

航空重力データの重力ジオイド計算への適用 - 関東地方を例に -  
 Application of airborne gravity data to gravimetric geoid computation  
 - A case study in Kanto region -

#松尾功二<sup>1</sup>

1: 国土地理院

Koji Matsuo<sup>1</sup>

1: Geospatial Information Authority of Japan

## はじめに

国土地理院では、日本の標高基準系の効率的な維持管理を目的に、従来の水準測量による標高決定の仕組みに、GNSSとジオイド・モデルを用いた新たな標高決定の仕組みを導入することを計画している。その目的のため、国土地理院は、2019年から全国規模の航空重力測量を実施し、重力データの拡充を図ることで日本列島の重力ジオイド・モデルを精度3cmまで高めることを目指している。2019年12月から2020年6月にかけて、関東地方と中部地方で航空重力測量が実施され、重力ジオイド・モデルの高精度化に有益な重力データが得られた。本研究では、関東地方にて収集された航空重力データを用いて当地域における重力ジオイド・モデルの計算を行う。そして、航空重力データが重力ジオイド計算に与える効果について議論するとともに、GNSS水準法による実測ジオイド高との比較によって、計算された重力ジオイド・モデルの精度評価を行う。

## 航空重力データについて

航空重力測量で使用した重力計は、Micro-g LaCoste社製のTAGS-7である。重力計を搭載する航空機はTextron Aviation 208であり、航空機の位置をセンチメートル精度で計測するためのGNSS/IMU装置も備えている。収集した航空重力データの解析は、アメリカ測地局(NGS)が開発したソフトウェア「Newton」を用いて行った。解析では、ドリフト補正、オフレベル補正、エトベス補正、ローパスフィルター処理などが施される。航空重力データの精度は、埼玉県から茨城沖にかけての検定線上(約170km)での繰り返し測定と関東地域でのクロスオーバー検定によって評価した。その結果、検定線上の4回にわたる繰り返し測定では0.52mGalの再現性が確認され(飯尾ほか, JpGU 2020)、99点のクロスオーバー検定では、バイアス補正前で2.16mGal、バイアス補正後で0.88mGalの再現性が確認された。

## 航空重力データを使用した重力ジオイド計算

まず初めに、航空重力データと、既存の地上および海上重力データを用いて、関東地方の完全ブーゲ重力異常グリッドを構築する。計算領域と航空重力データの分布は、図1(左)に示す通りである。それぞれの重力データに、フリーエア補正、球殻ブーゲ補正、球面地形補正、大気補正を施した後、Forsberg (JGR 1987)の共分散関数を持つ最小二乗コロケーション法によって各種重力データの化成・結合・内挿を行った。航空重力データの重力異常計算への効果を調べるために、航空重力データを導入する前後の重力異常グリッドの差分を計算したところ、沿岸域にて顕著な重力差が見られ、茨城沖で

最大32mGalの差が見られた(図1中央). 続いて, 構築した重力異常グリッドと重力衛星GOCEの全球重力場モデルを用いて, 関東地方の重力ジオイド・モデルを計算する. 重力異常グリッドのコジオイド面へ化成は, ヘルマート第二凝縮化成と解析接続によって行い, 全球重力場モデルのジオイド計算への取込は, 除去復元法とストークス積分核の修正 (Featherstone et al., JoG 2018)によって行った. 航空重力データを導入する前後のジオイド起伏の差分を計算したところ, 重力と同じく沿岸域にて顕著なジオイド起伏の差が見られ, 茨城沖にて最大18cmの差が見られた(図1右).

### 関東地方における重力ジオイド・モデルの精度評価

計算された重力ジオイド・モデルの精度評価を行うため, GNSS水準法による実測ジオイド高データと比較する. 実測ジオイド高データは, 航空重力データの測線下にある計48点を使用した. その結果, 実測ジオイド高データとの較差は, 航空重力データの導入前では標準偏差3.52cmであったのに対し, 航空重力データの導入後では標準偏差2.46cmとなった. すなわち, 航空重力データの導入によって約1cmの精度向上が達成された. 航空重力データは, 特に海陸接合部において従来よりも正確な重力情報をもたらすことから, 四方を海に囲まれる日本にとって極めて有益なデータであることが分かった.

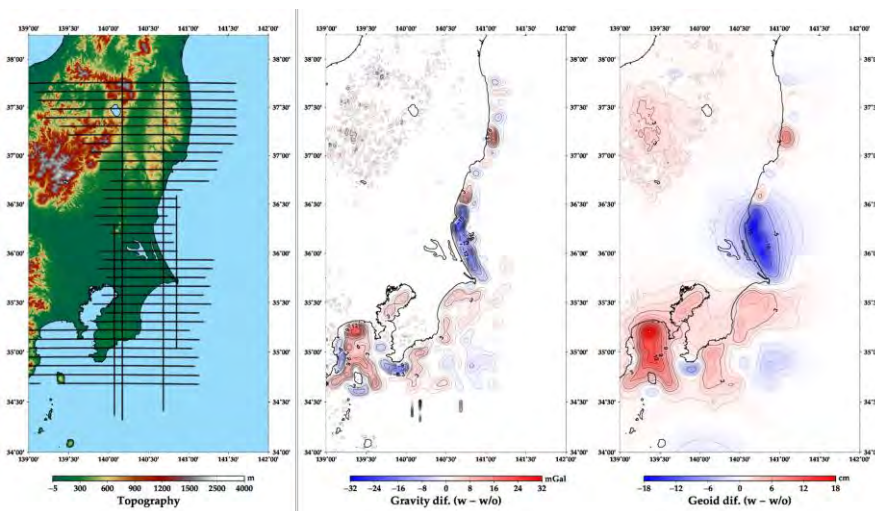


図 1. (左)航空重力データの分布. (中央)航空重力データを使用する前後の完全ブーゲ重力異常の差. (右)航空重力データを使用する前後のジオイド起伏の差.

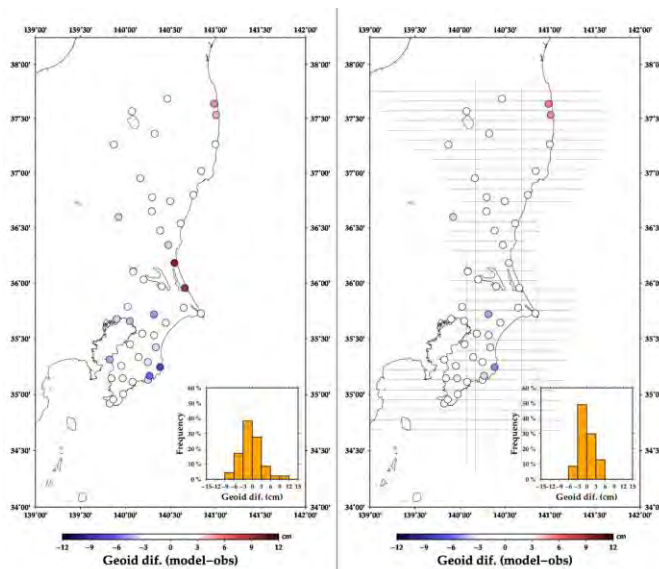


図 2. (左)航空重力データを使用する前の重力ジオイド・モデルと実測ジオイド高との較差. (右)航空重力データを使用した後の重力ジオイド・モデルと実測ジオイド高との較差.