

鉄道における情報ネットワークの活用に関する研究の動向



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

近年、計算機の計算能力の飛躍的な向上と大容量メモリの低価格化、また携帯電話や無線LANに代表される対移動体通信の高速化などにより、膨大な量のデータを伝送・蓄積・処理できる情報ネットワークが利用できるようになってきました。この情報ネットワークを活用することにより、さまざまな新しいサービス、商品が生み出され、私たちの生活の中で利用されています。鉄道における情報ネットワークを活用した新しい輸送サービスの実現や、業務の効率化・省力化に向けた研究開発の動向と今後の進め方、方向を紹介します。

鉄道と情報ネットワーク

意外に思われるかもしれませんが、鉄道は、線路や車両、エネルギー源があっても、情報を伝える手段がないと運行することができません。列車を安全に走らせるためには、「列車を進めてもよいか」を判断するための情報を伝える必要があります。このため鉄道では、列車の安全・安定運行を支えるための情報通信網＝情報ネットワークを独自につくり、運用してきました。

以前は伝送できる情報が少なく、また、範囲も限られていましたが、現在はネットワークが充実し、鉄道システム全体が情報ネットワークで結ばれつつあります(図1)。情報ネットワークはまさに鉄道の神経網といえます。

情報ネットワークとICT

ICTは、情報処理技術(Information Technology)と通信(Communication)を融合した技術をさす用語です。

Communicationという英単語は、日本語では「通信」と訳される場合が多いのですが、元々はラテン語で「情報やアイデアを分かちあう」を意味するCommunisが原義となっています。したがって、ICTの本質は、単にセンサーデータを伝送して処理するだけではなく、現実空間にさまざまな形態のアナログ量として存在する情報を、デジタル化して情報ネットワーク上で共有できるようにし、さらにITによって分析・予測した結果を現実空間にフィードバックすることにあります。設備の制御システムで例えるならば、種々のセンサーによって計測されたデータを情報ネットワークによって収集し、ビッグデータ処理やAIなどの高度な情報処理によって得られた分析結果・予測結果に基づいてアクチュエーターを制御する、という形態がICT活用の一つの姿といえるでしょう。

Society 5.0

読者の皆さんも普段の生活の中でインターネットを利用していると思います。現在は、インターネットのよう

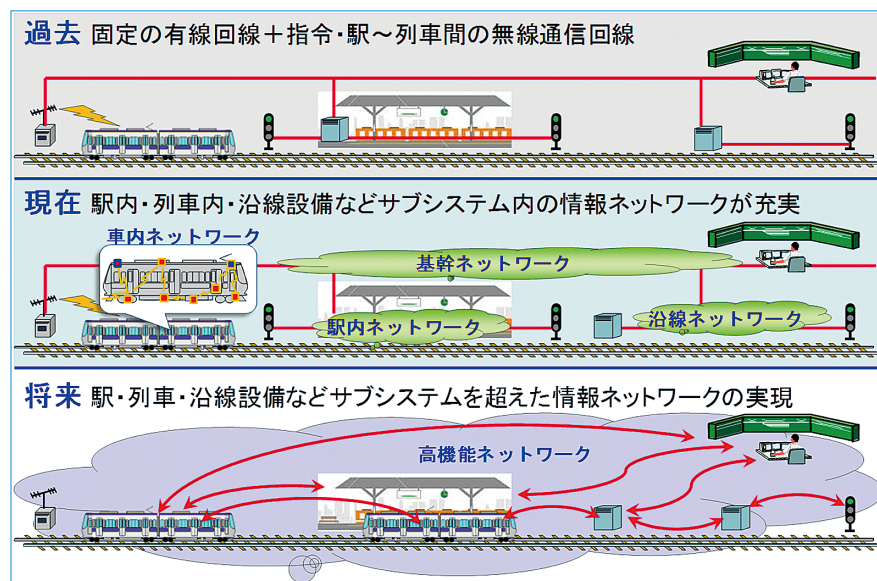


図1 鉄道における情報ネットワークの変遷

ターンをリアルタイムで生成することができれば、安全確保とダイヤ管理とを融合した新しい運行制御システムの実現が可能となります。

このようなシステムの実現により、旅客の集中や列車の遅延などの状況に応じて列車の運行を柔軟に制御できるようになり、遅延の拡大の抑制、ダイヤ乱れの早期復旧が可能となります。

そこで、2015年度から、情報ネットワークにより運行管理と保安制御の機能を融合し、運転曲線をリアルタイムに再計算して個々の列車や進路を制御するシステムの開発に取り組んでいます³⁾。このシステムを実現するうえで、もっとも重要な基盤となるのが情報ネットワークです。この情報ネットワークに、列車の制御情報だけでなく、沿線のセンサーや制御機器などの状態情報、改札機からの情報を乗せれば、鉄道の運行状態、設備の状態、そして旅客の流れなどもすべてデータ化して共有でき、鉄道システム全体の動作状況を管理部門や関係する部門で把握することが可能となります。これらのデータを基に、コンピューター上のサイバー空間で現場の状態や列車の運行状態の再現・予測を行うことができれば、設備の状態を把握するためにかかる労力を大幅に削減できます。また、異常時の際の運行やメンテナンスにかかる負荷も軽減できる可能性があります。これはいわば鉄道版の“サ

サイバーフィジカルシステム (Cyber Physical System)

私たちが生活している実世界（フィジカル）の状態をセンサーネットワークでデータ化して集め、情報ネットワークでつながれたコンピューター上のサイバー空間で分析・処理し、サイバー空間で得られた新しい情報や価値を実世界で活用できるようにするためのシステムのこと。

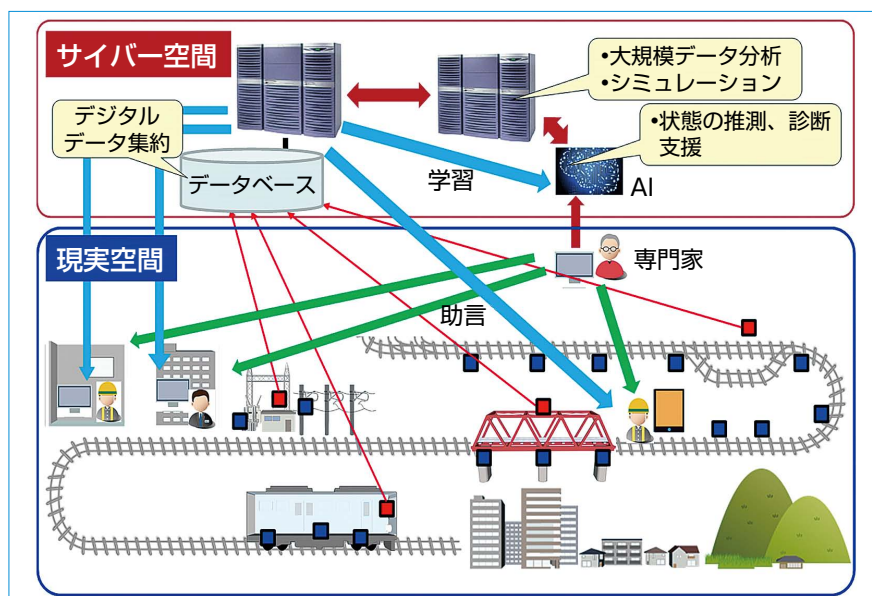


図3 鉄道版サイバーフィジカルシステム

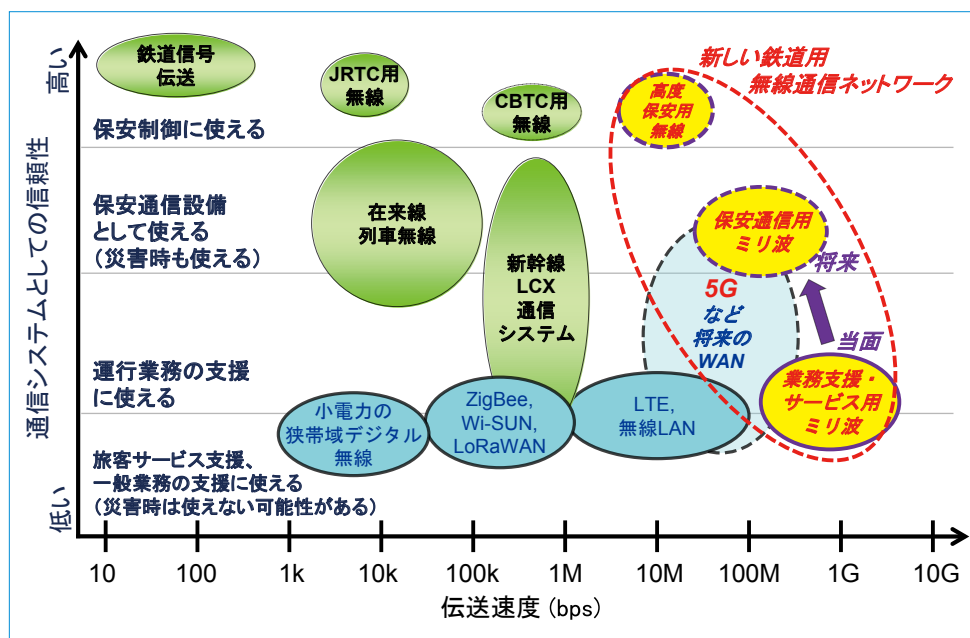
イバーフィジカルシステム（参照）”といえるでしょう（図3）。鉄道システムの状態情報を取得しながら列車が自律的に走行する、あるいは鉄道設備が自律的に不具合箇所や交換時期などの情報を発信するような仕組みができれば、前で述べたSociety 5.0に近いシステムになることが期待できます。

海外でも、同様の方向の研究が進められています。たとえばフランスの鉄道事業者であるSNCFでは、ICT活用によって2023年度までに自律的に走る列車の実現を目指しています

鉄道の情報ネットワークを支える無線通信技術の今後

鉄道でのICT活用を進めるうえで重要な課題の一つに、情報を伝送するためのリソース（周波数資源）の確保があります。とくに走行中の列車と地上間の情報通信については、これまでのような小容量・高信頼の伝送に対する要求だけでなく、大容量の伝送に対するニーズも高まっています。現在、鉄道ではUHF帯（300MHz～3GHz）の電波がもっとも多く利用されていますが、UHF帯は携帯電話や無線LAN、さまざまな業務用無線、放送など非常に多くの情報伝送に利用されており、

周波数資源がひっ迫しています。そこで、UHF帯よりも広い周波数帯域を利用でき、また多くのチャンネル数を確保することが期待できるミリ波帯の活用が検討されています。低コストで高性能な半導体素子が開発されており、また無線周波数の電気信号をそのまま光ファイバーで伝送するRoF (Radio on Fiber) とよばれる技術が発展していますので、ミリ波による対列車通信システムを低コストで構築できるようになっています⁴⁾。将来、ミリ波による列車無線が実用化されれば、これまで実現できなかった運転業務の効率化や旅客サービスの向上、あるいは新しい運転制御方式の導入が期待できます。さらに、間もなくサービス開始となる5Gなど、新しい公衆網や汎用の無線通信技術も、より安全で安定した列車の運行の実現するためのツール・手段として積極的に活用できるようになることが期待されます。ただし、列車の運行制御など高い信頼性・安全性が要求される情報を必要ときに確実に伝送するためには、耐妨害性や通信品質の安定性を確保しなければなりません。鉄道総研では、複数の無線通信媒体をシームレスにリンクすることにより、大容量・高信頼の鉄道用無線通信ネッ



たICTは、今後の鉄道を維持していくうえで欠かせないツールとなり、またさらなる発展のための強力な武器ともなるでしょう。ただし、ICTの活用は、単に売られている技術を使えばよい、という単純なものではありません。鉄道に求められる安全性・信頼性を踏まえて適切な技術を選択し、場合によってはカスタマイズする必要があるでしょう。このため、利活用する技術の適否を判断するための基準・ガイドラインづくりや、ICT

トワークを実現するための研究開発に取り組んでいます(図4)。

今後のICT活用研究の進め方

これまでのICT活用に関する研究開発は、個々の技術分野ごとに進められてきました。構造物や軌道などの分野では、現在の業務フローの一部を省力化あるいは自動化できる技術が確立されつつあります。しかし、今後、さらに積極的にICTを導入した革新的な鉄道システムを実現するためには、複数の技術分野が有するノウハウを結集し、分野横断的に研究開発を進め、成果をタイムリーに出していかなければなりません。

そこで、ICT活用に関する研究開発を統一的・体系的かつスピーディーに行うための戦略と実行計画の策定を準備する「ICT推進チーム」が2017年6月に設置されました。ICT推進チームでは、ICTの動向調査と、鉄道の課題解決や業務革新に資する技術やアイデアの検討、研究所が取り組むべき課題の抽出、ICT活用に関する研究開発の方向性の検討を行い、12月に今後の研究開発の方向性をまとめました。その方向とは、①列車運行の安全性向上、

②列車運行の自動化、③メンテナンスの自動化、そして④鉄道向けの共通基盤技術の確立、の4つです。

ICT推進チームの活動結果を受けて、今後の急速なICTの進展および鉄道事業者における課題解決や業務革新に対するニーズを的確にとらえた研究開発を推進するため、「ICT革新プロジェクト」が2018年4月に設置されました。このプロジェクトの目的は、鉄道への応用に関する分野横断的な研究開発の実行計画を策定し、関連する研究開発を迅速かつ円滑に実施することにあります。今後、ICT推進チームが示した研究開発の方向性と目標に向けた個別の研究開発課題の抽出と課題全体の実行計画を策定するとともに、将来のICT活用研究の方向性の検討、分野横断的な新規研究開発テーマの原案作成も行う予定です。また、ICTに関連する研究開発テーマの実施上の課題の共有や、研究開発過程で得られたノウハウやツールの共通的な活用方法の検討も行う予定です。

おわりに

情報ネットワーク技術の急速な発展によって脚光を浴びるようになった

の活用による効果の評価法の確立も今後の重要な課題の一つです。また、情報ネットワークを利用するためには、サイバーセキュリティに関する課題への対応も必須です。とくに安全に直結する制御システムにおいては、安全を確保しつつシステムをできるだけ止めないようにするための考え方の整理と、具体的な制御手法の構築が欠かせません。

鉄道におけるICTの本格的な活用はまさにこれからです。今後も、鉄道の維持・発展に資する成果を提供できるよう、鉄道事業者や先端技術を有する研究機関・メーカー・大学と連携しながら、地に足をつけた研究開発に取り組んでいきたいと考えています。 **RRR**

文献

- 1) 首相官邸：未来投資戦略2017，
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/>（参照日：2018年2月28日）
- 2) 総務省：平成29年度版 情報通信白書，2017
- 3) 平栗滋人：信号通信技術に関する最近の研究開発，鉄道総研報告，Vol. 30，No. 1，pp.1-4，2016
- 4) 川崎邦弘，中村一城：ミリ波技術の鉄道応用に関する動向，鉄道総研報告，Vol. 30，No. 1，pp.51-54，2016