

重力場モデリングにおける系統誤差除去手法の開発（第1年次）

実施期間 平成14年度～平成15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、4つのテクトニック・プレートが収斂するプレート境界に位置する島弧であり、沿岸域にも海溝やトラフが分布している。ここでは、地質構造や陸・海底地形が激しく起伏し、そのため重力場やジオイド形状が複雑に変動しているため、陸域におけるジオイドの詳細な形状や絶対的に位置を高精度に決定する上で、とくに海溝やトラフを含む沿岸域における重力場を正確にモデル化することが重要となっている。海域の重力データは、海上重力観測と人工衛星アルチメトリー観測からなるが、それぞれの特性に応じた地域的な系統誤差が含まれていることが分かっており、それぞれのデータに含まれる系統誤差を除去して最適に混合する手法の開発が必要である。

そこで、本研究では、現在得られている海域の重力場モデルにみられる、空間的（地理的）に限定的な系統誤差について空間-周波数領域での特性を評価し、系統誤差を抽出、除去する手法の開発を図り、日本列島周辺の重力場、ジオイドについてのモデル決定を高度化する研究に活用する。

2. 研究内容

海上重力データによる重力場モデルとアルチメトリーによる全球海域重力場モデルについて、それぞれの誤差特性を空間-周波数領域において特定する手法を開発する。開発された手法に基づいて、2種類の重力場モデルを最適に結合する手法を開発する。さらに、重力場観測衛星によって得られる中・長波長の全球重力場モデルとの混合手法を開発し、最新の日本列島周辺の海域重力場モデルを構築する。

3. 得られた成果

最新の日本の重力ジオイド・モデル JGEOID2000 (Kuroishi, 2001) の構築には、陸・海上重力データから作成された重力場モデルが使われている。その海域重力場モデルは、クロスオーバー誤差を利用した同時網平均の適用により内部精度が改善されているが、クロスオーバー点の分布に偏在があるため、一部の領域に系統的な誤差が含まれている (Kuroishi and Denker, 2001)。Kuroishi and Denker (2001) は、人工衛星アルチメトリーによる全海域重力場モデル KMS99 (Andersen and Knudsen, 1998) との比較から、

JGEOID2000 の重力場モデルには、北海道のオホーツク海沿岸、苫小牧から久慈あたりにかけて太平洋沿岸に 20 mgal 程度の局在化した系統誤差があること、KMS99 には、相模湾、駿河湾、富山湾から佐渡西岸、奥尻島周辺の海底地形起伏の大きな沿岸部に 20 mgal 程度の局在化した系統誤差があること、を明らかにした (図1)。Kuroishi (2000) は、2つの重力場モデルの較差を2次元FFTによるローパス・フィルタリングして、JGEOID2000 重力場に対する中長波長補正モデルを作成し、ジオイド改良を試みた。その結果、ジオイドの長波長成分に有意な改良がみられるものの、アルチメトリーによるモデルに含まれる系統誤差分布域では、ジオイドの短波長成分に悪化がみられることが分かった。

そこで、空間-周波数領域において局在化した誤差を抽出するため、ウェーブレット解析による手法の開発を行った (Kuroishi and Keller, 2002)。ウェーブレット変換では、母関数の選択に自由度があり、その関数に応じて抽出特性が変わる。今回、Morlet の関数を2次元に拡張した Halo ウェーブレットを母関数とした。この関数は、空間、周波数領域ともに回転対称な実関数であり、図2に示す形状をしている。

ウェーブレット変換では、抽出される局在化信号の周波数特性をスケール・パラメータで、位置をトランスレーション・パラメータで調整して解析する。分解されたウェーブレット変換から元の信号を復元可能とするため、スケールについて特別な離散化を行った手法を構築した (黒石・Keller, 2002a)。そ

の手法を適用した結果、JGEOID2000の重力場の系統誤差は中心波長4.7度程度において、一方、KMS99の系統誤差は中心波長0.8度程度で、局在化抽出されることが明らかになった。また、ウェーブレット変換からの入力信号の復元が、十分な精度で実現されていることを確認した(黒石・Keller, 2002a)。

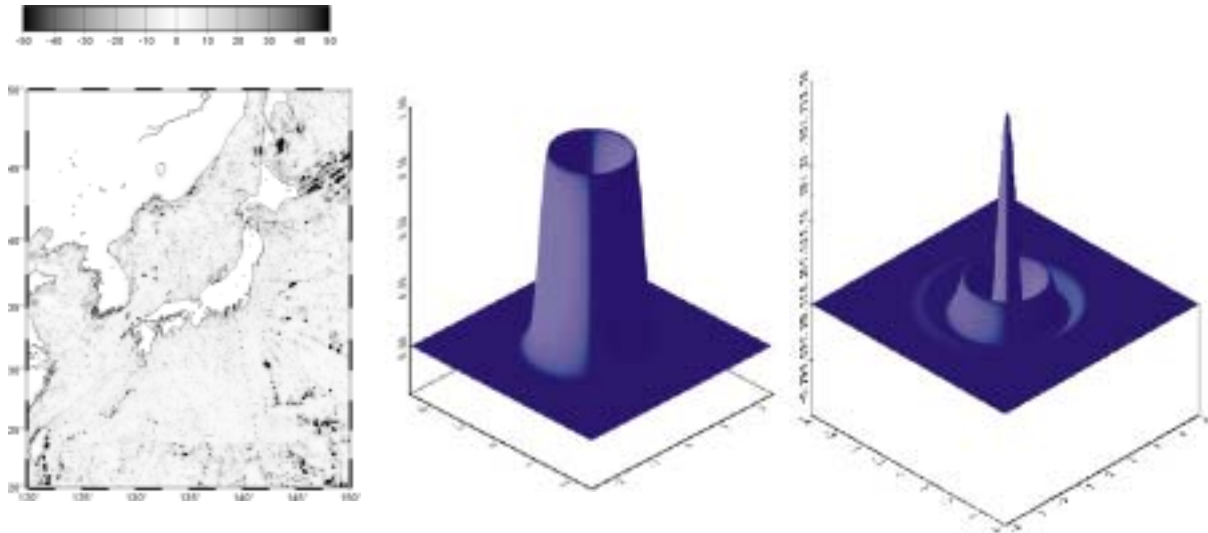


図1 JGEOID2000とKMS99の重力較差．単位はmgal 図2 Haloウェーブレット(左)周波数領域、(右)空間領域

4. 結論

2次元データについて、空間、周波数領域のそれぞれにおいて局在化した信号を抽出できる2次元ウェーブレット変換手法を開発し、さらに、それをを用いて分解されたウェーブレット変換から元の信号を十分な精度で復元する手法が開発された。今後は、今回の手法を適用して、JGEOID2000の重力場モデルに、精度が最も高いと考えられる、アルチメトリーによる海域重力場モデルや重力衛星観測からの全球重力ポテンシャル・モデルの最新モデルを結合することにより、日本周辺の重力場モデルを改良し、精度の高められたジオイド・モデルの構築に研究を進める必要がある。

参考文献

- Andersen, OB, P Knudsen (1998) Global Marine Gravity Field from the ERS-1 and Geosat Geodetic Mission Altimetry. *J Geophys Res* 103(C4): 8129-8137
- Kuroishi, Y (2000) Gravity field and geoid for Japan. In Schwarz (ed.) *IAG symp 121, Geodesy beyond 2000 – The Challenges for the First Decade*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 149-154
- Kuroishi, Y, H Denker (2001) Development of improved gravity field models around Japan. *IAG Symposia*, 123: MG Sideris (ed), *Gravity, Geoid, and Geodynamics 2000*, 317-322
- 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 (2002) Application of wavelet analysis to detection of systematic errors in marine gravity field models for Japan. 3rd Meeting of the International Gravity and Geoid Commission, *Gravity and Geoid 2002 - GG2002, Book of Abstracts, IAG Sec III, August 26-30, 2002*, 90
- 黒石裕樹、W Keller (2002a) ハロー・ウェーブレットを用いたマルチボイス・フレームによる二次元データの解析と復元手法の開発．*測地学国際シンポジウム金沢 日本測地学会第98回講演会要旨*、163-164
- 黒石裕樹、W Keller (2002b) ハロー・ウェーブレットを用いた日本周辺の海域重力場モデルの系統誤差の除去．*測地学国際シンポジウム金沢 日本測地学会第98回講演会要旨*、165-166