



地域スマートシティにむけた先進材料とセンサシステムの共創

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

特任助教 阿部 岳晃

https://researchmap.jp/taka_abe

研究の概要

地域住民が安全・安心に暮らせる持続可能なスマートシティ創出への貢献を目指し、地域社会に潜む課題を解決するための先進材料や電子デバイスの基礎研究から、IoTなどを活用した「さりげなく見守るセンサシステム」を創出するための応用研究まで行っています。センサシステムは「信頼される人とデジタルのインターフェース」として機能し、地域を支える人・ファシリティ・自然を対象としたヘルスケアを実現します。研究推進時には、あらゆるステークホルダーと連携して、地域スマートシティへのテクノロジーの実装や、新たな価値づくりをゼロから共創することも試みています。

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・透明導体を開発しました。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ーブとなります。その結果、脳波、心電、筋電、脈波、血流、血中酸素飽和度などのストレスマーカーをマルチモーダル検知できることが実証されています。

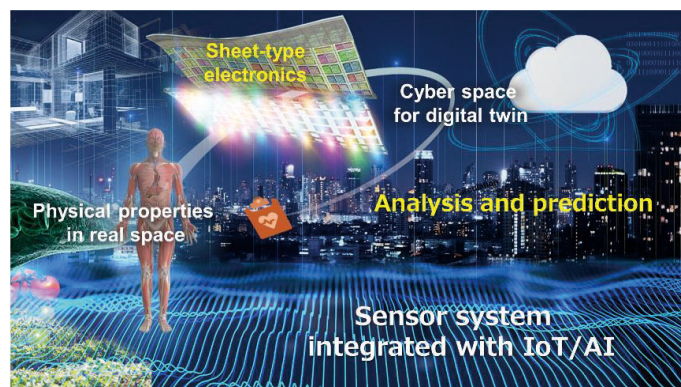
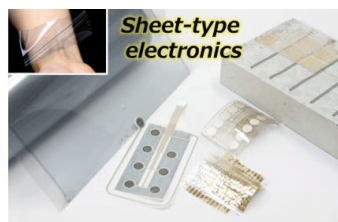
上述した導体や半導体のナノ材料を精密に積層パターンニングする技術を開発し、「薄膜・柔軟・透明なトランジスタ」を開発しました。トランジスタは、プローブから得られた電位信号を増幅することで、信号対ノイズ比を向上させた高品質プロービングを実現できます。

トランジスタを用いて薄くて柔らかいシート型光センサを開発しました。このシート型光センサは、波長が3桁以上異なる広帯域光（可視光からテラヘルツ）を高感度に検出できます。その結果、ストレス検知に向けて、生体代謝物、体温、脈波などの複数機能を非侵襲モニタリングできる可能性が広がりました。

光や電気の微小信号を高品質に計測できるシート型センサは、人肌程度の柔軟性を発揮するため、長期間装着可能なマルチモーダルなウェアラブルセンサ（e-skin）としての実現可能性を広げています。生体に限らずインフラ構造物や自然構造物における、小型・軽量でユーザーフレンドリーな検査システムの構築も可能となりつつあります。

研究の意義と将来展望

実空間とデジタル空間の翻訳機となるシート型センサは、柔軟性や透明性が高いため、人・ファシリティ・自然などの表面に貼りつけた状態でも「対象物に負荷なく」、内部の特徴量を抽出できます。将来、シート型センサにより得られる「日常通りに活動する対象物内部の」高品質データは、クラウドに蓄積されてデジタルツインの構築や、人、農作物、インフラ構造物などの異常予測、さらには迅速な対処を行う効率的なシステム構築につながります。



特 許 特許第6889941号、特許第6865427号、特許第6832535号

論文 Araki, Teppei et al. Broadband photodetectors and imagers in stretchable electronics packaging. *Advanced Materials*. 2024, 36(20), 2304048. doi: 10.1002/adma.202304048
Kawabata, Rei et al. Ultraflexible wireless imager integrated with organic circuits for broadband infrared thermal analysis. *Advanced Materials*. 2024, 36(15), 2309864. doi: 10.1002/adma.202309864
Araki, Teppei et al. Skin-like transparent sensor sheet for remote healthcare using electroencephalography and photoplethysmography. *Advanced Materials Technologies*. 2022, 7(11), 2200362. doi: 10.1002/admt.202200362
Takemoto, Ashuya et al. Fully transparent, ultrathin flexible organic electrochemical transistors with additive integration for bioelectronic applications. *Advanced Science*. 2022, 10(2), 2204746. doi: 10.1002/adv.202204746
Li, Kou et al. Stretchable broadband photo-sensor sheets for nonsampling, source-free, and label-free chemical monitoring by simple deformable wrapping. *Science Advances*. 2022, 8(19), eabm4349. doi: 10.1126/sciadv.abm4349
Petriz, Andreas et al. Imperceptible energy harvesting device and biomedical sensor based on ultraflexible ferroelectric transducers and organic diodes. *Nature Communications*. 2021, 12(1), 2399. doi: 10.1038/s41467-021-22663-6

参考URL <https://www.sanken.osaka-u.ac.jp/organization/srp/srp02.html>

キーワード ナノ・マイクロ材料、柔軟エレクトロニクス実装、センサシステム