

## 【課題名】

過去の稠密重力データの日本重力基準網 2013 への整合手法の検討

Investigation of method that makes Japanese old and dense gravity data consistent with Japan gravity standardization net 2013

## 【発表者(\*)・共同研究者】

国土地理院地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室 \*宮崎隆幸

## 【概要】

国土地理院は、全国に等しく正確な重力基準を提供するため、最新の重力測定 of データを用いて「日本重力基準網 2013 (JGSN2013)」を構築した。JGSN2013 の精度は、網平均計算の残差と一個抜き交差検定による評価から約  $10 \mu \text{Gal}$  とも見積もられており、従来の日本重力基準網 1975 (JGSN1975) と比べて 1 桁程度高い精度の重力基準が実現された。国土地理院は、重力基準の構築に用いた測定に加えて、稠密な全国の重力分布を把握し、水準測量に正確な正標高補正を行うため、1967~1993 年に水準点や主要な三角点において相対重力測定を実施した。この測定で得られた日本全国を網羅する約 14,000 点におよぶ稠密な重力データは、JGSN75 に準拠しており、計測機器の校正など、重力の基準として活用されている。

これらの測定は、1976 年に公表された JGSN75 に基づく重力値であることから、現在の JGSN2013 に基づく測定とは、測定誤差の範囲では必ずしも一致しない。この乖離は、測定が測定方法や基準系の違いによって重力成果値を算出する際に系統的な差を生じることや、地殻変動や地下水くみ上げ等によって観測点の地盤が上下変位することなどに起因して生じる。国土地理院が公開する JGSN75 と JGSN2013 の間の乖離は最大で数  $100 \mu \text{Gal}$  に達する。

全国を網羅する稠密な重力データの重要性は、近年 GNSS を用いた標高決定が高度化され、普及したことに伴って、高さの基準面としてのジオイド・モデルを構築する基盤データとして、さらに増している。ジオイド・モデルの精度・信頼性を向上するためには、信頼度の高い最新の稠密な地上重力データが不可欠であるが、全国を網羅する重力測定を新たに行って、JGSN2013 に準拠した稠密なデータを数年間で得ることは、人的・経済的なリソースを考慮すると非常に困難である。

これらの課題の解決を目的として、JGSN75 重力値を JGSN2013 重力値に整合させるための手法の開発を実施している。本研究では二つの基準系間の重力値の乖離は①JGSN75 の構築当初から含まれていた重力成果値の不確かさ ②JGSN75 重力観測時から現在に至るまでに重力観測点を受けた地殻変動の影響 のふたつの要因で説明可能であると考えた。このうち②については過去の水準測量・GNSS 連続観測 (電子基準点データ) を用いて重力観測点の上下変位に伴う重力値の変化を推定し、地震断層モデルを用いて地震時の一時的

な重力変化とマントルの粘弾性緩和に伴う地震後の長期的な重力変化を計算することで推定できる。ふたつの重力基準系間の重力値の乖離のデータからこの地殻変動の影響を差し引くことで①の JGSN75 が含んでいる誤差が明らかになり、その分布の特徴に即した手法によって空間補間を実施することでふたつの基準系の変換を実現する。

本研究によって、地殻変動による重力値の変化が重力の基準にどの程度寄与するかを評価できるとともに、ふたつの重力基準系の関係が明らかとなり、過去に観測された膨大な稠密重力データ資産が現代でも有効活用できる。その結果、精密なジオイド・モデルを構築する基盤となる地上重力データの高度化が進展する。

#### 【abstract】

Geospatial Information Authority of Japan (GSI) have established a new gravity standardization network of Japan, named the Japan Gravity Standardization Net. 2013 (JGSN2013), from the latest absolute and relative land gravity measurements covering the whole country. The accuracy of JGSN2013 is evaluated around  $10 \mu$  Gal in standard deviation from the residuals of network adjustment and the leave-one-out cross validation, and this means JGSN2013 achieves more accurate gravity standard than the former gravity standard, the Japan Gravity Standardization Net. 1975 (JGSN75), by an order of magnitude. GSI also conducted relative gravity measurements at benchmarks and some of triangular control points from 1967 to 1993 in order to obtain dense spatial distribution of surface gravity and also utilize them for orthometric height correction of levelling survey. The data obtained by the measurements comes to 14,000 in total, refers JGSN75 and has been utilized for calibration of measurement devices etc. as nationally authorized gravity standard.

This gravity data refer to JGSN75, which was established in 1976, thus are not consistent with recent measurements referring JGSN2013 and the difference sometimes exceeds range of the measurement error. The major sources of the difference are difference in measurement procedure or difference of referred standard, temporal vertical variation of ground at observed sites caused by crustal deformation or pumping of groundwater. The maximum difference between JGSN75 and JGSN2013 at the gravity station of GSI is over  $100 \mu$  Gal.

GNSS-derived orthometric height determination has been recently developed. As a result, the importance of land gravity data densely covering the whole country has been gradually increasing because the data has been increasingly utilized as fundamental data for modeling of geoid, a reference surface for orthometric height. The latest, Highly-reliable land gravity data covering the country are essential for improving accuracy and reliability of geoid model. However, it is almost impossible to obtain new data referring

JGSN2013 with in several years by newly conducting time- and cost-consuming gravity measurement for the whole country.

To resolve these problems, a method that makes JGSN75 gravity consistent with JGSN2013 gravity is developed. In this research, difference between two gravity reference system is explained with two causes thus, (A): “observation error that is originally included in JGSN75” and (B): “effects of crustal deformation that is imposed on observation point while old and new observation interval”. (B) can be estimated using spirit leveling data and GNSS continuous observation data for determination of variation of observation point and its effect for gravity value. Furthermore, co-seismic and post-seismic gravity change are estimated using rectangular fault model and viscoelastic relaxation model calculation. These crustal deformation effects are subducted from difference gravity data and we obtain (A). And we can adapt appropriate method for interpolation of difference of gravity data that are corrected using (B).

By this research, gravity change that are caused by crustal deformation is estimated. And relation of old and new gravity data is revealed. Thus old and dense gravity data recover accuracy. Consequently, basic data for developing more precise geoid are provided.

**【発表形式】**

口頭発表

**【掲載図】**

なし

**【キーワード】**

日本重力基準網 2013