

## タイヤの性能持続技術開発を加速させる AI 技術を確立

### ポイント

- ・ゴムの内部構造画像からの物性と劣化領域を推定することに成功。
- ・新品タイヤのデータのみを用いて学習した AI により劣化領域を可視化。
- ・AI 応用による高性能タイヤの研究開発の加速に貢献。

### 概要

北海道大学大学院情報科学研究院の長谷山美紀教授らの研究グループは、住友ゴム工業株式会社との共同研究により、タイヤの性能持続開発を加速させる AI 技術を新たに確立しました。本技術の活用により、持続可能なモビリティ社会の実現に貢献する安全・安心な高性能タイヤの研究開発を加速させることが可能になります。

タイヤに用いられるゴムは、様々な材料の組み合わせから成る複合体であり、各材料の配合量や構造といった様々な要因によって性能が決定されます。ゴムの内部構造は非常に複雑であり、人による解析は多大な労力を要することに加え、解析精度にも限界がありました。

今回開発した AI 技術では、タイヤの内部構造の電子顕微鏡画像から、ゴムの物性や劣化の度合いを自動で推定し、人の目では実現できない高精度解析を実現しました (図 1)。

本研究成果は、2019 年 11 月 1 日 (金) に学術論文誌 IEEE Access にオンライン掲載されました。

参考 住友ゴム工業株式会社リリース

[https://www.srigroup.co.jp/newsrelease/2019/sri/2019\\_088.html](https://www.srigroup.co.jp/newsrelease/2019/sri/2019_088.html)

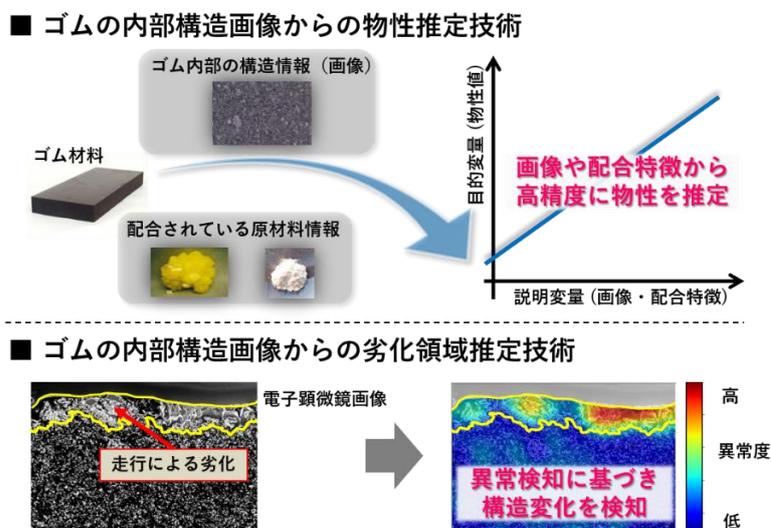


図 1. 研究成果の概要図

## 【背景】

材料科学分野において、蓄積されたデータを活用し、革新的な材料開発を目指すマテリアルズ・インフォマティクスは近年注目を集めており、世界中で盛んに研究が行われています。中でも、ゴム材料は着実な需要の増加がみられる材料であり、その独特な特性を応用した材料開発が期待されています。ゴム材料は、天然ゴムや合成ゴムなどのポリマー、カーボンやシリカなどの補強材、架橋剤や添加剤などで作られる複合体であり、各材料の配合量や構造といった様々な要因によって性能が決定されます。ゴムの内部構造は非常に複雑であり、人による解析は多大な労力を要することに加え、解析精度にも限界がありました。

## 【研究手法】

### ■ゴムの内部構造画像からの物性推定技術

ゴム材料の内部構造は非常に複雑であるため、電子顕微鏡により様々な条件で撮影し、様々な観点から材料を観察します。物性と強い関連がある構造を撮影できる条件は、材料毎に異なりますが、これまでの物性推定の研究では、ゴム材料の電子顕微鏡の撮影条件について考慮されておらず、実用的な推定精度に達していませんでした。そこで本手法では、様々な条件で撮影された電子顕微鏡画像を協動的に利用して、ゴム材料の物性の推定を行います。

本手法では、様々な条件で撮影された電子顕微鏡画像の中から、物性と関連が強い構造が撮影条件の画像を自動で検出し、この画像を利用して物性推定を行います。これにより、物性と関連が強い画像を利用した推定が可能となり、高精度な物性推定の実現が期待できます。

### ■ゴムの内部構造画像からの劣化領域推定技術（図2）

一般の教師あり学習<sup>\*1</sup>では、劣化領域の検出を行う際に大量の劣化領域の学習データが必要となります。しかしながら、ゴムの劣化による変形は多種多様であり、また、ゴム製造時点において経年劣化のデータを大量取得することは困難です。そこで、本手法では、ゴムに構造変化が生じていない新品タイヤのデータのみを用いて異常検知により劣化領域を検出するアプローチを採用します。本手法では、複数の深層学習モデルを用い、構造変化前のゴムの内部構造画像のみを用いて学習を行います。ただし、この時電子顕微鏡画像を小領域のパッチに分割します。提案法により学習されたネットワークは、劣化のない領域の性質を学習しており、これと異なる構造の画像に対し高い異常度を示すモデルとなります。これにより、劣化による変形が未知の場合であっても、正常と異なる異常領域として検出することが可能になります。

## 【研究成果】

### ■ゴムの内部構造画像からの物性推定技術

専門知識を有する技術者が測定したゴム材料の複数の物性を本手法により推定することで、推定精度を検証しました。

### ■ゴムの内部構造画像からの劣化領域推定技術

専門知識を有する技術者にゴムの劣化に対する正解領域を定義していただき、その領域を本手法により推定可能かどうかを検証しました。尚、本研究成果は学術論文誌 IEEE Access オンライン公開されました。

## 【今後への期待】

今回の研究によって、ゴムの内部構造画像から物性や構造の変化を推定する技術の構築に成功しました。本成果は、タイヤの性能持続開発を加速させる AI 技術であり、今後の研究開発の支援や新たな知識体系に貢献すると考えられます。

## 【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP17H01744, JP19J10821 及び総務省 SCOPE #181601001 の助成を受けて行われました。

## 論文情報

論文名 Estimating Regions of Deterioration in Electron Microscope Images of Rubber Materials via a Transfer Learning-Based Anomaly Detection Model (ゴム材料電子顕微鏡画像を用いた異常検知に基づく劣化領域の推定)  
著者名 Ren Togo<sup>1</sup>, Naoki Saito<sup>2</sup>, Takahiro Ogawa<sup>1</sup>, Miki Haseyama<sup>1</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院情報科学研究院, <sup>2</sup>釧路工業高等専門学校)  
雑誌名 IEEE Access (米国電子電気学会 (IEEE) による学際査読オープンアクセス誌)  
DOI 10.1109/ACCESS.2019.2950972  
公表日 2019年11月1日 (オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学大学院情報科学研究院 教授 長谷山美紀 (はせやまみき)

T E L 011-706-6078 F A X 011-706-6078 メール secretary@lmd.ist.hokudai.ac.jp

U R L <https://www-lmd.ist.hokudai.ac.jp/>

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール kouhou@jimuhokudai.ac.jp

## 【参考図】

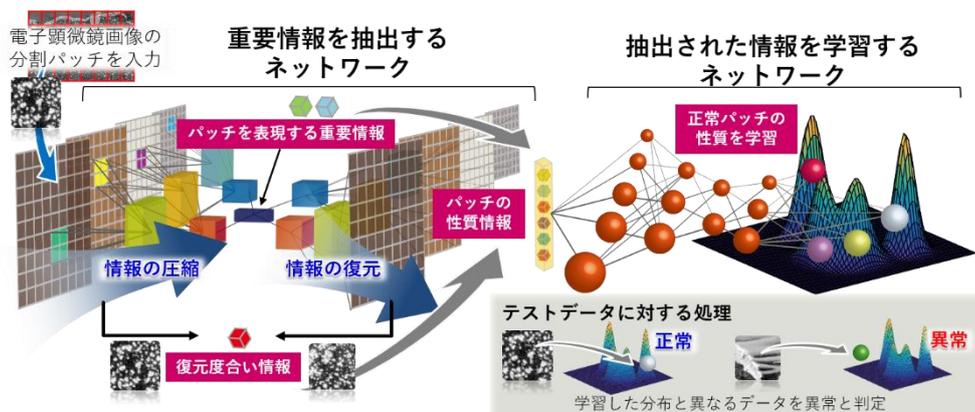


図 2. 劣化領域推定手法の概要図

## 【用語解説】

\*1 教師あり学習 … AI の学習方法の一つで、人間があらかじめ付けた正解のラベルに基づき、AI を学習する方法。