

# 日本周辺の絶対的ジオイド・モデルの構築に関する研究（第1年次）

実施期間 平成16年度～平成20年度

地理地殻活動研究センター

宇宙測地研究室 黒石 裕樹

## 1. はじめに

日本列島はテクトニック・プレートの収斂境界に位置し、地質構造や地形の変動が激しく、重力場やジオイド形状が広い波長域にわたり大きな変動をもつ。陸域におけるジオイドの絶対位置決定には、周辺海域を含めて広い波長域で精密な重力場の構築が必要である。また、日本の南沖に西岸境界流の一つである黒潮が流れ、日本周辺は海洋力学的にきわめて活発な領域であり、海洋の力学的研究を推進するため、海洋の力学的基準面であるジオイドの絶対位置を精密に決定することが求められている。

Kuroishi and Keller (2005) は、日本周辺において従来のモデル JGE0ID2000 (Kuroishi, 2001) を有意に改善する重力ジオイド・モデル JGE0ID2004 を構築した。ここでは、北海道や瀬戸内海西部の重力データ欠落を解消し、人工衛星アルチメトリーによる海域重力場モデル KMS02 (Andersen et al., 2005) との統合により海上重力データに含まれる中・短波長域の誤差低減を実現した。全国ジオイド高データとの比較から JGE0ID2004 の誤差は全国的に滑らかで $\pm 25\text{cm}$ 程度の範囲にあることが分かり、それは局所ジオイド構築の基盤モデルとして用いた全球ジオイド・モデルの長波長誤差によると推定された。

こうしたなか、長波長の全球重力場とその時間変動を観測するため、CHAMP (Challenging Mini-satellite Payload)、GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) と重力衛星が相次いで打ち上げられ、長波長の全球重力場がかつてない高精度で決定できるようになった。そこで、本課題では、これらの重力衛星の観測データ等を用いて日本周辺における長波長重力場モデルを高精度に決定し、それを応用して日本のジオイドについて絶対的位置決定を高度化する研究を行う。

## 2. 研究内容

始めに、JGE0ID2004 の中・長波長誤差を評価する目的で、琉球海溝の北側にあつて海溝に伴うジオイド傾斜面に位置する屋久島周辺において、陸上重力データの追加による稠密化を行って改良重力ジオイド・モデルを構築し、GPS/水準法によるジオイド高データとの比較を行う。次に、重力衛星観測データを用いて日本周辺の長波長重力場を高精度決定する手法を開発し、その手法を適用して得られる長波長重力場モデルと海上重力データや人工衛星アルチメトリーによる海域重力場モデルを最適統合する手法を開発する。さらに、こうして得られる重力場モデルを用いて日本周辺のジオイドの絶対的位置を高精度決定する手法を構築する。

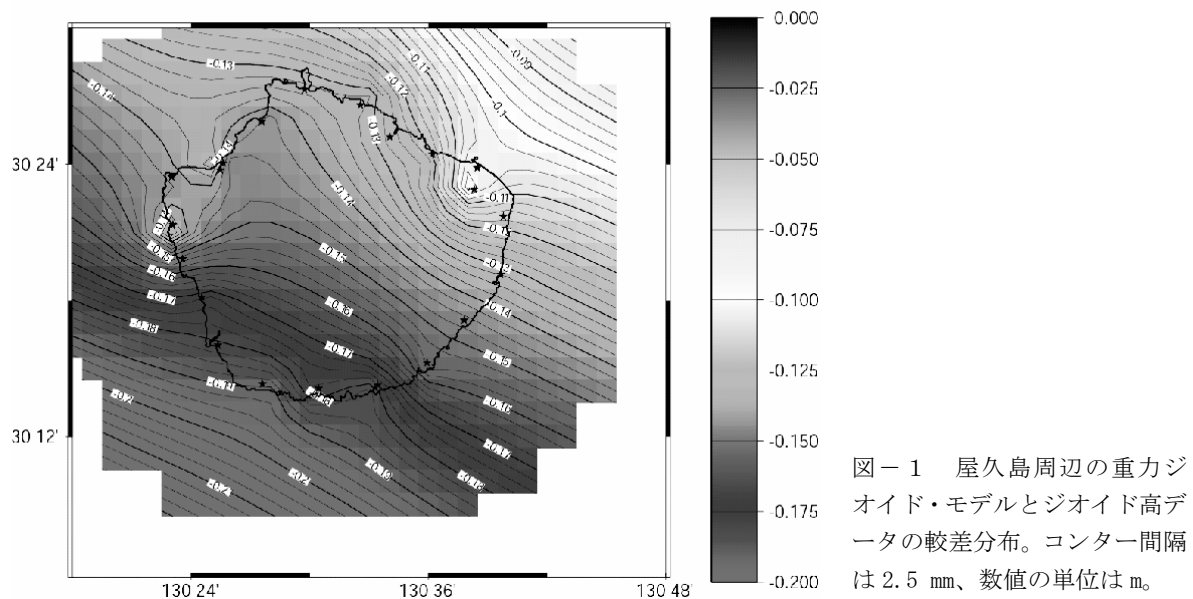
## 3. 得られた成果

### (1) 屋久島周辺における JGE0ID2004 のジオイド長波長成分の精度評価

屋久島について産業技術総合研究所から 190 点、測地部から 28 点の新たな陸上重力データが提供され、これを含めて全国の重力ジオイド・モデルを構築した (図-1)。そのモデルと測地部による 22 点でのジオイド高データの較差分布を図-1 に示す。JGE0ID2000 と比べ新しいジオイド・モデルでは、中・長波長誤差を傾斜平面で近似した場合その傾斜率が  $1/2$  以下に、平面回帰後の較差は、範囲が  $14\text{cm}$  から  $10\text{cm}$  に、標準偏差が  $3.9\text{cm}$  から  $2.0\text{cm}$  に、それぞれ低減している。新しいジオイド・モデルに含まれる誤差はほぼ南北方向の傾斜であり、重力衛星観測データを用いた長波長重力場モデルの高精度化によって改良が期待される。

## (2) 重力衛星観測データからの重力場の復元手法の開発

課題「精密ジオイドの決定とその応用開発」において、CHAMP 衛星の High-Low SST 方式による観測から全球重力場を復元する基礎的な手法が開発された。その結果、地域的な重力場の復元では、GRACE 衛星の Low-Low SST 方式による観測から、大気・海洋の質量再配分による短周期重力場変動を補正し、加速度計観測による非保存力の化成を行う手法に発展させることが望ましいことが明らかになった。そこで、その処理手順を検討した。まず、GRACE 衛星観測データから構築された最新の全球平均重力場モデル（全球モデル）をもとに GRACE 衛星の力学的軌道解析を行い、加速度計データの検定を行う。対象とする日本周辺のやや広い地域上空で得られた GRACE 衛星の距離変化率データから、検定された加速度計データや大気・海洋変動モデルなどを用いて、当該地域の全球モデルに対する中・長波長重力場のずれを推定パラメータとした軌道の力学的解析を行って、当該地域について空間分解能や信頼度の向上した重力場を推定する。この方法は、球面調和係数を用いた全球重力場復元では対象地域以外の重力場変動による調和係数の調整などが行われる欠点を伴わないため、重力衛星観測からの地域的な重力場決定への応用に有利である。



## 4. 結論

屋久島において JGEOID2004 を評価し、中・長波長域に有意な系統誤差の存在が認められた。このような中・長波長誤差を低減し、日本のジオイドの絶対位置を高精度決定するためには、重力衛星観測からの地域的な重力場の高精度決定手法の開発が望まれることが確認された。その手法について、処理手順がまとめられた。今後、その手順に従い、GRACE 衛星の観測データを用いた解析手法の開発を進める必要がある。

屋久島周辺の重力ジオイド・モデルの改良は、離島ジオイドの決定作業に関連して物理測地課と協力して行った。その際追加された陸上重力データは、物理測地課による測定と産業技術総合研究所地質調査総合センターで新たに測定され提供されたものである。ここに記して協力への謝意を表します。

## 参考文献

- Andersen, OB, P Knudsen, R Trimmer (2005) Improved high resolution altimetric gravity field mapping (KMS2002 global marine gravity field). IAG Symp, 128: F Sanso (ed), A Window on the Future of Geodesy, 326-331, Springer
- Kuroishi Y (2001) A new gravimetric geoid model for Japan, JGEOID2000. IAG Symposia, 123: MG Sideris (ed), Gravity, Geoid, and Geodynamics 2000, 329-333, Springer
- Kuroishi, Y, W Keller (2005) Wavelet approach to improvement of gravity field-geoid modeling for Japan, J Geophys. Res. 110, B03402, doi:10.1029/2004JB003371