

磁気ナノ粒子の粒径分布および溶媒の粘性が 磁気ハイパーサーミアの発熱効率に及ぼす影響

笹山 瑛由、田邊 一博、辻村 尚貴、吉田 敬、圓福 敬二
(九州大学)

Effect of Size Distribution of Magnetic Nanoparticle and Solvent Viscosity on
Heating Efficiency for Magnetic Hyperthermia

Teruyoshi Sasayama, Kazuhiro Tanabe, Naotaka Tsujimura, Takashi Yoshida, Keiji Enpuku
(Kyushu University)

1. はじめに

ナノサイズの強磁性体である磁気ナノ粒子の表面に、検査試薬や薬剤等を結合したものは磁気マーカーと呼ばれる。その磁気マーカーを交流磁場で発熱させる、磁気ハイパーサーミアが注目されている。磁気ハイパーサーミアにおける発熱効率は、磁気ナノ粒子の粒径分布に依存するほか、ネール緩和およびブラウン緩和などの緩和時間に依存し、その緩和時間は磁性体のコア粒径や溶液の粘性から影響を受ける。

本研究では、代表的な磁気マーカーである Resovist (富士フィルム RI ファーマ) の他、Resovist より磁気的に分別した MS1 (コア粒径: 21.6 nm)、MS2 (10.7 nm)、MS3 (6.2 nm)¹⁾ に関して、溶媒を水 (液相)、glycerol (半固相)、gypsum (固相) と変更してヒステリシスループの測定を行い、磁気ナノ粒子の粒径分布および溶媒の粘性が磁気ハイパーサーミアの発熱効率に及ぼす影響について検討を行った。

2. 方法²⁾

交流磁場の生成にはリッツ線 (ϕ 0.1 mm, 600 本) を 64 回巻いたソレノイドコイル (内径 20 mm, 長さ 40 mm) を用いた。磁化検出には単線 (ϕ 0.2 mm) を 9 回巻いた検出コイルを用いた。磁気ナノ粒子により検出コイルに誘起された電圧を A/D コンバータ (NI PXIe-5122, 100 MS/s) にて取得し、その電圧値を積分することで磁化 M を求めた。磁界 H はシャント抵抗 (N4L, HF006) に流れる励磁電流を計測して求めた。

3. 結果

図 1 に 10 mT (rms)、20 kHz で励起したときの MS1 のヒステリシスループを示す。液相、半固相、固相の順にループ面積が小さくなっている。図 2 に同条件で MS1、MS2、MS3、Resovist を励起したときの SAR (Specific Absorption Rate) 値を示す。MS1、Resovist、MS2、MS3 の順に、また、液相、半固相、固相の順に SAR 値が減少しており、粒径や溶媒の粘性が発熱効率に対して大きく影響を与えることが確認できた。

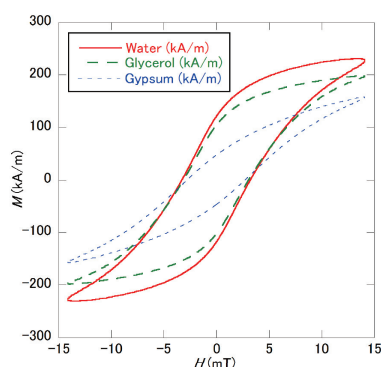


Fig. 1 Hysteresis loop of MS1 at 10 mT (rms).

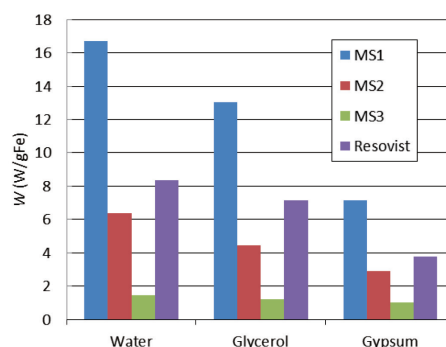


Fig. 2 Effect of viscosity on SAR values for MS1, MS2, MS3, and Resovist at 10 mT (rms).

参考文献

- 1) T. Yoshida, N. B. Othman, and K. Enpuku, J. Appl. Phys. 114, 173908 (2013)
- 2) T. Sasayama, T. Yoshida, K. Tanabe, N. Tsujimura, and K. Enpuku, Proc. Intermag 2015