

電子物性研究部門

篠北 啓介（准教授）（2025 年 1 月 1 日着任）

栗田 佳子（事務支援員）

A-1) 専門領域：半導体光物性，原子層科学

A-2) 研究課題：

- a) 原子層ナノ材料の構造制御と精密積層技術の確立
- b) 原子層ナノ構造における光物性制御と光機能の創出

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 前任教地（京都大学エネルギー理工学研究所）からの実験装置の移設および新規装置の導入準備を進めた。協奏分子システム研究センターの山本教授グループと連携し，原子層ヘテロ構造作製のための転写法に基づく精密積層技術の最適化について検討した。また，角度精度 0.1 度以下での原子層ヘテロ構造の作製プロセスの確立と，分子研内の共同利用機器を活用したモアレ超格子の特性評価システムの整備に向けた準備を進めた。
- b) 前任教地から移設した光学系を改良し，ファイバー光学系へと発展させることで，原子層ナノ構造のより安定した光学測定のための実験系を確立した。この改良により，測定の再現性と精度が向上し，微細な光学特性の解析が可能となった。さらに，原子層ナノ構造における非線形光学応答の観測に向けた測定系の設計と構築に関する検討を開始し，必要な光源の選定と測定系の最適化を進めている。

B-1) 学術論文

H. AGO, Y.-C. LIN, K. MATSUDA, S. OKADA, M. MARUYAMA, K. SHINOKITA, K. SUENAGA, Y. TAKAHASHI, P. SOLÍS-FERNÁNDEZ, Z. MA, K. HIRATA, K. HONDA, T. KATO, A. UCHIDA, H. OGURA, T. OTSUKA, M. HARA and T. KATO, “Lattice-Guided Growth of Dense Arrays of Aligned Transition Metal Dichalcogenide Nanoribbons with High Catalytic Reactivity,” *Sci. Adv.* **11**, eadr8046 (2025). DOI: 10.1126/sciadv.adr8046

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

マイクロプロセス・ナノテクノロジー国際会議論文委員 (2025).

B-10) 競争的資金

科学技術振興機構創発的研究支援事業（基金）（受託研究）, 「半導体モアレ超構造を用いた量子電磁力学の創生」, 篠北啓介 (2024 年度).

C) 研究活動の課題と展望

- a) 今後の研究活動では、原子層ナノ材料における構造制御と精密積層技術の確立に注力する。具体的には、異なる角度で積層した原子層半導体によるモアレ超格子の精密な構造設計と作製に取り組む。 $\text{WSe}_2/\text{MoSe}_2$ ヘテロ構造などの二次元材料を用い、原子レベルでの角度制御積層技術を確立することで、モアレポテンシャルの周期性を最適化する。また、協奏分子システム研究センターの山本教授グループとの連携により、分子吸着を利用したナノ構造の新たな制御手法の開発を進める。さらに、シリコンナノ粒子と原子層材料を組み合わせたハイブリッド構造の作製にも着手し、新たな光学応答を示すナノ構造のデザインと開発を行う。これらのヘテロ構造の対称性を精密に制御する新手法を開発し、非線形光学応答に最適な構造設計指針を確立する。加えて、光分子科学研究領域の解良教授グループとの協力により、角度分解光電子分光 (ARPES) 測定を通じて電子構造を精密に評価し、モアレ構造と電子状態の相関解明を目指す。
- b) a) で確立した精密制御された原子層ナノ構造を基盤として、革新的な光物性制御と新しい光機能の創出を目指す。まず、モアレ超格子における励起子の量子コヒーレンス制御に取り組む。さらに、物質分子科学研究領域の杉本准教授グループやメソスコピック計測研究センターの熊谷准教授グループとの協力により、プラズモン共鳴を用いた発光増強技術を開発し、モアレ超格子中の励起子が協奏する超蛍光現象の実現を目指す。次に、二次元遷移金属ダイカルコゲナイドに特有の「バレースピン」自由度を活用した円偏光発光制御技術の確立に取り組む。特にシリコンナノ粒子と組み合わせたハイブリッド構造により、バレースピンの由来する円偏光特性を保持したまま発光を増強する手法を開発し、室温でのバレースピン分極の長寿命化と発光効率の向上を同時に実現する。さらに、対称性制御されたナノ構造におけるシフト電流などの非線形光学応答の研究を進め、高効率な光電変換デバイスの実現を目指す。これらの研究を通じて、原子層二次元物質を基盤とした新たな光機能材料の創出に貢献する。