

金/酸化鉄系磁性複合ナノ粒子の逆ミセル法を用いた合成

Magnetic Au/Iron-Oxide Composite Nanoparticles Synthesized by Reversed Micelle Method

木下卓也¹⁾, 清野智史^{1,2)}, 乙咩陽平¹⁾, 興津健二¹⁾, 中川貴¹⁾, 中山忠親³⁾, 山本孝夫¹⁾
(大阪大学大学院工学研究科¹⁾, 日本学術振興会特別研究員²⁾, 大阪大学産業科学研究所³⁾)

Abstract: Gold/iron oxide composite nanoparticles were synthesized by a reversed micelle method. The XRD and XANES analysis showed that Fe₃O₄ and metallic Au occurred in the resultant sample, respectively. TEM observation indicated that the nanoparticles are single-nanosized and have a sharp size distribution. The magnetization of the resultant sample was found to be superparamagnetic. The UV-vis absorption spectrometry and magnetic separation technique indicated that Au was connected to Fe₃O₄. These results supported that the composite nanoparticle was of a core/shell structure, Fe₃O₄/Au.

【はじめに】 現在、磁性ナノ粒子は、磁気記憶メディアなどの磁性材料としてだけでなく、ドラッグデリバリーシステムなどのような医療・バイオ関連分野での応用に向けてさらなる注目を集めている。また、金ナノ粒子は、チオール基を介して薬剤や生体高分子と共有結合するため、医療・診断分析への応用が有望視されている。これら磁性ナノ粒子と金との複合化により、さらに多くの応用が期待されるが、個々の応用に適したサイズや構造を精密に制御できる合成法が必要とされる。そこで、逆ミセル法を用いた合成に着目した。この合成法では、油相中において界面活性剤により原料イオンを含む水滴の体積が制限され、2種のイオンを段階的に還元することで粒度分布の狭い、コア-シェル構造をもつ粒子の合成が期待される。今回、酸化鉄コア-金シェル構造の複合ナノ粒子をもつ合成を試みた。

【実験方法】 CTAB、*n*-オクタン、1-ブタノールを混合した溶液において、出発物質である FeSO₄、HAuCl₄ を段階的に添加・還元し、金/酸化鉄複合ナノ粒子を得た。XRD と XANES 測定により相同定し、TEM 観察から粒径と粒度分布を測定した。SQUID 磁力計により試料の磁化を測定した。磁性相である鉄と金の複合化を確認するために、外部磁場を用いた磁気分離カラムによって試料分散液を磁性成分と非磁性成分に分離し、それぞれの紫外可視吸光度測定を行った。

【結果と考察】 XRD から金は金属 Au、XANES から磁性相は Fe₃O₄ であることがわかった。TEM 観察から粒径が 10 nm 以下で狭い粒度分布をもつことがわかった。図 1 に合成試料の磁化曲線を示す。80 K 程度までプロットは単一曲線上にのり超常磁性であることがわかった。この磁化曲線の解析から Fe₃O₄ 粒子の粒径を計算し TEM 観察より求めた粒径と比較すると、コア-シェル構造を支持する結果が得られた。図 2 に試料分散液の磁気分離後の紫外可視吸収スペクトルを示す。磁性成分に金の表面プラズモン吸収によるピークが見られた。このことから、磁性体の Fe₃O₄ と非磁性体の Au が粒子内で結合していることが確認された。

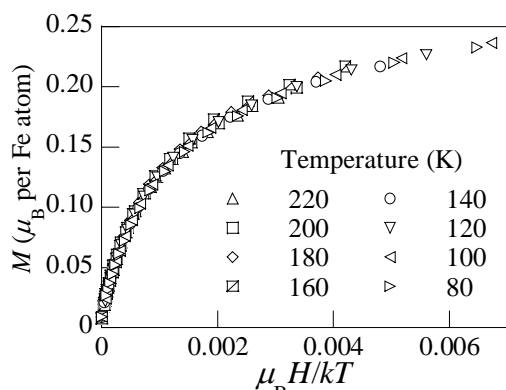


図 1 金/酸化鉄複合ナノ粒子の磁化曲線

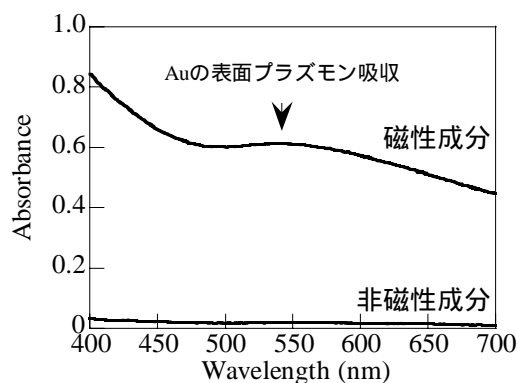


図 2 磁気分離後の吸収スペクトル

【謝辞】 本研究は、「ナノ粒子の合成と機能化」プロジェクトの助成を得た。

¹⁾ Takuya Kinoshita, Yohei Otome, Kenji Okitsu, Takashi Nakagawa, Takao A. Yamamoto: Graduate School of Engineering, Osaka University, Suita, Osaka 565-0871.

²⁾ Satoshi Seino: Japan Society for the Promotion of Science, Chiyoda, Tokyo 102-8471.

³⁾ Tadachika Nakayama: ISIR, Osaka University, Ibaraki, Osaka 567-0047.