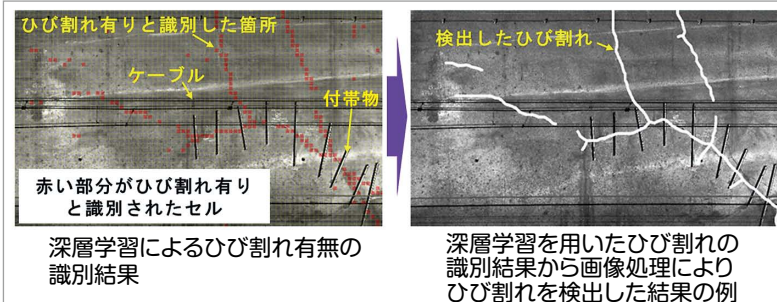


深層学習を用いたトンネル覆工面のひび割れ検出手法の開発

鶴飼正人

一般的な画像処理でひび割れを検出するためには、多くのパラメータを調整しなければならず、経験的なノウハウが必要でした。さらに、ケーブルや目地など、ひび割れに類似したノイズの除去に難しさがありました。

そこで、撮影画像からのひび割れの選別に深層学習を適用する手法を開発しました。「ひび割れ有り」と「ひび割れ無し」の画像を大量に学習させて2クラスの識別器を作成し、この識別器に未知の画像を認識させた結果、幅0.5mm以上のひび割れを83%以上の確からしきで検出できました。さらに、得られたひび割れ確度



深層学習によるひび割れ有無の識別結果

深層学習を用いたひび割れの識別結果から画像処理によりひび割れを検出した結果の例

を画素値とみなした濃淡画像を作成し、この画像に対して位置や方向性に着目した画像解析を行う、ハイブリッド型のひび割れ検出手法を提案しました。手書きの変状展開図と提案手法で検出した結果を比べても、人間の判断に近い、実用的な検出結果が得られています。引き続き、漏水なども含めた多クラス分類への対応を進める予定です。

測域センサを用いた建築限界判定装置と管理システムの開発

遠山喬 長峯望 大森達也 北尾憲一 中曽根隆太

車両走行の安全を確保するために、沿線設備の建築限界支障を定期的に測定し、管理することが重要です。しかし、必要となる労力や装置のコストが課題となっています。そこで、建築限界支障の有無を低コストで判定する装置と、測定した3次元点群データを設備に対応付けて管理するシステムの開発を進めています。

建築限界判定装置では、2次元レーザ測域センサを既存車両の妻面に設置します。測域センサを図のように複数台配置することで、標識のような薄い設備の検知漏れを防止し、空間分解能を向上させました。また、多様な走行線区や昼夜への対応等、高い運用性を実現しました。

管理システムの開発では、列車検測と手検測・工事情報

の統合管理の考え方を提案しました。

これらの開発により、建築限界測定・管理の高度化・効率化を可能としました。今後は、車体動揺補正機能等を実装し、測定精度の更なる向上を目指します。



図 車両妻面への測域センサの設置状況

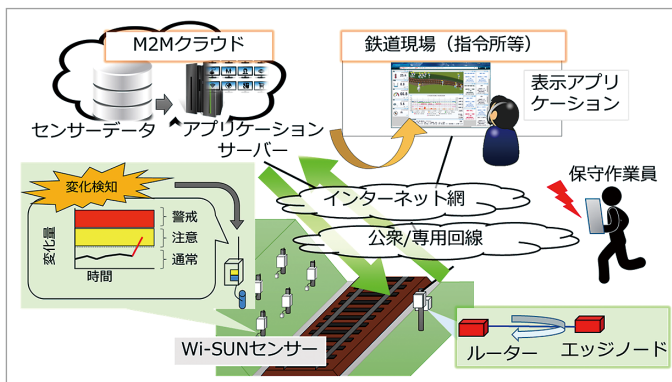
鉄道環境におけるWi-SUNセンサーネットワークの活用

野末道子 流王智子 岩澤永照 岩城詞也 川村智輝 川崎邦弘

鉄道沿線にセンサーネットワークを導入する場合、電源確保が困難な場所が多いため、低消費電力のバッテリー運用が期待される一方、異常検出時には高頻度、高信頼な伝送が求められます。そこで、通常時は伝送・計測周期を長くしてバッテリー消費を抑え、異常検出時には、計測・伝送頻度を上げる「モード遷移機構付きWi-SUN無線センサー」を開発しました。このモード遷移機構と鉄道環境におけるWi-SUNセンサーネットワークのデータ伝送機能を評価するため、鉄道営業線沿線の斜面に、開発センサーを含むセンサーネットワークを約1年間設置して検証試験を行った結果、取得データに応じて計測・伝送頻度が遷移すること、データ到達率が、年間

平均98%以上となることを確認しました。これらの知見をネットワークの導入ガイドとしてまとめました。

本研究成果は国研)情報通信研究機構の委託研究「ソーシャル・ビックデータ利活用・基盤技術の研究開発」により得られました。



電子連動装置の使用環境を考慮した寿命評価手法の開発

藤田浩由 丹羽順一 新井英樹

近年、電子連動装置においては、更新にかかる人的・経済的負担が大きいことから、その更新時期を適正に評価することが課題となっています。そこで、電子連動装置を構成する各電子部品について、当該装置の使用環境を考慮した部品の故障メカニズムに基づく加速モデルを整理し、モデル計算により得られる値から装置としての寿命を推測する手法の開発を行いました。開発した寿命評価手法は、時間とともに故障率が増加する期間（信頼性工学における摩耗故障期）を予測対象としています。本手法を小駅用電子連動装置に適用した結果、

当該装置において最初に故障が現れる電子部品を特定し、50駅使用の例で1個目故障の発生時期が約29年であることを示しました。また、累積故障数ならびに故障率の経年変化を提示できることを確認しました(図)。

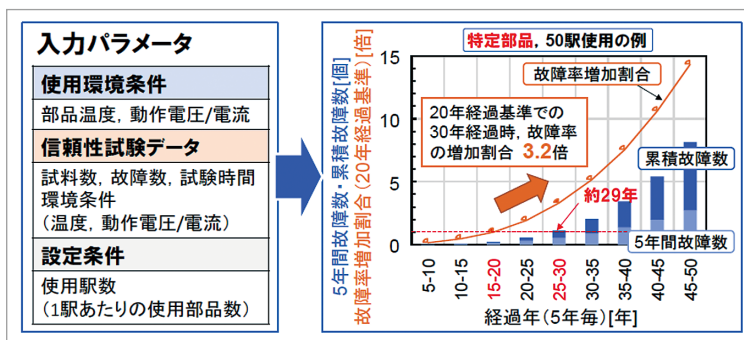


図 ケーススタディによる累積故障数・故障率の経年変化算出結果

分岐器と転てつ装置の運動解析による異物検知機能の評価手法

潮見俊輔 押味良和 沼田紘司

分岐器のトングレールと基本レールの間に異物が介在したことを検知するため、電気転てつ機の鎖錠かんや接着照査器などの異物検知装置が用いられています。これらの装置が検知する異物の大きさや検知可能範囲などの機能は、分岐器や転てつ装置の設計や装置の設置位置に影響を受けるため、必要の都度評価を行うことが重要です。しかし、この評価を行うためには実物で試験を行う必要があることが課題でした。そこで、異物を介在させたときの分岐器や転てつ装置の動作を計算し、分岐器や転換鎖錠装置の設計が異物検知機能に与える影響を推定する手法を開発しました。この手法によって得られる異物検知装置の出力の試算例を図に示します。試算結果から、提案した手法により実

測とはほぼ同等の評価が可能であることを確認しました。また、異物検知装置の検知機能は、電気転てつ機の内部機構やクラッチの特性に影響を受けることを明らかにしました。

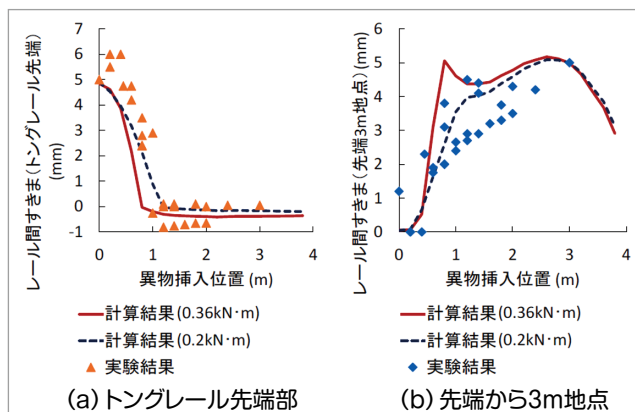


図 異物検知装置設置位置におけるレール間すきまの試算結果の例

運行管理と保安制御を融合した列車運行制御システムの基礎検討

杉山陽一 岩田浩司 山本春生

情報ネットワークを活用し、列車運行状況や装置状態に応じた運行計画を更新する運行制御システムの実現に取り組んでいます。このシステムでは、無線で列車や転てつ器・踏切等の詳細な位置・状態を把握し、図のようなダイヤによって運行を計画し、無線で制御の指示を行います。これにより、地上設備の削減や柔軟な運行が期待できます。

このシステムでは、中央の装置で情報取得のつど計画する運転曲線に従って列車運行を行います。列車の制御方法だけでなく、転てつ器・踏切等の現場設備の制御方法を検討し、システムの基本仕様を作成しました。

また、基本仕様をもとに、安全性確保のための要件を検討し、システムのアベイラビリティを評価しました。

今後、ダイヤ乱れ時などの状況に適応した運行制御機能の実現を図る予定です。

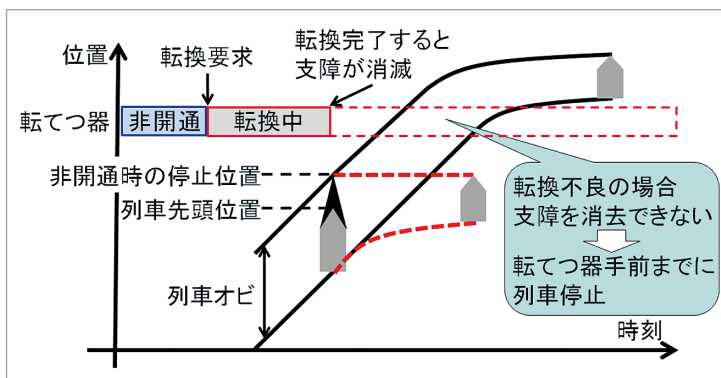


図 新方式のダイヤでの列車と転てつ器の制御

列車運行向け情報統合ネットワークの提案

中村一城 川崎邦弘 竹内恵一 流王智子

現在、鉄道システムの中で流れている情報は、系統ごとに異なる情報伝送手段や処理技術を用いており、系統間の情報共有が十分になされていません。鉄道の運行に関わる種々の情報を最新の情報通信技術 (ICT) を活用して鉄道システム内で共有することで、より安全で柔軟な鉄道サービスの実現が期待できます。

そこで本研究では、現在の鉄道システムにおける情報の流れと、その形態や頻度などの特性を調査してマップに整理し、現場での系統間の情報共有を支える伝送手段の必要性を確認しました。そして、複数の伝送媒体の状態を把握し、情報の用途と求められる信頼性により経路を選択する機能や、ネットワークが情報を一時的に保持して必要

な箇所に伝送する機能を持った鉄道向け通信プロトコル (RITP) としてまとめました。さらに、ネットワークで想定される主な攻撃と鉄道の運行システムが受けるインパクトとの関係を安全性と安定性の観点で検討しています。

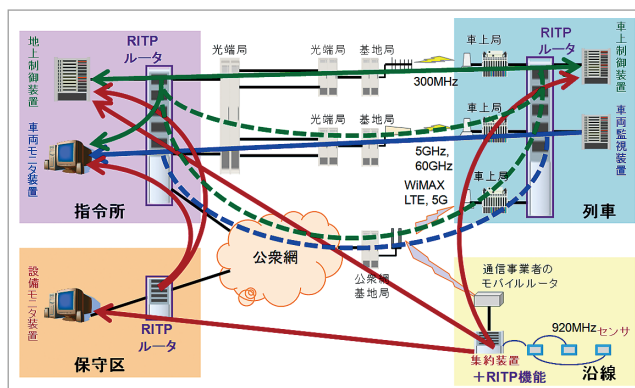


図 提案するプロトコル (RITP) の主な動作