

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

鈴木 大地

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター
研究員

人感覚を模倣した多機能ソフトセンサーの開発

研究成果の概要

本研究ではカーボンナノチューブ(CNT)膜における光センシング技術に物理的接触による圧力・温度センシング技術を融合させることを目指し、多情報の信号分離手法の開発やセンサーの高感度化や高耐久化といったデバイス開発に取り組むことで、同一素子で圧力・温度・表面形状・内部構造・材質等の複数のパラメータを計測可能なマルチパラメータ(MP)センサーの開発を目指す。当該年度における各研究課題の進捗状況は下記の通りである。

課題1「マルチパラメータ計測に向けたセンサー構造・光学系に関する研究」については、CNT膜を材料として用いることで、曲げ・温度・光(紫外-可視-赤外-テラヘルツ帯)といった幅広い要素を計測可能なセンサーを作製した。また、複数の入力信号に対する応答を個別に分離するMPセンシングのアルゴリズムを構築。当該計測手法を用いて同一素子での曲げ・温度・光の同時計測を達成した。

課題2「センシング感度向上に関する研究」については、レーザーアブレーション法を利用することでCNT膜を1マイクロメートルの空間解像度で切り出す微細加工系を構築し、素子密度として200素子/cm²の高密度集積を達成した。開発した微細集積技術によりセンサーの素子密度を高めることで光・熱応答に対する感度を13倍に向上した。

課題3「センサー強靱化に関する研究」については、課題となっていたCNTに対するN型ドーパントの経年劣化(最長6か月で素子が壊れてしまう)のメカニズムを解明。パリレンの保護層を導入することで、物理的・化学的刺激に対する素子性能の1年以上の高安定化と、酸・アルカリ性熱水からの熱電発電といった劣悪環境におけるセンサー応用を達成した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Stretchable broadband photo-sensor sheets for nonsampling, source-free, and label-free chemical monitoring by simple deformable wrapping”, *Science Advances*, vol. 8, No. 19, eabm4349, 2022.
- 2) “Carbon nanotube-based, serially connected terahertz sensor with enhanced thermal and optical efficiencies”, *Science and Technology of Advanced Materials*, vol. 23, No. 1, pp. 424–433, 2022.
- 3) “Outstanding Robust Photo- and Thermo-Electric Applications with Stabilized n-Doped Carbon Nanotubes by Parylene Coating”, *ACS Applied Materials & Interfaces*, vol. 15, No. 7, pp. 9873–9882, 2023.
- 4) “Freely attachable thermal property measurement method based on the photo-thermo-electric effect”, *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 354, No. 1, 114296, 2023.