

パーシステントホモロジーを用いた ネオジウム磁石における熱減磁過程の逆解析

Inverse Analysis of thermal demagnetization process in Neodymium magnet using Persistent Homology

東京理科大学¹, 東北大学 AIMR², MI²I-NIMS³, 理研 AIP センター⁴, 京都大学⁵

○(B)寺嶋 悠貴¹, (M1)山田 拓洋¹, 大林一平^{2,4}, 赤木和人^{2,3}, 平岡裕章^{2,3,4,5}, 小嗣 真人^{1,3}

Tokyo Univ. of Sci.¹, AIMR Tohoku Univ.², MI²I-NIMS³, AIP center RIKEN⁴, Kyoto Univ.⁵

○Yuki Terashima¹, Takumi Yamada¹, Ippei Obayashi^{2,4}, Kazuto Akagi^{2,3},

Yasuaki Hiraoka^{2,3,4,5}, Masato Kotsugi^{1,3}

E-mail: 8215118@ed.tus.ac.jp

高効率モーターの開発は低炭素化社会を実現する上で必要不可欠なテーマである。モーター用途の永久磁石は、高温領域での減磁が小さく、かつ保磁力が維持されることが要求されており、これまで磁石の組成改良や金属組織の観察といった盛んな研究が行われてきた。その一方で、ミクロな磁区構造の観点から、マクロな熱減磁過程に寄与する因子を理解することは未だ困難であり、磁気計測における大きな課題である。近年我々は情報科学を活用し、保磁力と磁区構造の関係性を構築することを試みており、Persistent Homology(PH)が磁区構造の記述子として有用であることを YIG 単結晶薄膜において示すことができた。そこで本研究では実材料であるネオジウム磁石を対象に、磁区構造の温度依存性を PH 解析することで、熱減磁過程の特徴量抽出や逆解析を試みた。

第一に、ネオジウム磁石の磁区構造に対する PH の有用性を検証した。実験では観測位置の異なる 10 枚の磁区構造を取得した。これらの磁区構造に対して PH 解析を実施し、Persistence Diagram (PD) を出力した。得られた PD の類似度を cosine 類似度を用いて算出したところ、異なる場所の磁区であっても共通の PD が出力されることが確認できた。このことから、PD が磁区構造における形状の記述子として有用であることが分かった。第二に、熱減磁過程を PD を通じて追跡することを行った。試料は室温から 400°C までの種々の温度で加熱し、磁区構造を取得した。温度上昇に伴う逆磁区の発生を目視でも確認している。これらの一連の磁区構造について、同様に PH 解析を適用し PD を出力した。得られた PD は温度に依存して連続的に変化する振る舞いは目視で確認することができた。主成分分析(PCA)を用いて一連の PD を次元削減した結果、PD と温度の相関があることが確認された(Fig.1)。当日は、PCA と PD を用いた逆解析の結果についても報告を行う予定にしている。

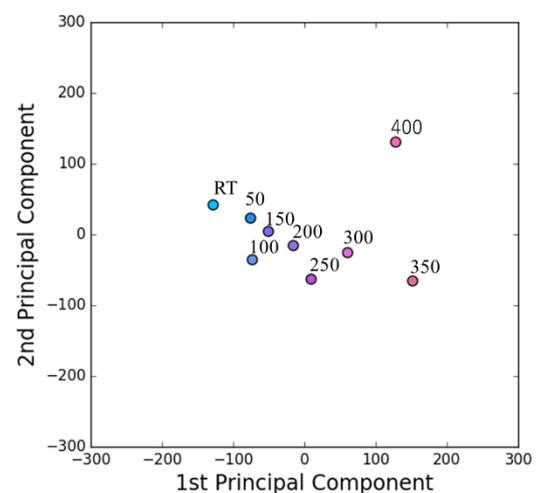


Fig.1 Principal Component Analysis (PCA) for mean vector of PDs converted magnetic domains varying in temperature from RT to 400°C into.