

# 電氣的走査法を用いた磁気粒子イメージングシステムの開発

田邊 一博\*, 白石, 山本 和志, 笹山 瑛由, 吉田 敬, 圓福 敬二  
九州大学システム情報科学府

## Magnetic Particle Imaging using Electric Scanning of FFP

Kazuhiro Tanabe, Shi Bai, Kazushi Yamamoto, Teruyoshi Sasayama, Takashi Yoshida, Keiji Enpuku  
Kyushu Univ.

### 1. はじめに

磁気マーカーを体内に注入し、磁気マーカーからの磁気信号を検出することにより、癌等の疾病領域を高感度・高分解能に画像化する断層撮影技術は MPI (磁気粒子イメージング) と呼ばれており、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。FFP(Field Free Point) を含む傾斜磁界を用いることで空間分解能の改善を行うが、FFP の位置を電氣的に走査させることでイメージングを行い、深さ 30 mm の位置にある重さ 100  $\mu\text{g}$  の磁気ナノ粒子の検出に成功したので、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、交流励起磁界 1 mT (周波数 22.75 kHz) をサンプル (Resovist; 100  $\mu\text{g}$  を直径 2 mm  $\phi$  の容器に入れたもの) に印加し、サンプルから発生する第三高調波を測定して画像化している。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、空間分解能の改善につながる。今回製作した傾斜磁界コイルを Fig. 1 に示す。傾斜磁界コイルは 9 $\times$ 9 cm の正方形コイル (銅線径 1mm、巻数 200) 四つから成り、巻き方向をそれぞれ黒の矢印方向とすることで中心 ( $x=y=0$ ) において FFP が発生する。

実際の応用に際して、患者や MPI 装置を機械的に走査してマッピングを行うことは効率的ではない。そこで FFP を電氣的に走査する方法を開発した。これによるメリットは MPI 装置の簡易化のみならず、測定時間の短縮による患者の負担軽減や加算平均によるイメージング結果の精度向上が考えられる。FFP の電氣的走査用のシフトコイル (銅線径 1 mm、巻数 88) を Fig. 1 の赤線、青線に示す。シフトコイルは傾斜磁界コイルの外周に巻いてあり、それぞれに電流  $I_{\text{shift}}$ 、 $I'_{\text{shift}}$  を印加することにより、FFP を走査することができる。

今回、傾斜磁界コイルに 10 A、シフトコイルに 18 A<sub>p-p</sub> の三角波 (周波数 2 Hz) と  $I_{\text{dc}}=9$  A を印加することにより、32 mm 四方の範囲で FFP を走査し、そのときのサンプルからの信号磁界をマッピングした (Fig. 2)。得られた電圧マップ図の信号の半値幅は x, y 両方向ともおおよそ同じ値を示し、予想通りの値を得ることができた。

### 3. まとめ

磁気粒子イメージングにおいて FFP を電氣的に走査するシステムを開発した。FFP の電氣的走査により測定時間の短縮とそれに伴う加算平均の導入により SN 比の向上を図ることができた。

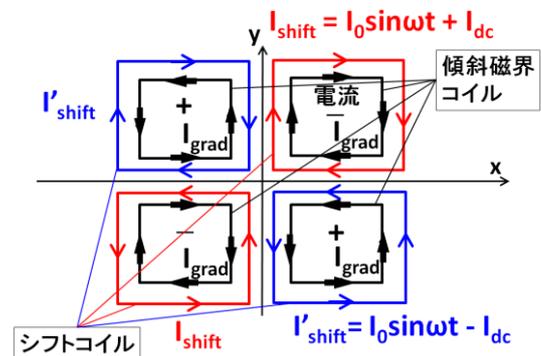


Fig.1 Schematic of gradient coil and shift coil

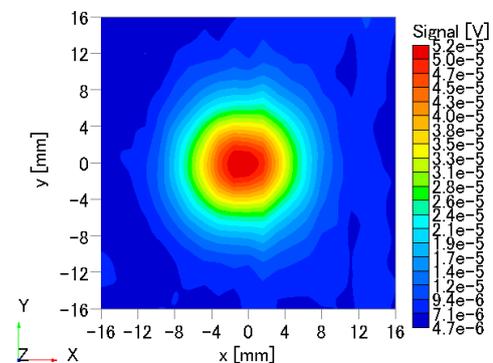


Fig. 2 Contour map of the magnetic field using electrical scanning system. The gradient field is 0.4mT/cm.