



Title	絶対重力計との比較による超伝導重力計のスケールファクターの推定 : 2019年9月北海道大学弟子屈観測所において
Author(s)	名和, 一成; 今西, 祐一; 西山, 竜一 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 83, 97-101
Issue Date	2020-03-19
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.83.97
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77096
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/
Type	departmental bulletin paper
File Information	GBHU_83_p97-101.pdf



絶対重力計との比較による超伝導重力計のスケールファクターの推定 – 2019 年 9 月北海道大学弟子屈観測所において –

名和 一成

産業技術総合研究所地質調査総合センター

今西 祐一・西山 竜一

東京大学地震研究所

高橋 浩晃・大園 真子・岡田 和見・山口 照寛

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

本多 亮

山梨県富士山科学研究所

(2020 年 2 月 25 日受理)

Estimation of scale factor of an iGrav superconducting gravimeter by comparison with FG5 absolute gravimeter: A case at Teshikaga observatory of eastern Hokkaido in September 2019

Kazunari Nawa

Geological Survey of Japan, AIST

Yuichi Imanishi, Ryuichi Nishiyama

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Hiroaki Takahashi, Mako Ohzono, Kazumi Okada, Teruhiro Yamaguchi

Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

Ryo Honda

Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

(Received February 25, 2020)

The absolute gravity measurement by FG5 was performed for the first time after starting continuous gravity observation by iGrav SG (# 017) at the Teshikaga Observatory, Hokkaido University. From the comparison between the absolute gravity value obtained with FG5 and the output value of iGrav SG, the scale factor in Medium Feedback mode of iGrav SG was estimated to be $-1998 \mu\text{Gal/V}$ ($\times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}/\text{V}$).



I. は じ め に

超伝導重力計は相対重力計の1つであり、重力計の生データ（出力電圧値）を重力値に変換するためには、スケールファクター（感度係数）を何らかの方法で決める必要がある。超伝導重力計は据置型の連続測定用重力計であるため、野外の重力検定路線等を利用する可搬型スプリング式相対重力計の検定と異なり、絶対重力計などと同時に重力の時間変化を観測することによって、そのスケールファクターを決定することが多い。

2018年11月、北海道大学弟子屈観測所において、超伝導重力計 iGrav(#017) による重力連続観測を開始した（名和ほか，2019）。弟子屈観測所では、重力基準点の構築を目的として絶対重力測定を実施した（名和ほか，2018）が、iGrav による連続観測を開始してからこれまで絶対重力測定の機会を設けることができなかった。2019年9月、iGrav による観測開始以降初めて、絶対重力測定を実施することができた。今回、絶対重力計 FG5 との並行観測結果から、超伝導重力計 iGrav(#017) のスケールファクターを推定したので、その結果を報告する。

II. 方 法

2017年9月に実施した絶対重力測定（名和ほか，2018）では、産総研地質調査総合センターが所有する絶対重力計 FG5#217 を使用したが、今回の iGrav との並行観測では、東京大学地震研究所が所有する絶対重力計 FG5#241 を使用した。自動車と仙台－苫小牧間のフェリーを利用し、東京から道東まで FG5 を運搬した。観測期間はこれまでの測定時期に合わせて9月上旬に設定した。令和元年房総半島台風の影響を受け、運搬を含む全体の出張期間を1日短縮せざるをえなかった。そのため、弟子屈観測所での測定期間は、2019年9月11日夕方から12日朝までの一晩だけになった。

並行観測期間中、FG5#241 の設定は、118 ドロップ（1ドロップは10秒間隔）を1セットとし、そのセットを20分間隔で繰り返した。一方、スケールファクターを推定したい iGrav については、通常の設定（MFB：Medium feedback mode）を変えずに、1秒サンプリングでの連続観測を継続した。並行観測終了後、それぞれの重力計で取得したデータを使い、スケールファクターを計算した。具体的には、FG5 のドロップ値（絶対重力値）とそのドロップ時刻に対応する iGrav の出力値（電圧値）との相関関係を調べ、iGrav のスケールファクターに相当する比例係数を計算した。

III. 結果と議論

iGrav のスケールファクターの計算には、2019年9月11日11時18分から23時57分（UTC）の期間のデータを使用した（Fig. 1, 2）。FG5 による測定データを絶対重力値に換算する際に、重

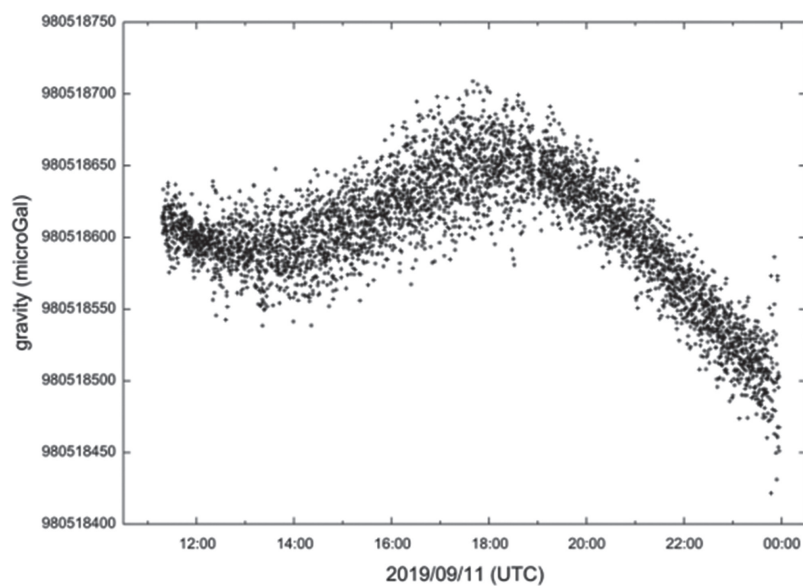


Fig. 1. Absolute gravity variation measured by FG5 (#241) absolute gravimeter

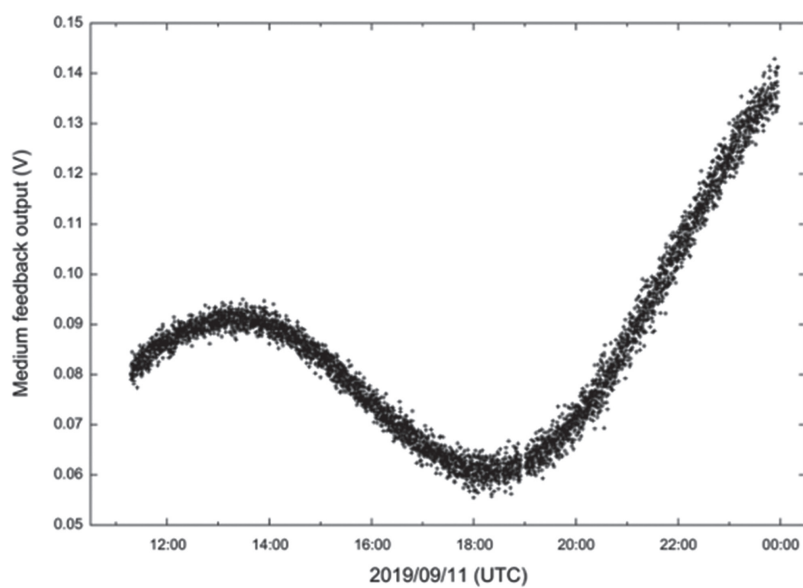


Fig. 2. Output signal variation of iGrav (#017) at Teshikaga, Eastern Hokkaido, Japan

力鉛直勾配等の各種パラメータは名和ほか（2018）と同じ値に設定した．また，重力値が 3σ （ σ はセット毎のドロップ値の標準偏差）を超えるドロップ時のデータは異常値として除去し，計算に使用しなかった．

Fig. 3 に，iGrav 出力値と FG 5 ドロップ値の相関を示す．iGrav 出力電圧値の増減は，センサー部の超伝導球の上がり（重力減少），下がり（重力増加）に対応しており，この図では，右下がりの負の相関関係を示す．スケールファクターは，下向き重力増加が正值となるように，負値となる．ここに示したデータに 1 次関数を当てはめた結果，iGrav のスケールファクターは， $-1998 \mu\text{Gal/V}$ （ $\times 10^{-8} \text{ ms}^{-2}/\text{V}$ ）と計算された．また，その標準誤差は $\pm 14 \mu\text{Gal/V}$ であった．

同じ iGrav（#017）のスケールファクターを推定した先行研究の結果と比較する．移設する前，苫小牧で使用していた際に，iGrav は分解能が最も高い RUN モードで測定していた．苫小牧では 2018 年 6 月 28 日から 7 月 2 日までの FG5（#217）との同時比較測定の結果から RUN モードのスケールファクター（ $-95.65 \mu\text{Gal/V}$ ）を決定している（Goto et al., 2019）．MFB モードの値は RUN モードの値の 20.92 倍であることがわかっている（名和ほか，2019）ので，苫小牧の結果から得られる MFB モードのスケールファクターは $-2001 \mu\text{Gal/V}$ となる．今回得られた値と苫小牧の比較測定結果から予測される値との差は 0.15% 程度であり，標準誤差以内で一致している．

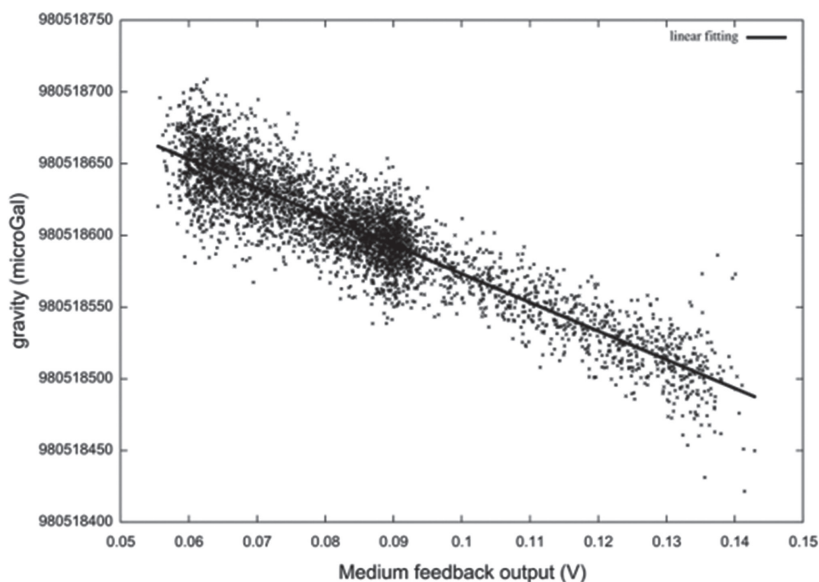


Fig. 3. Relationship between iGrav outputs and FG5 gravity values. Solid line denotes a fitted linear function to scatter data.

IV. お わ り に

弟子屈観測所で取得した iGrav データは随時、北海道大学地殻変動データベース（山口ほか，2010）に登録している．これまでこのデータベースでは，暫定的なスケールファクターとして $-1910 \mu\text{Gal/V}$ を使用して時系列を出力していたが，本論文の公開以降，今回推定した値（ $-1998 \mu\text{Gal/V}$ ）に更新する．弟子屈観測所の重力時間変化の解析や，道東地域におけるスーパー・ハイブリッド重力測定（例えば，Imanishi et al., 2018）の解析にデータを使用する際に留意されたい．

今回の比較測定によって iGrav(#017) のスケールファクターを推定することができたが，今後，重力の経年変化を議論するためには，iGrav の機械的ドリフト特性を知る必要がある．これまでの観測期間に発生したいくつかの有感地震によって iGrav にステップノイズが生じている．ドリフトとともにステップ量の推定のためにも，今後も絶対重力測定を繰り返し実施することが必要である．

文 献

- Hiroki Goto, Mituhiko Sugihara, Hiroshi Ikeda, Yuji Nishi, Tsuneo Ishido, and Masao Sorai, 2019. Continuous gravity observation with a superconducting gravimeter at the Tomakomai CCS demonstration site, Japan: applicability to ground-based monitoring of offshore CO₂ geological storage, *Greenhouse Gas Sci Technol*, 9, 934-947, DOI: 10.1002/ghg.1911
- Yuichi Imanishi, Kazunari Nawa, Yoshiaki Tamura, Hiroshi Ikeda, Ryo Honda, Takashi Okuda, and Makoto Okubo, 2018. Combined use of a superconducting gravimeter and Scintrex gravimeters for hydrological correction of precise gravity measurements: a superhybrid gravimetry, *International Association of Geodesy Symposia* 149, https://doi.org/10.1007/1345_2018_31
- 名和一成・宮川歩夢・山崎雅・望月一磨・高橋浩晃・大園真子・岡田和見・岡大輔・岡崎紀俊・本多亮，道東カルデラ火山地域における絶対重力測定，2018. 北海道大学地球物理学研究報告，81，11-16, doi: 10.14943/gbhu.81.11
- 名和一成・池田博・岡田和見・高橋浩晃・岡大輔，2019. iGrav 型超伝導重力計（#017）の道東カルデラ火山地域への移設―苫小牧から札幌・南新川を経て弟子屈へ―，北海道大学地球物理学研究報告，82，19-24, doi: 10.14943/gbhu.82.19
- 山口照寛・笠原 稔・高橋浩晃・岡山宗夫・高田真秀・一柳昌義，2010. 地殻変動データベースの開発，*測地学会誌*，56，47-57, <https://doi.org/10.11366/sokuchi.56.47>