

原子・分子の自在配列と特性・機能  
2020 年度採択研究者

|                  |
|------------------|
| 2021 年度<br>年次報告書 |
|------------------|

中野 匡規

東京大学 大学院工学系研究科  
特任准教授

強相関ファンデルワールス超構造の創成

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、分子線エピタキシー (MBE) 法による強相関ファンデルワールス (vdW) 超構造の構築と、界面効果を利用した新しい状態の設計・創出を目指した研究に取り組んでいる。今年度の研究内容として、年次計画書にはエキゾチック超伝導と新奇磁性の二種類について記載したが、特に新奇磁性に関するテーマに対して大きな進展があった。まず一つ目の成果として、NbSe<sub>2</sub> の層間 vdW ギャップ中に Cr イオンを規則正しく配列させた Cr<sub>1/4</sub>NbSe<sub>2</sub> と Cr<sub>1/3</sub>NbSe<sub>2</sub> のエピタキシャル成長に成功し、特に Cr<sub>1/3</sub>NbSe<sub>2</sub> が明瞭な面内強磁性を示すことを明らかにした。さらに、超薄膜領域の磁性を評価することで、この物質は単層極限まで金属的な振る舞いを示し、かつ面内強磁性を維持していることを明らかにした。このような遍歴性を示す二次元 XY 強磁性体は他に例がなく、BKT 転移に代表される二次元 XY 強磁性体に特有の相転移現象の観測につながるものと期待される。二つ目の成果として、CrTe<sub>2</sub> の層間 vdW ギャップ中に Cr イオンが規則正しくセルフインターカレートされた Cr<sub>3</sub>Te<sub>4</sub> のエピタキシャル成長に成功し、これが真空中での熱処理の有無によって強磁性転移温度 ( $T_C$ ) や磁気異方性が大きく異なる二種類の磁性相を発現することを明らかにした。さらに、この Cr<sub>3</sub>Te<sub>4</sub> に対してポリマー電解質を用いたイオンゲートデバイスを作製し、層間に Li をインターカレーションさせることで、 $T_C$  や磁気異方性を大きく変調することに成功した。特に、高ドープ領域で得られた磁性相は熱処理では得られないものであり、イオンゲートでのみ実現可能な新奇磁性相であると考えられる。このような系の電子数に依存して多彩な磁性相を発現する物質系は他に例がなく、新しいスピントロニクスデバイスへの応用につながるものと期待される。一方、今回開拓した二次元強磁性体は、強相関 vdW 超構造の構成要素としても非常に重要であり、今後はこれらを組み込んだ超構造の構築と、新しい物性や機能性の開拓に取り組む予定である。