

SQUID の感度校正とノイズ評価における磁気シールドパーマロイの影響

An effect of the permalloy of magnetically shielded room
on the sensitivity calibration and the noise evaluation of SQUID magnetometer

金沢工大電子研, [○]河合 淳, 河端美樹, 小山大介, 樋口正法, 上原 弦

KIT-AEL, [○]Jun Kawai, Miki Kawabata, Daisuke Oyama, Masanori Higuchi, Gen Uehara

E-mail: j-kawai@neptune.kanazawa-it.ac.jp

SQUID センサのノイズ(磁束密度分解能)を評価するにあたっては、先ずその感度を正確に知ることが必要である。ここで感度とは、SQUID 磁力計に入力する磁束密度と SQUID 磁力計からの出力電圧の関係、すなわち単位(T/V)で表される係数である。我々は、複数の円形 3 軸コイル(校正コイルセット)によって発生させた交流磁場を用いて SQUID センサの感度と位置を校正し、ノイズを評価する手法を取っている[1、2]。これは、各コイルに既知の正弦波電流を流し、その電流が空間のある点(SQUID の検出コイルの位置)に作る磁場を計算し、その値と SQUID センサから出力される電圧信号を比較することで最も確からしい値を求める手法である。この手法を磁気シールドルーム(MSR)内で行う場合、MSR を構成するパーマロイの影響を考慮する必要がある、今回その影響を実験的に調べたので報告する。

実験は厚さ 1.5mm のパーマロイ 2 層で構成された内空間 2.3m(W)×2.3m(D)×2.1m(H)の MSR 内で行なった。SQUID マグネトメータ(Z:検出コイル径 16mm φ)を装着した小型のヘリウムデュウとコイルセットの相対位置を固定した状態で(図 1、左上)MSR の中心に置き、床パーマロイまでの距離を高さ方向に変えながら感度およびノイズを評価した。検出コイルと校正コイルセットの中心間の距離は約 70mm で、コイルセットの各コイル(30mm φ)には、80Hz-0.2mA の正弦波電流を流して磁場を発生させた。

図 1 に、コイルセットとパーマロイまでの距離(H)を横軸に取り、縦軸に各距離において校正された感度値をプロットした。パーマロイからの距離が離れるにつれ校正感度値は増加し、距離約 630mm 以上ではほぼ一定値(1.12nT/V)に近づいた。この結果は、パーマロイとコイルセットの距離が近くなると、80Hz の交流磁場によってパーマロイに誘起された渦電流の影響が無視できないことを示していると考えられる。

一方、一定とみなした感度値を用いて計測したノイズは、検出コイルからパーマロイまでの距離が約 300mm 以上ではほぼ一定(2.2fT/√Hz)となったが、距離が近づくほど増加し、距離約 50mm では 5.7fT/√Hz となった。これは、パーマロイの熱雑音の影響が増加したためだと考えられる [3]。

これらの実験結果から、本手法で SQUID マグネトメータの感度を校正する場合には校正コイルセットをなるべく MSR の中心付近に置き、ノイズの評価を行う場合には検出コイルをパーマロイから 300mm 以上離す必要があることがわかった。

[1] M.Higuchi et al., Advances in Biomagnetism, pp. 4701-4704 (1989).

[2] Adachi Y et. al., IEEE Trans. Magn. 50 5001304 (2014).

[3] J. Nenonen et al., Rev. Sci. Instrum., vol. 67, pp. 2397-2405, (1996).

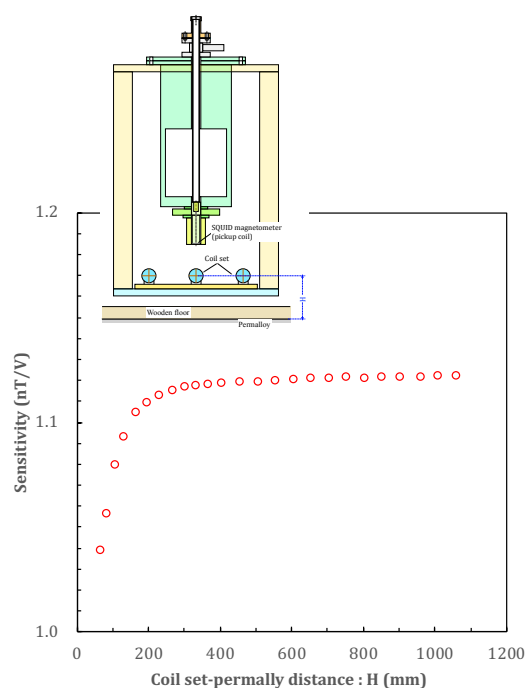


Fig.1 Calibrated sensitivity depending on the distance from the floor permalloy of MSR.