

## 【基盤研究(S)】 大区分C



### 研究課題名 磁性ナノ粒子のダイナミクス解明が拓く革新的診断治療技術

横浜国立大学・大学院工学研究院・教授  
たけむら やすし  
竹村 泰司

研究課題番号： 20H05652 研究者番号：30251763

キーワード： 磁性ナノ粒子、磁化ダイナミクス、磁気粒子イメージング、がん温熱治療

#### 【研究の背景・目的】

疾病の早期発見や、患者負担を軽減する治療を実現するための新しい医療技術の開発が常に求められている。本研究では、磁性ナノ粒子を用いる新しい診断治療技術に着目した。

腫瘍等に選択的に集積させた磁性ナノ粒子に体外から交流磁界を印加すると、磁性ナノ粒子自身や、そのなかの磁化が磁界に追従するべく回転する(図1)。この磁性ナノ粒子の応答を体外に設置したコイルへの誘導起電力として検出することが可能である。検出信号を画像化することにより腫瘍等の検出と画像診断を行うのが磁気粒子イメージングである。また、高い周波数の交流磁界を印加すると磁性ナノ粒子が発熱する。この発熱は、がんの温熱治療(ハイパーサーミア)に利用することができる。

交流磁界に対する磁性ナノ粒子の磁化の応答(ダイナミクス)を解明し、実用レベルの新しい診断治療技術を確立することが本研究の目的である。

#### 【研究の方法】

磁性ナノ粒子の2種類の応答(図2)は、交流磁界の周波数などに対する性質が大きく異なる。本研究において開発する計測システムを使用して、この2つの応答を高精度に測定し、磁化ダイナミクスを解明する。磁性ナノ粒子の粒径には分布があり、詳細な測定評価を妨げる要因になっている。磁気分離により特定の粒径群を抽出した磁気分画粒子を使用するこ

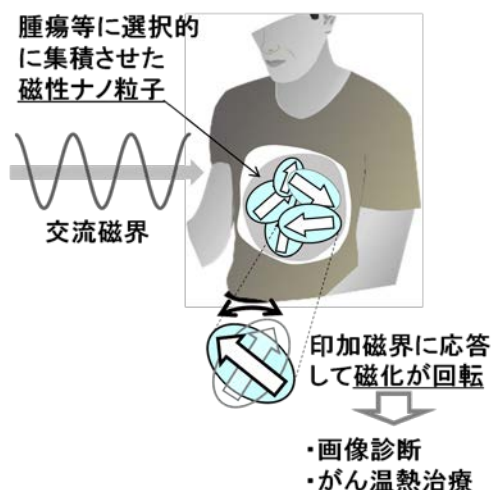


図1 磁性ナノ粒子による画像診断とがん温熱治療

#### 磁化ダイナミクス～粒子回転+磁化回転 =印加磁界に対する磁性ナノ粒子の応答

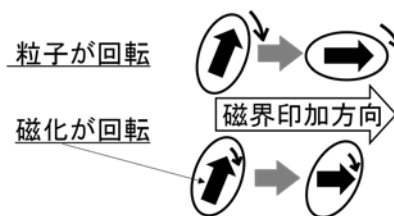


図2 磁性ナノ粒子の応答(磁化ダイナミクス)

と、磁性ナノ粒子の方向をそろえる容易軸配向試料を作製するという独自の手法により解決する。

磁化ダイナミクスの解明により、磁性ナノ粒子の磁気信号及び発熱量が極大となる磁界条件を実験・理論の両面から明らかにする。

#### 【期待される成果と意義】

本研究により、磁性ナノ粒子の画像診断における検出感度及び温熱治療における発熱量を向上させることが期待される。磁気粒子イメージングでは、実用で求められる画像分解能1mmを実現する。またがん温熱治療では、人体サイズのコイルで発生可能なレベルまで磁界強度・周波数を低減させる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Satoshi Ota, Yasushi Takemura, "Characterization of Neel and Brownian relaxations isolated from complex dynamics influenced by dipole interactions in magnetic nanoparticles", The Journal of Physical Chemistry C, Vol. 123, No. 47, pp. 28859-28866, 2019.
- ・ Suko Bagus Trisnanto, Yasushi Takemura, "Modulating relaxation responses of magnetic nanotracers for submillimeter imaging", Applied Physics Letters, Volume 115, Issue 12, 123101, 2019.

#### 【研究期間と研究経費】

令和2年度～6年度 151,200千円

#### 【ホームページ等】

<http://www.takemura.ynu.ac.jp/>