

## 円柱型磁気クラスターの熱アシストモンテカルロシミュレーション

阪本直道, 寺島顕一, 山口克彦  
(福島大学)

Monte Carlo Simulation for thermal assisted reversal process of cylindrical magnetic cluster

N. Sakamoto, K. Terashima, K. Yamaguchi  
(Fukushima Univ.)

## はじめに

近年, 熱アシストシステムを用いた高密度磁気記録について盛んに研究が行われてきた<sup>1)</sup>. しかしながら, 熱アシストで磁化が反転する際の温度領域と磁場の関係についての検討は必ずしも充分ではないと思われる. そこで, 本研究では面直方向が容易軸となる円盤型磁性体の一部をくりぬいた円柱型クラスターに対して, モンテカルロ (MC) 法を用いた磁化の反転過程シミュレーションを行い, 温度領域と磁場の関係を解析した

## 計算手法

クラスターは円柱型で直径が 7, 長さが 39 のものであり, 格子間距離を 1 として単純立方格子状に磁気スピンを設置したものをを用いた. 計算はメトロポリスアルゴリズムによるモンテカルロシミュレーションを行った. モンテカルロシミュレーションを行う際に用いる乱数列は同一条件下では同じものを用いた.

$$H = -\sum_{near} J_{ij} \mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j + D \sum_{all} \left( \frac{\mathbf{S}_i \cdot \mathbf{S}_j}{|\mathbf{r}_{ij}|^3} - \frac{3}{|\mathbf{r}_{ij}|^5} (\mathbf{S}_i \cdot \mathbf{r}_{ij})(\mathbf{S}_j \cdot \mathbf{r}_{ij}) \right) + B \sum_i S_i \quad (1)$$

ハミルトニアンは式 (1) を用いた. 第一項が交換相互作用, 第二項が磁気双極子相互作用, 第三項が円柱の長さ方向にける印加磁場によるゼーマンエネルギー項,  $S_i$  は  $i$  番目のスピンベクトルである.

## 結果

Figure 1には3つの温度でのヒステリシスカーブを示した. 温度  $kT$  が上がるにつれて, 保磁力が小さくなっていることが分かる. また,  $kT=1.5$ では熱ゆらぎにより保持力が0になっていることも分かる.  $kT=0.01$ で保磁力が0.7程度だったため, 加える磁場はそれよりも小さい値にすることにした.

Figure 2 に実線で示したものは無磁場状態で温度を下げていった際に, 円柱の長さ方向下向きに磁化が揃ったものである.  $kT$  が 0.6 から 0.5 という低い温度領域では 0.05 といった強い上向きの磁場をかけなければ磁化は反転しなかったが,  $kT=1.3$  付近のキュリー点付近では 0.01 ほどの弱い磁場でも反転が観測できた.

Figure 3 には各温度帯で 3 つの異なる磁場を加えた場合の磁化の反転する割合を示した.  $kT$  が 1.2 から 1.1 の間の場合, 小さい磁場でも磁化がすべて反転することが分かる. また, 各磁場に対して, ある温度を過ぎるとすべて反転することがなくなった. つまりこの温度よりも低温で磁場を加えても反転しないことが分かる. 尚, この温度より高温で磁場を加えても, 熱揺らぎにより元の状態に戻るため不必要な磁場強度であることが確認できた.

## 参考文献

- 1) M.H. Kryder, et.al “Heat Assisted Magnetic Recording”, Proceedings of the IEEE, Volume 96, pp.1810-1835 (2008).

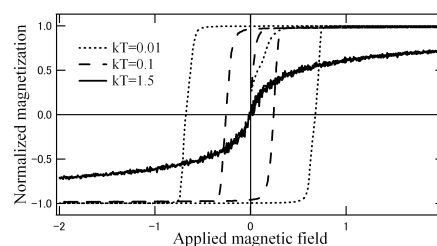


Fig.1. Hysteresis loops of cylindrical cluster.

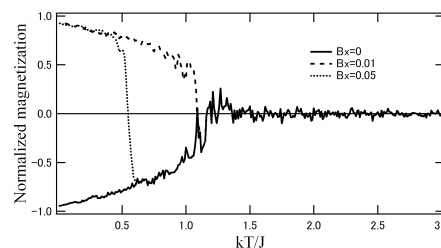


Fig.2 Temperature dependence of normalized magnetization with magnetic fields.

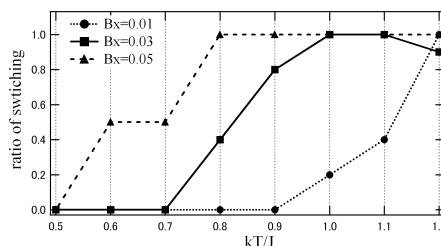


Fig.3 Temperature dependence of probability that reversing of magnetization succeeded for magnetic field.