

傾斜磁場を用いた磁気粒子イメージングシステムの開発

Magnetic Nanoparticle Imaging Using Gradient Field

○森下 学、宮崎 貴吏、辻田 裕也、笹山 瑛由、円福 敬二(九州大学)

○Manabu Morishita, Takashi Miyazaki, Yuya Tsujita, Teruyoshi Sasayama, Keiji Enpuku (Kyushu Univ.)

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させ、その位置と量を検出する磁気粒子映像法 (Magnetic Particle Imaging) 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。この応用のために、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な交流磁場計測システムを開発してきた。今回は、このシステムに傾斜磁場を用いた計測法を導入し、磁気ナノ粒子検出の際の空間分解能を高めた。

Fig. 1 に磁気ナノ粒子の検出システムの概略図を示す。励起コイルにより、周波数 3 kHz、実効値 1.6 mT の励起磁界を発生させ、プレート上に置いた磁気ナノ粒子を磁化させる。磁気ナノ粒子の非線形磁化特性を利用して、ナノ粒子から発生する第 3 高調波を信号磁界として検出する。また、検出コイルを液体窒素で冷却することにより、室温動作に比べて熱雑音電圧を約 1/5 に低減している。傾斜磁場は、4 つの角型コイル (4 重極コイル) を用いて勾配 0.3T/m で空間的に変化する直流磁場を発生させる。X=Y=0 において直流磁界がゼロとなる FFP(Field Free Point)を発生させた。

Fig.2 に、二つの磁気粒子サンプルを距離 10 mm 離して設置した場合の、粒子イメージングの結果を示す。測定した磁界マップを SVD 法と呼ばれる信号処理を用いて、磁気粒子の濃度分布に変換した結果である。磁気粒子の量は $5\mu\text{g}$ であり、検出コイルとサンプル間の距離は $z = 50\text{ mm}$ である。図に示す様に二つのサンプルを明瞭に識別出来ている。従って、この場合の空間分解能は 10 mm 以下となり、傾斜磁場の導入により空間分解能が大幅に改善できていることが分かる。

傾斜磁場を用いた磁気粒子イメージングシステムを開発し、磁気ナノ粒子検出の際の空間分解能を高めることに成功した。今後は空間分解能と検出感度の更なる高度化のため、システムの改善を進めていく。

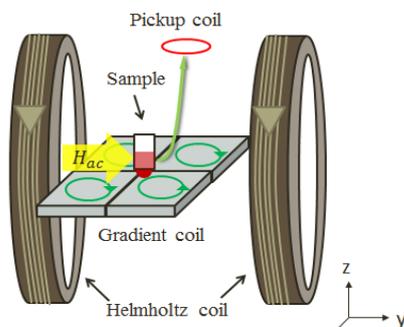


Fig. 1. Measurement system for magnetic particle imaging.

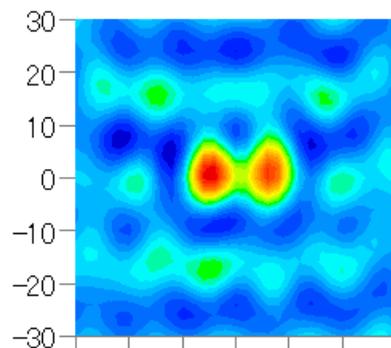


Fig. 2. Magnetic particle imaging of particle samples located at depth of 50mm with spacing of 10mm.