



超柔軟・高透明エレクトロニクス創成の研究

産業科学研究所 先進材料実装研究分野

准教授 荒木 徹平

https://researchmap.jp/teppe_i_araki


研究の概要

本分野は、ナノ・マイクロ材料の設計により多機能な先進材料を創出し、新規電子デバイスの構築と、デバイス物性の発現機構の探究を行っています。また、新規電子デバイスを集積実装するフレキシブルエレクトロニクスに関する研究を推進し、地域社会の課題解決を導くための応用研究にも取り組んでいます。全く新しい価値やエレクトロニクス・システムを創造し、さらには社会システム変革（人/農業/インフラ分野などのヘルスケア）を引き起こす機序を紐解いていくなど、異分野連携を積極的に推進しています。先進材料のエレクトロニクス実装から社会実装までの幅広い展開を興すことに挑戦しています。

研究の背景と結果

近年、ストレス関連疾患は国内でも400万人を超えるとされ、日常生活におけるストレスを定量化するためのウェアラブルセンサ技術が希求されています。本研究分野は、生体安全性のある導体材料を活用して医療材料と同等な低ノイズ電位信号（0.1 μV 程度）をワイヤレス計測できる薄膜・伸縮・透明導体を開発し、身体的にも精神的にもストレスフリーなセンサ技術を構築しつつあります。キー材料の一つである生体ドライ電極は、エラストマーと導電性高分子からなり、材料中でナノ～マイクロメートルサイズの相分離構造を形成します。さらに、肉眼では見えないAg/Au コアシェルナノワイヤからなる無機（金属）材料を配線材料に利用することで高導電かつ透明な伸縮配線を構築しました。生体ドライ電極と伸縮配線を積層した透明センサシートは、高い電荷移動度を示すため、医療材料と同等な低ノイズ電位計測を実現する重要なプロトタイプとなります（Fig. 1）。また、上述した金属系や有機系のナノ材料を低ダメージで積層パターンニングする技術を新たに開発し、「薄膜・柔軟・透明な電気化学トランジスタ」を開発しました（Fig. 2）。

他方面では、センサシートの貼り付けという簡便な工程のみで、オンサイトな水溶液濃度計測に成功しました（Fig. 3）。溶媒自身から発せられる広帯域な赤外線放射現象と、それに対する溶質での局所的な吸収に着目することで、サンプル非採取かつラベルフリーな液質計測が可能となりました。この液質計測には、研究グループが併せて新規に開発した高感度・広帯域かつストレッチャブルな薄膜状の光センサシートを用いています。植物や塩ビパイプ、蛇腹管、ゴムチューブといった柔らかい素材の液体配管にぴったりと貼り付けることができ、液体の流動性による配管の膨張・収縮・曲げ等の変形に対しても安定して追従可能です。ユビキタな水質検査に資する基盤技術の実証という本研究成果は、将来、インフラや農業などのセーフティネットの構築に貢献できると期待されます。

研究の意義と将来展望

フレキシブル・ハイブリッド・エレクトロニクス（FHE）に必要な印刷配線板を多機能化・高性能化する研究開発を通じて、人/農業/インフラ分野にむけたヘルスケアセンサシステムへの応用研究を行っています。特に、有機・無機ナノ材料を中心とする伸縮導体材料を、有機デバイスへ集積実装することで、薄膜・柔軟・透明なシート型センサの構築を目指しています。人肌のような柔軟性や、水のような透明性を発現し、専門家でなくても明確に観察をすることが可能な電子デ

バイスの開発を行うことにより、生活に溶け込む次世代パーソナルセンサの基盤技術を構築します。



Fig. 1 (Copyright permission from Adv. Mater. Technol.)

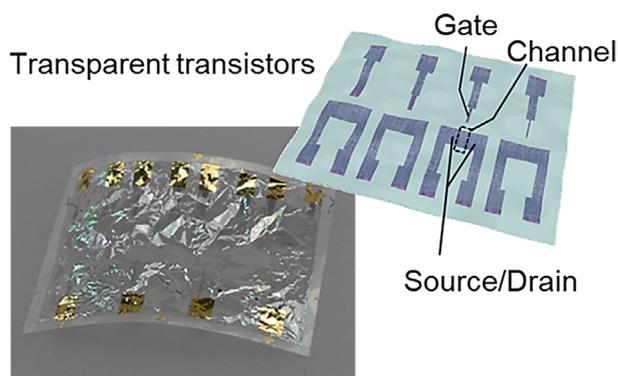


Fig. 2 (Copyright permission from Adv. Sci.)

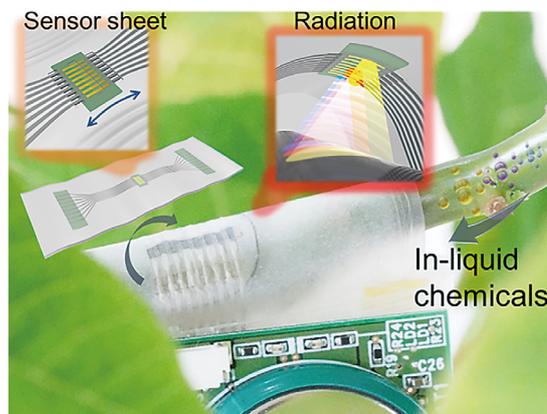


Fig. 3 (Copyright permission from Sci. Adv.)

特 許	特許第6889941号、特許第6865427号、特許第6832535号
論 文	Araki, Teppei; Li, Kou; Suzuki, Daichi et al. Broadband photodetectors and imagers in stretchable electronics packaging toward construction of cyber-physical systems. <i>Advanced Materials</i> 2023, 2304048. doi: 10.1002/adma.202304048 Takemoto, Ashuya; Araki, Teppei; Nishimura, Kazuya et al. Fully transparent, ultrathin flexible organic electrochemical transistors with additive integration for bioelectronic applications. <i>Advanced Science</i> 2023, 10 (2), 2204746. doi: 10.1002/adv.202204746 Araki, Teppei; Yoshimoto, Shusuke; Uemura, Takafumi et al. Skin-like transparent sensor sheet for remote healthcare using electroencephalography and photoplethysmography. <i>Advanced Materials Technologies</i> 2022, 7 (11), 2200362. doi: 10.1002/admt.202200362 Araki, Teppei; Uemura, Takafumi; Yoshimoto, Shusuke et al. Wireless monitoring using a stretchable and transparent sensor sheet containing metal nanowires. <i>Advanced Materials</i> 2020, 32(15), 1902684. doi: 10.1002/adma.201902684
参考URL	https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/organization/srp/srp_02_05/
キーワード	ナノ・マイクロ材料、フレキシブル・エレクトロニクス実装、センサシステム