

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2019 年度採択研究者

| |
|------------------|
| 2020 年度 年次報告書 |
|------------------|

横田 紘子

千葉大学 大学院理学研究院
准教授

トポロジカルプラットフォームとしての強誘電分域境界

§ 1. 研究成果の概要

誘電体・弾性体におけるトポロジカル欠陥の3次元ヘテロ構造を非破壊かつ高い時空間分解能で観察するためには、波長変換を行うことが可能な高繰り返し周波数のレーザーを用いたシステムが必要不可欠である。2020年度は前年度に導入したレーザーを用いた光第2高調波顕微鏡システムの構築を行った。xy,z自動ステージを導入することにより試料を走査することで3次元画像を構築することができるほか、高時間分解能を目指し高速スキャナを導入した。また、薄膜試料など測定対象を広げるために、透過型システムと反射型システムの2つの光学系を1つの顕微システムに組み込んだ。Pythonを用いてプログラムを作成し、試料位置・高速スキャナ・検出器を制御可能にした。標準試料を用いて2次元・3次元測定を行うことが可能なことを確認した。一方で、トポロジカル欠陥がもつ対称性を決定するためには、非線形光学効果の偏光方向依存性を測定することが不可欠であるが、これに関してはいくつかの問題が見つかった。構築したシステムでは透過型および反射型2つの光路を有しているため、当初想定していたよりも光路が複雑になり、多くのミラーを用いることになった。これらのミラーに対して異なる偏光方向の光を入射させると、特定の偏光方向において反射率が著しく低くなることが分かった。この効果は特に反射型の光路において顕著であった。そこで、光の偏光方向を対物レンズのなるべく近くにおいて変化させ、反射率の偏光依存性の影響がなるべく出ないように工夫を行った。

新しい顕微システムの構築を行う一方で、既存のシステムを用いて反強誘電体におけるトポロジカル欠陥である反位相境界に着目をし、実験を行った。また、モンテカルロシミュレーションを行い、実験結果との比較を行った。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Enhancement of polar nature of domain boundaries in ferroelastic $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ by doping divalent-metal ions”, J. Phys. Condens. Matter 32(34) (2020).
- 2) “Direct evidence of polar ferroelastic domain boundaries in semiconductor BiVO_4 ”, Appl. Phys. Lett. 116, 232901 (2020).
- 3) “Domain wall generated polarity in ferroelastics: Results from resonance piezoelectric spectroscopy, piezoelectric force microscopy, and optical second harmonic generation measurements in LaAlO_3 with twin and tweed microstructures”, Phys. Rev. B 102, 104117 (2020).
- 4) “Optical second-harmonic generation microscopy as a tool for ferroelastic domain wall exploration”, J. Appl. Phys. 129, 014101 (2021).