

## 遠隔監視データを用いた電気転てつ機と軌道回路の状態推定手法

遠山喬 潮見俊輔 押味良和 佐藤輝空

信号設備の検査効率化や障害時のダウンタイム短縮を目的として、信号設備の遠隔監視を実施する例が増えています。そこで、遠隔監視データを活用し、電気転てつ機と軌道回路の状態を推定する手法の研究を行いました。

実際の遠隔監視データには異常時のデータがほとんど、あるいは全く含まれていません。そこで、営業線設備の遠隔監視を行い、さらに異常を模擬する実験を行いました。

電気転てつ機については、クラッチすべりとモータ停止による転換不能を模擬し、転換時間や最大転換電流に特徴が表れることを確認しました。この特徴を利用し、転換不能の予兆を検出する手法を提案しました。

軌道回路については、さびやインピーダンスボンドの磁気飽和によって生じる信号の歪みに着目し、電圧・電流のデータを電気回路（四端子回路）モデルのパラメータに変換することで状態を推定する手法を提案しました（図）。

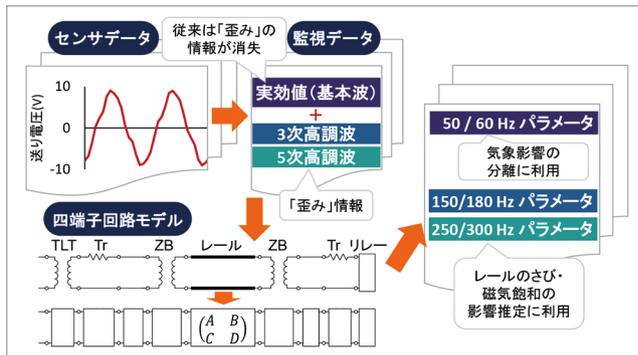


図 軌道回路の状態推定手法

## 鉄道沿線信号設備における電子機器の寿命予測手法

国崎愛子 藤田浩由 野村拓也 石井琢

近年、信号設備の小型化・高性能化のために、これまで主にリレーで構成されていた鉄道信号設備に電子機器が導入されてきました。一方で、電子機器は劣化の傾向を把握しにくく、その更新時期の適切な設定が課題となっています。そこで、本研究では、鉄道沿線で使用される信号用電子機器（以下、沿線電子機器）の寿命を予測する手法を開発しました。

まず、沿線電子機器が置かれている環境を温湿度、腐食性ガス、振動の観点から調査し、機器の寿命に特に影響を与えるストレス要因が温湿度であることを明らかにしました。さらに、考えられるストレスを基に故障メカニズムを特定し、電子部品単体と、基板

との接合に用いられるはんだの両面から寿命を定量的に計算することで、機器全体の寿命を予測する手法を開発しました。

開発した手法を用いてケーススタディを行った結果、設置する地域や使用条件による温湿度環境に応じた寿命が予測できることを確認しました。

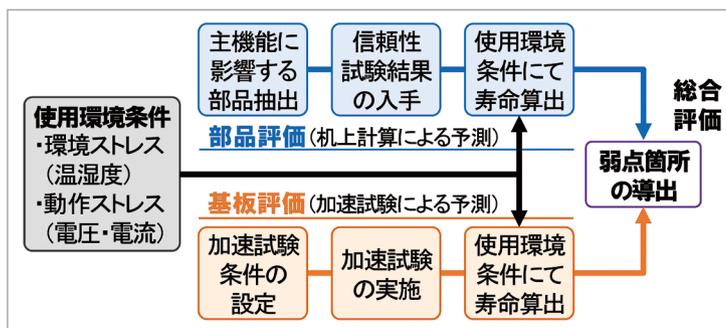


図 沿線電子機器寿命予測手法の概要

## 列車前方カメラを用いた特殊信号発光機の明滅検知手法

向嶋宏記 長峯望 野村拓也 市川武

踏切等において列車の運行に支障を与える事態が発生した場合、一般的には特殊信号発光機が点滅発光することで、運転士に沿線の異常を伝える仕組みとなっています。したがって、運転士が目視で特殊信号発光機の発光を確認することで安全が保たれています。安全性をより高めるために、リスク低減等を目的とした車載カメラによる特殊信号発光機の明滅検知手法を開発しました。

提案手法では、特殊信号発光機の発光パターンをあらかじめ登録しておき、これを照合することで特殊信号発光機の発光を検知します。鉄道総研内の試験線において実施した評価試験では、走行しながら

600mの距離から約90%の検知率で検知できることを確認しました。また、営業線においても撮影試験を実施し、特殊信号発光機以外のノイズで誤検知しないことを確認しました。リアルタイムに検知した結果を通知装置によってLEDとアラームで運転士に通知する様子を図に示します。



図 通知装置による検知結果の表示例

### 画像のスペクトル分析によるレール劣化検出法

坪川洋友 水谷淳 石川智行

鉄道設備の各種部材の検査は、目視または時計測により行われているものが多く、多大な時間と労力を必要としています。そのため、検査の効率化を目的に、車両搭載型の装置で撮影した画像を活用した検査技術が開発され、ボルトの脱落のような目視で確認できる明らかな劣化や損傷の検出は可能となりました。一方、目視では判断が難しい初期の劣化については、その検出手法は課題であるため、画像のスペクトル分布に着目して部材劣化時の組成や結晶構造の変化を把握することにより捉える方法を検討しました。

そこで、物体の2次元の空間情報と数十種類以上の波長に分光したスペクトル情報を同時に取得できるハイパース

ペクトルカメラで表面に白色層や腐食のあるレールを撮影し、画像のスペクトル分析により劣化を検出する手法を考案しました。検証試験の結果、スペクトル強度の変化率が大きくなる波長に着目することにより、これらの劣化を識別して検出できる可能性があることを確認しました。

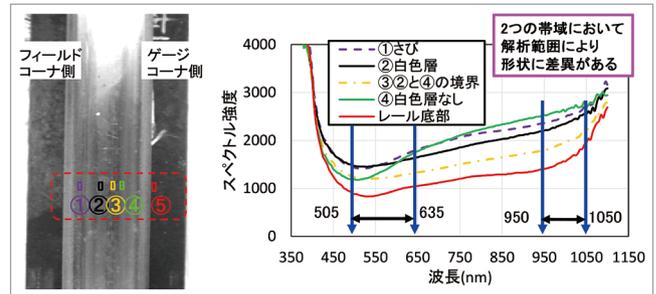


図 ハイパースペクトル画像における解析範囲のスペクトルグラフ

### 速度発電機と慣性センサ・GNSSを併用した車上位置検知システム

北野隆康 中澤幸弘 太田佑貴 谷口茂 岩田浩司 山本春生

鉄道総研では、無線式列車制御やデータベースを用いるATSなどの車上で認識した位置に基づいて制御がなされる保安システムへの適用をターゲットとして、速度発電機と慣性センサを併用して位置を認識する車上位置検知システムの開発を続けてきました。このシステムは曲線や分岐、勾配変化を検知して位置を認識するものであり、これらが散在する一般的な線区において地上設備レスで位置を認識することが可能でした。しかし、長い直線区間が多い線区では検知ができず、必要に応じ

て地上子を設置して位置補正を実施するなどの対策が必要となっていました。そこで、今回、これまで開発した車上位置検知システムを前提に、GNSSによる測位を活用することで、直線区間にも対応できる位置補正手法を提案しました。提案手法について、走行試験結果を用いて検証したところ、直線区間での位置補正が可能であることを確認しました。

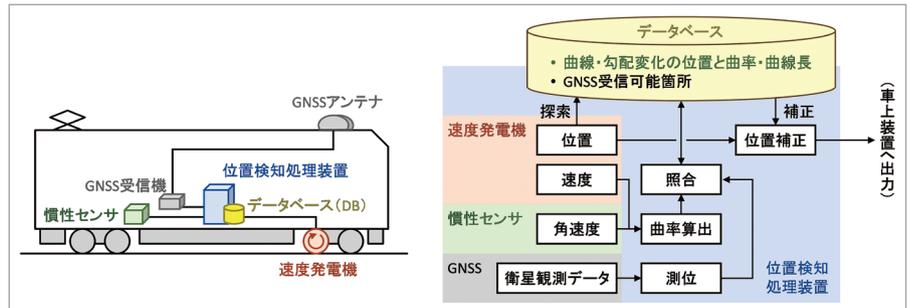


図 速度発電機と慣性センサ・GNSSを併用した車上位置検知システム

### 無線と有線を組み合わせた車両間情報伝送システム

竹内恵一 流王智子 岩澤永照 岩本功貴 川村智輝

車両で検知された異常情報を速やかに運転台に伝達することにより、列車のさらなる安全・安定運行の実現が期待されます。近年、専用の伝送路を設置し、各車両の情報を運転台で確認できるシステムの導入が進んでいます。伝送路が未設置の列車では、車両間の伝送路の確保が難しいという課題があります。

そこで、既設の引き通し線を使用した車両間の有線伝送を検討し、伝送速度10MbpsのSHDSL方式による情報伝送方式を提案しました。次に、提案した有線伝送と先行研究で開発した無線伝送を組み合わせ、情報伝送

の冗長性を考慮したハイブリッド型の車両間通信手法を提案し、車両間情報伝送システムのプロトタイプを製作しました。プロトタイプシステムを用いた検証試験により、11両編成において、無線伝送のみの場合に比べてネットワーク構築時間が13秒から11秒に短縮することやデータ収集時間が0.2秒程度であることなどを確認しました。

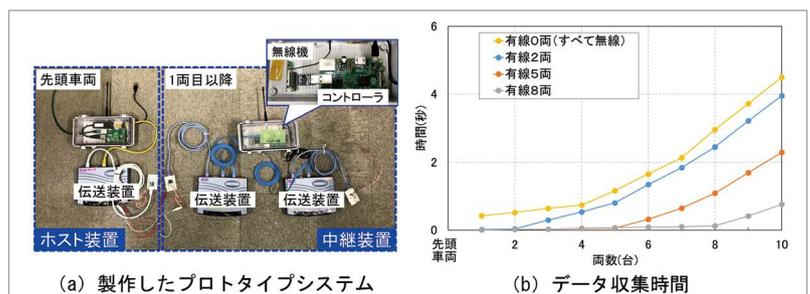


図 車両間情報伝送システムの検証試験

## 自然災害による貨物鉄道線区の被災がもたらす社会的影響の分析

厲国権 角田仁

近年、自然災害によって鉄道貨物輸送ルートが長期間不通となる事象が発生しており、その影響を客観的に評価することが求められています。

本研究では、まず自然災害による貨物鉄道の被災状況や、災害時の事業継続計画（BCP）とすることができる輸送対応策を検討しました。そのうえで、鉄道線区の輸送力に関する指標体系化を行い、平常時の輸送体系に比較した災害時の輸送力の低減について考察しました。また、ケーススタディとして、被災した線区が不通となっている期間に生じた社会的影響の定量的な分析を行い、迂回輸送および鉄道以外の輸送手段を利用することによるCO<sub>2</sub>排出量の増加など環境負荷への影響があることを確認しました。

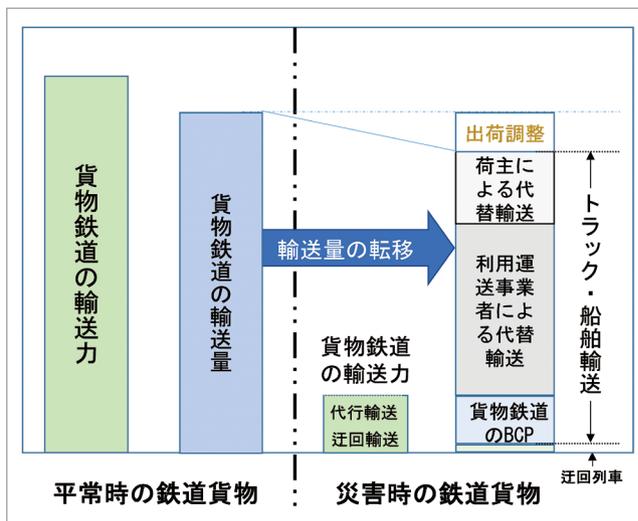


図 平常時と災害時の鉄道貨物の輸送