

## 広範囲の交流磁界条件に適用可能なマグネタイトナノ粒子の合成物性と発熱特性

岩本多加志、徳永充子、水野篤、間宮広明\*、ジョン クヤ、宮村弘、  
 バラチャンドラン ジャヤデワン  
 (滋賀県立大学、\*物質材料研究機構)

### Development of synthesis technology for particles suitable magnetic hyperthermia in wide magnetic field and frequency range

T. Iwamoto, M. Tokunaga, A. Mizuno, H. Mamiya\*, J. Cuya, H. Miyamura, B. Jeyadevan  
 (The University of Shiga Prefecture, \*National Institute for Materials Science)

#### 1. 緒言

近年、患者への負担が少ない効果的な癌治療法として、磁性ナノ粒子を用いた磁性流体温熱療法(MFH)が注目されている。実際に MFH で用いる磁場は比較的大きく、こうした磁場中での磁性ナノ粒子の発熱挙動はシミュレーションによって予測しなければならない<sup>1)</sup>。しかし、このシミュレーションの妥当性は未だ証明されていない。本研究では、単分散で、粒径を制御したマグネタイトナノ粒子を化学合成で作製し<sup>2)</sup>、そのナノ粒子の広範囲交流磁場下における粒径に依存した発熱挙動を実験的に明らかにすることを目的とする。

#### 2. 実験方法

典型的な合成方法として、既存の方法を改良して、オレイン酸とオレイルアミンの混合溶液に、金属前駆体として鉄(III)アセチルアセトナート( $\text{Fe}(\text{acac})_3$ )を加え、室温で 1.0 h 攪拌したのち、280 °C で 2.0 h 加熱還流を行った<sup>2)</sup>。その後、反応溶液を室温に戻し、洗浄を繰り返した。作製したナノ粒子の粒径および形状評価には透過型電子顕微鏡(TEM)を用い、発熱特性評価には交流磁場発生装置を用いた。

#### 3. 結果と考察

$\text{Fe}(\text{acac})_3$  の濃度を変化させることにより、平均粒径 7.0–17.4 nm のマグネタイトナノ粒子の合成に成功した。様々な交流磁界下における試料の発熱特性を評価した結果、平均粒径 16.6 nm の試料(Fig. 1)が最も高い発熱を示し、その比吸収熱量(SAR)は 88.8 W/g であった(Fig. 2)。粒径 17.7 nm のナノ粒子は、分散性に乏しく、低い SAR 値を示した。ナノ粒子の磁化測定を行ったところ、他の試料と比較して、この試料は低磁場での磁気応答が敏感なため、外部磁場によるエネルギーの増大を効率良く熱エネルギーに変換できたと考えられる。

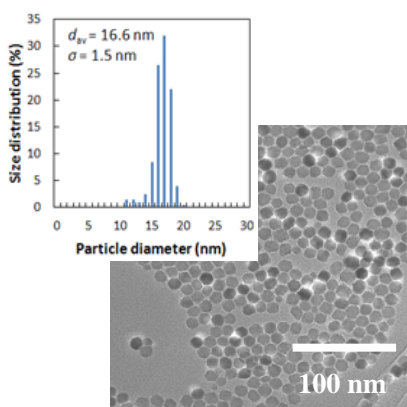


Fig. 1 TEM photographs of magnetite nanoparticles with 16.6 nm in diameter. The inset is a size distribution histogram.

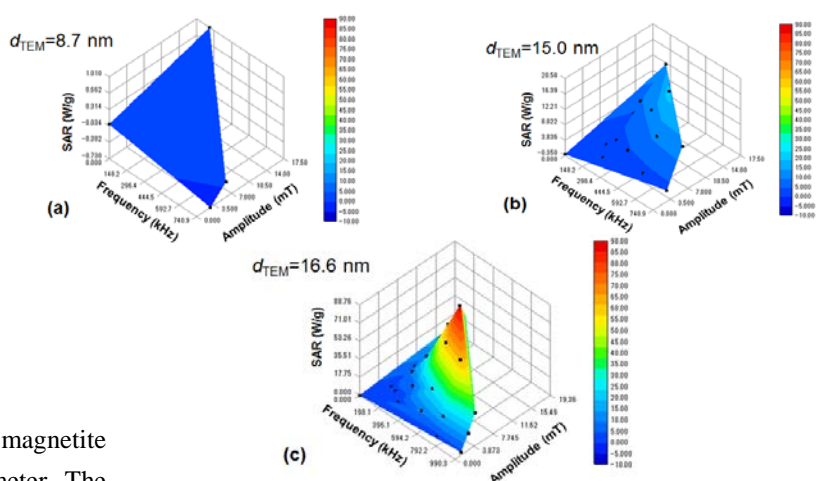


Fig. 2 Heat dissipation properties of (a) 8.7, (b) 15.0, and (c) 16.6 nm magnetite nanoparticles under various AC magnetic fields and frequencies.

#### 参考文献

- 1) M. Suto et al., J. Magn. Magn. Mater. 321 (2009) 1493.
- 2) T. Kikuchi et al., J. Magn. Magn. Mater., 323 (2011) 1216.