

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2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±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。平成17年度は、重力衛星 GRACE 観測データからの日本周辺域における地域的重力場復元手法の開発についての検討に着手する。

3. 得られた成果

平成16年度に検討した、重力衛星データからの地域的重力場の復元戦略に基づき、上記の科研費課題との一体的な研究として、重力衛星 GRACE の観測データからの日本周辺における地域的重力場の推定手法を検討した。科研費課題において、GRACE 衛星の観測データを用いて、大気と海洋 (IB 応答仮定) の質量分布短期変動について米国ゴダード宇宙飛行センターから公開されているデータを用いてエイリアシング対策を施し、独自に検定した衛星加速度計のパラメータを用いた全球重力場の復元手法を開発した。地域的重力場の復元においては、その結果得られた衛星加速度計のパラメータ検定値を用い、対象地域内に地上軌跡をとる観測データだけから、当該地域内の重力異常分布を求める手法を用いる。

今回は、北緯 10～62 度、東経 110～162 度の範囲における地域的重力場を推定することとし、地上軌跡が北緯 6～66 度、東経 106～166 度にある GRACE 観測の双子衛星間距離変化率データを用いて、経・緯度がそれぞれ 4 度のセル毎の平均重力異常場を復元する手法を検討した。30 日分のデータから 10 日ごとの平均場を求めることとしたが、この場合、解析系が不安定になるため、それぞれの平均場モデルの間に、重力異常セル中心点間の距離と平均場モデルの観測日間の時間差のそれぞれを変数として、いずれも指数関数的に減衰する相関モデルを仮定した拘束条件を導入した正則化を図った。

図-1 に、この方法を 2003 年 4 月と 7 月の観測データに適用して求められた月平均の重力異常分布を、参照モデル GGM02C からのずれとして示す。図-1 から $\pm 0.25\text{mgal}$ の範囲での重力異常分布がみられ、境界北端部付近に大きな残差がある。対象範囲を拡大するとともに、拘束条件の最適化等を検討する必要がある。

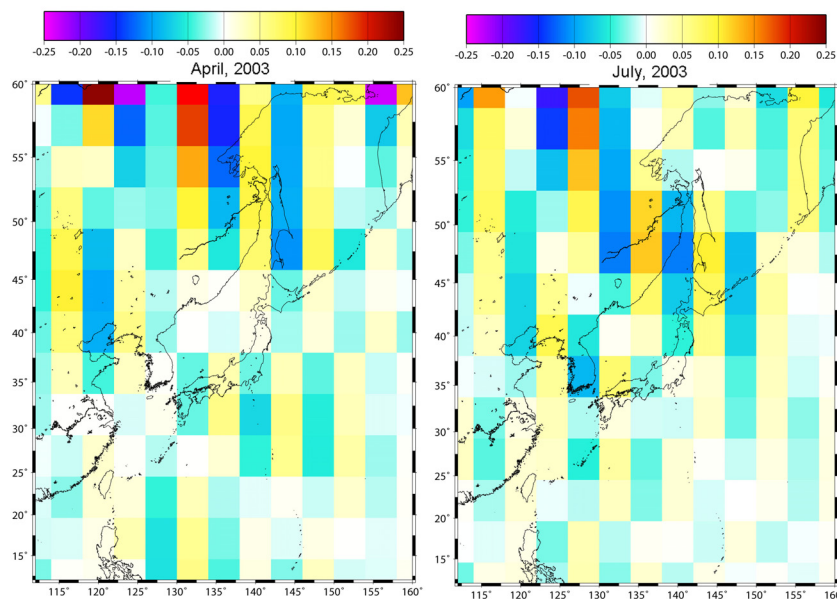


図-1 GRACE データから求めた日本周辺の月平均重力残差。(左) 2003 年 4 月、(右) 2003 年 7 月。
単位は mgal

4. 結論

GRACE 観測からの地域的重力場の復元について、基本となる手法が検討された。今後は、その手法について、重力場を復元する対象範囲を検討し、また、拘束条件の最適化等の検討をすすめる。

なお、本研究は(独)日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究(C)の課題と一体的に実施するものである。また、解析に用いたソフトウェア GEODYN2/SOLVE は本研究について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, JGEOID2000. 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.