

ストレッチャブルデバイスとAIを統合した 動作認識スマートシステムを開発

～柔軟エレクトロニクスと先進情報技術による新たな可能性～

本研究のポイント

- これまでストレッチャブルデバイスは、データの計測精度や再現性に問題があり、人工知能（AI）との統合が難しかった。
- 本研究では、柔軟なストレッチャブルデバイスに硬質な集積回路（IC）を組み込んだ「ストレッチャブルハイブリッドデバイス」を開発し、AIと統合した動作認識スマートシステムを実現した。
- 柔軟エレクトロニクスと先進情報技術を統合した新たなシステムの開拓につながることで期待される。

【研究概要】

横浜国立大学 大学院工学研究院の太田 裕貴 准教授らの研究グループは、ストレッチャブルデバイス（注1）とAI（注2）を統合した柔軟な動作認識スマートシステムを開発しました。

柔軟性や伸縮性を持つストレッチャブルデバイスは、人体などの柔らかな面や大きく変形する対象にも密着させることができる次世代のウェアラブルデバイスです。このストレッチャブルデバイスとAI技術を統合することで、デバイスから得られたデータを解釈して意味を見出す高度な知的システムが実現できると期待されています。一方で既存のストレッチャブルデバイスの出力データは不安定でAIとの統合に必要な高い再現性が担保できませんでした。このため、高いデータ再現性を有するストレッチャブルデバイスとAI技術との統合システムの開発が望まれていました。

本研究グループは、硬質なICにゴムのような高い柔軟性を有する基板と液体金属配線を組み合わせ、高いデータの再現性を両立できる「ストレッチャブルハイブリッドデバイス」を実現しました。このデバイスから得たデータをAIによって分類することで、10種類の結び目の形状、空中に書いた26種類のアルファベット、65種類の手話の単語をそれぞれ87%、98%、96%の正答率で分類することに成功しました。

これにより柔軟デバイスに既存の硬質センサと同等の計測能力を与え、AI技術に統合することが可能になるため、柔軟エレクトロニクスと先進情報技術の統合による新たな知的システムの実現につながることで期待されます。

本研究は、GMOペパボ株式会社 ペパボ研究所の栗林健太郎 取締役 CTO らの研究グループと共同で行いました。

本研究成果は、2024年8月7日（米国東部時間）にCell姉妹誌である「Device」のオンライン版で公開されます。本研究は、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業「AIP加速課題」（課題番号：JPMJCR22U2）および文部科学省科学研究費助成事業「学術変革領域研究（B）」（課題番号：24H00890）の支援により実施されました。

【研究の背景】

近年、伸縮性を持つゴム材料や導電性材料を用いたストレッチャブルエレクトロニクス分野の研究が広く進められてきました。今後は、デバイスレベルで開発が進められてきたこれらの技術を、社会実装に向けてさらに高度なシステムに昇華させることが期待されています。そのため、デバイスから得られたデータを解釈する手法として、大量のデータからコンピュータがパターンを見出す AI 技術が注目されています。一方で伸縮可能なストレッチャブルセンサは、繰り返し使用による劣化や個体差により測定結果が大きく変動することが課題となり、データの再現性が重要である AI 分野との統合はこれまで進められてきませんでした。

【研究成果】

太田准教授らの研究グループは、液体金属を用いた伸びる電気回路と、柔軟性が部位によって異なる基板を用いて、既存の硬質な回路素子を柔軟なデバイスに組み込む技術を開発しました（図 1）。この技術により、デバイスを 2.5 倍の長さまで伸ばした際も硬質な慣性センサ IC と同等のデータ計測精度・再現性を有するストレッチャブルハイブリッドデバイスを実現しました（図 2）。

さらにこのデバイスを用いて、人がひもを結ぶ際の動き、空中に文字を書いた際の手の動き、手話を行った時の手の動きのデータを収集し、AI 技術の一種である教師あり学習（注 3）によって分類を行いました（図 3）。その結果、動作のパターンから 10 種類の結び目の形状、空中に筆記した 26 種類のアルファベット、65 種類のアメリカ手話の単語についてそれぞれ 87 %、98 %、96 %の正答率で分類することに成功しました（図 4）。

【今後の展開】

本研究により、既存の硬質センサと同等の計測能力を有する柔軟デバイスを開発しました。また、こうした高性能な柔軟デバイスを AI 技術と統合することで、動作認識のような知的システムが実現可能であると立証しました。これにより、既存の様々なセンサを組み込んだ高性能ストレッチャブルデバイスが開発されることが期待されます。

また、ストレッチャブルエレクトロニクスが主なターゲットとする生体は、動作分析や音声認識、健康状態推測など AI 技術によるデータ解析が活用しやすい対象です。本研究の成果を活用し、柔軟エレクトロニクスと先進情報技術を統合することで、動作認識に限らない新たな知的システムの実現につながることを期待されます。

< 参考図 >

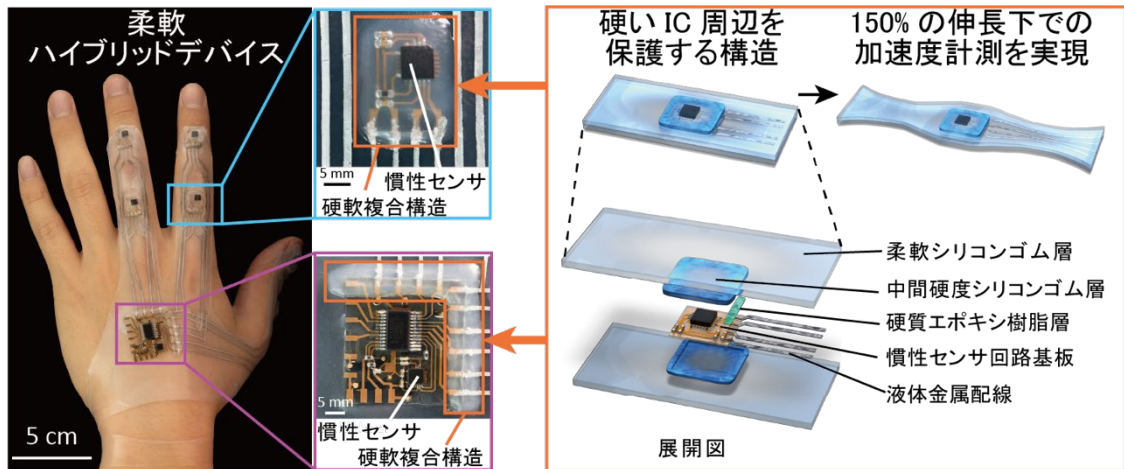


図1 本研究のストレッチャブルハイブリッドデバイスの概要

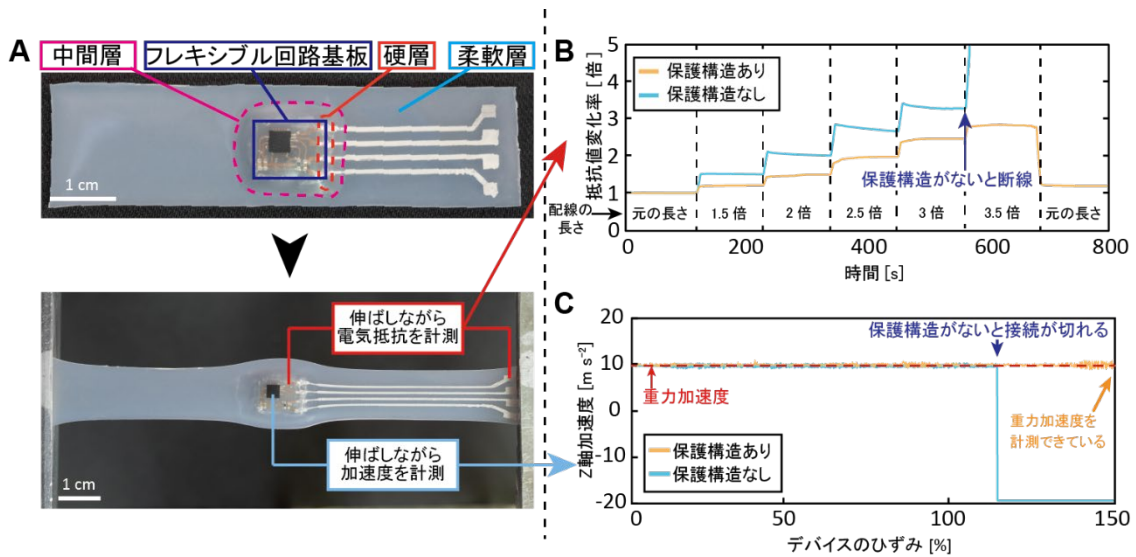


図2 3層構造で保護されたストレッチャブルハイブリッドデバイスの安定性検証 A. 検証に使用した1素子デバイスの画像。元の長さで液体金属配線を2倍の長さまで伸長した際の画像。B. 液体金属配線とフレキシブル回路基板の間の抵抗変化率。保護構造がある場合は250% (3.5倍)まで伸長しても断線しない。C. デバイスを伸長しながら慣性センサICと通信を行い、計測された加速度。保護構造がある場合は150% (2.5倍)まで伸長してもデバイス上のICと通信できた。

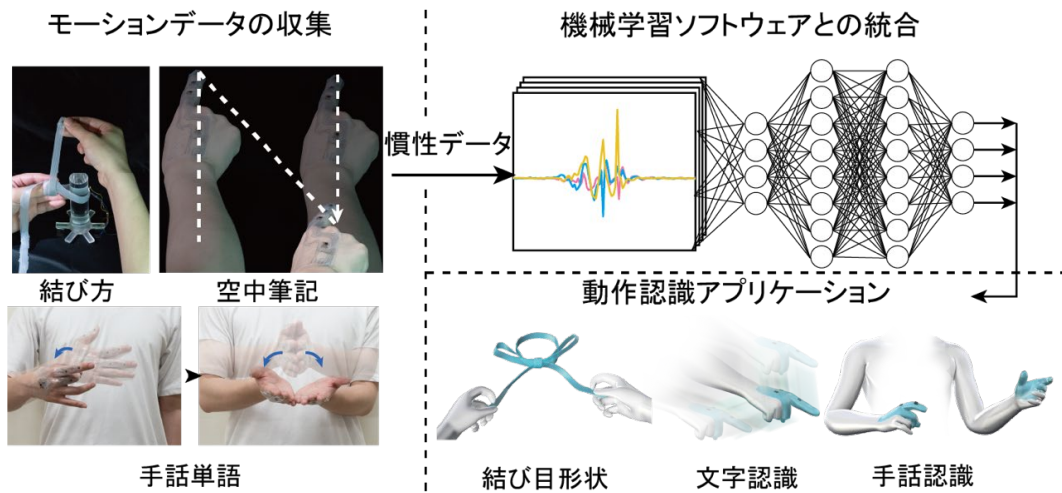


図3 ストレッチャブルハイブリッドデバイスを用いた動作認識システムの概要

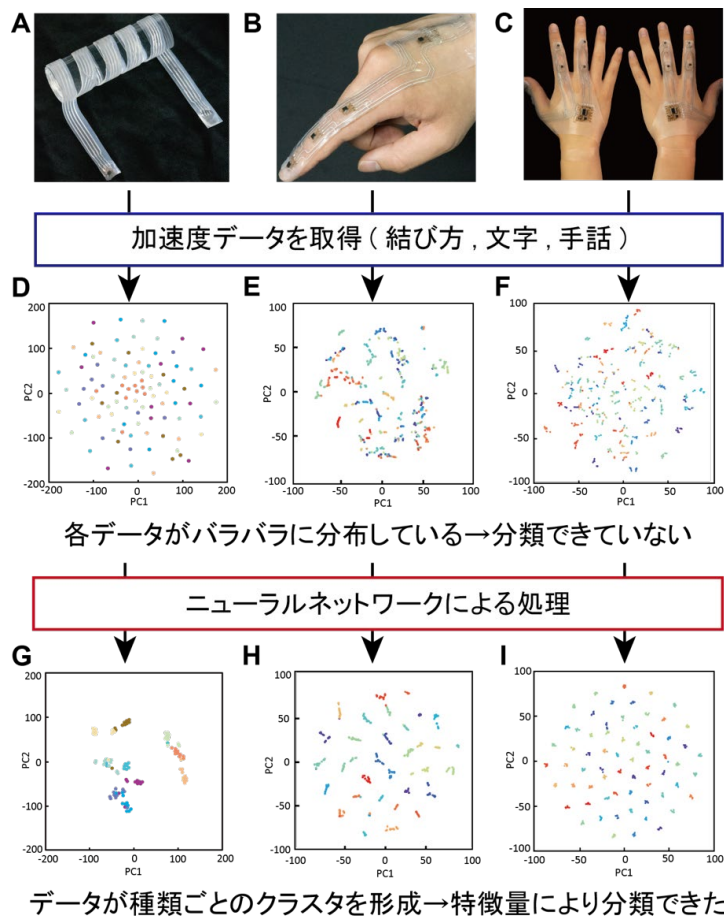


図4 動作分類用デバイスとAIによる分類の結果。A-C. 結び目、指文字、手話の分類に使用したデバイス。D-F. 取得したデータをそのままクラスタリングした結果。データがばらばらに分布しており、分類できていない。G-I. ニューラルネットワークにより取得したデータを処理した後のクラスタリング結果。データが種類ごとにクラスを形成しており、特徴ごとに分類できている。

<用語解説>

注1) ストレッチャブルデバイス

電子回路や基板、パッケージなどの部品それぞれが伸縮性を持つように作製された電子デバイス。人体などの柔らかな面や大きく変形する対象に動きを妨げずに密着できることから、次世代のウェアラブルデバイスとして研究されている。

注2) AI

Artificial Intelligence（人工知能）の略称。大量のデータからパターンを学習したり、類似性に基づいてそれらを分類したりするなど、人間の脳が行うような高度な知的活動をコンピュータに行わせる技術のこと。

注3) 教師あり学習

AI 技術の手法の一つ。教師データと呼ばれる大量の参考データをコンピュータに学習させてパターンを見出し、未知のデータと学習したパターンを比較して結果を出力する。

<論文タイトル>

“Soft intelligent systems based on stretchable hybrid devices integrated with machine learning”

doi : [10.1016/j.device.2024.100496](https://doi.org/10.1016/j.device.2024.100496)

本件に関するお問い合わせ先

〈研究に関する問い合わせ〉

横浜国立大学 大学院工学研究院 システムの創生部門 准教授

太田 裕貴（オオタ ヒロキ）

TEL: 045-339-4330 E-mail: ota-hiroki-xm@ynu.ac.jp

〈報道に関する問い合わせ〉

横浜国立大学 総務企画部 リレーション推進課

TEL: 045-339-3027 E-mail: press@ynu.ac.jp

GMO ペパボ株式会社 社長室 広報チーム 伊早坂

TEL: 03-5456-2622 E-mail: pr@pepabo.com

科学技術振興機構 広報課

TEL: 03-5214-8404 E-mail: jstkohe@jst.go.jp

〈JST 事業に関する問い合わせ〉

科学技術振興機構 戦略研究推進部 ICT グループ

前田 さち子（マエダ サチコ）

TEL: 03-3512-3526 E-mail: crest@jst.go.jp