

分子・物質合成プラットフォームにおける利用成果

アモルファスSiO₂による結晶構造制御と磁気特性

^a横浜国立大学, ^b名古屋工業大学

一柳優子^a, 近藤貴也^a, 宮坂俊樹^a, 壬生攻^b

【目的】

アモルファスSiO₂に内包されたナノサイズの遷移金属酸化物磁性体を、独自の湿式混合法を用いて作製し、それらの磁気特性を明らかにするとともに、医療応用に可能な機能性磁気微粒子を開発する。磁性体は外部磁場を印加すると発熱することに注目し、この性質を利用して磁気微粒子を用いたがん温熱療法（ハイパーサーミア）を提案する。

【成果】

金属塩化物とメタ珪酸ナトリウムの水溶液を混合し、アモルファスSiO₂に内包された磁気ナノ微粒子を作製した。Siイオンが表面に存在している形状を活かし、官能基を修飾して医療応用可能な機能化を施した。さらに葉酸を修飾することでがん細胞に選択的に導入されることも確認している。マンガンフェライトに亜鉛をドーピングした系において、組成を変化させ室温で最大の磁化を持つMn_{0.8}Zn_{0.2}Fe₂O₄を生成し、粒径を12-30 nmに制御した。交流磁化率を測定し粒径依存性、周波数依存性を分析したところ、この系は磁気緩和による発熱が支配的であることがわかった。交流磁化率の虚数部χ''の温度依存性から、室温付近では18 nmの試料が、もっとも発熱効率が高いと考えられる(Fig.1)。

(図1) 実際に交流磁場中における試料の温度上昇は粒径が18 nmのものが最も高く、5分間で13度とがん細胞を死滅させるのに十分な熱散逸を示した(Fig.2)。この試料を前立腺がん細胞を培養したディッシュに注入し、交流磁場を印加したところ、ドラスティックなハイパーサーミア効果を確認することができた。

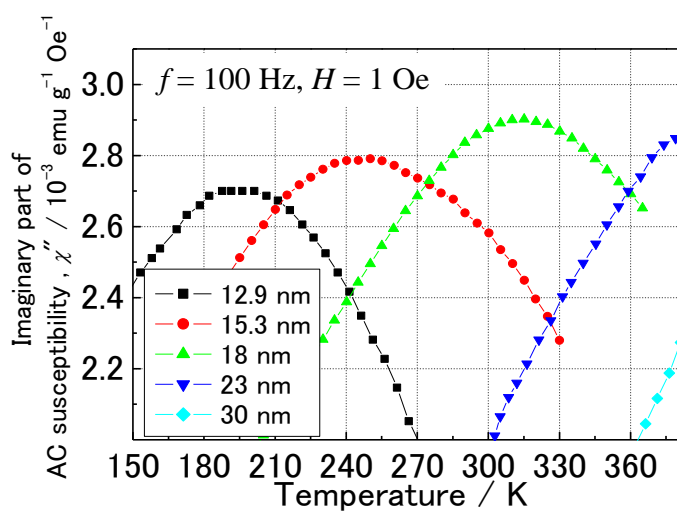


Fig.1 粒径12-30 nmのMn_{1-x}Zn_xFe₂O₄ (x = 0.2) ナノ微粒子の交流磁化率虚数部χ''の温度依存性

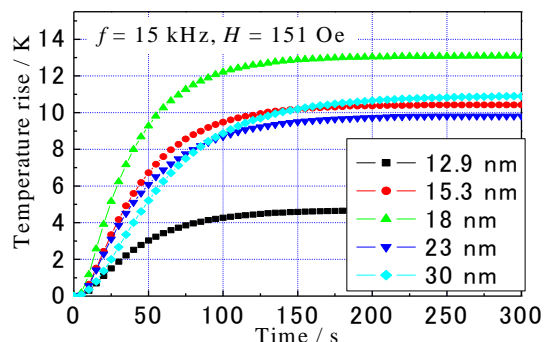


Fig.2 Mn_{0.8}Zn_{0.2}Fe₂O₄各粒径の試料交流磁場を5分間印加した場合の温度上昇 (f=15 kHz, H=151 Oe)

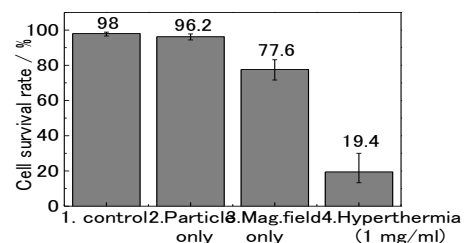


Fig.3 前立腺がん細胞における磁気ハイパーサーミア効果