

位相的データ解析による

ネオジム磁石の磁区構造からの特徴量抽出

寺嶋 悠貴¹, 山田 拓洋^{1,2}, 大林一平^{3,4,5}, 赤木和人^{2,4}, 平岡裕章^{2,3,5}, 小嗣真人^{1,2}
(東京理科大学 1, MI²I-NIMS 2, 京都大学 3, 東北大学 AIMR 4, 理研 AIP センター 5)

Feature Quantity Extraction from magnetic domains of Neodymium magnet
by Topological Data Analysis

Yuki Terashima¹, Takumi Yamada^{1,2}, Ippei Obayashi^{3,4,5}, Kazuto Akagi^{2,4},
Yasuaki Hiraoka^{2,3,5}, Masato Kotsugi^{1,2}

(Tokyo Univ. of Sci. 1, MI²I-NIMS 2, Kyoto Univ. 3, AIMR Tohoku Univ. 4,
AIP center RIKEN 5)

はじめに

現在、地球温暖化対策の一環として低炭素化社会が推し進められている。その為自動車等で用いられるモーターの高性能化は必要不可欠なテーマとなっている。モーター用途の永久磁石は、高温域での低減磁、かつ保磁力が維持されることが要求されている。その一方で、マイクロな磁区構造とマクロな磁気特性の1つである保磁力の対応関係の構築は未だ完全には構築されていない。近年我々はトポロジーデータ解析手法の1つである 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した。そこで本研究では実材料であるネオジム磁石を対象に、異なる加熱温度での磁区構造を PH 解析することで、温度依存性の特徴量抽出を試みた。

実験方法

実験では PD の磁区構造の記述子としての有用性評価のため、熱消磁したネオジム磁石の異なる 10 箇所での磁区画像を取得した。解析の前処理として二値化を行い PH 解析を行った。解析結果として Persistent Diagram(PD)を得た。得た PD の類似度を cosine 類似度を用いて算出した。また熱減磁過程を追跡するため複数のネオジム磁石を各々室温から 400°C までの種々の加熱温度毎に異なる 10 箇所の磁区画像を PD 化した。

実験結果・考察

熱消磁した異なる 10 箇所での磁区画像から出力した PD 間の cosine 類似度は 90.5% となった。類似度が十分に大きいため同一条件であれば異なる観測場所でも特徴量抽出が可能と確認できた。平均化した PD に対し NMF を行うと Fig.1 のようになった。Fig.1 は各プロットが各加熱温度での平均ベクトルを表している。またそれらが相関を持っていることを示唆している。よって NMF の結果、PD を介して磁区構造と加熱温度に相関があることが分かった。

当日は PD と温度と磁束密度の相関も議論する。本研究は将来磁性体におけるより高性能な物質の素早い発見に寄与すると期待される。

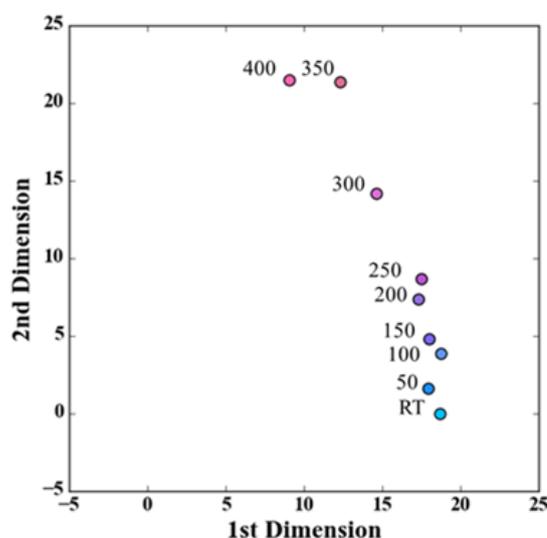


Fig.1 Non-negative Matrix Factorization (NMF) for mean vector of PDs converted magnetic domains varying in temperature from RT to 400°C into.