

強磁場下における弱磁性粒子のチェーン構造形成の研究

Study of chainlike cluster formation of feeble magnetic particles under high magnetic fields

日大生産工¹, 物材機構² ◯(M1)片山大輔¹, (B)米畑龍斗¹, 安藤努¹, 廣田憲之²

Nihon Univ.¹, NIMS², ◯Daisuke Katayama¹, Ryuto Yonehata¹, Tsutomu Ando¹, Noriyuki Hirota²

E-mail: cida16006@g.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

近年超伝導技術の発展により、強磁場を発生させることが容易となってきている。強磁場は高勾配磁気分離や、通常磁場には反応しないと認識されている弱磁性体の配向や構造形成に用いられ、材料の高性能化へのツールとして注目されている。

球形の反磁性粒子と溶媒を入れた容器に強磁場を水平に印加すると、磁気双極子相互作用によって粒子はチェーン状に整列し、磁気力により磁場が弱い方向へと移動する^{[1][2]}。この強磁場下における反磁性粒子の構造形成は異方性をもった一次元構造材料の開発に有用であると考えられる。

既存の研究^[1]および^[2]では、粒子径 0.8 mm と大きかったために大きな磁気力が働いたことで構造体の移動量が大きく、一次元チェーン構造を形成するがその構造を保持することができなかった。今回、粒子径 0.1 mm の小さな粒子を使用して一次元チェーン構造形成過程を観察し、その構造が保持できるかを実験と数値シミュレーションにて確認した。

2. 実験およびシミュレーションの条件

本研究では、直径 0.1 mm の球形のガラス粒子と溶媒の塩化マンガン水溶液 (40 wt%) を入れた容器を超伝導マグネットのボアに挿入し、磁場を重力と垂直方向に印加した。容器の大きさは 10×10×20 mm とした。Fig. 1 に本研究

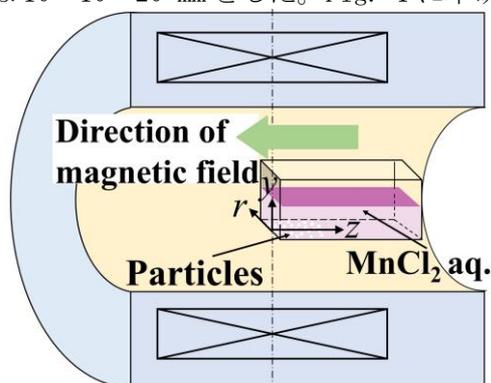


Fig. 1 Model of numerical simulation and experiment.

のシミュレーションおよび実験モデルを示す。超伝導マグネットの磁場の中心を原点とし、長さ方向に z 軸を、半径方向に r 軸をとる。

3. 実験およびシミュレーション結果

Fig. 2 に実験結果の一例を示す。なお、これは最初に容器の全体にガラス粒子を分散させ、無磁場状態から徐々に磁場をかけていき、およそ 7 T に達した際の容器内のガラス粒子の様子を表している。粒子は磁気双極子相互作用によってチェーン状に整列し、磁場が弱い z 軸正方向に向かって粒子が移動している。また、シミュレーションからは粒子径が小さいほど粒子にはたらく力が小さくなり、粒子が移動するのにかかる時間が長くなる結果が得られた。発表当日は実験とシミュレーションで得られた結果の比較および考察を行い、発表する。



Fig. 2 Result of experiment.

参考文献

- [1] N. Hirota, T. Takayama, E. Beaunon, Y. Saito, T. Ando, et al., Control of structures of feeble magnetic particles by utilizing induced magnetic dipoles: J. Magn. Magn. Mater, 293, (2005), pp.87-92
- [2] T. Ando, N. Hirota, A. Satoh, and E. Beaunon, Experiment and numerical simulation of interactions among magnetic dipoles induced in feeble magnetic substances under high magnetic fields: J. Magn. Magn. Mater, 303, (2006), pp.39-48