

磁気ナノ粒子における第三高調波の特性評価

廣川 愛生*, 白石, 田邊 一博, 吉田 敬, 圓福 敬二
九州大学システム情報科学府

Characterization of the Third Harmonics for Magnetic Nanoparticles
Aiki Hirokawa, Shi Bai, Kazuhiro Tanabe, Takashi Yoshida, Keiji Enpuku
Kyushu Univ.

1. 序論

磁気ナノ粒子はナノサイズの強磁性体であり、そ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。近年、磁気マーカーからの磁気信号を利用して癌等の疾病領域を高感度・高分解能に画像化する MPI (磁気粒子イメージング) と呼ばれる手法が医療診断において注目されている。我々の MPI システムにおいては、磁気ナノ粒子の磁化応答の高調波信号を抽出し、得られた信号電圧データから粒子分布画像を再構築する。本稿では、画像再構築を行うための粒子モデルについて検討し、システムの性能改善を狙う。

2. 磁気ナノ粒子の第三高調波特性

磁気ナノ粒子の磁化特性は一般的に以下の Langevin 関数で表される。

$$L(mB/k_B T) = \coth(mB/k_B T) - k_B T/mB \quad (1)$$

ここで、 m は粒子の磁気モーメントである。MPI における実際の粒子の特性を調査するため、Resovist(富士フィルム RI ファーマ)60 μ l に純水を添加した試料と glycerol を添加した試料に 2 mT_{rms} の交流磁界を印加し、その磁化応答における第三高調波成分の直流磁界依存性を測定した。その後、 m をパラメータとして実験結果と(1)式をフィッティングした。Fig. 1 に実験結果及び(1)式でのフィッティング結果を示す。(a)は交流磁界と並行な直流磁界を印加したとき、(b)は直交する直流磁界のときの実験結果である。 m は純水、glycerol でそれぞれ 3.3×10^{-18} Am²、 5×10^{-18} Am² となった。(a)ではどちらの試料においても実験値と理論値は概ね一致しているが、(b)では glycerol を添加した試料において乖離がみられる。

3. 結論

Resovist の第三高調波特性を測定し、Langevin 関数との比較を行った。純水を添加した試料は実験値と理論値が一致したものの、glycerol を添加した試料においては大きなずれがみられ、従って Langevin 関数では glycerol 中での粒子の振る舞いを再現出来ていないことがわかった。

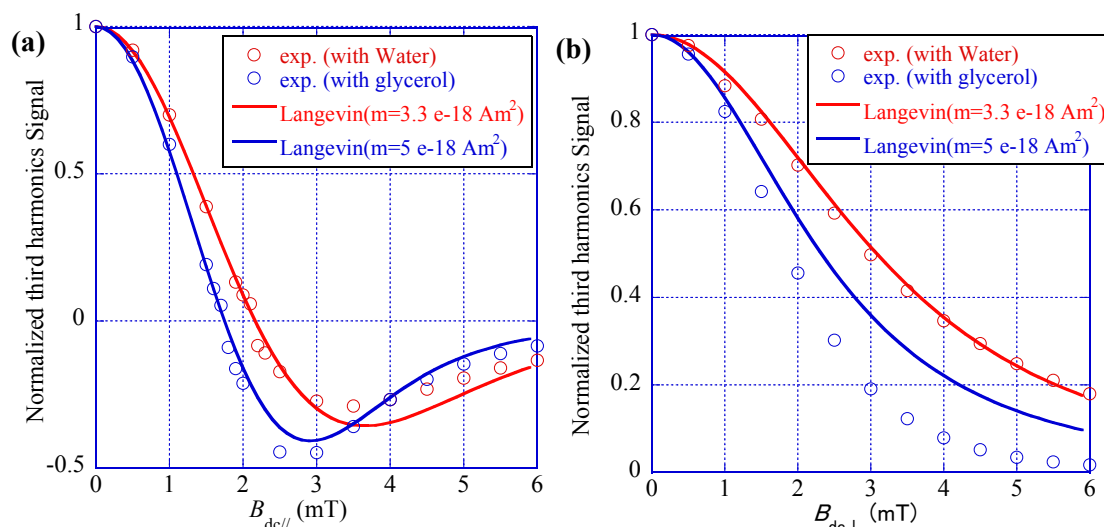


Fig. 1. Dependence of the third harmonic signal on the DC field. DC field was applied (a) parallel or (b) perpendicular to the AC field. Symbols are experimental results, while solid lines are calculated from (1).