

Zn_xFe_{3-x}O₄ ナノ微粒子の作製と磁気ハイパーサーミアおよび MR 効果

Production of Zn_xFe_{3-x}O₄ Nanoparticles for Agents in Hyperthermia Treatment and MR Imaging

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. Kanda¹, * T. Ide², K. Fujiwara², A. Oshima², Y. Hosokai³, A. Usui⁴, Y. Ichiyanagi^{2,5}

¹Dept. of Nat. Env., Grad. Sch. of Env. and Inf. Sci., Yokohama Nat. Univ., ²Grad. Sch. of med., Tohoku Univ., ³Dept. of Phys., Grad. Sch. of Eng., Yokohama Nat. Univ., ⁴Dept. of Rad. Sci., Int. Univ. of Health and Welfare, ⁵RCST, 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。本研究では、アモルファス SiO₂ に包含された Zn_xFe_{3-x}O₄ ($x = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$) 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、ガン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 造影剤への応用について検討することを目指とした。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 SiO₂ 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 に制御することができた。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(Fig. 1)。発熱量を計算したところ、 χ'' の値と発熱量が比例していることがわかり、作製した試料の発熱は磁気緩和損失による発熱 ($P = \pi\mu_0\chi''fh^2$) であることがわかった。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 緩和測定を行い、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 (Fig. 2)を示し、従来の造影剤の成分である γ -Fe₂O₃ や Fe₃O₄ 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。

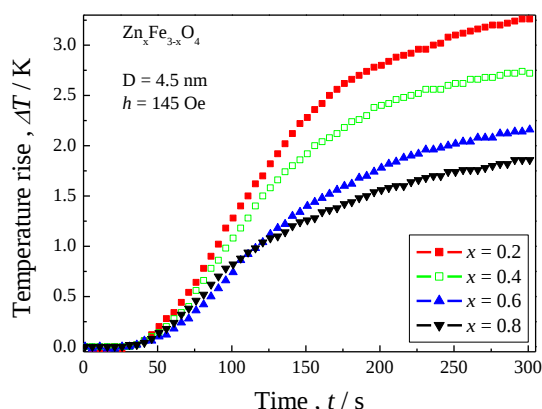


Fig. 1 交流磁場中の温度上昇

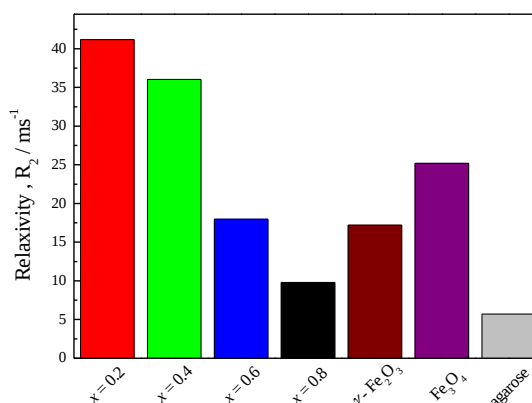


Fig.2 組成別の緩和率 R_2