

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

石井 祐太

東北大学 大学院理学研究科
助教

時分解軟 X 線トモグラフィーによる磁気ダイナミクスの 4 次元観測

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、マイクロ波やレーザー照射により磁性体中に誘起される磁気ダイナミクスに対して、時分割トモグラフィーイメージング技術により、高空間(nm)・時間(ps)分解能を有する4次元(3次元空間+時間)観測手法を開拓する。これにより、スピン波やトポロジカル欠陥構造のダイナミクス等、磁性体中に誘起される磁気ダイナミクスとその創発物性の機構解明を行う。

初年度は、(i) 時分割測定の精度向上、(ii) タイコグラフィー測定の解析手法の確立、(iii) 軟 X 線トモグラフィー装置の設計の完了を達成した。(i) 時分割測定では、試料に印加するマイクロ波の位相変調を行い、それに同期された X 線透過強度を Lock-in Amplifier で観測することで、測定強度の S/N 比の飛躍的な向上が達成された。これにより、磁場依存性や X 線エネルギー依存性等の種々の物性測定が可能になった。(ii) 空間イメージングでは、3次元イメージングであるトモグラフィー測定を予定しているが、初年度はその前段階として、三角開口のタイコグラフィー測定の検証を行なった。これは、X 線回折イメージングにおいて X 線の位相問題を解く際に、先験情報が必要であり、これを提供するものである。シミュレーションを行うことで、タイコグラフィーによる X 線回折像のデータセットから、位相回復により実像を取り戻すことを確認できた。(iii) 磁場下軟 X 線トモグラフィー装置では、当初の予定から、チャンバー内に磁極を組み込み、サンプル周辺のみ磁場印加を行う装置設計に変更した。これにより、装置が小型になり、価格を抑えることに成功した。次年度は、本装置の納品を秋頃までに終わらせ、冬頃に放射光施設 Photon Factory にて、最初のビーム実験を行う予定である。