

超伝導重力計 (OSG#058) の長期連続運転

池田 博¹、青山雄一²、早河秀樹²、土井浩一郎²、渋谷和雄²

¹ 筑波大学研究基盤総合センター

² 国立極地研究所

Long-term continuous operation of superconducting gravimeter (OSG#058)

Hiroshi Ikeda¹, Yuichi Aoyama², Hideki Hayakawa², Kouichiro Doi² and Kozo Shibuya²

¹ Research Facility Center for Science and Technology University of Tsukuba

² National Institute of Polar Research

Continuous observation of gravity with superconducting gravimeters (TT-70 # 16) has been carried out since 1993. Since 2003, has been updated to (CT # 043) superconducting gravimeter equipped with a small refrigerator 4K GM type. The third generation of a superconducting gravimeter (OSG#058) was introduced in 2010. After the introduction, the report below for long-term continuous operation of superconducting gravimeter (OSG#058) without maintenance for two years for the first time in the world.

1. はじめに

南極昭和基地では 1993 年から 10K タイプ GM 冷凍機を装備した超伝導重力計 (TT-70 # 16) による重力の連続観測が初めて行われた。2003 年からは 4K タイプ GM 冷凍機を装備した液体ヘリウム再凝縮型の小型超伝導重力計 (CT # 043) に更新され、2009 年 12 月末まで連続観測を行った。これまでの超伝導重力計によって地球上の重力を測定して地球内部の動きや地球自由振動の測定により地球の動的特性を解明しようとしている [1]。第 51 次南極地域観測隊夏隊により第 3 世代の超伝導重力計 (OSG#058) が導入され 2010 年 1 月より連続観測を開始しており、2012 年 9 月まで長期連続観測を継続しており、2012 年 2 月まで設置後 22132 時間、メンテランス無しで連続観測に成功した。これは超伝導重力計観測の連続観測の世界新記録である。ここでは長期連続運転の結果についてとデータについて、さらに今後の課題について報告する。

2. 長期連続運転

第 51 次南極地域観測隊夏隊により第 3 世代の 4K タイプ GM 冷凍機を装備した液体ヘリウム再凝縮型の超伝導重力計 (OSG#058) が導入され 2010 年 1 月より連続観測を開始しており、今までの超伝導重力計では 1 年ごとに冷凍機の交換と圧縮機の交換を行って来た。今回は運転状況から 2 年間連続運転を行い 2012 年 2 月に初めて冷凍機の交換と圧縮機の交換を行った。これは超伝導重力計の連続観測としては新記録である。交換した冷凍機と圧縮機は 53 次隊夏隊によって日本に持ち帰り、住友重機械工業によってメンテランスを行った。その結果、持ち帰った時点での負荷性能試験を行ったところ **1 st 56.2K (60K 以下) 2 st 3.49K (4.2K 以下)** の性能が得られ、設置当初の値 **1 st 52.4K、2 st 3.40K** からの性能劣化はほとんど無く、さらなる長期運転が可能であったことが示唆される。運転時間は 2012 年 2 月 8 日で 22132 時間であった。冷凍機の分解調整の結果、内部摺動部の異常磨耗やパーツ破損等も無かった。修理作業としては蓄冷材のベーキング、再組立て、リーク検査等を行った。交換部品としてはバルブ本体、バルブプレート、軸受ベアリング等を交換した。圧縮機についてはアドソーバの交換を行った。現在、使用されている冷凍機と圧縮機については今回の状況を踏まえて 3 年連続運転を計画している。図 1 に 2 年間連続運転したディスプレイサの写真を示す。ほとんど劣化の様子は見受けられない。

3. 観測データ

2010 年 1 月より連続観測を開始してからの観測データを図 2 に示す。上から生データ、潮汐、トレンド、気圧変動、残差の順である。2 年間、欠測も無く、ステップも生じていない。南極昭和基地のブリザードによる気圧変動の激しさが見られ最大で 60hpa もの変動があり、1 日で 40 hpa もの変動が生じる時もある。トレンドは年周期などが観測されているが今後の解析が期待される。このように 2 年間の連続観測でデータにステップが無く、ノイズレベルも 0.1 μ ガル以下であることは超伝導重力計の性能を十分に発揮していると考えられる。2012 年 2 月 8 日に冷凍機と圧縮機の交換を行ったが、観測データは UPS があるので継続されており、冷凍機交換によるステッ

プも生じることは無かった。そのため今後も継続したデータが取得出来る。このように長期運転による高精度のデータがこれほど長期に渡って得られたことは無く、今後もさらに継続されることを期待している。

4. 今後の課題

超伝導重力計 (OSG#058) の今後の課題としては、現在、容器内圧は 0.07Psi になるように制御されているが、急激な気圧変動により気圧が 980hpa を通過するとき容器内圧が低下し、ヒーターが連動して内圧を上げようとするが、そのとき図3に示すように Tilt PWR も影響を受けて優乱状態になることである。容器内圧が 0.07Psi のとき制御電流は 27mA 程度であるが、容器内圧が低下して場合は最大で 42mA 程度となる。この状態の解決策として容器内圧の設定を 0.09 Psi 程度に上げることで制御電流がどのように変化するか試験したいと考えている。なお、これが起こるのは 0.03-0.04Hz の高周波側で起こり、ローパスフィルターを使用することで朝夕解析には影響を与えていない。



Figure 1. Displacer continuous operation for two years.

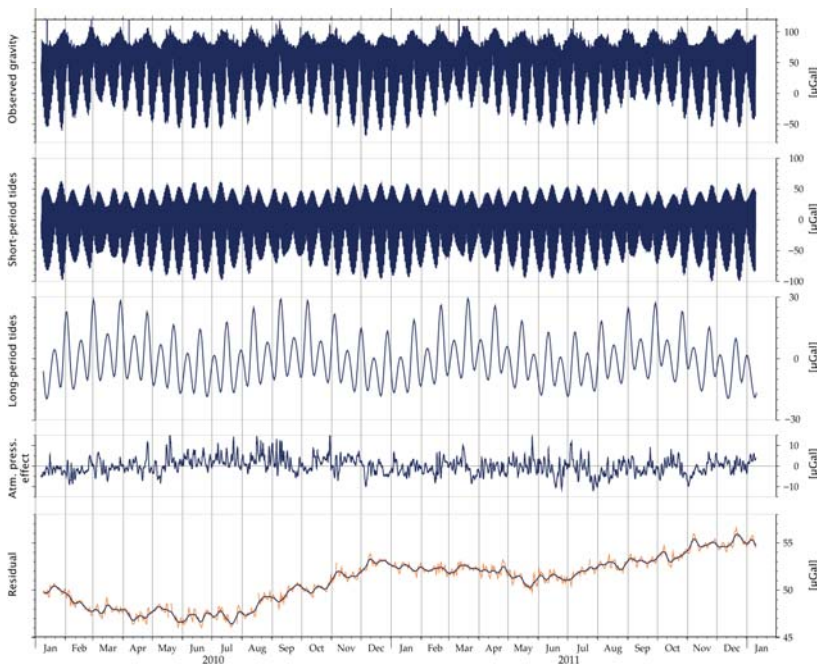


Figure 2. Two years observed data of superconducting gravimeter.

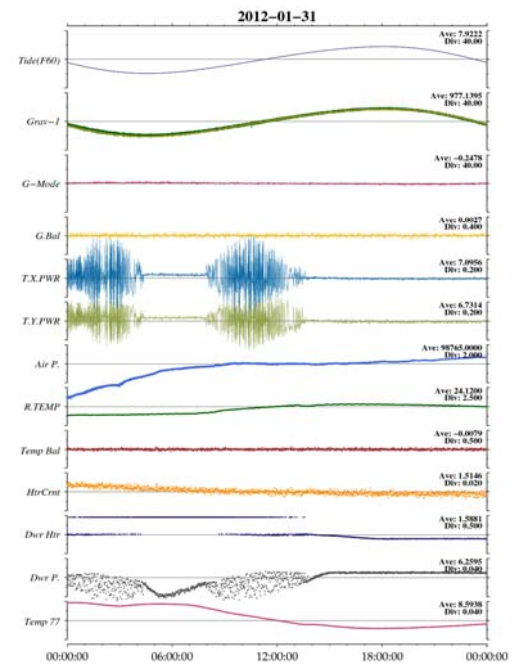


Figure 3. Vibration of Tilt PWR.

References

1. K. Nawa, N. Suda, Y. Fukao, T. Sato, Y. Aoyama and K. Shibuya, Earth Planet and Space **50** (1998) 3.