

SAXS による磁性流体中のナノ粒子の特性評価

周藤宏典¹、間宮広明²、ジョンクヤ¹、鈴木一正¹、宮村弘¹、バラチャンドランジャヤデワン¹
(¹滋賀県立大学、²物質・材料研究機構)

Evaluation of dispersion characteristics of nanoparticles in magnetic fluid by small angle X-ray scattering

H. Sudo¹, H. Mamiya², J. Cuya¹, K. Suzuki¹, H. Miyamura¹, and B. Jeyadevan¹

(¹The University of Shiga Prefecture, ²NIMS)

はじめに

磁性流体は磁性かつ流動性を有することから様々な分野への応用が行われている。また、これらの特性に加えて、粒子間相互作用による現象を活かしたダンパなどの応用も考えられている。一方、磁性流体中の粒子間相互作用による相分離や鎖状構造の形成などの現象が数多く研究されているが、その本質は解明されていない。その要因として、粒子径の多分散性にともなう相互作用の不均一性があげられる。しかし、近年、単分散マグネタイトの合成方法が確立され^[1]、この合成方法を用いることで、磁性流体中の多分散性による影響を除去することが可能になった。そこで、磁性流体中の単分散マグネタイトナノ粒子間に働く相互作用を、小角 X 線散乱により評価した結果を報告する。

実験方法

最初に、熱分解法を用いて、粒径が 17 nm であるマグネタイトナノ粒子を合成した(Fig.1)。その後、作製した粒子をケロシン中に分散させ、体積分率(vol.%)が 0.2~1.7 % の磁性流体を調製した。次に小角 X 線散乱(SAXS)を用いて零磁場下および 0.5 T の磁場下におけるナノ粒子間に働く相互作用の影響を評価した。

実験結果

零磁場下でナノ粒子間に働く粒子間相互作用による現象を SAXS を用いて評価した結果を Fig.2 に示す。凝集して得られるナノ構造体の形成は確認されず、磁性粒子は安定に分散していた。これは、用いた磁性流体が希薄であったこと、そして、ナノ粒子が単分散であったために、多分散性による相互作用の影響を抑制できたと考えられる。また、1.7 vol. % の磁性流体において、0.5 T の磁場を印加すると、磁場方向への一次元鎖状構造の形成が確認された(Fig.3)。これは、粒子の磁気モーメントが磁場方向に容易に配向したためと考えられる。講演では、磁場の有無における、より高濃度な粒子濃度、粒子サイズに対する依存性も議論する予定である。

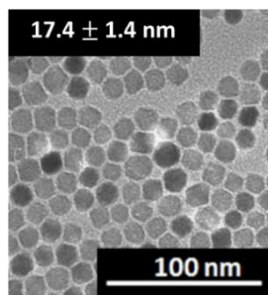


Fig. 1 TEM image of magnetite NPs with an average diameter of 17 nm.

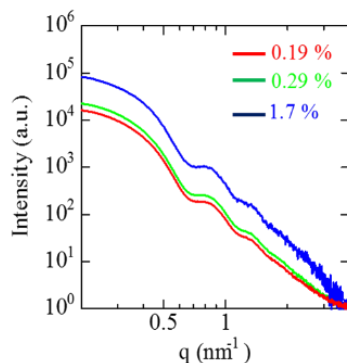


Fig. 2 Scattering intensity for samples with different volume fractions

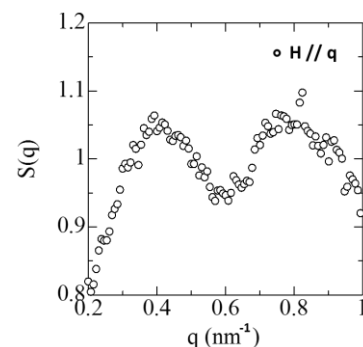


Fig. 3 Structure factor for sample having volume fraction of 1.7 % under magnetic field.

[1]福本浩哉, 滋賀県立大学, 学士論文 (2017)