

液相合成した鉄-酸化鉄ナノ粒子共凝集体における動的磁気特性の評価

小川智之, [○]五月女容之, 斉藤伸

(東北大院工)

Synthesis of Fe-Fe₃O₄ nanoparticle assembly and its dynamic magnetic properties

T. Ogawa, [○]Y. Sotome, S. Saito

(Eng. Tohoku Univ.)

はじめに

単磁区強磁性ナノ粒子の集合体では、粒子間に働く磁気双極子相互作用が顕著になり、スーパースピングラスや超強磁性などのバルク体とは大きく異なる磁気秩序が発現することが知られている。これまで、Fe ナノ粒子と非磁性である金ナノ粒子との共凝集体において、Fe ナノ粒子の濃度を制御した場合における静的・動的磁気特性を詳細に調べ、磁気相図を得てきた[1,2]。本研究では、Fe ナノ粒子間に働く相互作用の変調を促進することを念頭に、Fe ナノ粒子と飽和磁化の異なる Fe₃O₄ ナノ粒子との異種粒子の共凝集体における動的磁気特性の評価を行った。

実験方法

作製時の酸化を可能な限り抑えるため、酸素濃度が 1ppm 未満に制御されたグローブボックス内で液相合成によって Fe ナノ粒子を作製した。ドデカン溶媒中に Fe(CO)₅ とオレイルアミンを前駆体として投入し加熱撹拌、その後アセトンで洗浄し真空乾燥によって粉末を得た。また、オレイルアミン溶媒中で Fe(CO)₅ とオレイン酸を前駆体として Fe ナノ粒子と同様の実験を行い、Fe₃O₄ ナノ粒子を得た。得られたナノ粒子を任意の重量割合でそれぞれトルエンに再分散させ、混合した後にエタノールを用いて凝集させることで重量混合比が異なる Fe-Fe₃O₄ ナノ粒子の共凝集体を作製した。構造評価として、透過型電子顕微鏡(TEM)観察を行った。物理特性測定装置 PPMS-ACMS(日本カンタム・デザイン社製)を用いて複素磁化率の評価を行った。

実験結果

重量混合比 Fe:Fe₃O₄=1:1 の共凝集体の TEM 像を Fig.1 に示す。Fe ナノ粒子(高コントラスト粒子)及び Fe₃O₄ ナノ粒子(低コントラスト粒子)が分散している様子が観測された。共凝集体に用いた Fe 及び Fe₃O₄ の平均粒径はそれぞれ 9.3nm, 8.0nm であった。また、複素磁化率の実部(χ')と虚部(χ'')の結果を、それぞれ、Fig.2(a)及び(b)に示す。Fe の重量混合比が低くなるに従って χ' は大きくなり、また、 χ'' はわずかではあるが極大温度が高温側にシフトした(図中矢印)。この極大温度は超常磁性から強磁性、あるいは、スーパースピングラスへの磁気秩序の変化を示唆していると考えられる。当日は、極大温度の測定周波数依存性や、エイジング現象など、より詳細な温度特性の評価、ならびに、磁気秩序に関する議論を行う。

参考文献

- [1] K.Hiroi, H.Kura, T.Ogawa, M.Takahashi and T.Sato, *J. Phys.: Cond. Mat.* **26**, 176001 (2014).
- [2] 蔵裕彰, 館龍, 高橋研, 小川智之, 日本磁気学会誌 **35**, 203 (2011).

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 基盤研究(B)(一般)(18H01466)の支援を受けて行われたものである。

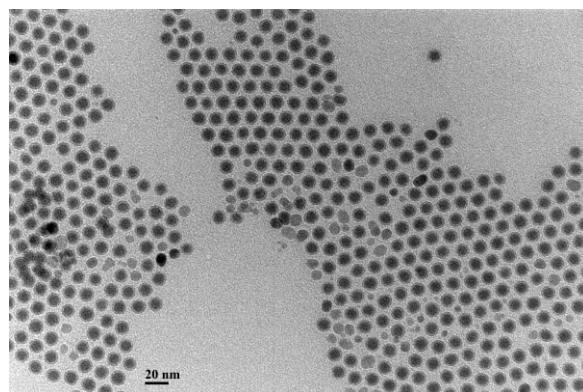


Fig.1 TEM image of Fe-Fe₃O₄ nanoparticles.

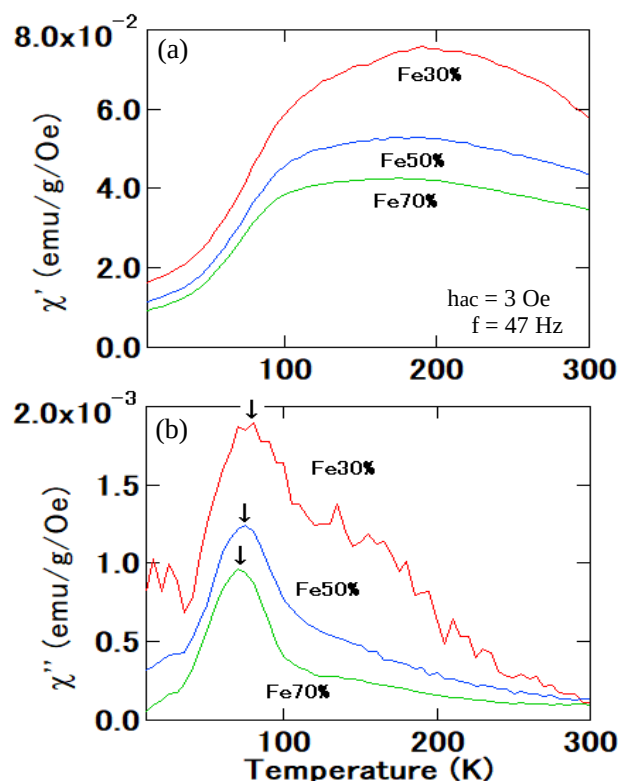


Fig.2 Temperature dependence of (a) χ' and (b) χ'' .