

## 遷移金属カルコゲナイドナノチューブの合成・精製とその応用

## Synthesis and sorting of transition metal dichalcogenide nanotubes and its applications

都立大理 °蓬田 陽平, 柳 和宏

Tokyo Metropolitan Univ., °Yohei Yomogida, Kazuhiro Yanagi

E-mail: yomogida@tmu.ac.jp

鏡像対称性の破れたカイラルナノチューブでは、非相反伝導やバルク光起電力効果等のユニークな物性が期待される。その中でも、半導体の遷移金属カルコゲナイドが円筒状になったナノチューブ (TMDC-NT、図1左) は、全ての構造が半導体であり、カイラルナノチューブにおける半導体物性を調べる上で最適である。TMDC-NT は1992年に Tenne らによって発見されたが、カーボンナノチューブと異なり、未だに単層の大量合成は実現できていない。TMDC-NT の物性はNTの構造・組成に強く依存することから、基礎物性解明・応用の両面で合成・精製技術を発展させることは極めて重要である。これまで合成・精製技術の両面で研究を進め、試験的に単層を得ることに成功している。本講演では、合成法・精製法について紹介する。

TMDC-NT の合成は、酸化物ナノワイヤ (NW) を前駆体に用いたテンプレート合成であり、前駆体を含めた合成経路を適切に設計する必要がある。まず、液相成長前駆体を用いた経路では、これまで、液相成長  $W_{18}O_{49}$ -NW から  $WS_2$ -NT・ $WSe_2$ -NT を合成してきた。しかし、それらNTの直径は、前駆体単体でなく前駆体が形成するバンドルの影響を受けていた。本研究では、分散剤を用いてバンドル直径を低減し、直径10 nm程度の小径NTの合成に成功した (図1中)。次に、気相成長前駆体を用いた経路では、液相成長とは異なり孤立した単結晶が得られるのが特徴である。本研究では、化学気相成長の温度を精密に制御することで、単結晶  $Mo_{17}O_{47}$  ナノワイヤを得て、そこから  $MoS_2$ -NT・ $MoSe_2$ -NT を得る新規合成経路の開発に成功した (図1右)。

本講演では、合成の進展に加えて、分離精製法、トランジスタ応用等についても紹介する。

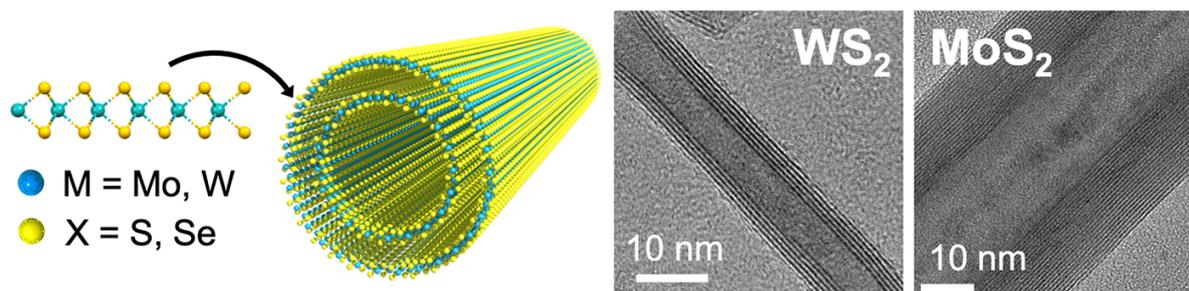


図1 : INT (左)、 $WS_2$  ナノチューブの TEM 像 (中)、 $MoS_2$  ナノチューブの TEM 像 (右)

【参照】 M. Sugahara et al, Appl. Phys. Express 9, 075001 (2016). H. Kawai et al, Appl. Phys. Express 10, 015001 (2017). Y. Yomogida et al, ACS Omega 3, 8932, (2018). Y. Yomogida et al, Appl. Phys. Express 12, 085001 (2019). Y. Yomogida et al, Appl. Phys. Lett. 116, 203106 (2020). Y. Yomogida, M. Nagano et al, Jpn. J. Appl. Phys. 60, SCCD02 (2021). A. Rahman et al, Jpn. J. Appl. Phys. 60, 100902 (2021).