

研究テーマ (和文) AB	SQUID 磁気センサを利用した高感度地磁気連続観測システムの開発と有効性の検証				
研究テーマ (欧文) AZ	Development and evaluation of a highly sensitive geomagnetic detection system using SQUID magnetometers				
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)カワイ	名)ジュン	研究期間 B	2011～2012 年
	漢字 CB	河合	淳	報告年度 YR	2012年
	ローマ字 CZ	KAWAI	JUN	研究機関名	金沢工業大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	河合 淳 金沢工業大学先端電子技術応用研究所・教授				

概要 EA (600字～800字程度にまとめてください。)

高感度な地磁気計測を目的として、超伝導量子干渉素子(SQUID)を用いたシステムを試作し、野外実験を行いながら実用性の検証を行った。システムは、地磁気のXYZ成分を検出するSQUIDマグネトメータ、SQUIDを冷却するためのFRP製のクライオスタット、SQUID駆動回路で構成されている。SQUIDはSi基板上に薄膜形成されたNb系の磁束伝達方式で(図1右上)、分解能は $15\text{fT}/\sqrt{\text{Hz}}@100\text{Hz}$ および $2\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}@0.01\text{Hz}$ であるが、低周波ノイズはプリアンプの $1/f$ ノイズが支配的である。クライオスタットは直径0.42m、高さ1m、液体ヘリウムの容量は35Lで1ヶ月間の連続冷却が可能である。ダイナミックレンジは $\pm 150\text{nT}$ に設定したが、最小検出磁場は 15pT とデータロガーの分解能によって制限された。

野外計測実験を行うために当研究所の敷地内に木造の実験棟を建設し(図1右下)、2012年4月よりシステムを設置して連続計測を行いながら実用性の検証を行った。設置場所は北緯 $36^{\circ}30'00.8''$ 、東経 $13^{\circ}41'51.5''$ 、標高199mである。クライオスタットは地面に設けられた穴に設置され、SQUIDセンサは地表面より深さ1mに位置している。

図1左に本システムで計測した2012年5月12日～14日の約2日間の地磁気変動の信号例を示す。X、Y、Zはそれぞれ南北、東西、鉛直成分であり、拡大波形からもわかるように地磁気の変動が高感度に計測できていることがわかる。また、南北成分のデータにカットオフ150秒のデジタルハイパスフィルタ処理を施した波形が示すように、周期100秒程度のPi2と呼ばれる地磁気脈動がきれいに検出できていることが確認できた。

本研究によって、SQUIDが高感度地磁気計測に有効であることが確認できた。一方、気温の変化による温度ドリフト($7\text{pT}/^{\circ}\text{C}$)が原因となって磁束ジャンプなどの誤動作が起こることや、 200nT を超えるような大きな磁気嵐に対するダイナミックレンジの不足など実用化向けの課題も検証できた。今後は、このシステムをさらに改良して実用化を目指す予定である。

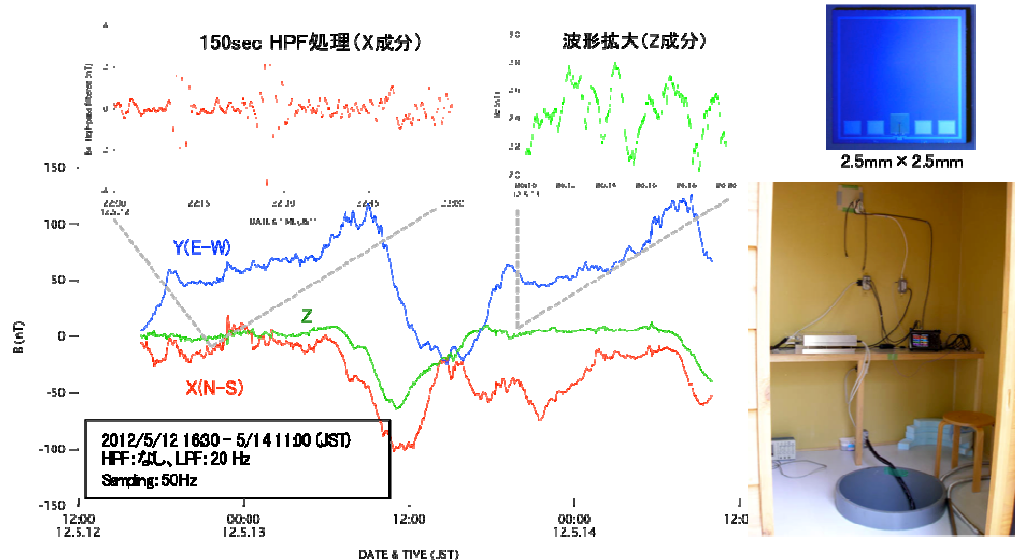


図1 SQUIDで計測した地磁気変動とSQUIDチップおよび観測棟内部

キーワード FA	SQUID	地磁気	高感度	
----------	-------	-----	-----	--

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA					
研究機関番号 AC					シート番号					

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	SQUID 磁束計による地磁気計測の検討							
	著者名 ^{GA}	河合 淳、宮本政和 他	雑誌名 ^{GC}	2012 春期第 59 回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集					
	ページ ^{GF}	11.105	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	SQUID 磁力計の高感度地磁気計測への応用の提案と実用化の検討							
	著者名 ^{GA}	河合 淳、宮本政和 他	雑誌名 ^{GC}	日本地球惑星科学連合 2012 年大会 予稿					
	ページ ^{GF}	SEM22-06	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	SQUID 磁束計による地磁気計測の実用化を目指して							
	著者名 ^{GA}	河合 淳	雑誌名 ^{GC}	超電動 Web21					
	ページ ^{GF}	10~11	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	8月号
雑誌	論文標題 ^{GB}	SQUID 磁束計による野外地磁気計測の検証 I							
	著者名 ^{GA}	河合 淳、宮本政和 他	雑誌名 ^{GC}	2012 年秋期第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集					
	ページ ^{GF}	11.135	発行年 ^{HD}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

We have developed a prototype of highly sensitive detection system for geomagnetic fields by using superconducting quantum interference devices (SQUIDs) and demonstrated field measurements in order to evaluate its performance. The system is configured with 3-axis SQUID magnetometers, driving electronics and a cryostat made of GFRP, whose size is 0.42 m in diameter, 1 m in height and 35 L in capacity. With this cryostat, the SQUIDs are operated in superconductive state for a month. The field noise of the SQUID magnetometer is $15 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}@100\text{Hz}$ and $2\text{pT}/\sqrt{\text{Hz}}@0.01\text{Hz}$. The low frequency noise is mainly attributed to the $1/f$ noise of the preamplifier in the driving electronics. The dynamic range was set to be $\pm 150 \text{ nT}$ and the minimum field resolution of the system is 15 pT , which is limited by the resolution of the data logger with 14 bit ADC.

The field test was performed in a wooden cabin built on our laboratory premises. The SQUIDs were located 1 m below the ground level. We confirmed that the system is able to detect geomagnetic signals with high sensitivity. However, we also confirmed that the output drift due to temperature change, which was $7 \text{ pT}/^\circ\text{C}$, causes fluctuation in the operation of the SQUID and small flux jumps consequently. In addition, the dynamic range was not enough for a big magnetic storm over 200 nT . Based on these results, we next plan to improve this prototype and realize a practical system as a promising tool for research on geomagnetism.