

## GRACE 衛星重力データと地上重力測定データ

## GRACE satellite gravity data and in-situ precise gravity data

# 福田 洋一 [1]; 山本 圭香 [1]; 長谷川 崇 [1]

# Yoichi Fukuda[1]; Keiko Yamamoto[1]; Takashi Hasegawa[1]

[1] 京大・院理・地物

[1] Geophysics, Kyoto Univ.

衛星による重力測定データと地上での重力測定データの違いや両者を結びつける研究についてはすでに幾つかの試みがあり、例えば、GRACE が打ち上げられる以前から、衛星重力データを利用した精密重力測定の補正方法についての提案などがなされている（福田・Foldvary, 2001）。本研究では、GRACE による衛星重力データが現実に利用できるようになり、既に多くの応用研究が進められている現在の状況において、実際に GRACE データを用いた処理の実例を示しながら、衛星重力と地上重力測定データの違い、また、両者を如何に統合して利用すべきかについて再考する。

衛星重力データと地上重力測定データでは、測定精度や空間的・時間的分解能の違いといった明らかな相違ばかりでなく、測定にかかるシグナルそのものの違い、すなわち、それぞれの測定では何を測っているのかを認識しておくことが重要である。ここで想定している GRACE データは、いわゆるレベル2データとよばれる約一月毎の地球重力場の球面調和関数展開係数時系列で、現在、UTCSR、JPL、GFZ の3つのデータセンターから公開されている。衛星データは、原理的には、地球の内外で起きるすべての質量移動（質量再配分）をシグナルとして測定している。レベル2データでは、この内、変動速度の早い、大気や潮汐などによる質量変動の影響は、それぞれのモデルにより除去されている。従って、GRACE によって捉えられるシグナルの大部分は、1ヶ月よりも変動速度が遅い、陸水や海洋、氷床など、地球表面層流体の変動に伴うものであるが、これらのシグナル以外に、Post-Glacial Rebound や地震に伴う質量移動など、地球内部で生じる質量移動シグナルも同時に捉えている。

一方、地上重力測定データとしては、理想的にある瞬間での重力絶対値を与える絶対重力計（AG）による測定データや、例えば超伝導重力計（SG）のように、重力の連続的な時間的変化だけを与えるデータを考える。地上での重力測定データと衛星データの最も重要な相違は、地上データでは、質量再配分とともに測定点そのものの上下変動に伴う重力変化も同時に測定される点で、このような上下変動の原因としては、グローバルな地球表面層流体の質量再配分に伴う荷重変形とともに、地震や地盤沈下などに伴う局所的な変動や、また、極域などでは PGR に伴う変動も大きく影響する。

以上のような想定のもとに、まず、GRACE データを用いた精密重力測定データの補正について考える。多くの場合、陸上で精密重力測定を実施する重要な目的は、例えば地下水変動に伴う重力変化の検出など、さまざまな原因による測定点での局所的な重力の時間的変化を測定することである。このためには、例えば広域な陸水変動や海洋変動など、目的とするシグナル以外の原因による変動は適切に除去する必要がある。このような広域的な質量再配分の影響には引力項と荷重変形項があるが、GRACE による変動重力場がすべて地球表面での面密度変化であると仮定すると（多くの場合、この仮定は大変よく成り立つ）、両者を含めた影響は、荷重ラプ数を考慮した畳み込み積分、あるいは、球面調和関数係数の合成で容易に計算することができる。実際に GRACE のデータを利用した計算では、例えば陸水変動の影響が大きなインドシナ半島などは、このような広域的な影響による重力の年周期的な変化が数  $\mu$  gal 以上にも達することが判明しており、これは極運動に伴う重力変化などと同じ程度の大きさであり、高精度な AG 測定では無視することができない量である。

次に PGR の影響が大きい極域などでの重力変化について考える。GRACE が測定する重力変化は、先に述べた地球表面での質量変動とともに PGR に伴う地球内部での質量変動を含んだものである。一方、地上での重力測定では、以上の質量変動の影響ならびに表面荷重変形に伴う上下動の影響と同時に、PGR に伴う上下動の影響も受けている。従って、もし局所的な重力変化や地殻変動などの影響が存在しないと仮定すると、地上での重力測定によって得られて重力変化から、GRACE によって検出された重力変化の影響を差し引くと、PGR に伴う上下動の影響だけが残ることになる。このような例として、南極昭和基地での絶対重力測定で得られた重力の勾配に GRACE で得られた重力変化の勾配を補正したところ、GPS によって測定されている上下動の勾配とよく一致することが判明した。このような例では、重力変化に及ぼす質量変動の影響より上下動の影響の方が大きいため、地上での重力測定と GRACE の測定データでは、変動のセンスが逆になることが特徴である。このような符号の逆転は、スマトラ・アンダマン地震など、地震による重力変化の場合も同様である。