

2023 年度年次報告書

新原理デバイス創成のためのナノマテリアル

2023 年度採択研究代表者

中西 勇介

東京都立大学 大学院理学研究科
助教

一次元ナノ空間におけるヘテロ接合の理解と作製技術の創出

研究成果の概要

本年度は主に、原子細線トランジスタのチャネル材料となる一次元物質(原子細線)の合成研究に取り組んだ。特に、半導体である二硫化モリブデン(MoS_2)の微小径ナノチューブの合成に成功したことは特筆すべき成果である。 MoS_2 ナノチューブは半導体細線として古くから知られているものの、ほとんどの場合は多様なカイラリティで構成される多層試料として合成される。そのため、電子物性の構造的起源は不明瞭なままである。特に、量子効果が期待される数 nm 径の単層試料は得られていなかった。

このような背景のもと、本研究では前駆体となる無機分子を窒化ホウ素(BN)ナノチューブの内部空間で熱融合反応を起こすことにより、微小径の MoS_2 ナノチューブが成長することを見出した。BN ナノチューブの内径に応じて直径 1~2 nm の単層ナノチューブが選択的に成長する。これまでテンプレートに用いた化学気相成長法によって MoS_2 の単層ナノチューブを合成した例はあるものの、その直径は平均 5 nm 以上であった¹⁾。今回得られた試料は、これまで報告されている中で最小の直径をもつ微小径 MoS_2 ナノチューブであり、バルクや二次元シートの MoS_2 には見られない物性創発が期待できる。現在、孤立した単一試料の電子状態の解明に取り組んでいる。一方、微小径トランジスタの実現に向けた要素技術の開発も進めている。デバイス加工を容易にするための細線試料の長尺化や水平配向膜の作製に成功した。今後はこれらの要素技術を活用して原子細線トランジスタの作製と動作実証に取り組む。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Nakanishi, Y. Furusawa, S. Sato, Y. Tanaka, T. Yomogida, Y. Yanagi, K. Zhang, W. Nakajo, H. Aoki, S. Kato, T. Suenaga, K. and Miyata, Y. Structural Diversity of Single-Walled Transition Metal Dichalcogenide Nanotubes Grown via Template Reaction, *Advanced Materials*, **35**, 2306631 (2023).