

2024 年度年次報告書

ナノ物質を用いた半導体デバイス構造の活用基盤技術

2024 年度採択研究代表者

松田 一成

京都大学 エネルギー理工学研究所
教授

二次元半導体・ヘテロ構造の量子光プラットフォームの構築と応用

主たる共同研究者:

岡田 晋 (筑波大学 数理物質系 教授)

早瀬 潤子 (慶應義塾大学 理工学部 教授)

渡邊 賢司 (物質・材料研究機構 電子・光機能材料研究センター 特命研究員)

研究成果の概要

本研究プロジェクト「二次元半導体・ヘテロ構造の量子光プラットフォームの構築と応用」では、1) 二次元半導体などでの量子欠陥による単一量子二準位系、2) 二次元半導体ヘテロ構造でのモアレ励起子による膨大な数の集積量子二準位系、に関する研究を進めており、具体的な研究項目は以下の通りである。

- 1) 高品質な二次元半導体・ヘテロ構造およびデバイス作製技術
- 2) 二次元半導体・ヘテロ構造の量子光学現象の開拓
- 3) 二次元半導体・ヘテロ構造の量子制御と量子光プラットフォーム構築

当該研究年度は、本プロジェクトの初年度であり順調にテイクオフするため、サンプル作製、計算手法、測定技術の開発と立ち上げを、各研究グループで行うとともに情報共有を綿密にかつスピード感をもって行う体制づくりを進めた。

1)に関する研究として、二次元半導体やヘテロ構造作製において効率・高品質化を図るため、3台のアーム、顕微鏡から構成される全自動機械剥離システム構築を進めた。実際に、ヘテロ構造作製に必要となる、数 $100\ \mu\text{m}^2$ 以上の比較的大きな面積の二次元半導体をハイスループットで作製できることを示した。これにより、効率的かつ自動的に二次元半導体の作製が可能となりつつあり、ヘテロ構造作製なども有用であることを示した。

次に 2),3)に対して、量子制御を基軸とした二次元半導体量子光プラットフォームの構築では、二次元半導体ヘテロ構造におけるモアレ励起子に関するより詳細な情報を得ることが必要である。本研究の前段階として、二次元半導体 WSe_2 において、数 $100\ \text{fs}$ の時間スケールの励起子バレーコヒーレンスを直接計測することに成功した。これは、これまでエネルギー領域での情報を介してしか得られていなかった、量子コヒーレンスの一種であるバレーコヒーレンスを実時間で計測することに成功するなどの成果が得られた¹⁾。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Wang, H., Shinokita, K., Watanabe, K., Taniguchi, T., Konabe, S., Matsuda, K., Direct identification of valley coherence and its manipulation in monolayer semiconductor, *ACS Nano* accepted for publication