

SQUID 顕微鏡における参照 SQUID を用いた環境ノイズ除去の検討

Noise reduction using reference SQUID magnetometer in scanning SQUID microscope

金沢工大電子研¹, 産総研², 高知大³, [○]河合 淳¹, 小田啓邦², 宮本政和¹, 佐藤雅彦², 野口敦史^{2,3}, 山本裕二³

KIT-AEL¹, AIST², Kochi Univ.³, [○]Jun Kawai¹, Hirokuni Oda², Masakazu Miyamoto¹,

Masahiko Sato², Atsushi Noguchi^{2,3}, and Yuhji Yamamoto³

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

岩石の中には過去の地磁気情報(古地磁気)が保存されており,その磁気強度や反転分布を復元することによって過去の環境情報を読み解くことができる[1]。我々は,岩石磁気を高感度,高空間分解能でイメージングすることを目的として,走査型 SQUID 顕微鏡システムを開発してきた。前回の発表[2]では中空構造のクライオスタットを用いた SQUID 顕微鏡本体の開発と基本特性について報告した。その後,産業技術総合研究所(地質調査総合センター地質情報研究部門)にて,磁気シールドや XY ステージなどを整備し,システムとして完成させ運用を進めている[3][4]。図1は計測エリアでの磁気遮蔽率(Z方向)が約1/100@0.1Hzの磁気シールドボックス内に設置した SQUID 顕微鏡本体である。本体直下に置かれた XY ステージによってサンプルをスキャンするが,現在のところ SQUID-サンプル間の距離として 200 μm を実現している。

ところで岩石の残留磁場を高空間分解能でイメージングするには長時間を要する。従って計測の間,地磁気や振動など環境ノイズの影響を少なからず受ける。そこで今回,環境ノイズをセンシング SQUID とは別に設置した参照 SQUID を用いて除去する手法を検討した。

顕微鏡クライオスタットは, SQUID-サンプル間のギャップ調整を容易にするために中空構造を成しており,センシング SQUID と同じ軸上に参照 SQUID を配置することが難しい。そこで液体ヘリウムリザーバ内に参照 SQUID を配置し(図1),

環境ノイズを除去できるかどうかの実験を行った。参照 SQUID の位置は,センシング SQUID から見て,Z方向上方に約 340mm,径方向に約 90mm 離れた場所である。尚,参照 SQUID はセンシング SQUID と同じものを用いた。

図2は,センシング SQUID と参照 SQUID による環境ノイズの同時計測結果の例および両者の信号の単純な差分を示している。計測時間は30分で,サンプリング周波数は1kHz,収録後に5Hzのローパスフィルタ処理を施した。その結果,振動や数分程度の周期の短いノイズ成分については比較的相関が高くノイズ除去が可能なおかつわかったが,長周期のノイズがまだ残っており,参照 SQUID の位置や磁気シールドボックスの影響等が疑われる。今後この結果をもとに,効果的な環境磁場除去手法の開発を進める予定である。

謝辞

本研究は科学研究費・基盤研究 A「SQUID 顕微鏡による惑星古磁場の先端的研究の開拓」(246541660)の支援を受けて行われた。

[1] Oda, H. et al., *Geology*, 39, 227-230 (2011).

[2] 河合 淳 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-A22-12 (2014)

[3] 佐藤 雅彦 他, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 PPS11-21 (2016)

[4] 野口 敦史 他, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会 MIS18-P02 (2016)

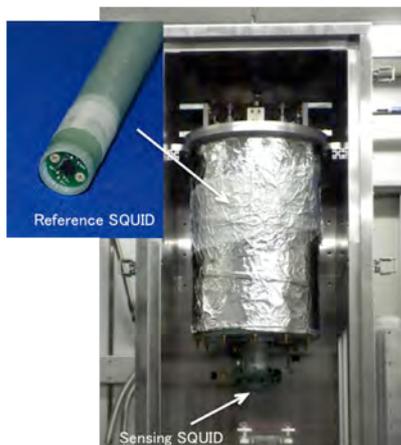


Fig. 1 SQUID microscope cryostat set in a magnetically shielded box and picture of reference SQUID.

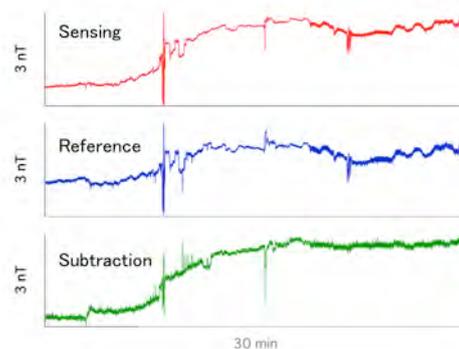


Fig. 2 Example of environmental noises measured with the sensing and the reference SQUIDs. The bottom signal is the simple subtraction between the sensing and the reference signals.