

異なる粒径を有する鉄および酸化鉄ナノ粒子 共凝集体の作製と磁気特性

小川智之,[○]小坂奈月, 山口恭周, 斉藤伸
(東北大院工)

Synthesis of Fe-Fe₃O₄ coagulated nanoparticle assembly with different nanoparticle diameter

T. Ogawa,[○] N. Kosaka, Y. Yamaguchi, 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特性が発現することが報告されている。これまで、鉄ナノ粒子と非磁性である金ナノ粒子の共凝集体において、粒子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、相互作用の変調を促進することを目的に、飽和磁化の異なる鉄 (Fe) ナノ粒子と酸化鉄 (Fe₃O₄) ナノ粒子について、Fe ナノ粒子に対して粒径が小さい Fe₃O₄ ナノ粒子を合成し、それらの共凝集体の作製、ならびにそれらの磁気特性の評価を行った。

実験方法

Fe ナノ粒子の合成は、加熱したドデカン溶媒中に Fe(CO)₅ とオレイルアミンの反応前駆体を投入し撹拌を行った。一定時間反応させたのち反応溶液を冷却し、アセトンで洗浄し真空乾燥によって粉末を得た。一方、Fe₃O₄ ナノ粒子の合成は、オレイルアミン溶媒中に Fe(CO)₅ とオレイン酸を投入し、一定温度下で一定時間反応させ、冷却後アセトンで洗浄して粉末を得た。また、総重量に占める Fe ナノ粒子の割合を 0% から 100% まで変化させた Fe-Fe₃O₄ ナノ粒子の複合粉末を作製し、トルエン中に再分散させエタノールを用いて分離し共凝集体を得た。作製したサンプルについて、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いた構造評価および、振動試料型磁力計 (PPMS-VersaLab) を用いた磁化曲線ならびに交流磁化率測定装置 (SQUID, PPMS-ACMS) を用いた複素磁化率の評価を行った。

実験結果

Fe および Fe₃O₄ ナノ粒子の TEM 像をそれぞれ Fig.1,2 に示す。これより、Fe および Fe₃O₄ ナノ粒子の平均粒径はそれぞれ 12.5 nm および、3.4 nm となった。Fe, Fe₃O₄, 共凝集体について磁化曲線を測定した結果を Fig.3 に示す。Fe および Fe₃O₄ ナノ粒子の飽和磁化はそれぞれ 113.1 emu/g, 56.1 emu/g となった。また、共凝集体の飽和磁化は Fe および Fe₃O₄ ナノ粒子複合比によって、系統的に変化することが分かった。当日は、複素磁化率の温度依存性と磁気相図との関係について議論を行う。

参考文献

- 1) K.Hiroi *et al.*, *J. Phys: Cond. Mat.* **26**, 176001 (2014).
- 2) 蔵裕彰 等, *日本磁気学会誌* **35**, 203-210 (2011)

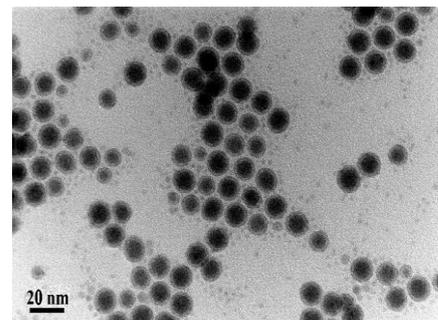


Fig. 1 TEM image of Fe NPs.

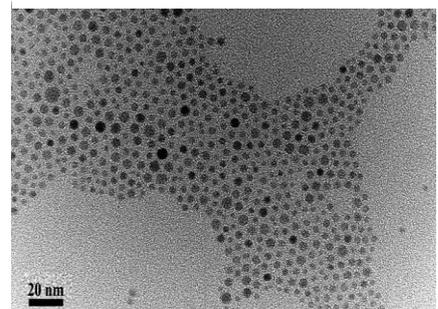


Fig. 2 TEM image of Fe₃O₄ NPs.

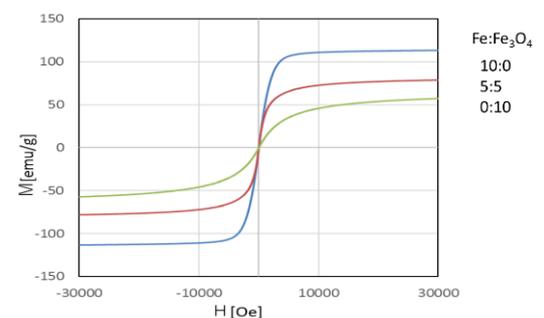


Fig. 3 Magnetization curves of Fe-Fe₃O₄ NPs.