を行える、運用協調型の運転整理案を作成するシステムの開発(図9)に取り組んでいます。



図8 乗務員用携帯情報端末と Crew Management Support System

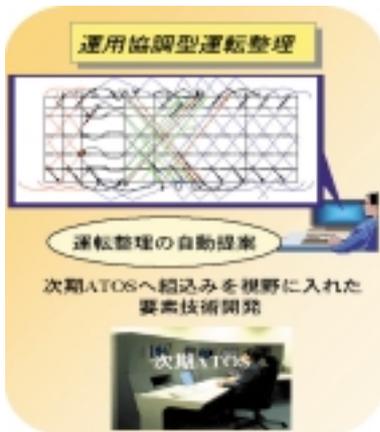


図9 運用協調型運転整理の概要

7 信号関係の個別設備・装置等に関する開発

信号関係の個別設備・装置の開発ということでは、JR東日本研究開発センターの各箇所(先端鉄道システム開発センター、安全研究所、テクニカルセンター)が、社内ユーザ部門と連携をとりつつ開発を進めています。

7.1 転てつ装置の開発

次世代電気転てつ機の実用化導入ののち、前年度までに次世代電気転てつ機用の定常状態監視処理装置の開発を終えています。

今後は、高番数分岐用の次世代電気転てつ機、省メンテナンス機構内用電気転てつ機の開発、次世代電気転てつ機のネットワーク信号制御システム対応に取り組みます。

7.2 駅の安全設備と踏切保安装置の開発

7.2.1 転落検知装置・踏切障害物検知装置の開発

駅ホームからのお客様の転落を検知して、進来する列車の停止手配をとるための装置を、駅における安全対策のひとつとして開発しましたこの新型の画像処理式の転落検知装置は、昨年度から新宿駅の一部ホームで実用化しており、今後、安全計画に沿って順次導入していく予定です。

その装置概要を、図10に示します。

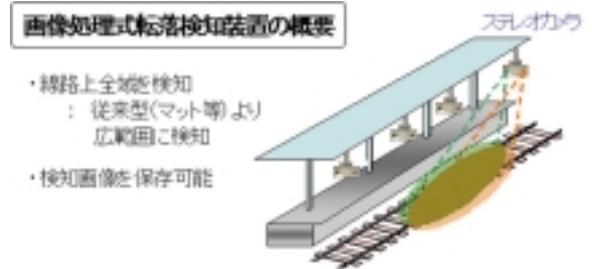


図10 画像処理式の転落検知装置の概要

踏切の安全対策向上の観点から大形支障物検知装置が未整備の踏切をターゲットとした低コストの装置ということで、これまで画像処理式の大形支障物検知装置を開発してきました。現在、最終確認の現地試験を行っています。

図11は、その装置概要です。

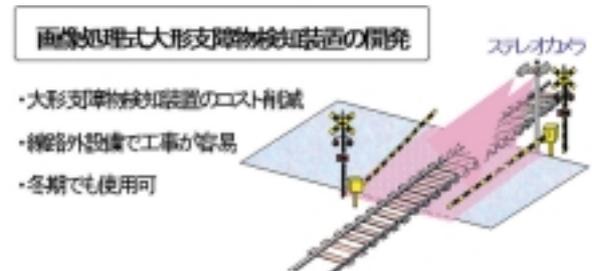


図11 画像処理式の大形支障物検知装置の概要

7.2.2 軽量形踏切遮断機の開発

現在、軽量化を図り作業性をよくした踏切遮断機の開発を進めており、本年度、現地試験を予定しています。

7.3 保守作業に関わる研究開発

鉄道の保守作業に係る安全確保ということでは、沿線の工事等に伴う手続きミスを防止するための線路閉鎖手続き支援システム、保守係員自らが取り扱う保守用車進路構成システムの開発と実用化を進めました。

また、列車と保守用車の衝突を防止する観点から、保守用車使用中の区間を停止信号現示として列車侵入を防止する

ための保守用車短絡走行システム(踏切の鳴動は保守用車係員が遠隔操作したり、踏切道へ踏切看視員を配置することによる対処)の開発も完了しています。

保守用車短絡走行システムの概要は、図12に示すとおりです。

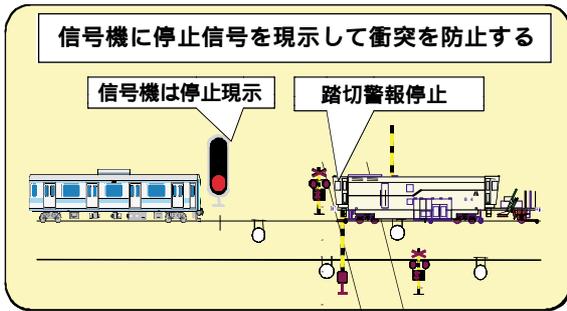


図12 保守用車短絡走行システムの概要

8 おわりに

8.1 研究開発の重要性

企業にとって研究開発は、重要な経営課題のひとつであるとよく言われます。JR東日本の研究開発は、経営方針に沿った取り組みとなっており、具体的には技術開発委員会等で研究開発の目指す方向や取り組みテーマを審議しています。

研究開発の目標は、鉄道のシステムチェンジであり、5つの主要な研究開発の取り組みの柱との関係を図13に示します。

信号制御システムと輸送業務のシステムに関する個別の研究開発テーマは、主に上側からの3項目(安全性・安定性と利便性・快適性の向上、コストダウン)に該当するものですが、見方・切り口を変えれば全ての項目に何らかの要素で関係するとみてよいのかもしれませんが。

今後も、信号制御システムと輸送業務のシステムの個別研究開発に当たっては、ITをはじめとした世の中の技術動向を見極めて取り組みを進めてまいります。



図13 研究開発が目指す5つの目標

8.2 将来に向けて

社会の少子高齢化が急速に進む日本では、今後、鉄道事業のお客様の増加が見込みにくい情勢であり、交通市場における競争激化など、経営環境はこれまで以上に厳しい見通しです。また、お客様などから寄せられる要望は、ますます高度化、多様化していくでしょう。

そのような今後の展望のもと、JR東日本グループの新しい中期経営構想ニューフロンティア2008では、「信頼される生活サービス創造グループであり続けるためには、より品質の高いサービスを提供することで、お客様に、JR東日本グループを選択していただく必要がある」と述べています。そして、経営の基本的方向として「研究開発に力を入れます」ということを、6つの挑戦のひとつとして取り上げています。

その経営方針に則って研究開発部門に従事する者のみならず、JR東日本グループの関係者が連携して「新たな創造と発展」に寄与していきたいと思えます。

JR東日本グループは、未来志向の活力ある企業体であり続け、各社の英知を結集して時代をリードしていくことを志向して、お客様のご期待を実現するために挑戦いたします。

参考文献

- 1) 国藤隆、樋浦昇：「ネットワーク信号制御システムの開発について」 JREA2005 Vol.48 No.5
- 2) 武子淳：「無線による列車制御システムATACSのプロトタイプ試験(中間報告)」 JREA2005 Vol.48 No.1