

逆ミセル法により合成した磁性ナノ複合粒子材料 (2)

(阪大院工) 丸山 弘城、木下 卓也、清野 智史、中川 貴、山本 孝夫
 (阪大産研) 中山 忠親
 (学振、科技特) 興津 健二

【緒言】

狭い粒度分布を持つナノ複合材料を得るため、鉄ナノ粒子に金をコーティングさせた、鉄/金ナノ複合粒子材料の合成を目指した。得られた粉末試料の磁気的特性を超伝導量子干渉計 (SQUID) によって測定した。その結果、得られた試料は超常磁性であった。測定した磁化曲線から、単位磁気モーメント及び粒径を計算し、これらの値を TEM 観察結果と比較した。結果、観察された粒径よりも小さな値となり、磁性相である鉄が酸化され、磁気モーメントが減少していると考えられる。

【実験】

逆ミセル法により得られた鉄/金ナノ複合粒子材料について SQUID により 0~1T, 5~300K の範囲で磁化を測定した。また、誘導結合高周波プラズマ分光分析 (ICP) により鉄の含有率を測定し、磁化測定結果を鉄 1 原子あたりの磁化 M として評価した。古典的な超常磁性を記述する Langevin 関数 $L(a)$ を参照すれば、飽和磁化 M_0 で規格化した磁化曲線の原点付近の傾きは $1/3$ であり、その傾きから単位磁気モーメントの大きさが推定できる。

$$\frac{M}{M_0} \approx L(a) \approx \coth a \approx \frac{1}{a}$$

ここで $a = n \mu_B H / kT$ であり、 $n \mu_B$ は単位粒子の持つ磁気モーメントの大きさを表す。この関係を用いて、測定した磁化曲線の原点付近の傾きから単位磁気モーメントを計算した。その値からナノ粒子が理想的な球であると仮定し、粒径を算出した。これらの値を TEM 観察の結果と比較し考察した。

【結果と考察】

横軸に $\mu_B H / kT$ 、縦軸に ICP 測定結果から鉄 1 原子あたりに換算した磁化 M として磁化測定結果を図に示す。ある温度範囲で磁化曲線は同一曲線上に重なり、この試料は超常磁性であることが分かった。

また、磁化曲線の傾きから計算した単位磁気モーメントは約 $7400 \mu_B$ となった。これが金属鉄の飽和磁化 $2.2 \mu_B$ を持つと仮定すれば、その粒径は約 4.2 nm となった。しかし、この値は TEM 観察から得た平均粒径 6.7 nm よりも小さなものになっている。これは鉄粒子が酸化し、単位磁気モーメントが減少していることに原因があると考えられる。これは金による酸化防止被膜が完全ではないことを示唆するものである。

【謝辞】

本研究は、「ナノ粒子の合成と機能化」プロジェクト、科研費、旭硝子財団の助成を得た。

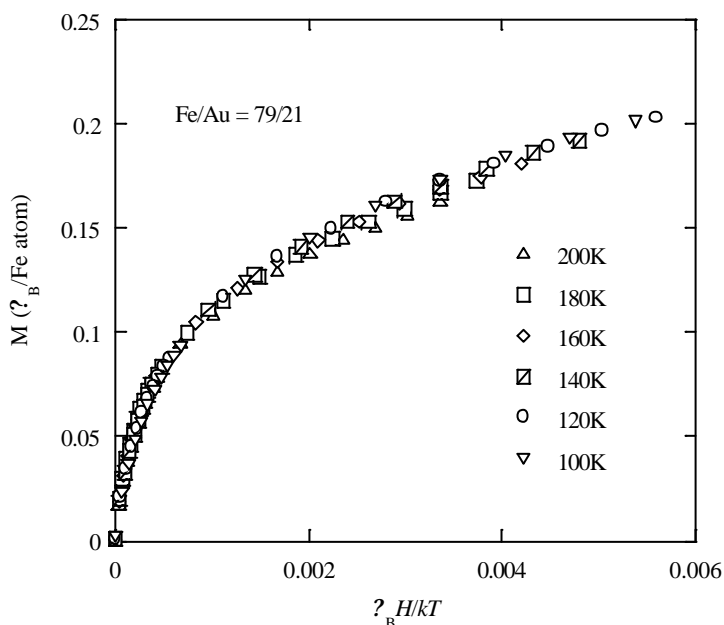


図 鉄/金ナノ複合粒子材料の磁化曲線

まるやま ひろき、きのした たくや、せい の さとし、なか が わ たかし、やまもと たかお、なかやま ただちか、おきつ けんじ