

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

# 画像・IT研究室における 取り組み

画像処理技術や機械学習などをはじめとする情報処理技術は、日々目覚ましいスピードで進化しています。これらの最新の画像・ITの活用に関する研究開発を、より強力かつスピーディーに推進するため、平成29年12月1日に信号・情報技術研究部に画像・IT研究室が新たに設置されました。分野横断的なICT活用に関する研究の拠点となるべく、さまざまな分野の知見を有するメンバーで活動をスタートしました。ここでは、新研究室の設置の背景、特徴、ならびに現在実施している研究開発テーマへの取り組みについて紹介します。



鵜飼 正人  
Masato Ukai  
信号・情報技術研究部  
画像・IT研究室  
室長  
[専門分野] 画像処理、  
画像認識、情報処理

## 画像・IT研究室設置の背景

これまでの画像やITの活用に関する研究開発は、技術分野ごとに個別案件に対して適用を検討するというものでした。最新の画像解析やIT技術を適用しようとする、独特のテクニクや、問題解決のための実践的な知見が求められる場面が多くあります。そのようなノウハウの多くは、個人が有するノウハウとして蓄積されてきました。急速に高度化している画像・IT技術の鉄道への活用に関する有効な研究成果を早期にあげるためには、これらの知見を誰もが活用できるように共有することが必要です。ICT活用の分野横断的な活動の拠点となることを目指して、画像・IT研究室が設置されることになりました。

## 画像・IT研究室の特徴

新研究室はさまざまな分野の知見を有する14名のメンバーが所属しています。信号・情報技術からの4名に加え、車両構造技術、車両制御技術、構造物技術、電力技術、軌道技術、人間科学の6研究部からの10名で構成されています。

研究室の設置意義は二つあります。

第一には、画像やIT技術の活用に取り組む研究者を一つの研究室に集約することで、これらの技術力が最大化し、効率的な研究開発が可能になることです。単独での研究では実現できない相乗効果が期待されます。第二には、画像やITに関心の高い研究者、取り組みたい研究者がオープンにディスカッションでき、知識を吸収できる場とすることです。

## オープンな居室に向けた整備

画像・IT研究室の設置目的を具現化するため、オープンな居室に向けた環境整備を現在進めています。

居室整備のコンセプトは「集い、生み出すための空間」と「見せる空間」の実現です。平常時は、居室、簡易実験室、情報展示、職員用オープンスペースの機能を兼ね、かつ、企画時には、研究室公開用レイアウトへとスムーズに変更できるように設計を進めています。画像処理結果の表示やプレゼンテーションに活用するための大型モニターや、ARやVRなど各種画像実験を行うための天井レールの設置なども予定しています。

# 鉄道に活用するための画像解析 技術およびITの高度化



図1 研究開発の3つの柱

## 研究開発の3つの柱

本研究室では、鉄道に活用するための画像解析技術およびITの高度化に資するため、次の3つを取り組みの柱としています(図1)。

- ① 鉄道に活用するための画像解析技術およびITの高度化
- ② 施設の状態監視や列車運行時の乗務員支援などへの画像解析技術の適用
- ③ 保守の効率化や列車の運行制御などへのITの適用

このうち、列車の運行制御の分野では、AI(人工知能)を適用した列車前方障害物の検知に関する研究を推進します。ビッグデータの収集・蓄積・分析による保守の効率化を図る研究も加速させます。一方、メンテナンスの適正化が図られる設備の状態監視の分野では、AIによるトンネル覆工面のひび割れ検出において、すでに成果が挙がっています。このほか新たな課題にもチャレンジすべく、本研究室が主担

表1 主な実施テーマ

・ 複数のセンサーを統合した車載型障害物検知手法
・ 画像による部品劣化判定手法に関する研究
・ 鉄道設備の位置情報一元化に関する研究
・ 入力画像に適応的な構造物検査用画像処理手法
・ 画像処理による踏切障害物検知装置の開発
・ 列車による建築限界測定技術の実用化
・ 車両側引戸の画像による挟み込み検知
・ 特殊信号発光機の明滅光状態の認識手法
・ 画像による地上からの車両床下状態確認手法

当する新規テーマを掲げて、具体的な研究開発に取り組んでいます。

## 主な実施テーマ

画像・IT研究室が取り組んでいる研究開発テーマは、各鉄道分野にまで非常に多岐にわたっています(表1)。その中から次の5つのテーマについて具体的な取り組みを紹介します。

### ◎複数のセンサーを統合した車載型障害物検知手法

運転支援および自動運転のための

線路内異常検知を目的として、まず300m先の、そして将来的には600m先の異常を検知できる技術開発をめざします<sup>1)</sup>。

線路内異常検知システムに必要なセンサーには、距離精度はもちろんのこと、ある程度の視野角が要求されます。この広い視野角を認識できるセンサーとして画像認識センサーが有効ですが、広角にすればするほど遠方側の測距精度が悪くなります。自車から物体までの距離を検出し、その距離値で物体を

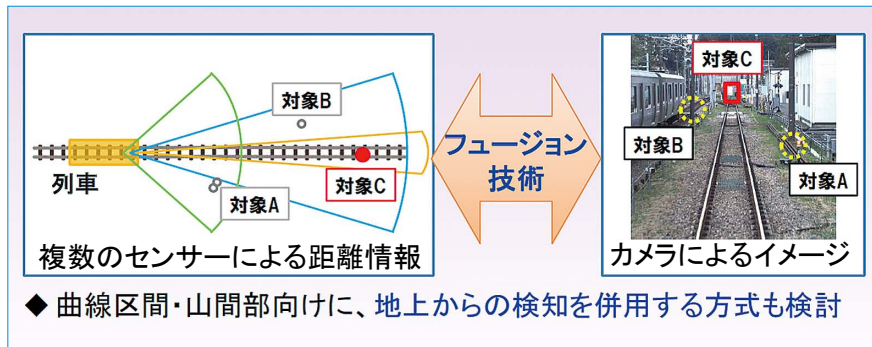


図2 複数のセンサーを統合した車載型障害物検知手法

認識する車載レーザーレーダーは、カメラとは違った特性のアクティブセンサーとして有効なセンサーです。それぞれの長所を融合（フュージョン）すれば、高い検知性能が期待できます。

さらにカーブの先など、カメラでは見えない領域の検知については、地上のセンサーでサポートすることも考えています(図2)。

### ◎画像による部品劣化判定手法に関する研究

鉄道に使用されている部品の劣化の発生や進行を、画像処理を用いて早期にとらえる技術を開発しています。劣化を定量化することで、保守性の向上につながります。

まず、レールや**がいにし**りなどの部品を対象に、ハイパースペクトルカメラ(☞参照)で撮影を行い、各部品のスペクトルの特徴やばらつきを解析することで材料の劣化を自動判定する手法の開発を進めています<sup>2)</sup>(図3)。

一般のCCDカメラは、可視光領域をカラーフィルターでRGBの3色の波長を評価して画像を得ています。これに対しハイパースペクトルカメラは、回折格子などによる分光で、非常に狭い波長要素を連続して数多く取得できます。物体がもつ固有のスペクトルを分析することで、人間の目では評価困難な物質の特性や状態を評価すること

ができます。

本成果は、JR会社が部品や材料の検査・診断精度の向上と、早期の材料劣化検知による設備の信頼性向上を図るのに活用されます。

### ◎入力画像に適応的な構造物検査用画像処理手法

トンネル覆工面に発生するひび割れなどの変状を自動的に検出する画像処理手法の開発を進めています。

撮影画像からのひび割れの選別に、大量の画像を学習することで認識を行う深層学習(☞参照)を適用しました。作成した識別器の良否を評価した結果、90%以上の正解率を有することを確認しています。さらに、深層学習の推論結果を補う処理として、得られたひび割れ確度を画素値とみなした画像に対して位置や方向性に着目した詳細解析を行う、ハイブリッド型のひび割れ検出手法を開発しました<sup>3)</sup>(図4)。

今後さらに、検査技術者の判断に近い、いわゆる変状展開図の描画に近い抽出結果が自動的に得られるよう、ひ

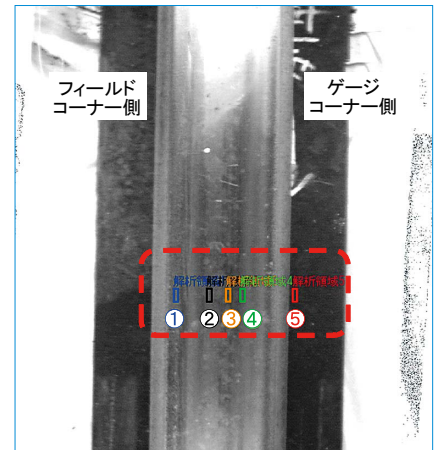


図3 ハイパースペクトルカメラで上部から撮影したレール

び割れ検出プログラムに改良を加え、実用性の高い画像検査手法として提案する予定です。また、ユーザーがスタンドアロンでも利用できるよう、クラウドサービス型のひび割れ検出プログラムとしてリリースすべく開発を進めています(図5)。

### ◎画像処理による踏切障害物検知装置の開発

踏切の安全性向上を目的として、遠赤外線カメラで踏切内の熱画像データを取得し、画像解析と機械学習により人を人として検知する装置の開発を進めています<sup>4)</sup>。

遠赤外線カメラを用いるため照明が不要で、通常の可視光カメラとは違い、雨や霧、影といった環境の影響を受けにくいという特長があります。カメラ映像を画像処理することで、対象の高さにかかわらず検知する手法のため、事故につながりやすい倒れた状態の人

も検出できます。既存の障害物検知装置に人の検知機能を容易に付加できる上、大規模な線間工事なども必要とし

#### ☞ ハイパースペクトルカメラ

光を非常に細かく分光することで、連続した数多くの波長要素(スペクトル)を取得できるカメラ。

#### ☞ 深層学習

人の脳の神経回路をモデルにした、多層(一般的に4層以上)のニューラルネットワーク(ディープニューラルネットワーク)による機械学習の手法。

ません。なにより「画像を記録として残すことができる」のは、画像処理方式の大きな特長です(図6)。

### ◎鉄道設備の位置情報一元化に関する研究

本号の「鉄道のためのICT基盤技術」で紹介されている「鉄道設備の位置情報一元化に関する研究」に関しては、共通の基盤技術なので、さまざまな分野の知見を活かすために、研究室のメンバー全員で取り組んでいます。

これまでに実施した内容としては、鉄道分野間で情報を一元化した場合に得られる利点や、必要となるデータについてヒアリングを行い、ニーズと活用事例をマトリクス表に整理しました。情報を一元化することでどんな効果が得られるか、たとえば、「車両動揺が生じた位置と、通過車両の重量、編成、速度、加速度などの車両のデータを活用して、列車通過時の構造物の応答特性から橋りょうなど構造物の状態を評価できる」といったような活用事例を、全鉄道分野を網羅してメンバー全員で抽出しました。

今年度はまず、鉄道用位置管理フレームワークの基礎となる位置表現の基本的な考え方を検討しています。

### おわりに

ここでは、実施テーマを中心に紹介しましたが、画像・IT研究室は、ほぼすべての研究分野の研究者がメンバーとなる、これまでにない体制でスタートしました。互いに新しい視点から物事を見ることもでき、単独で実施したのでは実現できない相乗効果が発揮されるものと思っています。

さらに、画像やITに関心の高い研究者のオープンなディスカッションの場として、また知識を吸収できる場としても、環境を整備していきたいと考えています。[RRR]

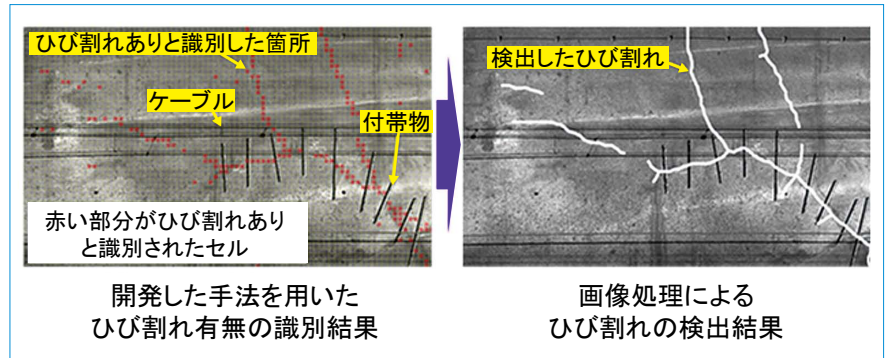


図4 深層学習を用いたひび割れの検出例

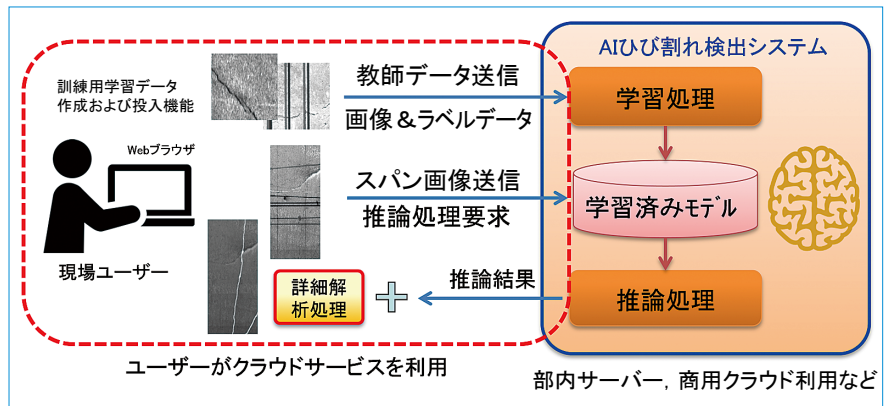


図5 クラウドサービスによるひび割れ検出の手順

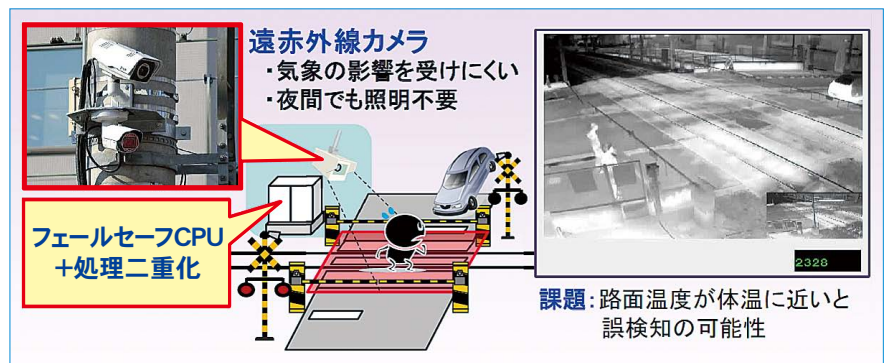


図6 画像処理による踏切障害物検知装置の開発

### 文献

- 1) 中曽根隆太, 長峯望, 鷓飼正人, 向嶋宏記, 出口大輔, 村瀬洋: 画像処理技術を用いた前方障害物検知装置の開発, 鉄道総研報告, Vol.31, No.3, pp.11-16, 2017
- 2) 坪川洋友: ハイパースペクトルカメラを用いたレールの劣化検出に関する基礎検討, 2018年度第22回鉄道工学シンポジウム, 2018
- 3) 鷓飼正人: 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, 鉄道総研報告, Vol.32, No.5, pp.5-10, 2018
- 4) 中曽根隆太, 新井英樹, 長峯望, 竜本ジヨ, 大森達也: 遠赤外線画像を用いた踏切障害物検知装置の開発, 平成30年電気学会全国大会講演論文集, pp.344-345, 2018