

磁気粒子イメージングにおける深さ位置の推定

Depth Estimation in Magnetic Particle Imaging

九大システム情報 〇森下 学、辻田 裕也、笹山 瑛由、円福 敬二

Kyushu Univ. 〇Manabu Morishita, Yuya Tsujita, Teruyoshi Sasayama, Keiji Enpuku

E-mail: manabu@sc.kyushu-u.ac.jp

磁気ナノ粒子を体内に注入して疾患部位に結合し、その位置と量を検出する磁気粒子映像法 (MPI) は、癌等の疾病の早期画像診断技術として期待されている。この応用に向けて、冷却された検出コイルと第三高調波測定法を用いた高感度計測システムを開発してきた。

磁気粒子検出の際の空間分解能を高めるには、傾斜磁場が用いられる。我々の用いている傾斜磁場コイルは z 軸上で磁界がゼロとなる Field Free Line (FLL) を形成し、 x - y 平面内で空間的に変化する傾斜磁場を発生する。このため、 x - y 平面内の磁気微粒子の二次元イメージングが可能である。しかしながら、実際の粒子検出においては深さ方向の情報を得る必要がある。このため、複数の検出コイルを用いた計測法を導入し、磁気ナノ粒子の深さ位置の推定を行った。

実験では二つの検出コイルを用いた。二つの検出コイルの位置を $y = 30 \text{ mm}$ と $y = 40 \text{ mm}$ とし、 10 mm 離して設置した。Fig.1 に、 $y = 30 \text{ mm}$ に設置した検出コイルで測定した二次元磁界マップを示す。サンプルは $100 \mu\text{g}$ の磁気ナノ粒子 (Resovist) を用い、サンプルと検出コイルの深さを $z = 30 \text{ mm}$ とした。同様に、 $y = 40 \text{ mm}$ に設置した検出コイルで磁界マップを測定した。

磁気モーメント m を持った磁気ナノ粒子が任意の点に作る磁界 f およびピックアップコイルへの鎖交磁束 Φ は次の関数で表すことが出来る。

$$\iint f(x, y, z, m) dx dy = \Phi$$

鎖交磁束 Φ が磁界マップに対応するため、複数のコイルを用いることで上記の非線形連立方程式を得ることができ、これを z について最小二乗法で解くことで深さ推定を行っている。本手法を用いて深さ $z = 30, 40, 50 \text{ mm}$ に設置した磁気ナノ粒子の深さを推定した。推定値 $\hat{z}$ との比較結果を Table1 に示す。表に示すように高い精度で深さを推定することが出来た。

Table1 Estimated depth $\hat{z}$ vs. actual depth

Actual depth $z(\text{mm})$	Estimated depth $\hat{z}(\text{mm})$
30	30
40	43
50	56

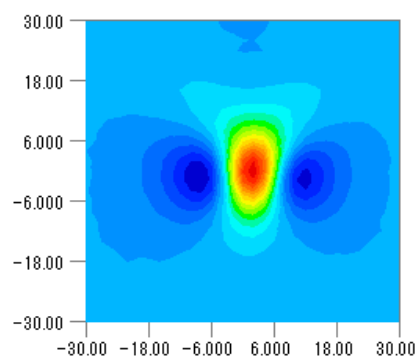


Fig.1 Contour map of the signal field. $100 \mu\text{g}$ of magnetic nanoparticles are located at $z = 30 \text{ mm}$