

磁気粒子イメージングの為の高感度交流磁場計測システムの開発

Development of high-sensitivity ac magnetic field measurement system for MPI

九州大学, °宮崎 貴吏, 森下 学, 吉田 敬, 松尾 政晃, 円福 敬二

Kyushu Univ., °Takashi Miyazaki, Manabu Morishita, Takashi Yoshida, Masaaki Matsuo

and Keiji Enpuku

E-mail: t_miyazaki@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。今回、この応用のために、冷却された検出コイルと傾斜磁場を利用した交流磁場計測システムを開発した。

測定では、ヘルムホルツコイルから励起磁界($f = 2.9\text{kHz}$, $B_{ac} = 1.6\text{mT}$)を印加し、プレート上に置いた磁気ナノ粒子を磁化させ、検出した磁化信号を二次元マップ化した。

信号検出においては、磁気ナノ粒子の非線形特性を利用して第三高調波($f=8.8\text{kHz}$)を検出することにより、励起磁界の影響を避けた。さらに、検出コイルを液体窒素で冷却することにより、熱雑音電圧を約 1/5 に低減させた。計測システムの感度は測定周波数である $f=8.8\text{kHz}$ で、 $11\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ を達成した。

また、傾斜磁場を用いることによりナノ粒子検出の際の空間分解能の向上を目指した。4 つの角型コイルを用いて、 0.2T/m の直流傾斜磁場を発生させ、 $X=Y=0$ 付近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.1 に、傾斜磁場有り無しの場合の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距離を $z=50\text{mm}$ で測定した。Fig.1(a)に示すように、傾斜磁場がない場合には、 $X=Y=0$ で信号のピーク値が得られるが、信号は広い範囲にわたって観測された。信号がピーク値の半分になる範囲を空間分解能とすると、 X 方向の空間分解能は 39mm となった。これに対して、傾斜磁場を加えた場合には、Fig.1(b)に示すように信号は $X=Y=0$ 付近に限定され、 X 方向の空間分解能は 7.5mm となった。従って、傾斜磁場を用いることにより、ナノ粒子検出の際の空間分解能の向上を図ることができた。

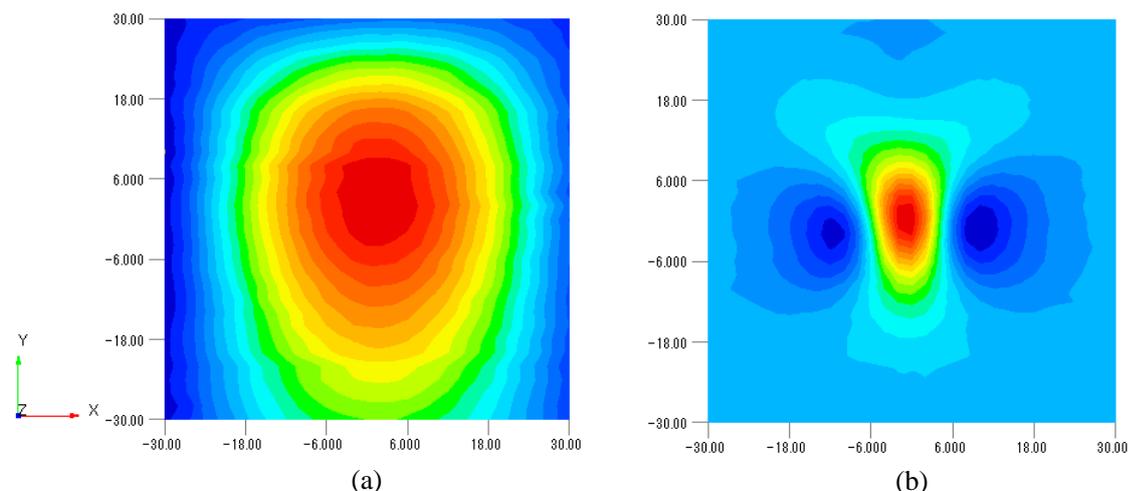


Fig1. Contour map of the signal field. $100\mu\text{g}$ of magnetic nanoparticles are located at $z = 50\text{mm}$ under the pickup coil. (a) without gradient field, (b) with gradient field of 0.2 T/m .