

2023年11月7日

横浜ゴム、先端計測と計算科学を組み合わせた化学反応可視化技術により ゴムとスチールコードの接着老化メカニズムを解明 ～耐久性を大幅に高めたタイヤ開発に活用～

横浜ゴム（株）は“人とAIとの協奏”によってデジタル革新を目指すAI利活用構想「HAICoLab（ハイコラボ）」に基づき、先端計測と計算科学を組み合わせた化学反応可視化技術を開発し、タイヤ内のゴムとスチールコードの接着老化反応のメカニズムを解明しました。接着老化を抑制する研究に応用することで、耐久性を大幅に高めたタイヤなどの開発が期待できます。本研究は名古屋大学唯研究室、国立研究開発法人理化学研究所、北陸先端科学技術大学院大学ダム研究室、高輝度光科学研究センターとの共同研究により実施しました。本研究の論文は2023年11月6日19時（日本時間）付でオープンアクセスの科学誌「Communications Materials」に掲載されています^{*1}。

ラジアルタイヤではトレッド部の剛性を高めるためスチールコードとゴムを接着してベルト状にしたスチールベルトが補強材として使用されています。この際、スチールコード表面には真ちゅうメッキが施され、ゴム内の硫黄と真ちゅう内の銅が結合することでゴムとスチールコードが接着し、この接着状態がタイヤの耐久性において極めて重要となります。今回の研究では大型放射光施設「SPring-8^{*2}」の「XAFS-CT^{*3}」を用い、ゴム中に真ちゅうの粒子約1,000個を加えた接着モデルの老化過程を観察。1,000個中802個において接着老化が起こる際の銅の拡散状態や化学反応の計測データを取得し、さらにこのデータをAI（機械学習）を使用した計算科学技術により分析したところ、ゴム中に拡散された銅の化学反応が5通りに変化することが判明しました。今後はこれらの結果に基づいて接着老化反応をコントロールする技術の研究を進め、老化しにくい材料配合や新素材などの開発に活用するとともに、今回の技術を応用し放射光などの先端計測で得られたビッグデータへのAI利活用を加速していきます。

なお、本研究は唯美津木（ただ・みづき）名古屋大学教授らが提唱する計測・解析プロセス「反応リマスター」の手法を用いて実現しました。同手法は横浜ゴムが参加している科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業プログラム「CREST」の「革新的計測解析」領域において研究中で、より高度なエコ材料開発への貢献を目指すものです。

横浜ゴムは2020年に「HAICoLab」を策定し、人が設定する仮説に沿ったデータの生成・収集とAIによる予測・分析・探索を繰り返すことで未踏領域での知見の発見を目指しています。これまでも同構想に基づきゴムの配合物性値予測や配合設計、タイヤの特性値予測システムなどを開発しており、今後も全社的にAI利活用を推進していきます。

※1 論文タイトル：“Machine learning-derived reaction statistics for 3D spectroimaging of copper sulfidation in heterogeneous rubber/brass composites”

著者：松井 公佑、村本 雄太、鹿久保 隆志、網野 直也、宇留賀 朋哉、ミンクエット ハ、ズイタイ デイン、ヒョウチ ダム*、唯 美津木* (*は責任著者)

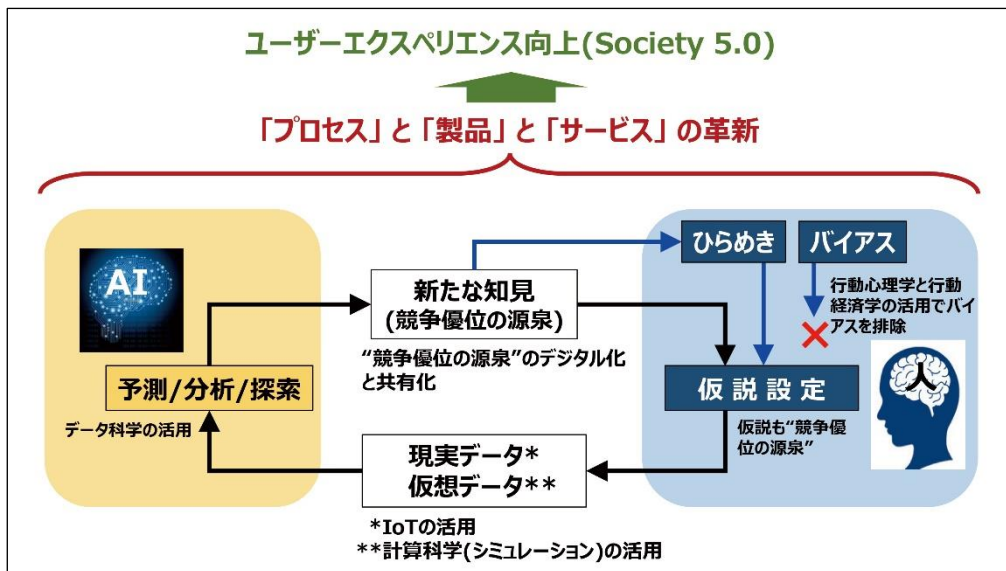
URL : <https://www.nature.com/articles/s43246-023-00413-z>

DOI : 10.1038/s43246-023-00413-z

※2 兵庫県の播磨科学公園都市にある世界最高性能の放射光を生み出す理化学研究所の施設で、利用者支援等は高輝度光科学研究センターが行っている。SPring-8の名前は Super Photon ring-8 GeV (ギガ電子ボルト) に由来する。放射光とは電子を光とほぼ等しい速度まで加速し、電磁石によって進行方向を曲げた時に発生する細く強力な電磁波のことであり、SPring-8 ではこの放射光を用いて、ナノテクノロジー、バイオテクノロジーや産業利用まで幅広い研究が行われている。

※3 対象物に分光した X 線を照射し、X 線のエネルギー掃引により得られる X 線吸収スペクトル (XAFS 分光法) を画像検出器により計測し、これを試料全周方向に繰り返し計測することで得られる最先端のイメージング計測法。イメージングデータを解析することにより、試料内に含まれる元素の種類や量、その化学状態や配位構造などの情報が得られ、三次元顕微分光イメージングができる。また、測定に用いる X 線のエネルギーが高く、物質の中をよく通過する (透過率が高い) ため、試料を非破壊でイメージングすることができる。

「HAICoLab」の概念図



このリリースに関するお問い合わせ先
横浜ゴム (株) 経営企画部 広報室 担当：池田
TEL : 0463-63-0414 FAX : 0463-63-0552