

## 学 位 審 査 報 告 書

（ふりがな） 氏 名	あべ まいこ 安部 麻衣子
学位（専攻分野）	博 士 （ 理 学 ）
学 位 記 番 号	論 理 博 第 号
学位授与の日付	平成 23 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
（学位論文題目）  Improved environmental models for superconducting gravity records and its application to the GRACE data evaluation （環境モデルの改良による超伝導重力計データの補正とGRACEデータ検証への応用）	
論 文 調 査 委 員	（主査） 福田 洋一 教授 橋本 学 教授 飯尾 能久 教授

京都大学	博士 (理学)	氏名	安部 麻衣子
論文題目	Improved environmental models for superconducting gravity records and its application to the GRACE data evaluation (環境モデルの改良による超伝導重力計データの補正と GRACE データ検証への応用)		
(論文内容の要旨)			
<p>超伝導重力計(SG)は、マイスナー効果を利用した一種の相対重力計であるが、その極めて安定な復元力、極低温状態での物質の安定性などにより、従来のスプリング式の相対重力計に比べ、2~3桁の感度の向上と長期的な安定性を獲得している。このような特長を生かし、SGは、地球自由振動から、地球潮汐、極運動など広い周波数帯域での重力変化の研究に利用されている。特に、地球深部ダイナミクスに由来する微小な重力変化の検出は、一つの重要な目的であるが、そのためには大気や陸水変動などの影響の正確な見積もりが必要となっている。このような観点から、申請者は、観測点近傍の水文学的影響と大気変動の影響について詳細な検討を行い、SGデータの補正方法の改良を行った。さらに、その応用としてヨーロッパの6観測点でのSGデータを用い、GRACE(Gravity Recovery and Climate Experiment)の衛星重力データの検証を行った。</p> <p>SG観測への水文学的影響については、従来、一般的に観測点近傍の地下水位データを用いた補正が行われていた。しかし、申請者は、インドネシア・バンドンでのSGデータの解析から、激しい降雨の直後には地下水位だけでは補正できない変動が残り、その補正のために土壌水分の影響を考慮する必要があることを見出した。さらに、降雨の浸透モデルを土壌水分データで校正することで、降雨の浸透に伴う重力変化を具体的に計算し、降雨直後の重力変化をよく説明できることを示した。</p> <p>大気変動の重力変化の影響については、通常行われる観測点での気圧測定データだけを用いた補正では不十分であり、グローバルの大気圧分布を考慮した補正や、観測点近傍での大気の3次元的な分布を考慮した補正が必要であることが知られていたが、十分な精度を得るための具体的な補正方法については不明な点が多かった。申請者は、ECMWF(European Center for Medium-Range Weather Forecasts)の大気圧データを利用し、ヨーロッパのSG観測点での3次元的な大気補正による精度の向上について検討を行った。その結果、1点のみの気圧観測データから大気の影響を補正した場合と比較すると、5~30日の周期帯において、1~3<math>\mu</math>Galの振幅で精度の向上が得られることを示した。さらに、2次元補正でも気温の補正を施せば3次元補正に近い精度が得られることなどの新たな知見を得た。</p> <p>GRACEは地球表層での質量変動を重力変化として直接捕らえることができ、氷床や陸水変動などの研究に盛んに利用されている。しかし、その空間分解能や感度などに曖昧さがあるため、地上データによる検証が重要な課題となっている。申請者は、ヨーロッパの6点のSGデータに局所的な環境影響の補正を施した後、空間フィルタリングやEOF(Empirical Orthogonal Function)解析を行い、GRACEデータとSGデータの比較を行った。その結果、局所的な環境影響を除くことでGRACEデータの検証にSGデータが精度よく利用できることを示した。さらに、ヨーロッパにおけるGRACEデータの空間代表性や振幅等についての議論を行った。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

超伝導重力計(SG)は、従来のスプリング式の相対重力計に比べ、2~3桁の感度の向上と長期的な安定性を獲得している。このような特長を生かし、地球自由振動、地球潮汐、極運動など広い周波数帯域での重力変化の研究に利用されている。しかしながら、これらの研究のためには、大気や陸水変動などの影響を正確に見積もり補正することが必要である。

SG観測への水文学的影響については、従来、観測点近傍の地下水位データを用いた補正が行われていた。しかし、申請者は、インドネシア・バンドンでのSGデータの解析から、激しい降雨の直後には地下水位だけでは補正できない変動が残り、その補正のために土壌水分の影響を考慮する必要のあることを見出した。さらに、降雨の浸透モデルを土壌水分データで校正することで、降雨の浸透に伴う重力変化を具体的に計算し、降雨直後の重力変化をよく説明できることを示した。この研究は、重力変化の補正に土壌水分量の測定が有効であることを示した初めての例で、この後、多くの観測点で土壌水分測定が実施されるようになっており、SG観測に大きく貢献した。

重力観測への気圧変動の影響については、従来からも大気の3次元的な分布を考慮する必要があることは指摘されていたが、必要な精度を得るための具体的な補正方法については不明な点が多かった。申請者は、ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)の大気圧データを利用し、ヨーロッパのSG観測点での3次元的な大気補正による精度の向上について検討を行った。その結果、1点での気圧データによる補正と比較すると、5~30日の周期帯において、1~3 $\mu$ Galの振幅で精度が向上することを示した。また、2次元補正でも気温の補正を施せば3次元補正に近い精度が得られるなど、幾つかの新たな知見を得ており、SGの気圧補正に関する一つの指針を与えた。

GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) は地球表層での質量変動を重力変化として直接捕らえることができたため、氷床や陸水変動などの研究に盛んに利用されている。しかし、その空間分解能や感度などに不確実性があるため、地上データによる検証が重要な課題となっている。申請者は、ヨーロッパの6点のSGデータに水文学的補正や精密な大気補正を施し、さらに、EOF(Empirical Orthogonal Function)解析などを用いることで、GRACEデータの空間代表性や振幅等についての議論を行った。SGデータをGRACEの検証に用いる試みはこれまでも行われていたが、申請者は、局所的な環境影響を取り除くことで、GRACEデータとの比較精度を向上させることに成功しており、その検証に十分利用可能であることを実証した。

以上述べたように、本申請論文は、SG観測におよぼす水文学的影響や大気変動の影響などを精度良く補正するモデルの改良を行い、その応用として、GRACEデータの検証精度の向上が可能であることを示した。これらは、SG観測ならびに衛星重力観測双方に有用な知見を与えるものである。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年12月20日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。