

SQUID 磁力計による地磁気観測における振動ノイズの検討

Examination of low-frequency noise in geomagnetic field measurements using SQUID magnetometer system

金沢工大電子研,[○]河合 淳, 宮本政和, 河端美樹, 上原 弦

KIT-AEL^{1, ○}, Jun Kawai, Miki Kawabata, Masakazu Miyamoto, and Gen Uehara

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

地磁気変動を高感度に検出するための SQUID 磁力計の開発を行い、観測試験を行いながらシステムの高感度化を進めてきた。現在、観測周波数帯域 DC~100Hz においてシステムノイズ約 25fT/√Hz@10Hz を実現し、白山市西山での野外観測において 7.8Hz を基本波とする Schumann 共鳴 (SR) の 8 次成分まで、また 0.5~10Hz の周波数帯域において電離層 Alfvén 共鳴 (IAR) の検出に成功している。また、観測された地磁気 3 成分の信号レベルは、南北 (NS) および東西成分 (EW) においては 200fT/√Hz 以上、鉛直成分 (Z) においては 50fT/√Hz 以上であり、システムノイズに比べ大きいことを確認している [1-3]。

ところで、高感度な観測では本来の目的である地磁気変動以外の様々なノイズに悩まされる。その一つが振動ノイズである。SQUID センサが地磁気中で磁力線を横切るように振動すると、検出コイルに鎖交する磁束量が変化し信号となって現れる。システムは防風カバーで覆われているので、直接的な加振源は地盤振動と考えられる。

図 1 は、西山で観測された 24 時間における地磁気信号 Z 成分を FFT した結果である。サンプリング周波数は 200Hz で、データロガーのデシメーションフィルタにより 80Hz で制限されている。黒線で示した信号は従来の信号で、システムの固有振動数に相当する約 11Hz に振動ノイズが検出されていた。SQUID センサとクライオスタットが一体となって地面に接する部分を支点として角度 θ で単振動すると仮定した場合、 $\theta \sim 0.1^\circ$ 程度でも約 60pT の信号振幅が検出されると見積もられる。これは SQUID センサの変位としては約 $4\mu\text{m}$ に、クライオスタットの底面の変位として 0.9mm 程度に相当した。

また、クライオスタットの底面にダンパーを入れたところ、図 1 の赤線に示したように振動を防止できる効果があることがわかった。

今回、野外計測における振動ノイズについて検討を行い、振動の低減を試みたので、その結果を報告する。

謝辞

観測実験の場所をご提供頂いた白山市および白山高山植物研究会に感謝致します。

[1] 河合 淳 他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-D61-8(2016)

[2] 河合 淳 他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 6p-S43-9(2017)

[3] J. Kawai et al., Supercond. Sci. Technol. 30 (2017) 084002

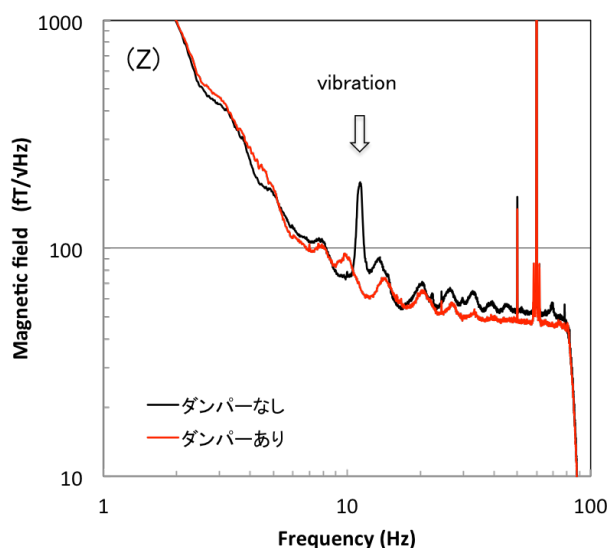


Fig. 1 Z-components of the geomagnetic signal detected using the SQUID magnetometer system at Nishiyama, Hakusan-city. The red and black lines show the signal with/without dampers, respectively.