

人工知能を用いた保線管理エキスパート・システム(JFE-RTMES)の開発

JFE シビル株式会社 河口 聡, 三宅 祐輔, 高田 佑紀
 復建調査設計株式会社 横手 了, 正会員 ○森田 知行, 和田 浩一, 前田 憲治
 復建調査設計株式会社 技術顧問 (株式会社地盤システム研究所) 正会員 近久 博志

1. はじめに

1967年に建設されたJFE スチール西日本製鉄所倉敷地区(図-1)は、徹底した環境管理の下で“地球と人に優しい環境と調和した製鉄所”として、福山地区と一体運営をしている銑鋼一貫製鉄所である。本地区では、粗鋼生産に関係する事業推進体制を整えるとともに、多岐の分野に渡る高度な技術を駆使して量・質ともに世界トップレベルの競争力を誇っている。この中で、途切れることのない粗鋼生産とその後の製品生産とを効率的に結び付ける鉄道軌道は、これまで安全性と品質を維持だけでなく経済性も確保してきた。本稿では、開発の中間段階であるが、本製鉄所における保線管理業務の省力化や、効率化・高精度化を目的に人工知能を用いた保線管理エキスパート・システム(JFE-RTMES: JFE-Rail Track Maintenance Expert System)について概説する。

2. システムの特徴

今回開発する保線管理エキスパート・システムは、定期的に実施している点検作業によって収集されている管理項目(軌間計測値、レールの摩耗状況、枕木の損傷度、噴泥化の有無等の周辺環境)、これまで実施してきた補修実績および実際に起こったトラブルの状況を統合的に解析することによって、補修の時期を効率的に分析し、現場における補修実施の判断に供することを目的としている。システムの開発方針や特徴は、以下のとおりである。

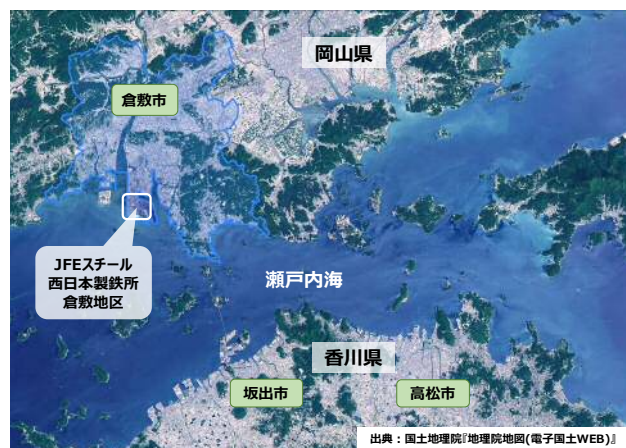


図-1 保線管理システムの対象現場

- ①混在する量的・質的なデータの分析
- ②専門分野の違う関係者への分かり易い説明
- ③過去の経験を反映しながらも将来に渡って対応時期や補修方法の検討に有効な資料の提供
- ④補修管理の検討時の省力化、効率化および高精度化に役立つようなシステムの構築

3. 解析プラットフォーム

本システムは、解析プラットフォーム(VGE-AI: Visual Geo-Engineering System- Artificial Intelligence)¹⁾上に構築する。これは、現地で得られた管理データの性質や将来発生する可能性のある課題に対して、装備している下記の解析機能を併用してデータ分析を実施することを想定している。

- ①ニューラルネットワーク解析, ②統計解析, ファジー推論解析²⁾, ③最適化解析, ④画像解析(画像処理, 精密写真測量, 拡張現実など)

4. 解析に使用するデータ

本製鉄所では、定期点検項目として対象を大きく3つ(軌道, レール, 周辺環境)に分けて、それぞれに対して、定期・非定期的に測量・測定・検査・目視点検を実施して安全性の確認をしている。

キーワード 製鉄所, 保線管理エキスパート・システム, ニューラルネットワーク, 統計解析手法
 連絡先 〒732-0052 広島市東区光町2丁目10番11号 復建調査設計株式会社 TEL: 082-506-1834

そして、それぞれの管理項目に対して、5段階の管理レベル（“正常”，“③注意”，“②警戒”，“①危険”，“限界”）を設定しており、加えて、過去に発生したトラブルデータや補修データを組み合わせて解析を行う。特に、目的変数となる“軌道の変状”に対しては、図-2のように“変状なし”，“注意すべき変状”，“警戒すべき変状”，“補修が必要な変状”，“緊急に補修すべき変状”の5段階カテゴリに区分した³⁾。なお、通常、現場では、補修するかしないかの二区分だけに分類されるが，“緊急補修が必要であるが補修できなかった区間”や“緊急補修の必要性は低いが、補修を実施した区間”など、補修の有無の間の遷移的な判断領域が現場担当者に提供する情報として非常に重要と考え、解析では、図-2のように5段階のカテゴリに区分している。



図-2 目的変数のカテゴリ

5. 解析結果の出カイメージ

図-3は、人工知能解析の作動確認のための一次評価として実施したサンプルデータを用いた解析結果の一例である。ここでは、サンプル値の分布、補修の必要性のカテゴリ、および各カテゴリの出現確率を示す。ここでは、使用した19の管理項目に対して、統計量 Λ の検定によって有意水準が95%以上の項目だけを抽出して、判別分析を実施した。結果として重相関係数が-0.78となった。赤線は、“緊急補修が必要”と判断されるサンプル値の分布範囲（ 2σ ）を示しており、桃色、橙色、緑色、青色は、それぞれ“要補修”，“警戒”，“注意”，“正常”の分布範囲を示している。また、統括図（図-4）は、解析結果を航空写真上に重ね合わせて表示したものであり、線路上には、現状の検査点検結果と当該区間で過去に実施された補修回数とトラブル回数を記載している。そして、補修の必要性を当該区間の中央から広がる円（半径が予想確率、色は管理レベル）で表している。

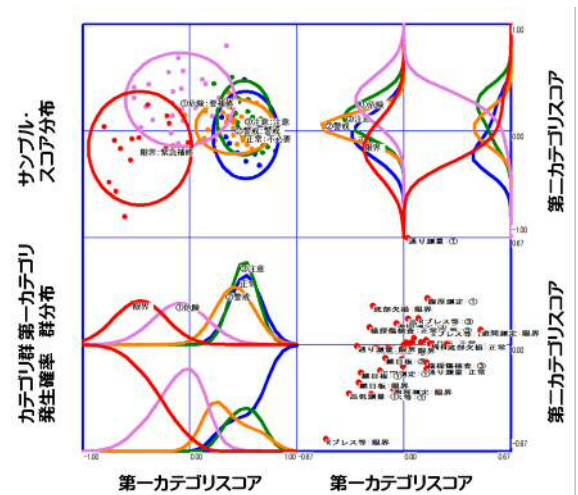


図-3 一次評価結果（サンプルデータ）

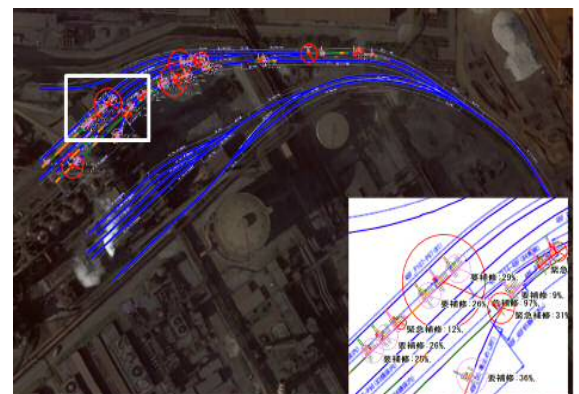


図-4 解析結果の出力図（統括図）

6. おわりに

本稿では、開発中のシステムの解析機能の概要を説明した。次の段階では、より現地の情勢に近い分析を実施するために、現地で得られた保守管理データに対してニューラルネットワーク解析等による機械学習を実施する予定である。また、将来、補修の方法、期間、費用の概算を組み合わせることによって、補修の時期による関連事業への影響や将来コストの変化などが検討できるようなLCMに繋がるような機能追加を考えている。最後に、このシステムの開発に当たり、モバイル端末による点検システムからのデータ出力に関して尽力をいただいた進藤氏と三次氏に改めて謝意を表します。

参考文献

- 1) 近久博志, 来山尚義: 最近のリモートセンシング技術による土木計測と拡張現実システム, 九州アジア地下空間フォーラム講演会, 2012
- 2) Chikahisa, H., Matsumoto, K., et al.: Measurement control method and expert system for tunneling by fuzzy set theory, Proceedings of the 1st Asian Rock Mechanics Symposium, Vol.1, Seoul'97, pp.261-266, 1997
- 3) 近久博志, 荒井幸夫, 他: トンネルの対策工選定支援のためのデータベースとファジー理論, トンネル工学研究発表会論文・報告集第1巻, pp.71-76, 1991