

R&Dシンポジウム 社内講演

オペレーションの変革

～Line OptimizedからArea Optimizedへ～

東日本旅客鉄道株式会社 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 課長

国藤 隆



1. 20年後のオペレーションのコンセプト

「オペレーションの変革～Line OptimizedからArea Optimizedへ～」と題しまして、首都圏のオペレーションの最適化という点を中心に発表します。

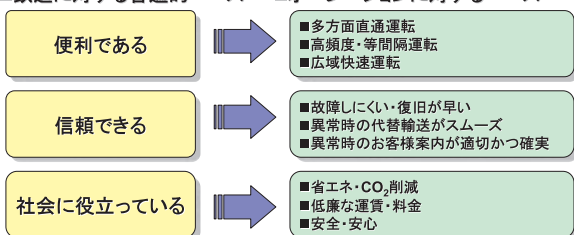
まず、20年後のオペレーションのコンセプトについて示します。鉄道には、「便利である」「信頼できる」「社会に役立っている」という普遍的なニーズがあります。それぞれに対して、オペレーションについて具体的な検討を行いました。

「便利である」については、多方面直通運転、高頻度・等間隔運転、広域快速運転といったニーズがあります。また、「信頼できる」については、故障しにくい・復旧が早い、異常時の代替輸送がスムーズ、異常時のお客さま案内が適切かつ確実というニーズがあり、「社会に役立っている」については、省エネ・CO₂削減、低廉な運賃・料金、安全・安心というオペレーションに対するニーズがあります。

このように多様化、高度化するお客さまニーズに応えていくためには、輸送のシームレス化・フレキシブル化

20年後のオペレーションのコンセプト

■鉄道に対する普遍的ニーズ



多様化・高度化するお客さまニーズ

シームレス化・フレキシブル化

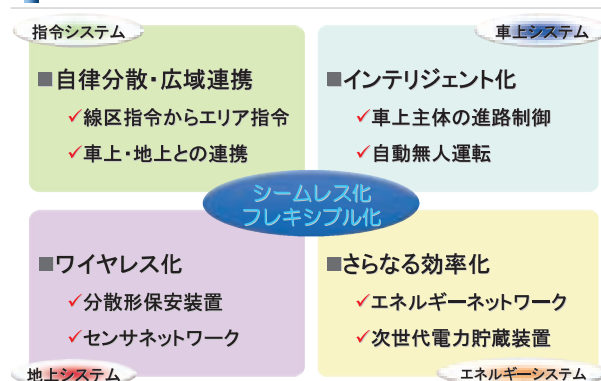
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 2

を実現していくことが不可欠であると考えています。

コンセプトの実現に向けた技術開発の方向性について、指令システム、車上システム、地上システム、エネルギーシステムという4つのシステムの切り口から示します。

指令システムのキーワードは自律分散と広域連携です。現在の線区別の指令からエリア一括の指令への変革、また地上システムと連携した一体システムの開発を進めます。車上システムについては、インテリジェント化を図り、車上主体の進路制御、あるいは自動無人運転を実現していきます。地上システムについては、ワイヤレス化を徹底的に進め、無線をベースとした分散型の保安装置、センサーネットワークを開発していきます。エネルギーシステムは、さらなる効率化を追求するために、新しいエネルギーネットワークや次世代の電力貯蔵装置を開発していきます。このような技術開発をもとにして、シームレス化、フレキシブル化を実現していきます。

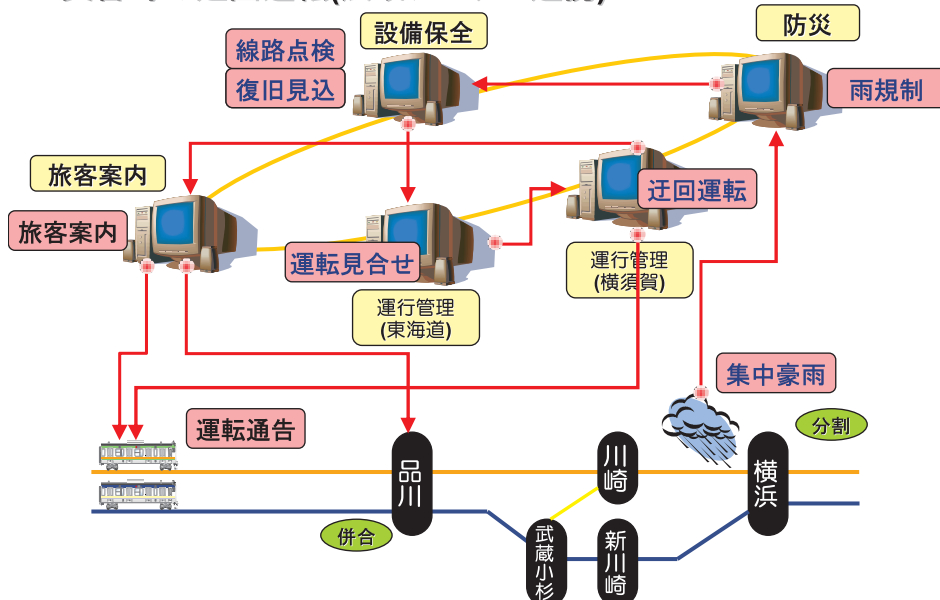
20年後に向けた技術開発の方向性



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 3

指令システムの未来像

■災害時の迂回運転(広域システム連携)



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 5

2. 指令システム

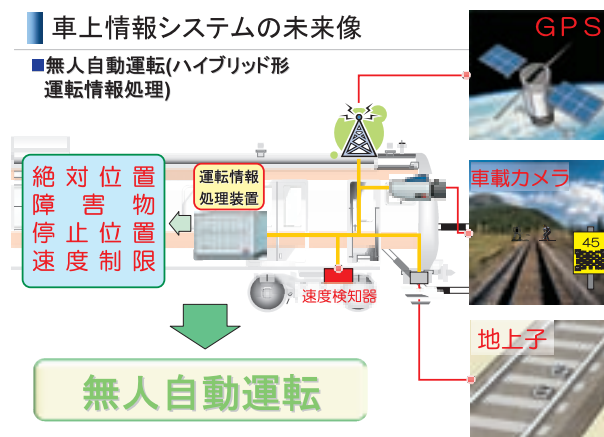
20年後の列車運行体系を見ていきます。首都圏には、東北本線、高崎線、常磐線など縦横無尽に路線が張りめぐらされています。これらの線区内を自由に行き来する、すなわち、多方面相互直通運転によって乗換えを無くしていくような運行をめざしていきます。

そのためのシームレス化、フレキシブル化を実現するための具体的な技術開発について、例をもとに説明します。まず初めは、指令システムにおける災害時の迂回運転の事例について説明します。ある区間で集中豪雨が発生すると、防災システムでは雨規制を発令します。防災システムは、設備保全システムに線路点検を要請します。設備保全システムは、現場のセンサー情報をもとに復旧の見込みを立て、その情報を運行管理システムに伝達します。運行管理システムでは、運転見合せの手配をするとともに、他の線区への迂回運転を要請します。迂回運転を要請されたシステムは、新しいダイヤを作って、旅客案内システムや車上のシステムへ情報を伝達します。また、旅客案内システムは、最新の案内情報を駅と車上に送ります。これによって駅の発車標、あるいは車内の案内ディスプレイには即座に最新の情報が表示されます。これらの処理は、広域システム連携によって瞬時に行われ、列車は特に遅れもなく運行を継続していきます。

3. 車上システム

■車上情報システムの未来像

■無人自動運転(ハイブリッド形運転情報処理)



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 6

3.1 車上情報システム

無人自動運転について説明をします。車上には、さまざまな情報収集装置が搭載されます。それはGPSの位置情報、車載カメラの映像、地上システムの情報や車両のスピードなどです。

これらの情報を、車載の運転情報処理装置で統合して、絶対位置、障害物、停止位置、速度制限などの運転情報を作成します。それに基づき、無人の自動運転を行うシステムを開発していきます。

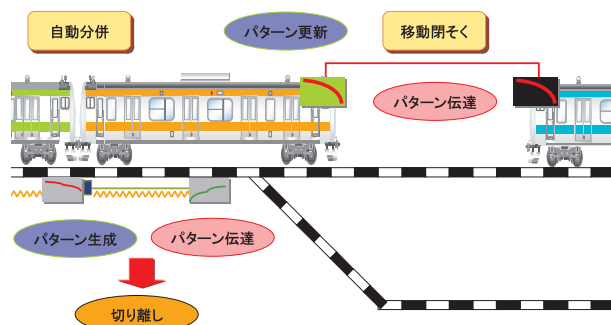
3.2 車両制御システム

移動閉そくと、自動での分割併合について説明します。移動閉そくは列車間の無線通信で行います。先行列車は運転パターンを後続列車に伝達し、後続列車は新しい運転パターンを作成します。このパターンに基づいて、一定の距離を保ちつつ、運転を継続します。

自動での分割併合は、車両間の無線通信で行います。前の車両の運転パターンを後ろの車両に伝達して、後ろの車両はそれをもとに、新たに運転パターンを作成します。前と後ろの車両が別々のパターンを持ったところで切り離しを行い、その後は別々の列車として運転を継続します。

車両制御システムの未来像

■移動閉そく、自動分併(車両間無線通信)

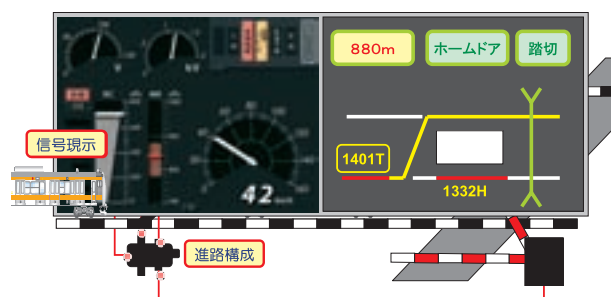


14th R&D Symposium East Japan Railway Company 4

4. 地上システム

地上制御システムの未来像

■列車による進路制御・分散型保安装置(無線保安伝送)



14th R&D Symposium East Japan Railway Company 5

4.1 地上制御システム

列車による進路制御と分散型の保安装置について説明します。列車は駅に近づく、無線で進路要求を行います。要求を受けた信号設備は、関連する設備に要求を分配して、進路の構成を行います。その情報は再び集約され、信号現

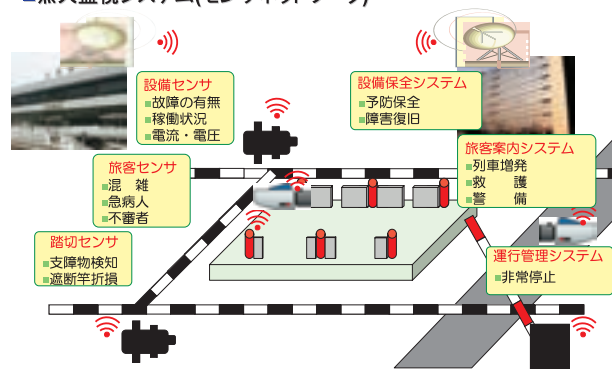
示として車上に伝達されます。車上の運転台には、進路の構成状況、ホームドアや踏切の稼働状況、停止位置までの距離などが表示され、列車は駅構内へ進入していきます。

4.2 地上監視システム

あらゆる地上設備にはセンサーが取り付けられ、センサー同士は無線で情報交換を行います。さらに、その情報は指令に集められ、きめ細かな情報サービスを提供します。

地上監視システムの未来像

■無人監視システム(センサネットワーク)



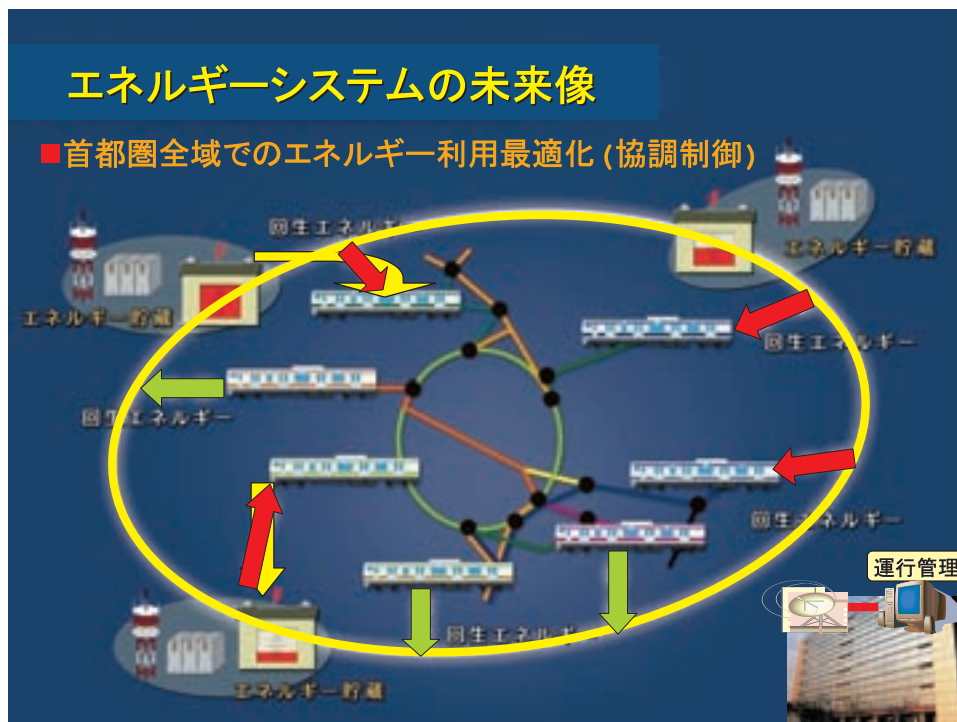
14th R&D Symposium East Japan Railway Company 7

設備のセンサーは、故障の有無、稼働状況、電流・電圧などの測定値を集めて、指令の設備保全システムへ送ります。設備保全システムでは、その統計処理を行い、予防保全に役立てたり、故障復旧を行います。これにより、輸送障害を防止します。

ホームの監視カメラは旅客センサーとなっています。このセンサーはお客さまの混雑度を把握したり、急病の方や不審者を発見します。旅客案内システムでは、その情報をもとにして列車を増発したり、救護や警備を手配します。踏切の監視カメラも同じように画像処理のセンサーになっており、支障物を検知したり、遮断竿の折損を発見するなどします。その情報を用いて、運行管理システムは必要に応じて非常停止の手配を行います。このように、非常にきめの細かい無人監視システムを実現していきます。

5. エネルギーシステム

最後に、首都圏全域でのエネルギー利用の最適化イメージについて説明します。まず、首都圏全域に効率の高いエネルギーネットワークを構築し、エネルギーを自由に流通できるようにします。また、エネルギーを利用する車両について、



運行管理システムは再生と力行を協調制御して、効率良くエネルギーを使用していきます。それにより発生した余剰のエネルギーを変電所のエネルギー貯蔵装置に効率的に充電し、一方で必要に応じて放電し、エネルギーをさらに効率的に使っていきます。このようなエネルギーを協調利用するシステムにより、究極の省エネルギーを実現していきます。

6. まとめ

具体的な事例について、ここまで紹介してきましたが、最後にオペレーションの変革についてまとめます。オペレーションの今後の重点技術分野は、通信技術、情報処理技術、省エネルギー技術、センサー技術であると考えています。それぞれ次世代の技術シーズとして、通信技術は大容量高速の無線通信、情報処理技術は分散処理とクラスタリング技術、省エネルギー技術は電力貯蔵とハイブリッド技術、センサー技術は画像処理、それからセンサーネットワーク技術が挙げられます。このような次世代の技術を鉄道へ応用する研究を継続して、オペレーションの変革を実現したいと考えています。

■オペレーションの変革まとめ(技術シーズ)

■重点技術分野

通信技術

情報処理技術

省エネルギー技術

センサ技術

■次世代の技術シーズ

■大容量・高速 移動体通信
■大容量・高速 無線LAN

■分散処理
■クラスタリング

■電力貯蔵
■ハイブリッド

■画像処理
■センサネットワーク

次世代技術の鉄道応用の研究の継続

オペレーションの変革の実現

14th R&D Symposium East Japan Railway Company 11