

**Mn_{0.8-x}Co_xZn_{0.2}Fe₂O₄ ナノ微粒子の磁気特性と
磁気ハイパーサーミアおよび MR 造影効果
Magnetic hyperthermia and MR imaging effect and magnetic properties of
Mn_{0.8-x}Co_xZn_{0.2}Fe₂O₄ nanoparticles**

横国大院工¹, 東北大院医²

○石川智也¹, 細貝良行², 白井章仁², 町田好男², 斉藤春夫²,
高野真由美², 徳永正之², 権田幸祐², 一柳優子¹

Department of Physics, Graduate School of Engineering, Yokohama National University¹,
Graduate School of Medicine, Tohoku University²

○T. Ishikawa¹, Y. Hosokai², A. Usui², Y. Machida², H. Saito²,
M. Takano², M. Tokunaga², K. Gonda², Y. Ichiyanagi¹

E-mail: yuko@ynu.ac.jp

アモルファス SiO₂ に包含された Mn_{0.8-x}Co_xZn_{0.2}Fe₂O₄ (0, 0.2, 0.4, 0.6) ナノ微粒子を、湿式混合法により作製し、MRI の造影剤と磁気ハイパーサーミアの発熱媒体についての有用性を検討した。今回作製した 5.5 nm の試料について、直流磁化率の組成依存性を調べたところ、Co のドーピング量が増加するほど最大磁化 M_S は小さくなったが、最も M_S が小さいものでも 1 T で酸化鉄に比べて約 5 倍の 25.0 emu/g を示した。本研究室の先行研究より、Co ferrite が MRI の造影剤として効果的であるという結果がでているので、Co ドープしたものの中で M_S が大きかった $x=0.2$ の試料に着目し、交流磁化率の粒径依存性を調べた。5 種類の粒径について、交流磁化率虚数部 χ'' の温度依存性 (Fig. 1) を調べたところ χ'' のピークは粒径が大きいくほど高温側にシフトし、14.4 nm の試料が人間の体温に近い 310 K で最大の χ'' を示し、最も発熱に期待が持てる結果となった。実際に交流磁場中での試料の温度上昇を測定したところ、14.4 nm の試料が最も高い約 10 °C の温度上昇を示した。また、5.5 nm の Mn_{0.8-x}Co_xZn_{0.2}Fe₂O₄ (0, 0.2, 0.4, 0.6) ナノ微粒子についてスピネコー法により T_2 緩和測定を行い、緩和率 R_2 を算出した結果 Co のドーピング量が多いほど高い緩和率を示した。次に高い温度上昇を示した $x=0.2$ の試料について粒径を変化させ同様の測定を行い、緩和率 (Fig. 2) を算出したところ、やはり 14.4 nm の試料が最も高い緩和率を示した。これらの試料は超常磁性を示し、磁気緩和現象が温熱および造影に大きく寄与していると考えられる。また、14.4 nm の Mn_{0.6}Co_{0.2}Zn_{0.2}Fe₂O₄ ナノ微粒子は MRI 造影剤と磁気ハイパーサーミアの発熱媒体の両方に効果的であり、治療と診断を同時に行うセラノスティクス (Therapy+Diagnostics) 応用に期待できる。

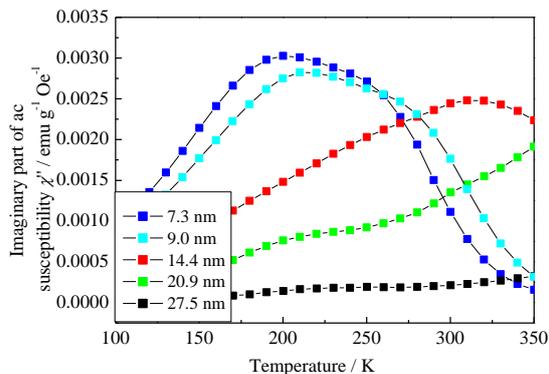


Fig. 1 Imaginary part of magnetic susceptibility χ'' for various particle size for Mn_{0.6}Co_{0.2}Zn_{0.2}Fe₂O₄ samples

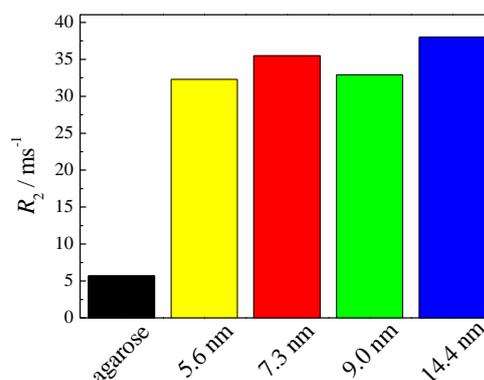


Fig. 2 Relaxation rate R_2 for different particle sizes for Mn_{0.6}Co_{0.2}Zn_{0.2}Fe₂O₄ samples