

日本- スペイン・ポーランド国際共同研究 「原子レベルでの材料設計」 2023 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	精緻に設計された原子レベル薄層におけるフォノンエンジニアリング
研究課題名（英文）	Phonon engineering in precisely assembled atomically thin layers
日本側研究代表者氏名	野村 政宏
所属・役職	東京大学生産技術研究所 教授
研究期間	2023 年 4 月 1 日 ~ 2026 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
野村 政宏	東京大学生産技術研究所 教授	総括、構造設計、解析
Yunhui Wu	東京大学生産技術研究所 特任 助教	構造設計・作製、熱計測、解析

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

単一材料積層構造作製技術開発を行う。入手しやすいグラファイトを用いてできるだけ広いデバイス面積を確保しつつ極薄膜を SiO₂/Si 基板上に形成できる剥離技術を確立する。また、熱伝導計測に必要となる二次元材料のエアブリッジ化技術開発を行う。特に極薄二次元材料では、基板からのアイソレーションが困難であり、高度な技術開発が必要となる。熱伝導測定は、サーモリフレクタンス法を用いて行うため、薄膜上にトランスデューサーとなるアルミ薄膜を形成する必要がある。

3. 日本側研究チームの実施概要

当初計画通り、面内熱伝導率測定を実施可能なエアブリッジ構造の作製を目的として、二次元材料であるグラフェンのエアブリッジ化プロセス技術を開発した。二種類のアプローチ

で開発しており、ひとつは、SiN 薄膜を Si 基板上に形成し円形の穴をあけ、そこに hBN 上に形成されたグラフェンをトランスファーする方法である。もうひとつは、3w 法を用いた熱伝導計測用の構造で、Si 基板上にマイクロヒーターとセンサーを設け、絶縁処理を施したうえで、Si に形成したトレンチをまたぐようにグラファイトを設置する構造である。2024 年度以降、本構造を用いて熱伝導率計測を行っていく。

また、2023 年 11 月には、スペインチームとポーランドチームを招待し、東京大学生産技術研究所にてキックオフミーティングを実施した。3 日にわたり、研究計画の確認、進捗報告、これからの研究の進め方について意識を共有し、緊密な連携がとれるよう計画した。

スペインの Catalan Institute of Nanoscience and Nanotechnology のグループは、分子動力学シミュレーションにより、遷移金属カルコゲナイドである MoS_2 および WS_2 の熱伝導率計算を実施した。また、新しい材料作製装置の立ち上げを行い、単一および二層の上記材料について、周波数領域サーモリフレクタンス法とラマン測定法により熱伝導計測を実施して、シミュレーションとの良い一致を得た。