

住友ゴム イノベーションベース・札幌 次世代材料開発推進ユニット



ユニット説明

我が国の製造業は、労働人口減少に伴う技術伝承の課題や、カーボンニュートラル対応への要求に直面している。本ユニットでは、AI技術およびロボティクスを活用した革新的な技術基盤の構築により、これらの課題解決を目指す。具体的に、北海道大学の研究者・学生と住友ゴムの研究者が協働し、実世界で自律的に判断・動作するフィジカルAIなど先端技術の研究と実用化に取り組み、ものづくりの未来を切り拓く技術革新を推進する。また、未来のモビリティを取り巻く環境を見据えた新たな社会的価値の創出にも挑戦する。



ユニット開所式（2025年8月27日）



居室の様子



ディスカッションの様子

背景

製造業の労働人口減少への対応

◆構造的かつ不可逆的な人手不足

労働人口の減少はもはや一過性の現象ではなく、早急に対処すべき喫緊の課題である。これまでのモノづくりを支えてきた熟練者の引退に伴い、現場を支えてきた「暗黙知」が失われる危機に直面しており、従来の人手に依存した技能伝承モデルは限界を迎えている。

◆人材不足を前提とした働き方への転換

「人が減る」ことを前提としつつ、生産性を犠牲にしない仕事のあり方へのシフトが不可欠である。デジタル技術を駆使して熟練者の「暗黙知」を「形式知」化し、高品質で高付加価値の製品を製造できる持続可能な生産体制の構築が急務である。



パーソル総合研究所
「労働市場の未来推計 2035」
<https://rc.persol-group.co.jp/thinktank/spe/roudou2035/> より抜粋

カーボンニュートラルへの対応

◆必須となる環境価値への対応

製造業においてはサプライチェーン全体での排出削減への社会的要請が高まる中、環境負荷の低減と企業のコスト競争力を両立させることが、持続可能な社会の発展に貢献する鍵となる。

◆AI・DX活用による開発のグリーン化

膨大な試作実験を必要とする従来の製品開発では、時間とエネルギーを浪費する。AI・デジタル技術を駆使し、開発効率の最大化と環境負荷の最小化を両立させる製造プロセスへの変革が必要とされる。



住友ゴム工業
「サプライチェーン全体のカーボンニュートラル達成に向けた2030年目標を設定」
https://www.srigroup.co.jp/newsrelease/2023/sri/2023_090.html より抜粋

目標

フィジカルAIなどの最先端技術を活用した新たな価値創出への挑戦

◆強みを掛け合わせる産学共創

住友ゴムの「製造現場におけるナレッジ・ビッグデータ」と北海道大学の「AI・データサイエンス技術」を融合させる。D-REDを拠点に互いの知見を深め合い、単独では成し得ない高度な研究・実用化に挑戦する。

◆フィジカルAI等による技術革新の加速

実世界の複雑な変化を「見て・感じて・動く」フィジカルAIの現場への実装に挑む。また、フィジカルAIを含む先進的なAI技術を駆使して、単なる省人化に留まらず、開発スピードの飛躍的な向上と、人間の能力を超えた材料構造の発見が期待される。

◆未来のモビリティ社会への貢献

本共創を通じて、安全で環境に優しく、社会課題を解決する未来のモビリティ社会に資する新たな体験価値と技術の創出に向けてチャレンジしていく。



住友ゴム × 北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

ゴム・高機能材料
の研究開発

画像・映像認識・
動画解析

これまでの取り組み概要

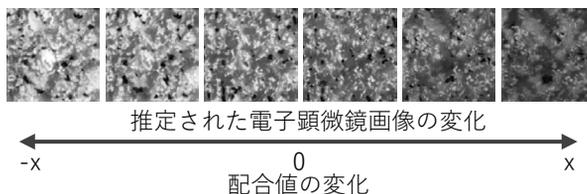
研究テーマ① ゴム材料の電子顕微鏡画像生成

ゴム材料は、自動車のタイヤや工業用ホース、靴底など、私たちの生活に欠かせないさまざまな製品に利用されている。その性能や品質は、原料となる化学物質の種類や比率、すなわち「**配合データ**」に大きく依存している。新しいゴム材料を開発するためには、これらの配合データと、実際に合成された材料の構造および物性（硬さ、耐久性、弾性など）との関係を正確に把握する必要がある。

材料の構造は、**電子顕微鏡を用いることでナノレベルの精度で観察することが可能**である。電子顕微鏡画像から得られる情報は、材料の特性を理解する上で非常に重要であり、新材料の開発における指針となる。しかし、配合ごとに材料を実際に作製し、観察・評価を行うには膨大な手間と時間、そしてコストがかかるという課題がある。

このような課題を解決するために、本取組では、AI技術を用いて、**配合データに対応する電子顕微鏡画像を自動的に生成**する画像生成AIを構築した。本技術では、過去に取得された配合データと電子顕微鏡画像の対応関係を学習させることで、任意の配合に対する電子顕微鏡画像の疑似生成を可能にしている。これにより、実際に材料を合成しなくても、構造を視覚的に予測・確認することができる。本技術は、ゴム材料開発のスピードと精度を飛躍的に向上させる基盤技術として期待されている。

右に示す画像は、実際に得られた電子顕微鏡画像と、それに対応する生成画像であり、ある条件（たとえば原料の配合比率や添加剤の種類など）を変化させた際に材料内部の構造がどのように変化するかを示している。左から右に向かって条件が連続的に変化しており、それに応じて材料構造も段階的に変化していることがわかる。このような画像をAIが自動的に生成できることは、視覚情報に基づく材料設計を可能にし、将来的には新しいゴム製品の迅速な開発と実用化を大きく後押しする技術となると考えられる。



※ R. Yanagi, et al., "Material compound-property retrieval using electron microscope images for rubber material development," IEEE Access, vol. 11, pp. 88258-88264, 2023.

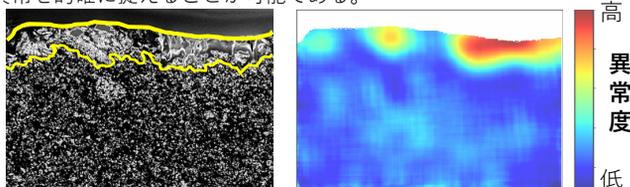
研究テーマ② ゴム材料の劣化領域推定

自動車や自転車などのタイヤに使われるゴムは、単一の素材ではなく、**複数の成分を組み合わせで作られる複合材料**である。主成分であるポリマー（高分子材料）に加え、補強剤、架橋剤、可塑剤、老化防止剤など、さまざまな添加剤がバランスよく配合されることで、耐摩耗性やグリップ力、耐久性、柔軟性といった性能が最適化される。このようにゴム材料の性能は、配合の内容だけでなく、材料内部の微細な構造にも大きく左右される。しかしながら、ゴム内部の構造は極めて複雑であり、その変化を人の目や従来の手法で正確に捉えることは容易ではない。特に、使用前後のゴム内部で起こる構造変化は微細かつ多様であり、従来の解析手法では、解析に長い時間を要するうえ、精度にも限界があった。

こうした課題を解決するために、本取組では、**ゴム内部の構造変化を自動的に検出するAI技術（異常検知AI）**を開発した。この技術では、まず使用前のタイヤの電子顕微鏡画像からAIが正常な状態の特徴を学習する。そのうえで、使用后（摩耗や経年劣化が進んだ状態）の画像を入力することで、AIがその違いを検出し、構造の変化が生じた領域を推定することができる。

このAIは、**正常な状態だけから学ぶことができる**ため、実際の応用において非常に高い柔軟性と効率性を持つ。また、目に見えにくい細かな変化にも高感度で反応できるため、人手では見逃しがちな構造の異常を的確に捉えることが可能である。

画像は、本技術を実際に適用した実験結果である。左の画像は電子顕微鏡で撮影されたゴム断面の構造を示しており、黄色の線で示された領域が、構造変化が起きているとAIが検知した部分である。右側の画像は、構造の変化度合いをヒートマップ（色の濃淡）で可視化したもので、赤くなっている部分ほど変化が大きいことを示している。このように、視覚的かつ定量的に変化を把握できることは、材料評価と改良の両面で極めて有用である。



※ R. Togo, et al., "Estimating regions of deterioration in electron microscope images of rubber materials via a transfer learning-based anomaly detection model," IEEE Access, vol. 7, pp. 162395-162404, 2019.

研究テーマ③ 大規模言語モデルを用いた作業員の行動認識

タイヤは自動車の安全性を左右する極めて重要な部品であり、その製造工程においては、トレッド（路面との接地面）、サイドウォール（側面）、内部構造、さらにはビード部（ホイールとの接合部）など、**複数の箇所に対して綿密な点検**が求められる。こうした点検は通常、熟練した作業員の目視や手触りによって実施されているが、作業の質を常に均一に保つことは容易ではなく、人為的なミスや見落としのリスクも存在していた。

そのような背景から、タイヤ点検作業の自動化・高度化を目指して、本取組では、**映像中の点検動作を認識する技術**の開発に取り組んでいる。本研究では、点検中の映像に対して「物体追跡モデル」と「Video-LLM（動画対応型の大規模言語モデル）」を協動的に用いることで、タイヤと点検者の動作を高精度に捉え、作業内容を自動的に判定することを可能としている。映像内から点検に関するタイヤ部分を物体追跡モデルによって抽出し、そこに映る点検者の動きやタイヤの挙動に注目する。Video-LLMはその映像から、点検者の行動や、タイヤの動きについての**説明文（キャプション）を生成**する。さらに、これらの情報を統合することにより、今行われている作業が「トレッド部検査」なのか「ビード部検査」なのか、といった**具体的な点検工程の分類**が可能となる。

このような技術により、工程の標準化、ミスの早期検出、さらには未経験者への技術継承など、さまざまな波及効果が期待されている。また、人手による常時監視を不要としながらも、作業内容を可視化・記録する仕組みは、製造現場の省力化と品質保証の両立にもつながる。

本技術は、より安全で確実なタイヤ製造のための次世代の点検支援システムとして、今後の実用化に向けた大きな一歩となるものである。



点検者：内部を検査

タイヤ：左に回転

推定結果：ビード部検査

※ 上川 恭平, 他, "物体追跡モデルとVideo-LLMの協調利用に基づくタイヤ点検の動作認識に関する検討," 第39回人工知能学会全国大会, pp. 1-4, 2025.

【お問い合わせ先】

国立大学法人 北海道大学 総合イノベーション創発機構 データ駆動型融合研究創発拠点 (D-RED)

E-mail: d-red_soumu@research.hokudai.ac.jp