Zn ドープマグネタイトナノ微粒子の温熱効果と T_2 緩和効果

Heat Effect and T_2 Relaxation Effect of Zn Doped Magnetite Nanoparticles

神田康平 [1], 臼井章仁 [2], 井手太星 [3], 藤原康暉 [3], 大嶋晃人 [3], 細貝良行 [4], 一柳優子 [3,5]
[1] 横国大院環情, [2] 東北大院医, [3] 横国大院工, [4] 国際医療福祉大院保, [5] 大阪大院理
K. Kanda[1], A. Usui[2], T. Ide[3], K. Fujiwara[3], A. Oshima[3], Y. Hosokai[4], Y. Ichiyanagi[3,5]
[1]Dept. of Nat. Env., Grad. Sch. of Env. and Inf. Sci., Yokohama Nat. Univ., [2]Grad. Sch. of med., Tohoku Univ., [3] Dept. of Phys., Grad. Sch. of Eng., Yokohama Nat. Univ., [4] Dept. of Rad. Sci., Int. Univ. of Health and Welfare, [5] RCST, Grad. Sch. of Sci., Osaka Univ.
E-mail: yuko@ynu.ac.jp

当研究室では、これまでに 3d 遷移金属を含む酸化物やナノ微粒子を作製し、その磁気特性や医療への応用について研究してきた。本報告では、アモルファス SiO_2 に包含された $Zn_xFe_{3-x}O_4$ (x = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8) ナノ微粒子を当研究室独自の湿式混合法を用いて作製し、がん細胞を熱によって死滅させる磁気ハイパーサーミア療法用発熱媒体、および MRI 造影剤への応用ついて検討した。作製した試料の粉末 X 線回折測定の結果、各組成で単相のスピネル構造とアモルファス SiO_2 の存在を確認でき、目的とした試料が作製できていることがわかった。また、焼成温度をコントロールすることによって粒径を約 4.5 nm に制御した。交流磁化率の虚数部 (χ'')の周波数依存性の測定の結果より、室温（300 K）において x = 0.2 の試料が最も大きな χ''の値を持ち、15 kHz 付近にピークがあった。次に、周波数 15 kHz、磁場強度 145 Oe で一定にした交流磁場中での昇温測定をしたところ、x = 0.2 の試料が 3.2 K 温度上昇し、最も発熱した。実際にヒト乳腺がん細胞 MDA-MB-231 を用いて x = 0.2 の試料について細胞評価をしたところ、12%のがん細胞が死滅し、ハイパーサーミア効果を確認できた(Fig. 1)。また同じ試料についてスピンエコー法による MR 測定によって MRI 造影剤としての有用性を検討した。T_2 緩和測定のカーブから(Fig. 2) 緩和率 R_2 を算出した結果、交流磁場中の昇温効果が最大であった x = 0.2 の試料が最も高い緩和率 R_2 を示し、従来の造影剤の成分である γ -Fe_2O_3 や Fe_3O_4 よりも高い緩和率 R_2 を持つことがわかった。実際に MRI 撮影を行った結果、顕著なコントラストを確認することが出来た。

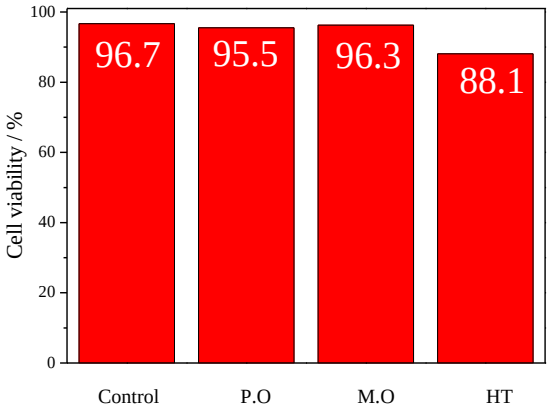

Fig. 1 Cell viability of MDA-MB-231

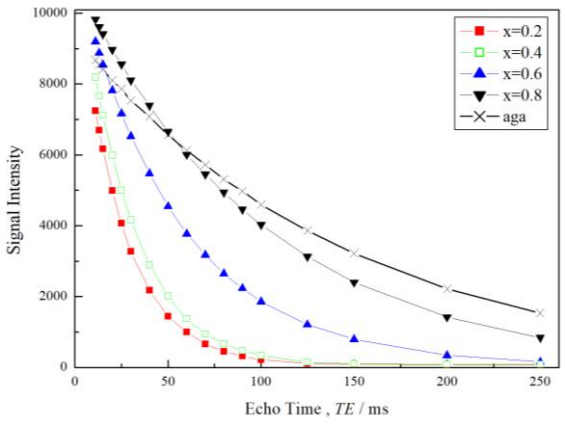

Fig.2 T_2 relaxation curve

© 2019年 応用物理学会