

## 研究概要

理学研究科物理学専攻 中田優樹

### 「角度分解光電子分光による遷移金属ダイカルコゲナイド原子層薄膜の研究」

グラファイトの原子層化によるグラフェンの実現を発端として、層状物質の原子層化による新奇物性の探索が世界中で精力的に行われている。遷移金属ダイカルコゲナイドは、遷移金属とカルコゲンの組み合わせによって多彩な物性を示すことから特に注目を集めている一方、その原子層に関する研究はVI族の遷移金属(Mo, W)を含む系に限られていた。遷移金属ダイカルコゲナイドは、三角プリズム型や正八面体型等の結晶構造の違いによっても劇的に異なる物性を示すことが知られているが、原子層においてこれらの結晶相を制御した例は殆ど無い。本研究では、バルク物質が電荷密度波や超伝導などの多様な物性を示すものの、その原子層の性質は殆ど明らかになっていないV族の遷移金属ダイカルコゲナイド NbSe<sub>2</sub> および TaSe<sub>2</sub> に着目し、構造を制御した単層薄膜の作製、およびその電子状態の解明を行った。はじめに、SiC の熱分解により二層グラフェンを成長させ、その上に Nb と Se を共蒸着することにより、単層 NbSe<sub>2</sub> 薄膜を作製した。さらに、様々な条件下で薄膜作製を行うことで、バルクの安定構造である三角プリズム型に加え、これまで合成例の全くない新しい物質相「正八面体型単層 NbSe<sub>2</sub>」の作製に成功した[1]。また、この手法を応用することで、単層 TaSe<sub>2</sub> においても初めて構造の作り分けに成功した[2]。さらに、角度分解光電子分光を用いてそれらの電子状態を高精度で調べた結果、それぞれの結晶相が、スピン偏極電子状態[3]や強固なモット絶縁体相など、原子層化に起因した特異な電子状態を有していることを明らかにした。

さらに本研究では、既存の手法を用いた原子層薄膜の作製に加え、より簡便な次元性制御手法を確立した[4]。これまで原子層化に用いられてきた剥離法や分子線エピタキシー法は、多くの工程を必要とする上、単一の試料で次元性を制御することが難しいといった問題点があった。そこで本研究では、原子のインターカレーションによって層間が広がることに着目し、金属原子の蒸着による次元性制御手法の確立に取り組んだ。その結果、層状遷移金属ダイカルコゲナイド HfTe<sub>2</sub> にカリウムを蒸着することによりインターカレーションを実現し、表面近傍の電子状態が三次元から二次元へと系統的に変化することを見出した。この成果は、金属の蒸着といった簡便な手法で層状物質の表面近傍における次元性を制御できることを示している。

本研究により、原子層における物性の開拓および解明がより一層進展すると期待される。

#### 【参考文献】

- [1] Y. Nakata *et al.*, NPG Asia Mater. **8**, e321 (2016).
- [2] Y. Nakata *et al.*, ACS Appl. Nano Mater. **1**, 1456 (2018).
- [3] Y. Nakata *et al.*, npj 2D Mater. Appl. **2**, 12 (2018).
- [4] Y. Nakata *et al.*, Phys. Rev. Mater. **3**, 071001 (2019).