

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4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。そこでは、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±25cm 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

本研究は、平成17～19年度において、(独)日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(C)「北西太平洋域におけるジオイドと重力場変動の衛星重力観測を用いた高精度決定手法開発」と一体的に推進することとなった。まず、重力衛星観測データから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。

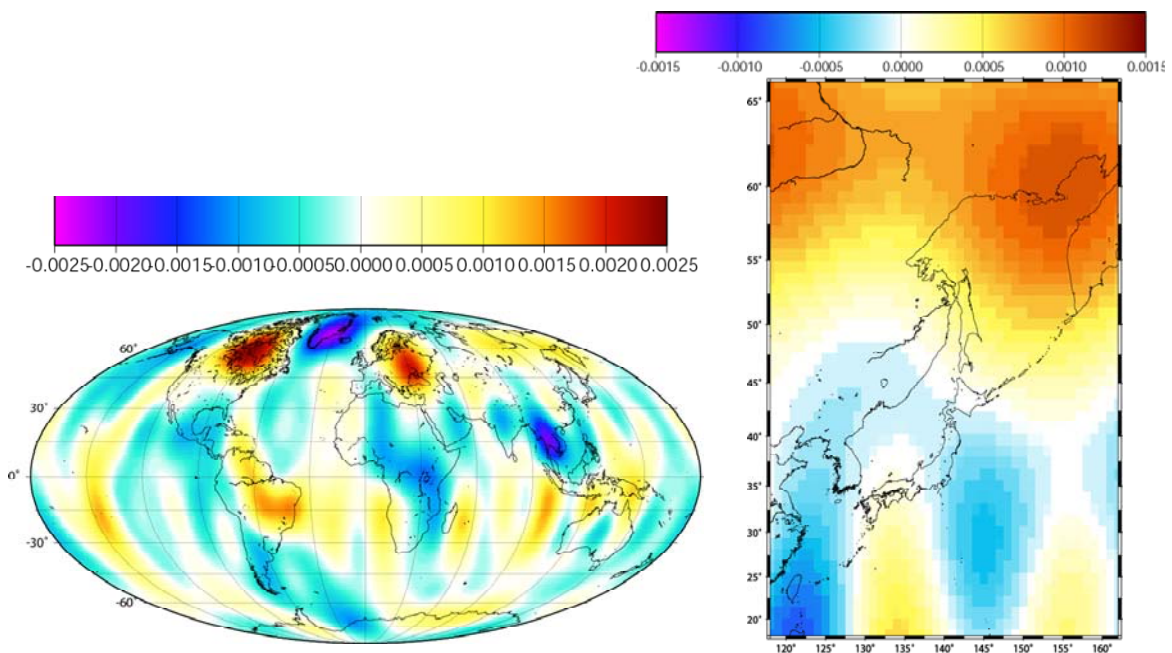
昨年度までに重力衛星 GRACE データから全球重力場を推定する解析手法がまとめられた。まず、1日をアーク長として GPS 観測による精密軌道に適合させる軌道積分を行い、衛星に搭載された加速度計のパラメータを成分ごとに検定する。つぎに、検定された加速度計データと GRACE の双子衛星間の距離変化率データから全球重力場を復元する。ここで、参照重力場モデルに年周変動モデル(球面調和関数の20次完備)を含め、大気と海洋の短周期質量変動に伴うエイリアシング低減には NCEP 再解析による大気質量変動モデルとドレスデン大学による baroclinic 応答と大陸河川流出による海洋質量変動モデルを用い、全球重力場の復元は球面調和係数の120次まで行う。今年度は、この手法を2005年のデータに適用して月平均の全球重力場を1年分推定し、その年平均場を求めるとともに、地域的重力異常の推定手法を検討する。

3. 得られた成果

開発された全球重力場解析手法を2005年に取得された GRACE データに適用し、月平均重力残差場を推定

した。エイリアシング効果低減のため平均化半径 1000 km のガウス型空間フィルターを適用して得られた月平均残差場には、海域を中心に南北方向の縞パターンが弱くみられ、各月に共通した傾向がある。これら 12 個の月平均残差場の単純平均をとった年平均重力残差場（図－1）には、この共通した縞パターンが現れ、参照重力場モデル GGM02C に含まれるエイリアシング誤差を示唆している可能性がある。この年平均重力残差場をジオイド高残差に換算すると、全球的には -2.5 mm から $+3.1$ mm の範囲、日本周辺では ± 1.5 mm 程度の範囲で分布している。日本のジオイド・モデル改良には、この年平均場を参照モデルとして用いることができる。

また、全球重力場の推定に用いられたデータ（検定された加速度計、距離変化率、衛星姿勢のデータなど）のうち日本列島周辺の上空部分だけを用い、日本列島域について重力異常ブロックを仮定して地域的 gravity 場の推定を試みた。得られた月平均重力残差場は振幅が大きく、時間変化のパターンには対応する質量再配分現象が想定されない。これは、用いられた海洋質量変動や海洋潮汐のモデルが当該地域において不十分な品質である可能性を示唆する。従って、地域的 gravity 場決定については改良の検討が必要である。



図－1 2005 年の月平均残差から求めた年平均重力残差場。左は全球図、右は日本近傍の拡大図。
単位は mgal.

4. 結論

GRACE データから重力場の推定を行い、全球モデルについては良好な結果が得られた。今後は、地域的 gravity 場の復元手法について、海洋潮汐モデルの評価などを行って改良を試みるとともに、日本のジオイド・モデルの絶対的精度向上への応用について検討を進める予定である。

なお、解析に用いたソフトウェア GEODYN2/SOLVE はゴダード宇宙飛行センターから使用許可を得たものである。便宜を図っていただいた同センター（許可当時）の Benjamin F. Chao 博士に感謝いたします。

参考文献

Andersen, OB, P Knudsen, R Trimmer (2005) Improving high resolution altimetric gravity field mapping (KMS2002). IAG Symp 128 F Sanso (ed), A Window on the Future of Geodesy. Springer-Verlag (in press).

Kuroishi Y (2001) A new gravimetric geoid model for Japan, JGE01D2000. IAG Symposia, 123: MG Sideris (ed), Gravity, Geoid, and Geodynamics 2000, 329-333.

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.