

- 鉄道一般
- 車両
- 施設
- 電気
- 運転・輸送
- 防災
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

鉄道の運行に関わる情報の流れをみる

列車の安全かつ安定した運行のために、鉄道システム内では多くの情報が流れています。近年はICTの発展と普及により、新しい無線通信やネットワーク技術の活用によって新しい列車の運行制御方式を実現できる可能性が高まっています。そのためには、現行の鉄道システムにおける情報の流れを把握したうえで、鉄道システム内でのスムーズな情報共有が可能な新しい情報ネットワーク基盤の構築が必要となります。ここでは、現行の鉄道システムの情報の流れについて紹介します。

鉄道システムを流れる情報

列車の定時性を保ち、安全に運行するためには、さまざまな情報が必要となり、鉄道システム内では、多くの情報のやりとりがされています。

列車が先に進んでよいかを運転士に知らせる信号や、列車の運行を管理する指令員と運転士との間での情報のやりとりなど、列車の運行に必要な情報の流れ(図1)¹⁾が多数存在します²⁾。また、駅において列車の発車時刻や発着番線を示す電光掲示板、列車内における案内放送やモニターなどは、鉄道

を運行する鉄道事業者から、鉄道を利用されるお客様に向けて発信されている、列車の運行に関わる情報の一部となります。

現行の鉄道システムでは、土木・車両・電力・信号通信などの業務系統ごとに情報の収集や伝送を行う仕組みを構築してきた経緯があり、系統間で情報の形式や形態が統一されていません。そのため、系統間での情報の共有が難しいという課題がありました。しかし、近年はICTの発展と普及により、新しい無線通信やネットワーク技術を活

竹内 恵一
Keiichi Takeuchi
信号・情報技術研究部
ネットワーク・通信研究室
主任研究員
[専門分野] 有線通信システム、誘導障害

川崎 邦弘
Kunihiko Kawasaki
信号・情報技術研究部
部長
[専門分野] 無線通信システム、EMC

流王 智子
Satoko Ryuo
信号・情報技術研究部
ネットワーク・通信研究室
副主任研究員
[専門分野] データ分析

寺田 夏樹
Natsuki Terada
信号・情報技術研究部
信号システム研究室
主任研究員(上級)
[専門分野] 信号システム、軌道回路、ATC

祇園 明宏
Akihiro Gion
信号・情報技術研究部
列車制御研究室
副主任研究員
[専門分野] 信号システムの安全性分析

辰井 大祐
Daisuke Tatsui
信号・情報技術研究部
運転システム研究室
副主任研究員
[専門分野] 輸送計画作成・評価、旅客流動推定

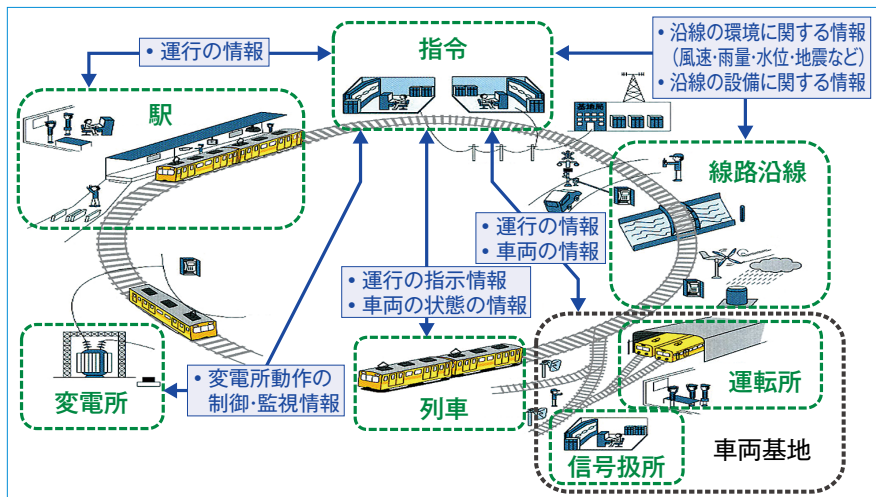


図1 列車の運行に関わる主な情報の流れ

用して新しい列車の運行制御方式が実現できる可能性が高まっています。そのためには、鉄道システム内でスムーズに情報共有が可能な新しい情報ネットワーク基盤(図2)を構築する必要があり、現在、基盤となる技術の開発を進めています³⁾。

鉄道システムで使用される情報の流れを把握する

新しい情報ネットワーク基盤を開発するためには、現行の鉄道システムにおいて情報がどこからどこに、どのような形態で流れているのかを把握する必要があります。そこで、業務フローや設備構成などに基づき、現行の鉄道システム内を流れる情報について以下に述べる方法で調査を実施しました。

現行の鉄道システムは業務系統ごとに情報の収集や伝送を行うシステムを構築していますので、業務系統を考慮しながら「車両」、「土木」、「保線」、「駅・営業」、「電力」、「信号」、「通信」、「運転」の8分野に分類しました。また、新しい情報ネットワーク基盤を検討する際には、ネットワーク上を流れる情報の発信・受信点、用途、形態などの特性を把握する必要があります。そこで、情報の特性を把握するための調査項目を定めました(表1)。

調査の結果、全分野合計で約350種類(分野ごとに約40~90種類)の情報の流れがあり、鉄道システム内で使用される情報の特性を把握することができました。

情報の流れを示すマップ図

前述した調査内容を一覧表として整理した結果、鉄道システム内の情報の流れを把握できましたが、個々の情報が羅列された状態では、現行の鉄道システムにおける情報の流れの全体像の把握が困難でした。そこで、情報の流

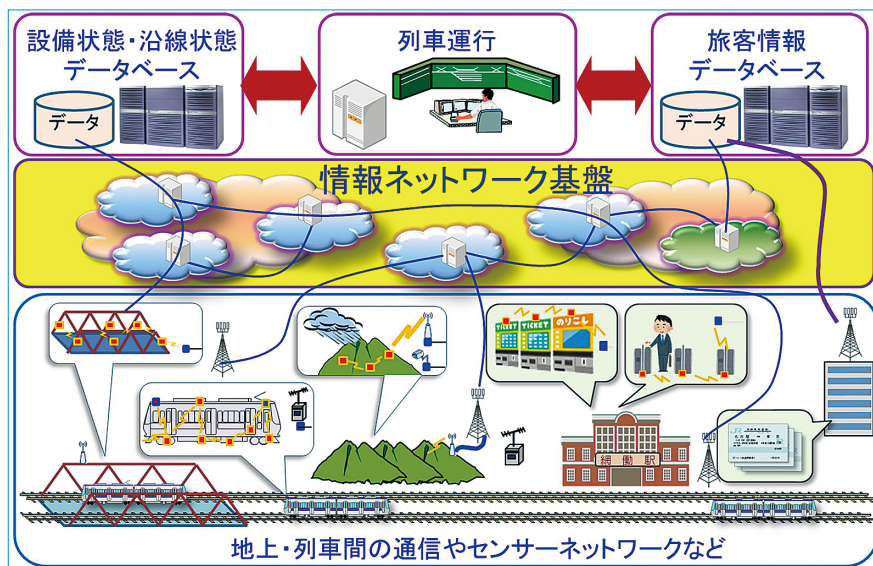


図2 スムーズな情報共有が可能な新しい情報ネットワーク基盤のイメージ

表1 情報の特性を表す指標に基づく主な調査項目

項目	分類・値など
情報の発信点・受信点	情報の発信・受信場所と人が装置かの区別
情報の蓄積の有無と場所	情報が蓄積されているか否か、蓄積されている場所
情報の用途	運輸、保安制御、車両制御、指令、保全、営業、課金
情報の形態	色、音、音声、ON/OFF、画像、文字、段階評価、数値
時間軸上の特性	発生・使用のタイミング、頻度、期限、許容遅延時間
情報の量	データ量、紙の量、音の長さ・大きさ、色・画像の種類
情報の信頼性	情報の伝送に求められる到達率などの品質

れの全体像の把握と課題を抽出するために、全分野の情報の流れを集約して、鉄道システム全体の情報の流れを概略的にマップ上に矢印で示すこととしました(図3、図4)⁴⁾。図3は正常に鉄道が運行されている際の情報の流れを示し、図4は異常が発生した場合の情報の流れを示しています。

マップのフォーマットについては、各業務分野内の情報の流れ、業務分野間の情報の流れ、本社・支社などの非現業機関や指令と、車両・駅・保守区・沿線(現業機関)の情報の流れの傾向を把握するため、マップの縦方向については上方向が非現業機関、下方向が現業機関となるように配置し、マップの横方向については業務分野ごとに並ぶように配置しました。この配置のもとで矢印によって情報の流れを示すこ

とで、縦方向の矢印は非現業と現業の情報の流れ、横方向の矢印は業務分野間での情報の流れを示しています。

各情報の特性をマップに反映するため、矢印の線種は実線を運行制御に関連する情報、点線をメンテナンスやお客様向けのサービスに関連する情報で区別しました。さらに、矢印の太さで情報量を表し、情報量が多いものや情報が流れる頻度が高いものは矢印を太くすることとし、3段階に分類しました。矢印の色は情報の形態を表すものとし、赤や橙、茶などの暖色系は数値やON/OFFなどデジタル伝送に適した形態を、また青・緑・紫などの寒色系は音声や電圧といったアナログで伝送されている形態に分類しました(表2)。

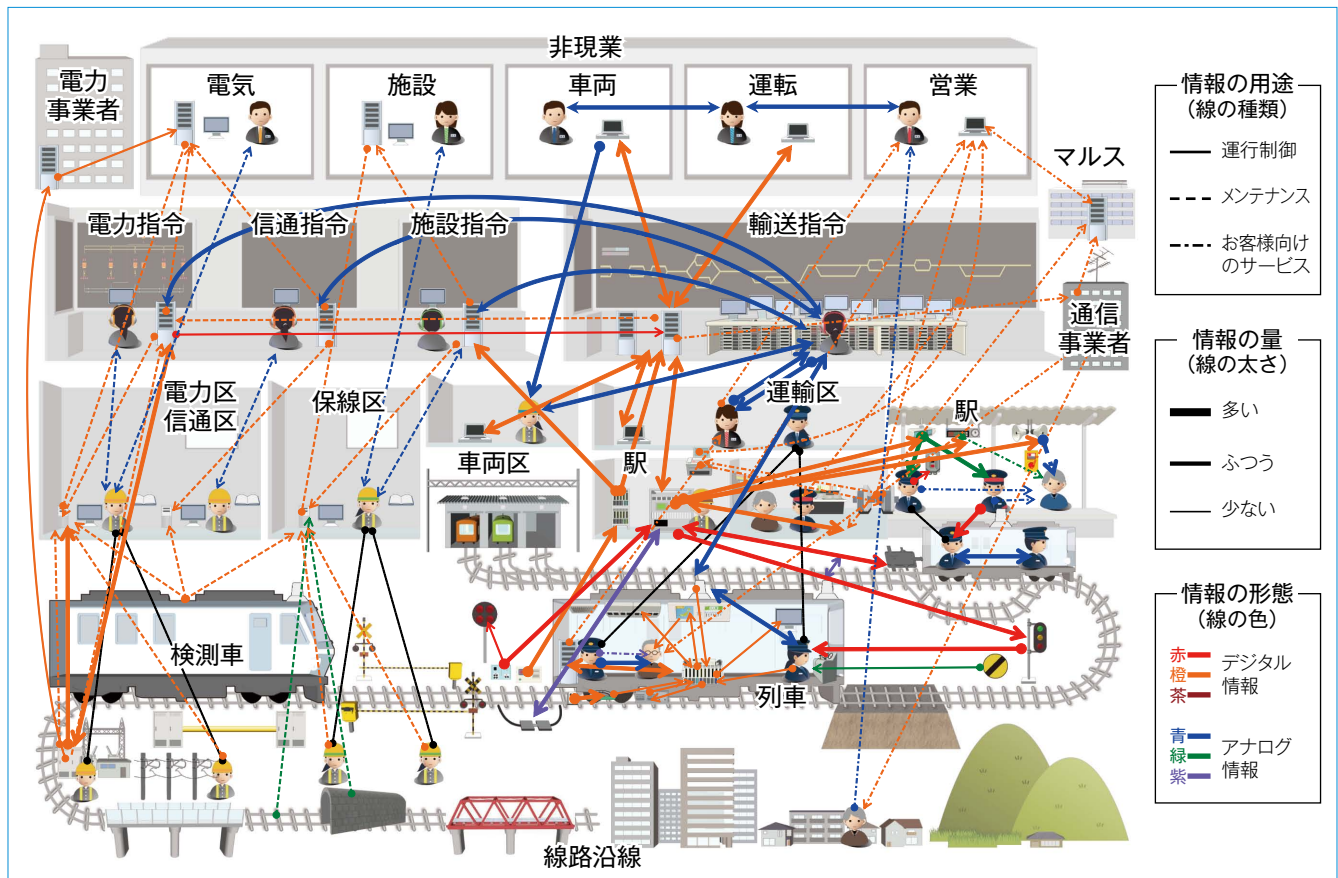


図3 鉄道における情報の流れの概要マップ(平常時)

表2 マップ図における矢印の色と情報の形態との関係

矢印の色	情報の形態
赤	色・音・光のON/OFF(有無)
橙	文字列、数値
茶	評価値(1/2/3/..., A/B/C/...など)
青	音声
緑	画像、図形、図面
紫	アナログ信号(電圧、電流など)

現行の鉄道システムにおける情報の流れの課題

前述したマップの作成により現行の鉄道システム全体の情報の流れの概要を把握することができました。その結果、いずれの業務分野においても、情報の流れは業務分野内での発信・受信が中心であることがわかりました。図3で示した平常時の概要マップにおいては、マップの上部(非現業や指令)とマップの下部(現業区、列車、駅、線路沿線など)を結ぶ「縦方向」の情報の流れ(矢印)が大半を占めています。また、各業務分野を横断して流れる「横方向」の情報は、マップの上部(非現

業や指令)に集中しており、マップの下部では少なくなっています。このことから、現行の鉄道システムにおいては、現業区、列車、駅、線路沿線などの現業機

関で業務分野間での情報の共有が難しい経路になっていることが課題であるといえます。

図4で示した異常時の概要マップにおいても、各業務分野の情報が指令経由で他の業務分野に伝送される流れは変わりません。このため、情報を必要とするすべての箇所が、リアルタイムで最新の情報を得ることが難しい経路となっています。

また、鉄道システム内を流れる情報の形態は、情報ごとに異なっていますが、指令から、予定された運転の変更などに関して配信される「指令FAX」などのように、紙面などにより伝達・蓄積が行われている情報も存在してい

ます。紙面の情報をリアルタイムに取得・共有するのは難しい場合があり、最新と認識していた情報が実際には古い情報であったという状況も想定されます。さらに、異常時の情報の多くは音声によって伝送されています。

すでにデジタル化されている情報に関しても、業務分野ごとあるいは個別の情報収集・伝送を行うシステムごとに情報の様式や伝送方法が定められています。このため、ある業務分野で利用したい情報をほかの業務分野で収集しているにも関わらず、情報の様式や伝送方法が異なるため、利用できないといった問題点もあります。

今後の展開

現行の鉄道システムにおける情報の流れをみることで、情報共有、情報の形態、情報のフォーマットなどに課題があることがわかりました。

また、将来的には車両内や沿線の状況を運転台もしくは指令で把握するた

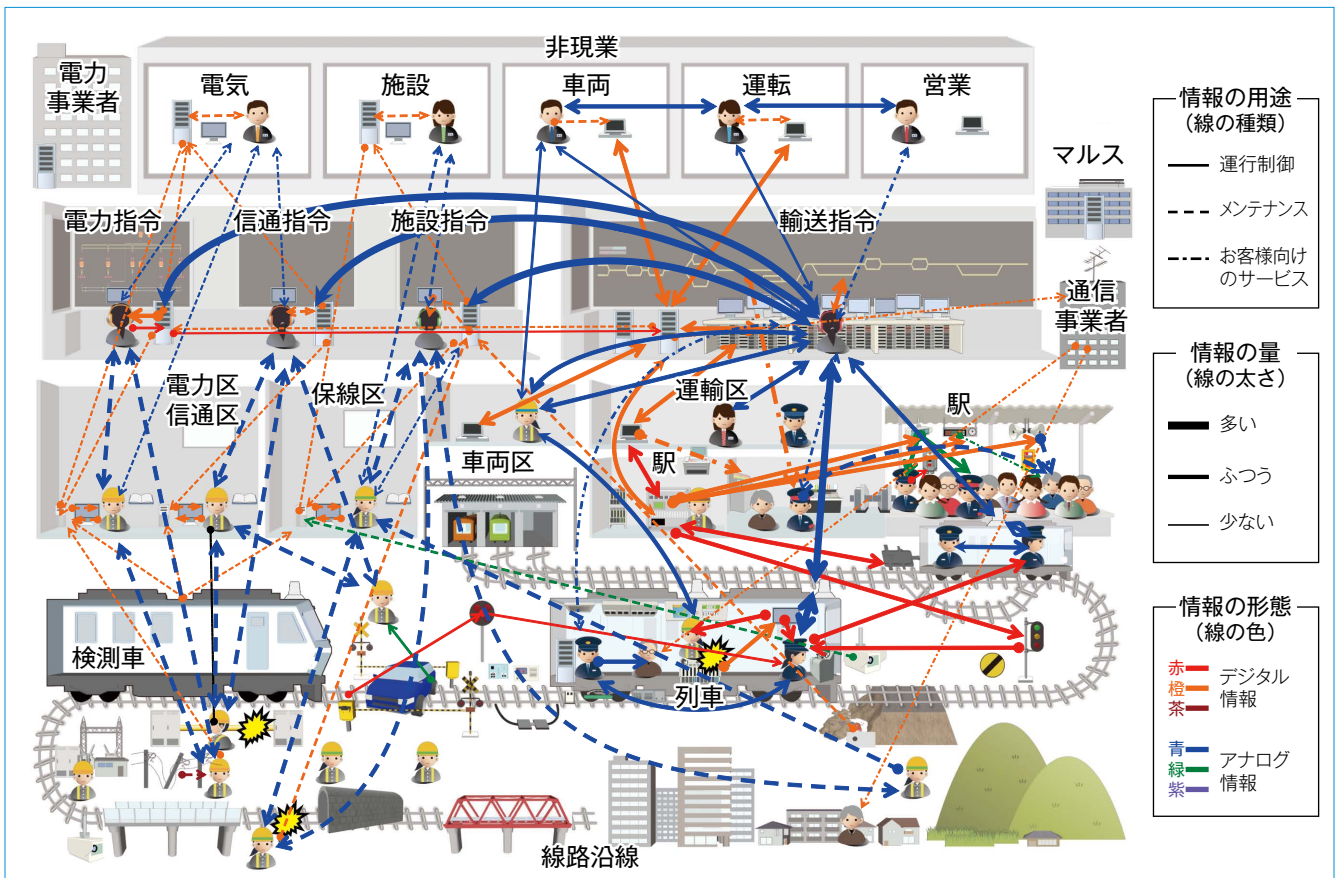


図4 鉄道における情報の流れの概要マップ (異常時)

めの画像の伝送やさまざまな箇所に設置されたセンサーの情報伝送に関するニーズの増加などが見込まれます。

このため、新しい鉄道向けの情報ネットワークは情報を伝える「伝送路」としてだけの役割だけでなく、情報を共有・分配する機能を持たせた賢いネットワークとする必要があります。

そこで、現行の課題と今後のニーズの変化を考慮し、列車の運行制御に関わる情報を業務分野間で共有できる新しい鉄道向けの情報ネットワークのあり方を検討しています²⁾³⁾。

検討中の鉄道向け情報ネットワークでは、情報の発信元や受信元となるアプリケーションシステムが、送受信間の情報伝送の経路や情報伝送の方式・媒体(メタルケーブルや光ケーブル、無線など)を考慮することなく情報を伝送可能とすることを前提としています。これは、伝送媒体の選択・状態把握、情報の蓄積、伝送経路の選択などの機能をネットワークに持たせること

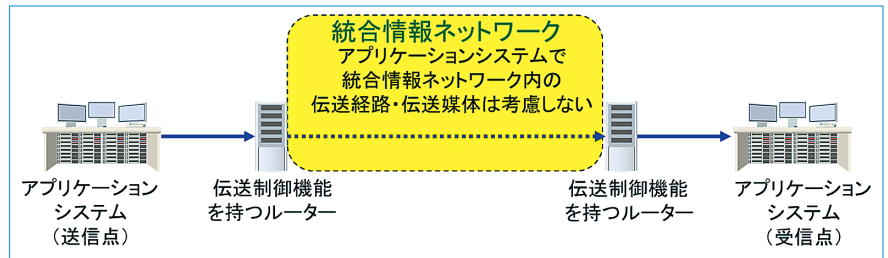


図5 新しい情報ネットワークの基本的な考え方

で実現できます。そこで、アプリケーションシステムと情報ネットワークとの境界点に情報の伝送を制御する機能を実装したルーターを設置することを検討しています(図5)。

今後は、新しい情報ネットワークの基本構成と鉄道向けの通信プロトコル(☞参照)を検討し、シミュレーションやデモシステムによる実証実験を経

☞ 通信プロトコル

伝送する情報の形式(フォーマット)と、伝送するための機能や動作を定義したものです。IP(Internet Protocol)も通信プロトコルの一種です。

で、鉄道運行向け統合情報ネットワークの提案を目指します。[RRR]

文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：わかりやすい鉄道技術 [鉄道概論・電気編]，鉄道総合技術研究所，p.41，2017
- 2) 中村一城：鉄道運行用統合情報ネットワーク構想，第312回月例発表会要旨，2017
- 3) 平栗滋人：列車制御システムの動向と将来，RRR，Vol.74，No.1，pp.4-7，2017
- 4) 中村一城，川崎邦弘，竹内恵一，流王智子：鉄道運行用情報ネットワーク構成の提案，第54回鉄道サイバネ・シンポジウム論文集，802，2017