

- 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

鉄道総研におけるICT活用の研究開発の取り組み



平栗 滋人
Shigeto Hiraguri

研究開発推進部 次長
[専門分野] 鉄道信号, 安全性技術

鉄道の大きな使命は、安全で安定した列車運行の提供です。鉄道のさまざまな課題を克服し、安全を維持、向上させるとともに業務の一層の効率化を実現するためにはICT (Information and Communication Technology) の積極的な活用が必要です。鉄道総研では2018年4月にICT革新プロジェクトを設置し、ICT活用に関する研究開発の方向性の検討を行い、ICT活用のターゲットを4つに集中させました。ここでは、ICT活用が鉄道にもたらす変革と効果について考察し、研究開発の取り組みと今後の方向性を紹介します。

ICT活用の背景

鉄道の使命は安全で安定した列車運行サービスを提供することです。鉄道を取りまくさまざまな課題を克服して、列車運行の安全性・安定性を維持、向上させていくことが必要です。これに加えて、総人口や就労人口の減少などの状況に対応した、業務の一層の効率化も重要です。

そのためには、IoT (Internet of

Things), ビッグデータ分析, AI (人工知能), ネットワークなどICT (Information and Communication Technology) が有力な手段であり、将来に向けて鉄道を維持・発展させるうえで重要な技術といえます。

鉄道におけるICTの活用には、さまざまな形態が考えられますが、鉄道総研では設備故障やヒューマンエラーの削減、事故防止や自然災害時の被害

最小化、省エネルギー、設備メンテナンスの省力化をおもな目的とした研究開発に取り組んでいます。

鉄道の課題

鉄道の使命である安全で安定した列車運行を脅かす要因には、さまざまなものがあげられます(図1)。

外部要因のうち、2017年度に発生した鉄道事故の約90%を人身傷害あ

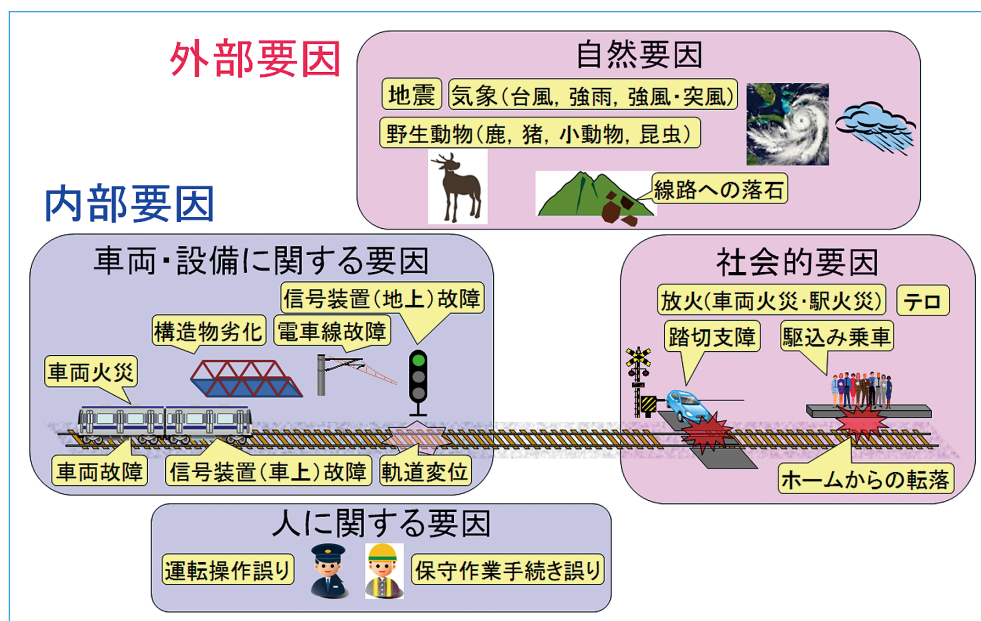


図1 列車運行の安全性・安定性を脅かす要因

るいは踏切障害が占めており¹⁾線路内の安全確保は重要な課題です。また、自然災害については、近年、豪雨による被害が増えてきているほか、2018年6月に発生した大阪北部地震では、構造物に大きな被害はありませんでしたが、列車の運行再開までに要した時間に関する課題が残った形になっています。

部内要因のうち、車両・設備の劣化、損傷、故障などに起因するものに対しては、それらを未然に防ぐた

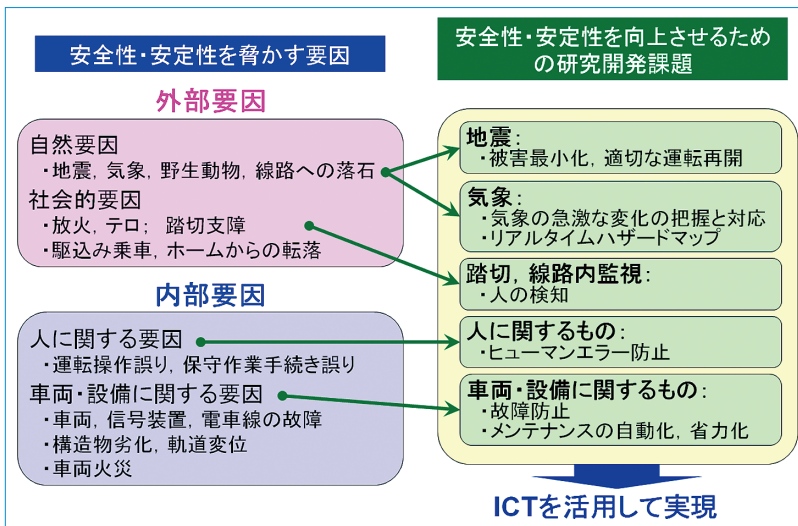


図2 列車運行の安全性・安定性の向上とICT

めのメンテナンスが重要です。とくに、今後は必要なタイミングで必要な措置を講じるための状態監視保全 (CBM: Condition Based Maintenance) の積極的導入が必要といえます²⁾。人に関する要因には、運転士の操作の誤りや保守作業に関わる要員の作業手順の誤りなどがあげられます。

このようなさまざまな要因に対応して、列車運行の安全性・安定性を向上させるためには図2に示すような研究開発課題があげられ、その実現によってICTは有力な手段となります。

ICTの活用によって何が変わるか

鉄道の業務は、基本的には①状態(データ)の取得, ②状態の分析や予測, ③必要な対応の判断, ④実際の操作, 制御, 措置の実行, のサイクルで行われます。たとえば、設備のメンテナンスでは、①現場で計測データを取得し、②保守区などで分析, 予測を行い、③補修の要否の判断やメンテナンス計画の策定などを行い、④現場設備の補修などを実行する、というサイクルになります。

従来の業務サイクルでは、人の知識

や経験, 労力に頼っている部分が多くありました。また、情報や指示の伝達が帳票(紙)ベースであるものが多く、効率性や迅速性の点で課題があるといえます(図3)。

これに対してICTを積極的に導入した場合、デジタルデータをもとにネットワークとコンピューターによって、業務実施の多くが自動化される点が、従来とは大きく異なり、これにより一層の効率化が期待されます。また、分析, 予測, 判断においてはビッグデータ分析, 人工知能やシミュレーションなどを活用することで、判断的的確さや迅速さが向上することや、状況に適応したきめ細かい列車制御などによる安全性・安定性の向上も期待されます(図4)。

ICT活用の方向性

鉄道総研ではICT活用に関する研究開発を推進するために、2018年4月にICT革新プロジェクトを設置して検討を進めています。ここでは、ICT活用のターゲットを「列車運行の安全向上」, 「列車運行の自動化」, 「メンテナンスの自動化」, とこれらを支える基

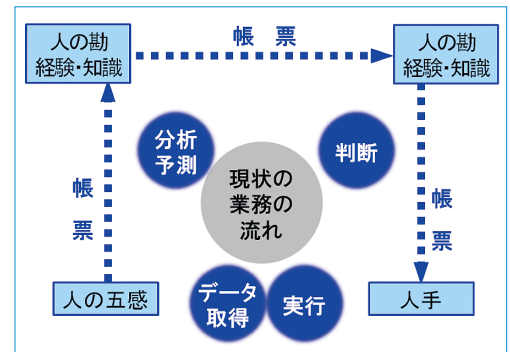


図3 従来の業務サイクル

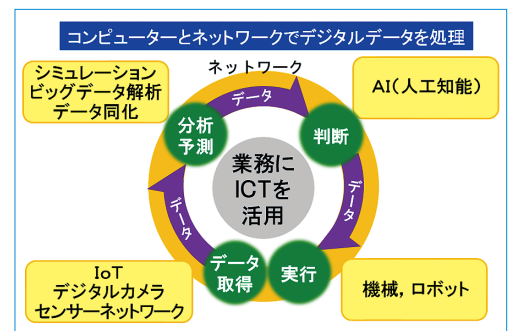


図4 ICTを導入した業務サイクル

盤と位置付けられる「鉄道情報ネットワーク」の4つに集中させました(図5)。

列車運行の安全向上

線路内の異常監視には、画像やレーダーなどのセンシング技術を活用します。列車前方の画像を使用した異常監視については、これまでの試験で約100mから150m先の人物や30cm立方程度の物体を90%以上の精度で検知できるという結果を得ています。引き続き、検知距離の延伸など性能向上に向けた研究開発を進めています。ただし、検知距離には上限があることや、曲線などでは見通しがきかないことなどから、目的や環境によって、たとえば90GHz帯のミリ波レーダー³⁾など、地上に設置したセンサーと組み合わせることも必要となります。

自然災害に対する防災・減災技術の高度化では、被害復旧と早期復旧の支援のため、公的な気象情報も活用して雨量, 風速, 河川の水位, 斜面の異常

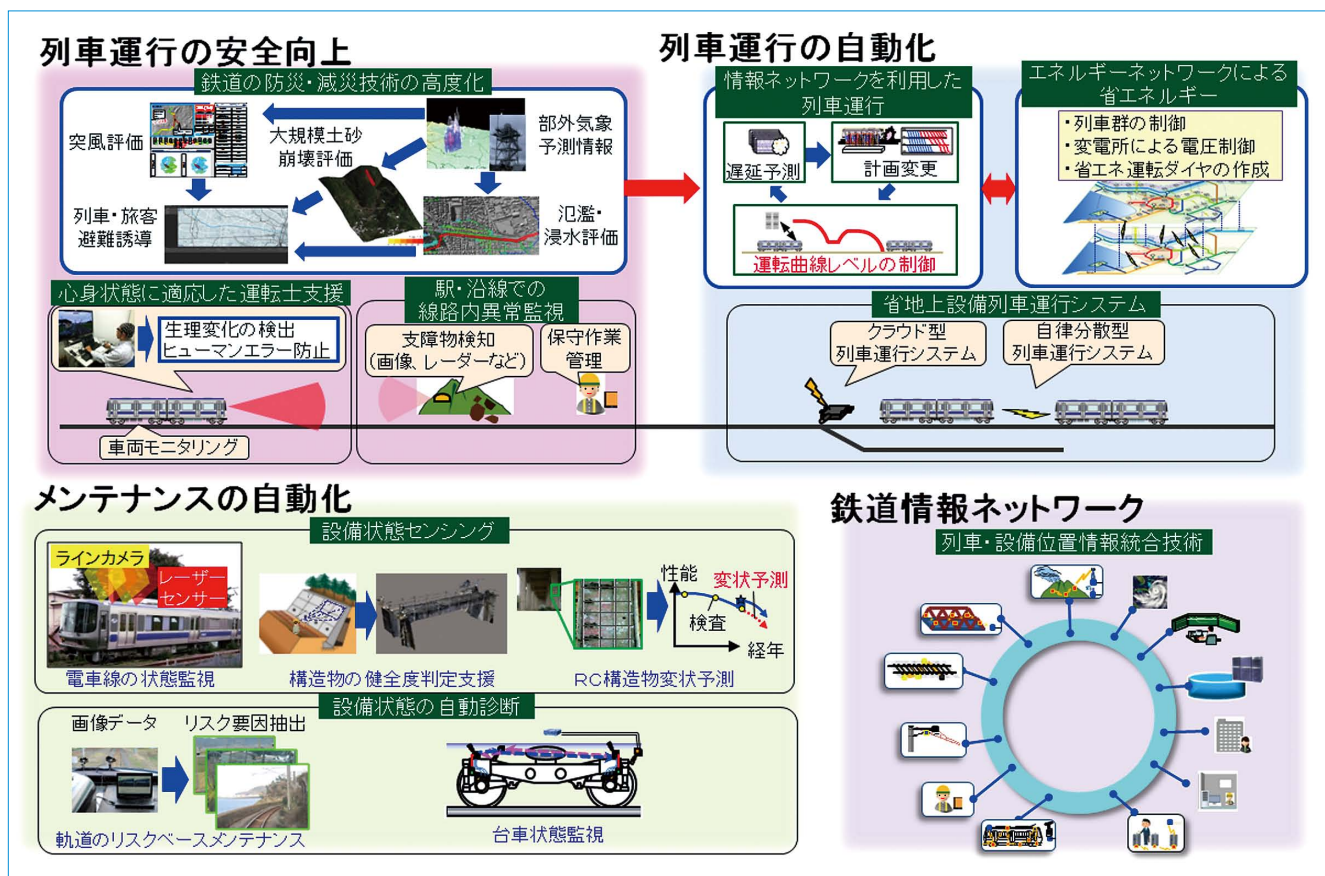


図5 ICT活用の研究開発のターゲット

などさまざまなデータに基づいて被害を予測し、列車や乗客の避難誘導に役立つ情報を発信するリアルタイムハザードマップの開発を進めています⁴⁾。

心身状態に適応した運転士支援では、脳波、心拍数、発汗などの生体データを活用して運転士の状態を推定する新しい手法の研究開発に取り組んでいます⁵⁾。将来的にはこれを活用した運転士支援の仕組みの構築を目指しています。

列車運行の自動化

情報ネットワークを活用した列車運行では、列車の運行状況に適応して、運転曲線のレベルできめ細かい速度制御を実現する手法の開発を進めています⁶⁾。これによって、とくに都市部の朝ラッシュ時にしばしば発生する混雑による遅れの影響が波及しにくく、遅れた場合にも早期に回復でき、安定性

の向上が期待されます。

このような列車制御は、JR東日本で導入されているATACSなどの無線式列車制御がもつ列車位置や速度などの連続的な把握、列車に対する直接的な制御指示などの長を、より積極的に活用するものと位置付けられます。また、近年、国内でも話題になっている自動運転と組み合わせることで、大きな効果を得ることが期待されます。車両、電力設備、運転が連携した省エネルギー運転もその一つです。

また、運転曲線のレベルでの列車制御は、列車運行の安全向上の基盤ともなります。列車の走行を判断する条件として、先に述べた線路内異常監視の結果、リアルタイムハザードマップに基づいた運行判断、さらには鉄道総研が開発した鉄道用地震情報公開システム⁷⁾を活用した構造物の損傷評価結果

などを活用することで、さまざまな状況を考慮して列車の徐行、停止などを適切かつ迅速に実行することが可能になります(図6)。

ここで述べたような列車運行を行う場合、列車のほか、進路などの制御を集中的に行うことが必要になります。現場に分散する制御機器を集約するクラウド型運行システムは、それを支える技術になると考えています。さらに、列車にも走行制御の判断機能を持たせる自律型列車運行システムによって、地上設備の負荷を軽減したうえで、よりリアルタイム性の高い列車制御が期待されます。

メンテナンスの自動化

構造物、軌道、電車線などの分野で設備状態のセンシングや診断、メンテナンスの省力化などに関する研究開発

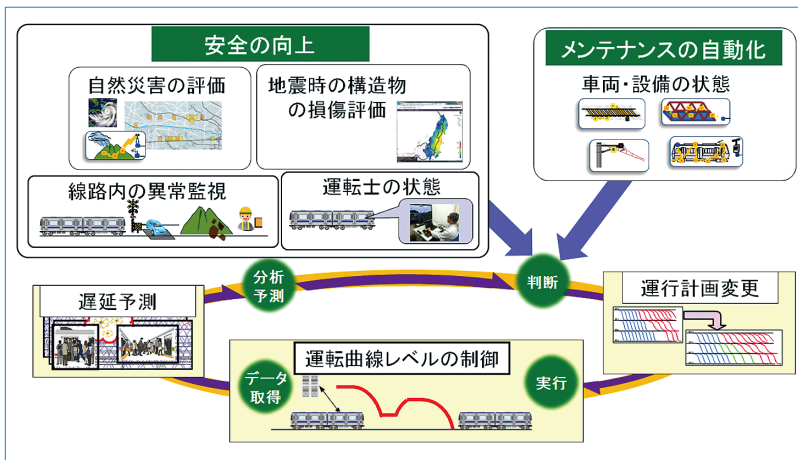


図6 列車運行の安全性・安定性を向上するためのICT活用

を進めています⁸⁾。

電車線の状態監視では、列車の屋根上に設置したラインカメラとレーザー測域センサーを使用して、電車線の高さや偏位（横方向の位置）を測定する手法を開発しました。この手法では非接触で計測できるため、精密な測定ができるようになるほか、トロリー線以外の線条の測定も可能となります。

構造物健全度判定支援では、画像処理を活用して、現場での目視検査が主体である全般検査の効率化を目指しています。ここでSfM (Structure from Motion) とよばれる技術を利用して現場で撮影した画像から3次元モデルを生成し、PCなどに表示を行います。これによって、熟練作業者による入念な検査を保守区などで行うことができますようになります。

軌道のリスクベースメンテナンスでは、列車前方の画像に対して機械学習などを適用して沿線のリスク要因を抽出し、これに応じてメンテナンスの優先度を判断します。

今後は、これら目的ごとのICTの活用に加えて、ネットワークを活用して分野横断的に取得したデジタルデータをもとにビッグデータ分析やAIなどと、鉄道総研がこれまでに培ってきた解析やシミュレーション技術などと

を組み合わせた状態予測やメンテナンス上の判断などを統合的に行う手法の開発を目指しています。

鉄道情報ネットワーク

ここまで述べてきたICTを活用した列車運行、メンテナンスの実現には、横断的に多様なデータを共有できるネットワーク技術も重要です。

これまでに各分野のユーザーが中間の伝送機器の構成を意識することなくシステムを構築できるRITP (Rail Information Transfer Protocol) とよぶ通信手順の基本仕様を提案しています⁹⁾。

このほか、現在、分野ごとに異なっ

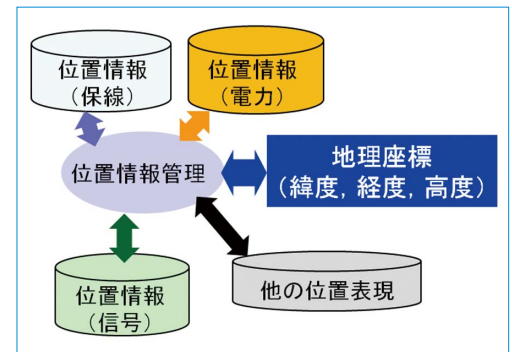


図7 位置情報統合技術のイメージ

ている線路上の位置を統合的に管理する手法の研究開発に着手しています。ここでは、従来からの分野ごとの位置表現を変えることなく、相互に参照でき、緯度・経度などの地理座標との相互変換も可能とすることをコンセプトとしています(図7)。

おわりに

研究開発の実施体制として、2017年12月に、ICT活用の分野横断的な活動の拠点とすることを目指して、さまざまな分野のメンバーで構成される画像・IT研究室を設置しました。

また、ICTを活用するうえでは、サイバーセキュリティやAIと人との役割分担などの検討も必要です。今後、これらの点も含め、ここで紹介した取り組みを推進していく予定です。RRR

文献

- 1) 国土交通省：鉄軌道の安全に関わる情報(平成29年度), 2018
- 2) 平栗滋人：鉄道の低コスト化を目指して, RRR, Vol.74, No.6, pp.4-7, 2017
- 3) 中村一城, 川崎邦弘, 岩澤永照, 山口大介：新しい周波数帯のミリ波で線路内の障害物を検出する, RRR, Vol.73, No.2, pp.24-27, 2016
- 4) 太田直之：リアルタイムハザードマップを活用した防災システム, 第31回鉄道総研講演会要旨集, pp.27-32, 2018
- 5) 小美濃幸司：ヒューマンエラーを防ぐ人間科学研究への計測技術の活用, 第31回鉄道総研講演会要旨集, pp.19-26, 2018
- 6) 福田光芳, 杉山陽一, 辰井大祐：運行管理と列車制御を融合した新しい列車運行方式, RRR, Vol.74, No.1, pp.8-11, 2017
- 7) 室野剛隆：鉄道地震工学研究センターの取り組みと地震関連研究の動向, RRR, Vol.73, No.3, pp.4-7, 2016
- 8) 村本勝己：持続可能な安全を実現するメンテナンスの高度化, 第31回鉄道総研講演会要旨集, pp.33-40, 2018
- 9) 中村一城, 川崎邦弘, 竹内恵一, 流王智子：運行に関わる情報を共有する統合情報ネットワーク, RRR, Vol.75, No.8, pp.8-11, 2018