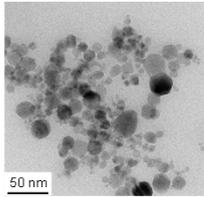


交流磁化曲線による磁性ナノ粒子の磁化特性評価

工学領域 電気電子工学系列 助教 大多 哲史

研究背景

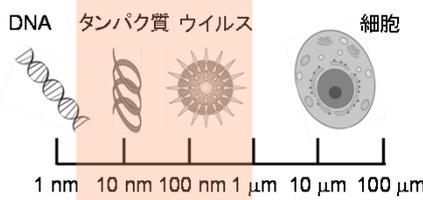
磁性ナノ粒子



市販の粒子 (MRI造影剤)



http://tri.fujifilm.co.jp



磁性ナノ粒子

磁性ナノ粒子のバイオ医療応用

✓ 磁気共鳴画像法(MRI)の造影剤
リゾビスト® → 肝臓に集積 (人体内での使用が可能)

✓ バイオスクリーニング
細胞分離
目的物質に特異的に吸着する物質を磁性ナノ粒子に結合 → 目的物質を混合液から分離 (磁気分離)

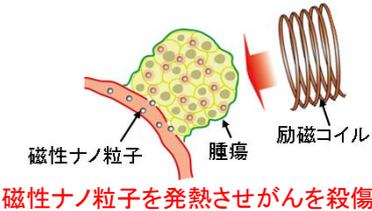
✓ ドラッグデリバリー
磁性ナノ粒子に薬剤を結合 → 磁場により患部へ薬剤集積 → **副作用の低減**

✓ がん温熱治療
磁性ナノ粒子に交流磁場を印加することで生じる **熱によりがんを殺傷**

✓ 磁気粒子イメージング
MRIに代わる **高感度な診断技術**として注目

がん温熱治療、がん患部への誘導

現在のがん治療
✓ 手術
✓ 抗がん剤
✓ 放射線
→ 副作用、身体への負担
→ **第四の治療法としての温熱治療**



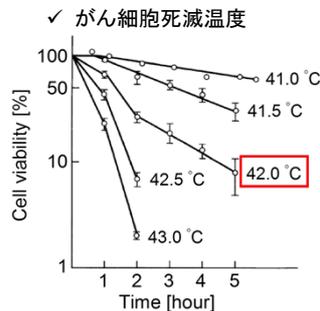
磁性ナノ粒子を発熱させがんを殺傷



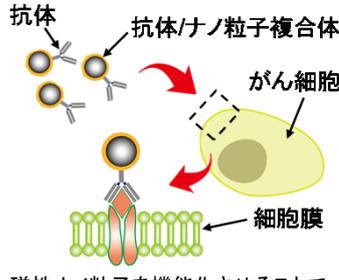
治療なし

磁性ナノ粒子 + 交流磁場

K. Hayashi et al., *Theranostics*, 3, 366, 2013.



R. J. Palzer et al., *Cancer Res.*, 33, 415, 1973.

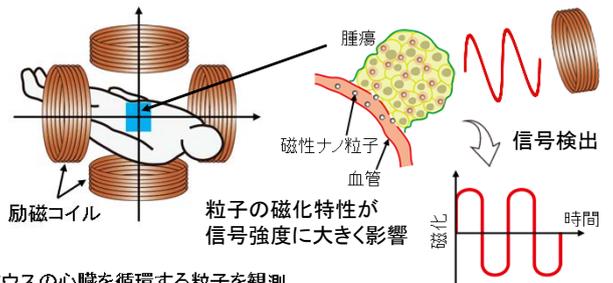


磁性ナノ粒子を機能化させることで **がん組織への誘導が可能**

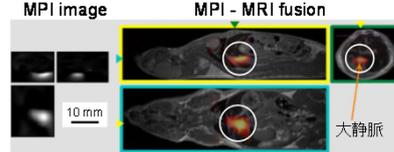
その他の応用

✓ 汚染物質の磁気分離
✓ 工業用オイルの潤滑剤

磁気粒子イメージング(Magnetic particle imaging: MPI)



マウスの心臓を循環する粒子を観測



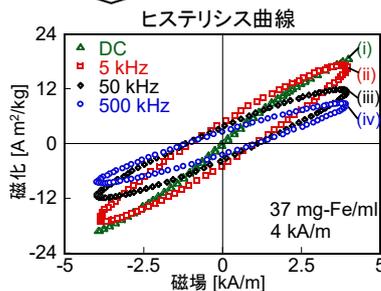
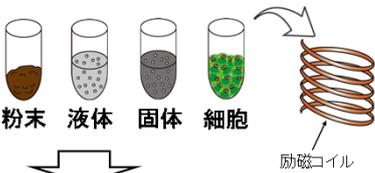
➢ 粒子の信号を測定するため磁気共鳴画像法(MRI)よりも高感度
➢ 陽電子放射断層撮影(PET)と同程度の感度で高速撮影が可能

J. Weizenecker et al., *Phys. Med. Biol.*, 54, L1, 2009.

測定手法、結果

✓ 交流磁化曲線

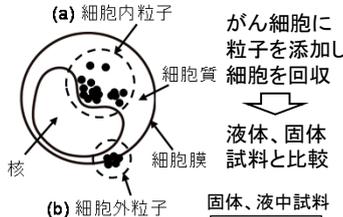
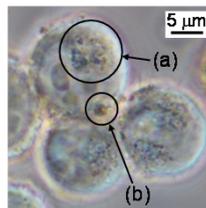
H. Kobayashi et al., *J. Appl. Phys.*, 107, 09B322, 2010.



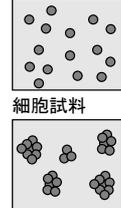
周波数の増加に伴う磁化の低下を明瞭に観測

✓ 細胞環境における粒子の発熱量測定

S. Ota et al., *J. Nanomater.*, 2015, 836761, 2015.

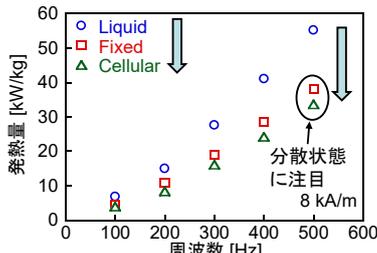


固体、液中試料



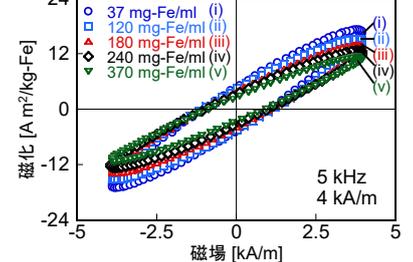
細胞環境における粒子凝集状態を観測

ヒステリシス曲線の面積から発熱量を計算



✓ 粒子間磁気相互作用の観測

S. Ota et al., *J. Appl. Phys.*, 117, 17D713, 2015.



粒子濃度の上昇に伴い磁化低下 → 粒子間距離が狭まることで磁気相互作用の影響が増大

✓ 本測定法の利点

➢ 様々な状態の試料を計測可能
➢ 広いダイナミックレンジでの測定
〔磁場強度: 2-10 kA/m〕
〔周波数: 1-400 kHz〕

keyword: 磁性ナノ粒子、磁性流体、磁化計測、交流磁化曲線