

磁性ナノ粒子の形態に依存した磁気緩和機構の評価

大多哲史¹、大橋成美¹、Subbiah Latha²、Chakrapani Prabu²、Palanisamy Selvamani²、竹村泰司³
(¹静岡大学、²Anna University、³横浜国立大学)

Evaluation in magnetic relaxation of magnetic nanoparticle influenced by its condition

S. Ota¹, N. Ohashi¹, S. Latha², C. Prabu², P. Selvamani², Y. Takemura³

¹Shizuoka University, ²Anna University, ³Yokohama National University

はじめに

磁性ナノ粒子の磁気緩和機構の評価は、がん温熱治療や磁気粒子イメージングへの応用をする上で重要な課題である。本研究では、水中、固体状態、細胞環境の粒子の磁気緩和機構を交流磁化曲線の測定により評価した。また腫瘍内において粒子の磁化が低下により発熱量が低下することは、直流磁化曲線の評価することで明らかになっている¹⁾。

実験方法・結果

コア粒径が 9.8 nm のマグネタイト粒子について最大磁場 4, 8 kA/m、周波数 100-500 kHz の条件で交流磁化測定を行った。水中分散試料(Liquid)、エポキシ樹脂による固体試料(Fixed)に加えて、がん細胞に粒子を添加し、その細胞を剥離・回収した細胞試料(Cellular)を用意し、それぞれについて交流磁化測定を行った。

Fig. 1 に各試料の交流磁化曲線を示す。Liquid においてはネール緩和に加えてブラウン緩和も生じるため Fixed に比べて磁化、保磁力共に大きいことが確認された。また Cellular は Fixed に比べて磁化が小さくなった。これは細胞内において粒子の凝集が生じて、磁気相互作用が大きくなったためと考えられる²⁾。磁気相互作用による磁化の低下は濃度を变化させた水中分散粒子においても確認されている³⁾。Fig. 2 は交流磁化曲線の面積から算出した発熱量(Specific loss power: SLP)の励磁周波数依存性を示している。SLP について、Liquid は Fixed よりも大きく、Cellular は Fixed よりも小さくなった。これらは、Liquid は Fixed よりも磁化が大きく、磁気緩和における位相遅れが大きいこと、Cellular は Fixed よりも磁化が小さく位相遅れが同程度であることにそれぞれ起因する。また機能化させた磁性ナノ粒子などの磁化特性についても当日発表する。

謝辞：

本研究の一部は JSPS 科研費 26289124、及び 15H05764 の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) S. Dutz, M. Kettering, I. Hilger, R. Müller, M. Zeisberger: *Nanotechnol.*, **22**, 265102, 2011.
- 2) S. Ota, T. Yamada, Y. Takemura: *Nanomater.*, **2015**, 836761, 2015.
- 3) S. Ota, T. Yamada, Y. Takemura: *J. Appl. Phys.*, **117**, 17D713, 2015.

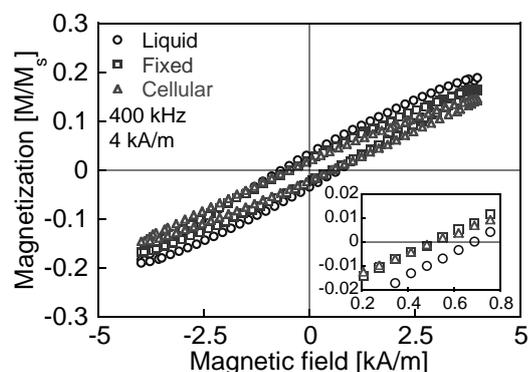


Fig. 1 水中、固体、細胞試料における磁化曲線

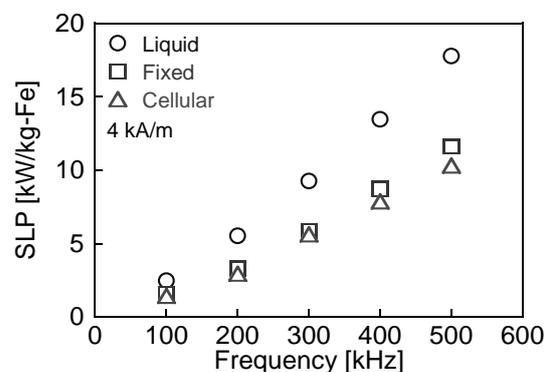


Fig. 2 各試料における SLP の周波数依存性