

血中滞留の長い磁性ナノ粒子の MPI 高調波信号と その粒径・粒子構造依存

市川裕¹, 大多哲史², 竹田遼二¹, 山田努¹, 加藤一郎³, 野原聡³, 吉田敬⁴, 圓福敬二⁴, 竹村泰司¹
(¹横浜国立大学, ²静岡大学, ³名糖産業株式会社, ⁴九州大学)

Evaluation of harmonic intensity of magnetic nanoparticles for magnetic particle imaging affected by
particle size and structure

Yu Ichikawa¹, Satoshi Ota², Ryoji Takeda¹, Tsutomu Yamada¹, Ichiro Kato³, Satoshi Nohara³,
Takashi Yoshida⁴, Keiji Enpuku⁴, Yasushi Takemura¹
(¹Yokohama National Univ., ²Shizuoka Univ., ³Meito Sangyo Co. Ltd., ⁴Kyushu Univ.)

はじめに

磁性ナノ粒子を用いる磁気粒子イメージング(MPI)は高感度かつ低侵襲な画像診断技術として注目を集めている¹⁾。本研究では、磁性ナノ粒子の交流磁化測定から高調波信号の検出を行い、磁性ナノ粒子のコア粒径²⁾やコア構造の形態が MPI 高調波信号強度に与える影響を評価した。

実験方法

本研究では、測定粒子として粒径の異なる4種のカルボキシメチル-ジエチルアミノエチルデキストラン修飾のマグヘマイト粒子(CMEADM004, CMEADM023, CMEADM033, CMEADM033-02)を用いた。本粒子は血中のアミブミンと結合するため貧食細胞に認識されにくく、血中における滞在時間が長いことが *in vivo* 実験により示されている³⁾。また、比較のために MRI 用の造影剤として使われている Resovist[®]を用いた。それぞれの粒子について水中に分散させた液中試料および寒天により固定した固定試料を作製した。それぞれの試料について、振動試料型磁力計(VSM)を用いて、マイナーループとメジャーループを測定し、直流磁化特性を評価した。また、最大磁場 4, 8 kA/m、周波数 1-100 kHz の条件で交流磁化測定を行い高調波信号を算出し、コア構造による MPI 信号強度の分類を行った⁴⁾。

実験結果

Fig. 1 にコア粒子のチェイン状構造が確認された試料 (CMEADM-033-02) の TEM 像を示す。TEM 像中の矢印は長い順にそれぞれシングルコア、チェインコア、マルチコアを示している。チェイン状構造を含む CMEADM-023, CMEADM-033, CMEADM-033-02 はチェイン構造を含まない CMEADM-004, Resovist[®]に対して、固定試料と比べ液中試料で第三高調波強度が大きく増加することが確認された⁵⁾。コア径やその TEM 観察像等の詳細は当日発表する。

謝辞:

本研究の一部は、科研費 15H05764, 17H03275 により実施した。

参考文献

- 1) B. Gleich, J. Weizenecker: *Nature*, **435**, 1214 (2005).
- 2) T. Yoshida, N. B. Othman, K. Enpuku: *J. Appl. Phys.*, **114**, 173908 (2013).
- 3) N. Nitta, K. Tsuchiya, A. Sonoda, S. Ota, N. Ushio, M. Takahashi, K. Murata, S. Nohara: *Jpn. J. Radiol.*, **30**, 832 (2012).
- 4) 大多哲史, 竹田遼二, 山田努, 竹村泰司: 第 39 回日本磁気学会学術講演会, 08pE-5, 名古屋, 2015 年 9 月.
- 5) S. Ota, R. Takeda, T. Yamada, I. Kato, S. Nohara, Y. Takemura: *Int. J. Magn. Part. Imag.*, **3**, 1703003 (2017).

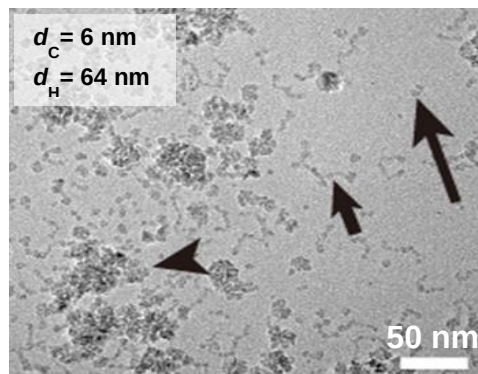


Fig. 1 TEM image of magnetic nanoparticles (CMEADM033-02).