

SQUID 磁束計を用いた高感度地磁気計測 (II)

Highly sensitive geomagnetic observation using SQUID magnetometers (II)

河合 淳、宮本 政和、河端 美樹、春田 康博、上原 弦 (金沢工大・電子研)

Jun Kawai, Masakazu Miyamoto, Miki Kawabata, Yasuhiro Haruta, Gen Uehara (KIT. AEL)

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

我々は、SQUID を用いた地磁気の高感度計測の実用化を目的として検証を行っている。30Hz 以下の超低周波領域での興味ある地磁気変動としては、シューマン共鳴 (7~35Hz) [1]、電離層アルフヴェン共鳴 (0.5~5Hz) [2]、重力音波 (~0.005Hz) [3]などが知られており、これらの現象はその発生メカニズムの解明だけでなく、地殻変動やグローバルな気候変動との関連性も注目されている[4]。ただし、これらの信号は全て $1\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}$ 程度かそれ以下のレベルであり、通常のフラックスゲート磁力計では検出が困難で、一般的にはインダクションコイルによる観測が行われている。しかしながらインダクションコイルは計測周波数帯域が限られ、1Hz 以下の低周波領域での計測は難しい。一方 SQUID は DC から数 kHz までの広い周波数帯域で高感度計測が可能である。

前回の発表[5]では、開発した SQUID 地磁気計測システムの評価と課題を報告した。今回の発表では、その後の野外計測結果および課題であった FLL 由来の低周波ドリフトノイズの改善などシステムの改良についての報告を行う。

図 1 に計測したシューマン共鳴のスペクトル例 (南北成分) を示す。24bit ロガーを用い、サンプリング周波数 200Hz で収録した 1 時間の計測データを FFT したものである。基本波から 5 次のモードまでのシューマン共鳴が計測できていることがわかる。ただしこのデータは従来の直接読み出し方式 FLL によって SQUID を動作させて計測したものであり、計測信号には地磁気変動だけでなく FLL 由来の低周波ノイズが含まれている。そこで今回、SQUID のバイアス電流のスイッチングとサンプルホールド機能を用いた直接読み出し方式の低ドリフト FLL を開発した。図 2 は従来の FLL と今回の FLL による SQUID ノイズ (超伝導シールド時) の比較である。従来型に比べ高周波域では原理上ノイズが若干増加するものの、10Hz 以下の低周波領域でのノイズは低減された。今後、この FLL と 24bit ロガーをバッテリー駆動にして、野外での計測試験を行う予定である。

謝辞 本研究は科学研究費・挑戦的萌芽(26610143)の支援を受けて行われた。

[1] Schumann W. O., Zeitschrift und Naturforschung, 107, 149-154(1952)

[2] T. Böfinger et al., J. Geophys. Res., 107, No. A10, SIA4, 1-9(2002)

[3] 家森俊彦 他, 月刊地球 Vol. 34, No. 10, pp. 590-595 (2012)

[4] 早川正士 他, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J93-B, No. 11, pp. 1495-1503(2012)

[5] 河合 淳 他, 第 73 回応用物理学会学術講演会 14a-A2-4(2012)

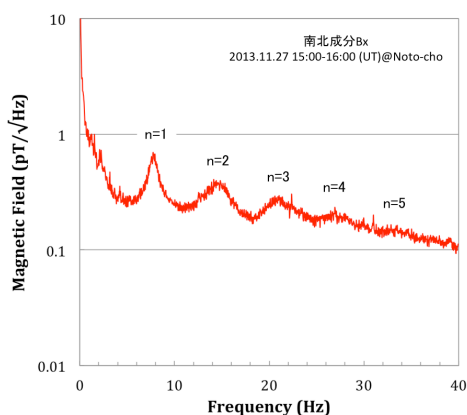


図 1 本システムで計測されたシューマン共鳴

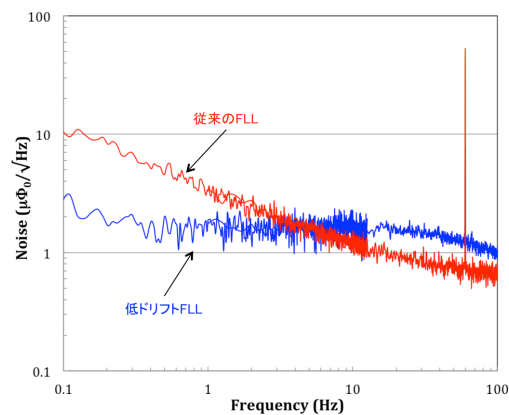


図 2 従来の FLL と低ドリフト FLL でのノイズの比較