

## パーシステントホモロジーを活用した磁区構造解析

山田拓洋<sup>1,3</sup>, 鈴木真悟<sup>1</sup>, 鈴木雄太<sup>1,6</sup>, 上野哲郎<sup>5</sup>, 三俣千春<sup>3</sup>,  
小野寛太<sup>6</sup>, 大林一平<sup>2</sup>, 赤木和人<sup>2,3</sup>, 平岡裕章<sup>2,3,4</sup>, 小嗣真人<sup>1,3</sup>

(<sup>1</sup>東理大, <sup>2</sup>東北大 AIMR, <sup>3</sup>NIMS MI<sup>2</sup>I, <sup>4</sup>理研 AIP センター, <sup>5</sup>量研, <sup>6</sup>高エネ研)

Analyzing magnetic domain structure using persistent homology

T. Yamada<sup>1,3</sup>, S. Suzuki<sup>1</sup>, Y. Suzuki<sup>1,6</sup>, T. Ueno<sup>5</sup>, C. Mitsumata<sup>3</sup>,  
K. Ono<sup>6</sup>, I. Obayashi<sup>2</sup>, K. Akagi<sup>2,3</sup>, Y. Hiraoka<sup>2,3,4</sup>, M. Kotsugi<sup>1,3</sup>

(<sup>1</sup>Tokyo Univ. of Sci., <sup>2</sup>AIMR Tohoku Univ., <sup>3</sup>NIMS MI<sup>2</sup>I, <sup>4</sup>AIP center RIKEN, <sup>5</sup>QST, <sup>6</sup>KEK)

### はじめに

近年、マテリアルズインフォマティクスの発展を背景に、情報科学を材料研究に取り入れる動きが活発化している。材料の保磁力および磁気異方性はダイナモの発電効率を特徴付ける重要な機能であるが、磁区の形状情報からこれらの物性を議論することはこれまで困難であった。そこで形状データの位相幾何学情報を記述可能な「パーシステントホモロジー(PH)<sup>[1]</sup>」を磁区形状に適用し、磁区形状から磁性体の物理量の推定が出来ないかと考えた。本研究では磁性体の外部磁場変化と温度変化に伴う磁区像のパーシステンス図の振る舞いについて調査したためその結果について報告する。

### 実験方法

Kerr 顕微鏡を用いて YIG ガーネット単結晶薄膜を測定し磁区像(Fig. 1a)を得た。測定の際には試料直下にコイルを設置し外部磁場を変化させながら複数枚の磁区像を得た。また、磁場を固定した状態で試料温度を変化させながら複数枚の画像を取得した。取得した磁区画像から HomCloud<sup>[2]</sup>を用いてパーシステンス図 (PD) (Fig. 1b) を作製し、磁場及び温度変化と PD との関係の比較を行った。また、PD の要素のうち対角線近傍以外のものの Birth と対応する点を磁区像に戻した(Fig. 1c)。

### 結果

Fig. 1(b)より対角線付近に大きなピークを持つことから磁区像にはストライプ構造が多く、Birth 軸方向に広がりを持つことから磁区幅にばらつきがあることが分かる。また、同一試料から得られる平均輝度が同一で磁区形状が異なる磁区像からはおおよそ同一の PD が得られ、印加磁場が異なると PD も異なることから磁区像における PD の磁化依存性が示唆された。Fig. 1(c)の結果より PD 上で対角線から離れた要素は、磁区において単位面積当たりの静磁エネルギーが変化すると考えられる分岐点や終端点を含むことが確認できた。

### 参考文献

- [1] Edelsbrunner, H., Letscher, D., and Zomorodian, A. (2002) Topological persistence and simplification. *Discrete and Computational Geometry*, 28(4):51-533, 2002.  
[2] I. Obayashi, HomCloud, [https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/hiraoka\\_lab/homcloud/index.en.html](https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/hiraoka_lab/homcloud/index.en.html)

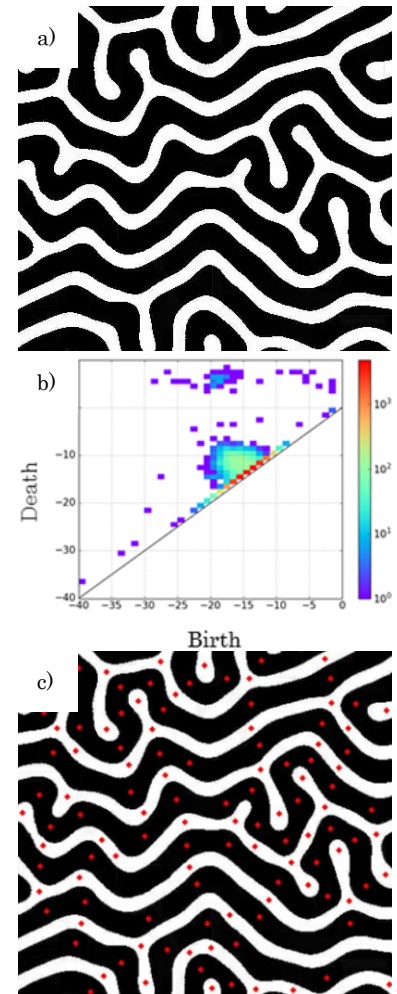


Fig. 1 取得後二値化した磁区画像(a), 磁区画像から作製したPD(b), 及びPDの要素を磁区像上に戻した結果(c)