

Single-Sided 磁気粒子イメージング システムの開発

山本 和志*, 笹山 瑛由, 松尾 政晃, 吉田 敬, 圓福 敬二
九州大学システム情報科学府

Development of Single-sided Magnetic Particle Imaging system

Kazushi Yamamoto, Teruyoshi Sasayama, Masaaki Matsuo, Takashi Yoshida, Keiji Enpuku
Kyushu Univ.

1. はじめに

磁気マーカーを体内に注入し、その磁気信号を検出することで癌等の疾病領域を高感度・高分解能に画像化する磁気粒子イメージング (MPI) 技術が医療診断において注目されている。本研究では、センチネルリンパ節生検への応用を想定した MPI システムの開発を行っている。これまでの研究ではサンプルの下側に FFP(Field Free Point) を含む傾斜磁界を作り出す傾斜磁界コイルを配置し、上側にその他システムを配置してイメージングを行っていた。しかし、医療応用を想定すると検査対象である患者の上下にシステムを配置するのは利便性に欠ける。今回、システム全体をサンプル上側に集積した状態で MPI を行う Single-Sided MPI システムを用いて2つのサンプルの識別に成功したため、以下に報告する。

2. 磁気粒子イメージング

本システムでは、サンプル (Resovist; 500 μg を直径 6 mm ϕ の容器に入れたもの) に交流励起磁界 1 mT (周波数 10 kHz) とこれに直交する直流傾斜磁界を印加し、サンプルからの第三高調波を検出している。Fig.1 に今回用いたイメージングシステムの写真を示す。磁気ナノ粒子は、交流励起磁界に直流磁界が重畳されたとき、粒子の磁化飽和によりその応答信号は抑制されるという特徴を持つ。このため、直流磁界がゼロとなる点 (FFP) を持つ直流傾斜磁界を用いることで、FFP 上にある粒子からのみ信号を得ることができる。この FFP を含む直流傾斜磁界を作り出すのが Fig.1 に示す傾斜磁界コイルである。

本システムでは、FFP を電氣的に走査する方法を用いてイメージングを行っている。Fig.1 に示す様に FFP の電氣的走査用のシフトコイル (銅線径 1 mm、巻数 88turns) が傾斜磁界コイルの外周に巻いてあり、それぞれに適当な電流を印加することにより、FFP を走査することができる。これによりサンプルを中央に配置したままでイメージングを行うことが可能となった。

今回、リンパ節がイメージング範囲内に複数ある場合を想定し、サンプルを2つ配置し、傾斜磁界コイルに 5A、シフトコイルに 9 A_{p-p} の三角波 (周波数 2 Hz) を印加して、32 mm 四方の範囲でイメージングを行った (Fig. 2)。図に示す様に磁界マップにはサンプル位置に対応する二つのピークが観測された。すなわち、二つのサンプルを識別するとともに、このピーク位置からサンプルの場所の特定をすることが出来る。

3. まとめ

Single-Sided 磁気粒子イメージングシステムを開発し、サンプル2つのイメージングを行った。傾斜磁界コイルを用いて空間分解能を向上させることで2つ配置されたサンプルの識別に成功した。

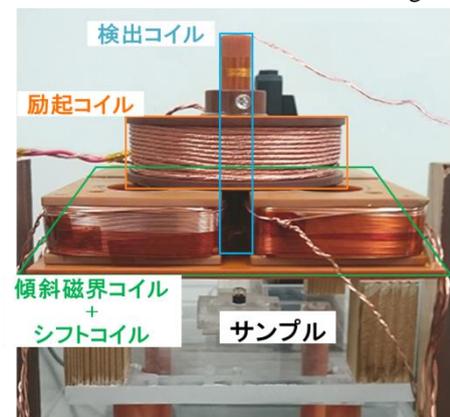


Fig.1. Picture of Single-Sided MPI system

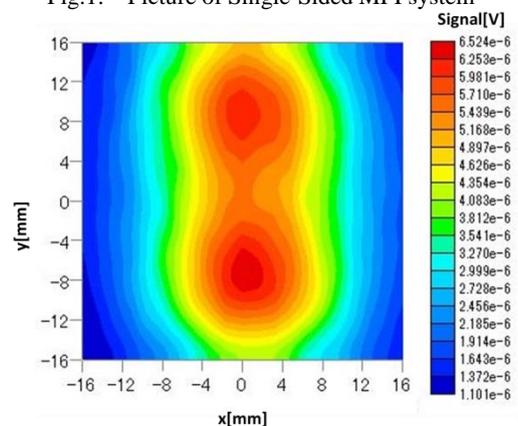


Fig. 2. Contour map of the magnetic field using Single-Sided MPI system. The gradient field is 0.4 T/m.