

日本周辺の高精度ジオイド・モデルの構築に関する研究（第5年次）

実施期間 平成10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

Kuroishi (1995) は、日本およびその周辺（北緯 20 度～50 度、東経 120 度～150 度）について、局所的な重力ジオイド・モデル JGEOID93 を構築した。国土地理院は、全国 800 点余で実施したジオイド測量 (GPS/水準法) によるジオイド高データを用いて JGEOID93 の長波長誤差を補正し、全国のジオイド・モデルを公表した。また、日本の測地基準系について、現代的な精度を持ち、国際的な基準系と整合した新たな日本の測地基準系の構築に取り組んでいる。その一環として、標高に関する改訂も行われる。

本課題では、ジオイド決定手法の高精度化に取り組み、新たな測地基準系に適合した、日本のジオイド・モデルの確度を向上する研究を行う。

2. 研究内容

日本周辺のジオイドの重力学的な決定の高精度化を実現するため、まず、陸・海上重力データの広域化、高分解能化、品質改良の研究を行い、改良された重力場モデルが構築された (Kuroishi and Denker, 2001)。また、GPS/水準法によるジオイド高観測データの解析手法の高度化研究を進め、日本の新しい測地基準系である世界測地系に強く拘束されたジオイド高データを整備し、これらを混合した新しい日本のジオイド・モデル「日本のジオイド 2000 (GSIGEO2000)」を平成 12 年度までに構築した (Kuroishi et al. 2002)。また、下方接続法に基づくジオイド決定手法の理論的検討が行われ、それによる解析手法が開発されたが、その高精度な利用においては、地球物理学的な観測に基づく精密な地形質量の 3 次元モデルが必要であることが明らかになった。

そこで、日本周辺の重力場モデルにおいて、それに含まれる系統誤差のさらなる除去や陸上データの欠落部における重力場の改良など、日本とその周辺の特徴に適した、重力学的なジオイド決定手法の改良・開発を行う。また、標高システムの国際結合の実現を図るため、新しい重力観測衛星による全球重力場モデルなどを統合した、より広域で信頼度の高いジオイドのモデリング手法に関する検討を行う。

3. 得られた成果

一般研究「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)」によって開発された、Halo ウェーブレットを用いた 2 次元ウェーブレット解析の基づく手法を、JGEOID2000 の重力場と人工衛星アルチメトリーによる海域重力場モデル KMS99 (Andersen and Knudsen, 1998) の較差場に適用し、中長波長域における重力場補正モデルを作成した。これは、KMS99 のよる中長波長場の情報を JGEOID2000 の重力場モデルに結合する処理を行うことにあたる。補正後の重力場モデルを、JGEOID2000 の構築と同じ手法、つまり、全球重力ポテンシャル・モデル EGM96 (Lemoine et al., 1997) を参照場とする remove-restore 法により、局所残差重力場を 1 次元 FFT 法で Stokes 公式に入力する方法で重力ジオイド・モデルを構築した。

得られたジオイド・モデルを全国の GPS/水準法によるジオイド高データと比較し、得られた較差について、平面回帰前・後での統計量を求めたところ、表 1 の結果を得た。表から、傾斜誤差、短波長成分の精度（平面回帰後の較差の標準偏差）とともに、約 30%改良されたことが分かる。また、較差の空間分布をみると、JGEOID2000 の重力場に含まれる北海道のオホーツク海沿岸、苫小牧から久慈あたりの太平洋沿岸にみられる系統誤差によって生じていると思われる系統的なジオイドの誤差がほぼみられなくなった。

表 1. GPS/水準法によるジオイド高データと JGEOID2000、改良重力ジオイド・モデルとの較差の統計量

	raw diff.		Detrended diff.	
	JGEOID2000	補正モデル	JGEOID2000	補正モデル
Mean (cm)	13.51	- 8.45		
Max (cm)	79.51	40.64	58.72	38.90
Min (cm)	- 61.55	- 56.63	- 82.40	- 33.29
SD (cm)	17.60	13.28	15.32	10.87
Tilt (ppm)			0.44	0.30

4. 結論

空間-周波数領域においてそれぞれに固有な系統誤差を持つ、陸・海上重力データに基づく日本周辺の重力場モデルと人工衛星アルチメトリーによる全海域重力場モデル KMS99 を用い、今回開発された 2 次元ウェーブレット解析による信号分離・復元手法により、KMS99 の中・長波長成分を海上重力場モデルに組み合わせる方法で大いに改良された重力場モデルとそれによる重力ジオイド・モデルを構築できることが分かった。今後は、重力観測衛星による重力ポテンシャル・モデルやアルチメトリーによる改良された海域重量場モデルなど、最新のモデルを用いて、今回の手法による海上重力場モデルとの統合の高精度化を図るとともに、陸上データの欠落部における陸域重力場の改良など、日本とその周辺の状況に適した重力場・ジオイド・モデルの改良手法を開発し、また、より広域なジオイド・モデルの構築を検討する必要がある。

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 (1995) Precise Gravimetric Determination of Geoid in the Vicinity of Japan, *Bulletin of the Geographical Survey Institute*, 41, 1-93
- Lemoine, FG, DE Smith, L Kunz, R Smith, EC Pavlis, NK Pavlis, SM Klosko, DS Chinn, MH Torrence, RG Williamson, CM Cox, KE Rachlin, YM Wang, SC Kenyon, R Salman, R Trimmer, RH Rapp, RS Nerem (1997) The Development of the NASA GSFC and NIMA Joint Geopotential Model. In Segawa J et al.(eds.): *IAG Symp. 117, Geoid and Marine Geodesy*. Tokyo, Japan, September 30- Oct. 5, 1996, Springer-Verlag, 461-469

オリジナル論文

- 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, H Ando, Y Fukuda (2002) A new hybrid geoid model for Japan, GSIGEO2000. *Journal of Geodesy*, 76, 745-755