

# 細胞培養液中に分散させた マルチコア磁性ナノ粒子の磁化特性評価

大多哲史<sup>1</sup>, 大橋成美<sup>1</sup>, 竹村泰司<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>静岡大学, <sup>2</sup>横浜国立大学)

Evaluation of magnetization properties in multi-core magnetic nanoparticle suspended in cellular medium  
Satoshi Ota<sup>1</sup>, Narumi Ohashi<sup>1</sup>, Yasushi Takemura<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Shizuoka University, <sup>2</sup>Yokohama National University)

## はじめに

磁気粒子イメージング(MPI)は体内の磁性ナノ粒子をモニタリングする画像診断技術として注目を集めている<sup>1)</sup>。MPIにおける応用を検討した際に、粒子構造が磁化特性に顕著に影響を与えることが確認されている<sup>2)</sup>。このため本研究では、生体環境における磁性ナノ粒子の形態を模擬した試料として、細胞培養液中に分散させた磁性ナノ粒子の交流磁化特性を評価した。

## 実験方法・結果

超常磁性のマグヘマイト粒子(フェルカルボトラン)について、溶媒が純水の試料(DW)と血清を混合した細胞培養液の試料を用意した。溶媒が培養液の試料については攪拌時間が5分(5 min)と24時間(24 h)の2種類を用意した。本研究では純水試料は作製直後、培養液試料は設定の攪拌時間後に冷凍した。試料の粒子濃度は2.8 mg-Fe/mL、最大磁場強度は16 kA/m、周波数は10 kHz、温度は258–270 Kで計測を行った。

図1に各試料の交流磁化曲線を示した。溶媒が培養液の方が純水の試料よりも保磁力と最大磁化が増加することが確認された。培養液中においては、タンパク質等が粒子に付着して二次粒径が増加することが確認されている<sup>3)</sup>。一方でフェルカルボトランにおいては、複数のコアが集合して一つの実効的なコアとして機能するマルチコア構造を有することが知られている<sup>4)</sup>。図1で確認された保磁力の増加は、培養液中における凝集による実効的なコア径の増加が原因で、ネール緩和時間が増加したためと考えられる。また最大磁化の増加についても保磁力と同様に実効的なコア径の増加が原因と考えられる。また培養液試料について、攪拌時間5分と24時間では保磁力と最大磁化について顕著な差は確認されなかった。図2には各試料の高調波強度を示した。培養液に混合した場合の方が、実効的なコア径の増加により高調波強度が高いことが確認された。

## 参考文献

- 1) B. Gleich and J. Weizenecker, *Nature*, **435**, 1214 (2005).
- 2) S. Ota et al., *Int. J. Magn. Part. Imag.*, **3**, 1703003 (2017).
- 3) A. P. Khandhar et al., *IEEE Trans. Magn.*, **51**, 5300304 (2015).
- 4) T. Yoshida, et al., *Springer Proceedings in Physics*, **140**, 3 (2012).

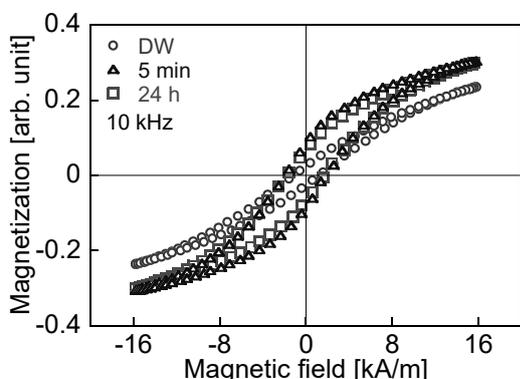


Fig. 1 AC magnetization curves of Ferucarbotran suspended in water (DW) and cellular medium (5 min and 24 h).

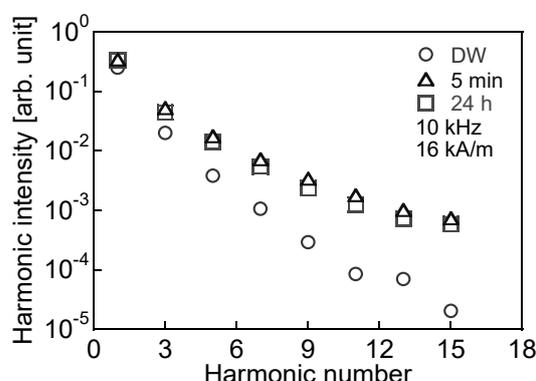


Fig. 2 Harmonic intensities of Ferucarbotran suspended in water (DW) and cellular medium (5 min and 24 h).