

Press Release on Shinshu University Website

タイトル:

金翼水教授ら 安定した高感度セルフパワー・フレキシブル・センサーのために、真のナノスケール繊維ベース複合材料を開発

21th April 2025

信州大学 社会実装研究クラスター 繊維科学研究所 (IFES) の金翼水 (キム・イクス) 教授とその研究チームは、エレクトロスピニング技術を用いて、超高 β 相 (99%以上) を含有する PVDF/BN ナノファイバーを開発し、これを従来のサブミクロンファイバーと組み合わせることで、構造とプロセスパラメーターを最適化し、圧電効果と摩擦帯電効果の両方を活用した高性能な複合ナノファイバー材料の開発に成功しました。

本研究成果は、Elsevier 社が発行する国際的なエネルギー分野の学術誌『Nano Energy』に掲載されました (2025 年発行、インパクトファクター: 16.8)。

近年、インテリジェント化が進む中で、人と物、物と物との情報伝達手段としてのセンサーの重要性がますます高まっており、研究者からも大きな関心が寄せられています。現在、多くのセンサーはバッテリーによる電源供給に依存していますが、充電の必要性、リサイクルの課題、健康や環境への懸念といった問題から、より安全で持続可能なセルフパワー型センサーの実現が求められています。

本研究では、世界で初めて、BN ナノ粒子を均一に分散させた連続 PVDF ナノファイバー (平均径 22 ± 15 nm) をエレクトロスピニング法により作製し、超高 β 相含有量 (99.1%) の達成に成功しました。注目すべき点は、効果的な性能を得るために必要な BN ナノ粒子の使用量が極めて少なく、従来のサブミクロンファイバーと比較して、92%以上の材料コスト削減が可能であることです。

さらに、貝殻の構造に着想を得て、ナノスケールの PVDF/BN ファイバーを基盤とした単層 (マイクロ) から多層 (ミクロ) 構造の複合材料を設計しました。その結果得られた材料は、高感度 (5N で 53.5V、1.35 μ A の出力)、優れた耐久性 (5000 サイクル後でも安定した出力)、および高い電気機械変換効率を示しました。これらの性能は、圧電効果と摩擦電気効果の相乗によるものであることが実験により確認されました。

本研究で開発されたナノファイバー複合材料は、先進的かつ持続可能な高性能材料の新たな設計指針を提供するものです。

なお、本研究は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の支援 (事業番号: JPNP22021) を受けて実施されました。

本論文は、超高 β 相含有 PVDF 材料およびセルフパワー型センサーに適した「超高 β 相含有率ポリフッ化ビニリデン/ホウ素窒化物 (BN) 真のナノスケール繊維複合材料」の開発とその特性評価についてまとめたものです。

研究の詳細については、掲載論文をご参照ください。

技術：エレクトロスピニング

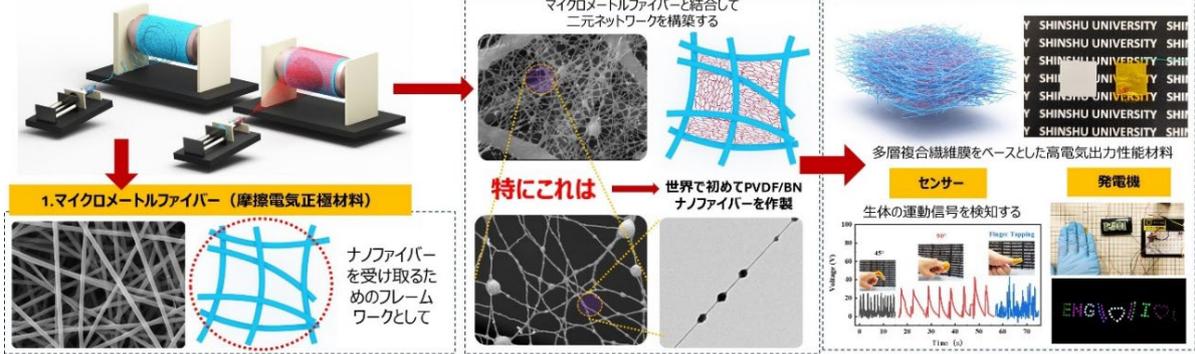


図1 ナノファイバーの作製プロセスおよび性能評価

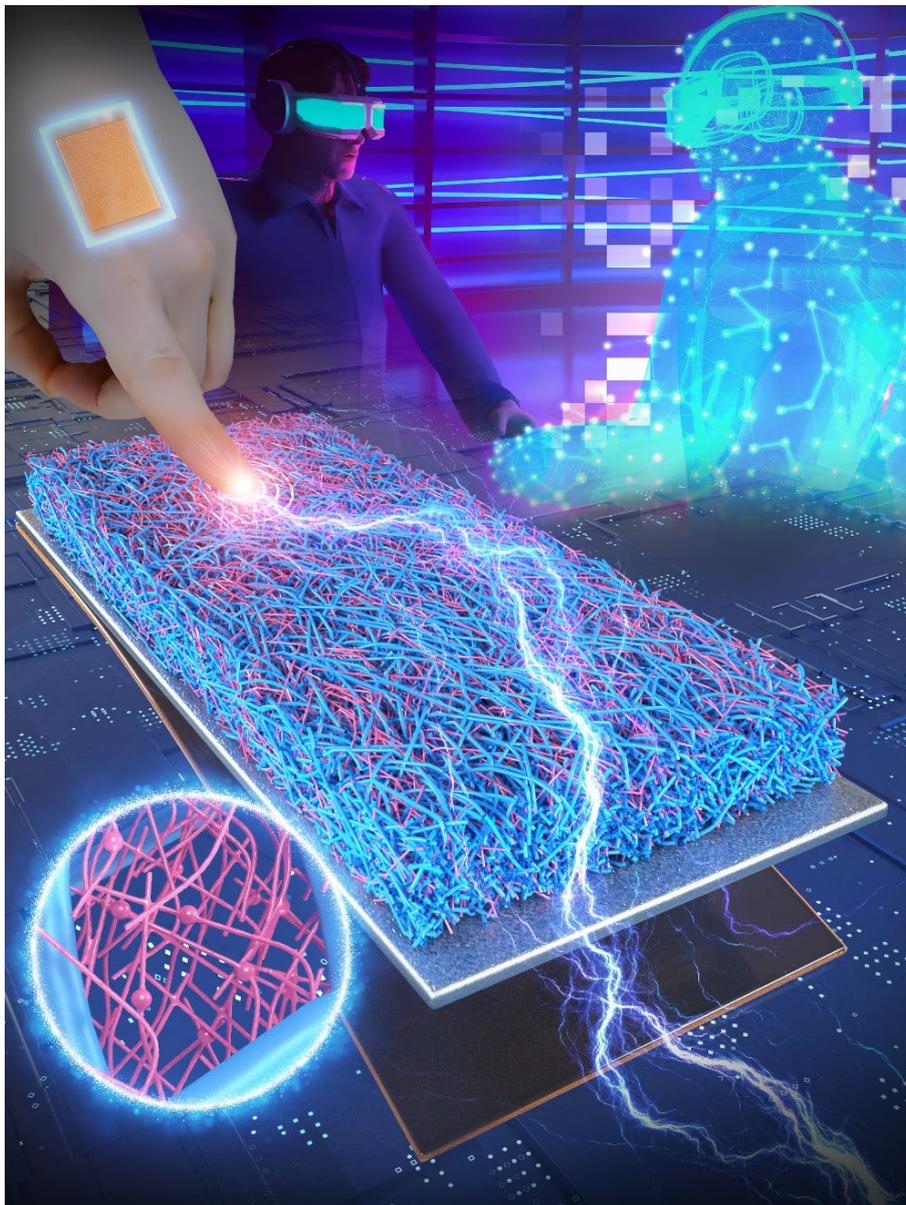


図2 コンセプトマップ

(論文情報)

雑誌: Nano Energy

題名: Ultrahigh β -phase content polyvinylidene fluoride/boron nitride true-nanoscale fibers based composites for stable and highly sensitive self-powered flexible sensors

著者: Junpeng Xiong, Ling Wang, Fanghua Liang, Bangjia Lin, Muhammad Asim Iqbal, Gopiraman Mayakrishnan, Jian Shi, Ji Ha Lee, Chunhong Zhu and Ick Soo Kim

DOI: 10.1016/j.nanoen.2024.110626

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211285524013788>

〈本件に関するお問い合わせ先〉

〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1

信州大学 社会実装研究クラスター 繊維科学研究所

所長 金 翼水 (キム イクス)

TEL : 0268-21-5439

E-mail : kim@shinshu-u.ac.jp