

氏 名	レニ ソフィア ヘリアニ Leni Sophia Heliani
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2624 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	DETERMINATION OF THE INDONESIAN GRAVITY FIELD FROM COMBINATION OF SURFACE GRAVITY, SATELLITE ALTIMETER AND DIGITAL TERRAIN MODEL DATA (地表重力データ、衛星高度計データ及びデジタル地形モデルデータの組 み合わせによるインドネシアの重力場の決定)
論文調査委員	(主 査) 助教授 福 田 洋 一 教 授 竹 本 修 三 教 授 岡 田 篤 正

論 文 内 容 の 要 旨

赤道を挟む南緯12度から北緯10度、東経95度から140度に位置するインドネシア地域は、地球上で最もテクトニックな活動が活発な地域の一つであり、また、海洋学的にも太平洋とインド洋を繋ぐ大変重要な研究対象海域である。従って、インドネシアにおける精密な重力異常ならびにジオイド高を決定することは、多くの島からなるインドネシアにおける高さ基準を与えるといった実用上の要請はもちろん、テクトニクス、海水準変動、海洋のダイナミクスなど、この地域の測地学的、地球物理学的研究を進めるためにも、最も基本的な課題の一つである。このため、過去20年以上にわたり、インドネシアの重力場を決定するための多くの研究がなされてきたが、十分な成果が得られていない状況であった。

申請者は、このため、現在インドネシア地域での重力場に関連したデータを可能な限り収集し、それらに最新のデータ処理手法を適用することで、現時点で最も信頼できるインドネシアの重力場を決定した。

申請者が利用したデータは、地上での重力ならびに標高測定データ、船上重力データ、GEOSAT および TOPEX/Poseidon の衛星海面高度計データ、さらに、地上での重力データを補完するための GTOPO30 デジタル標高データならびに長波長の重力場を表現するための全球球関数重力モデル EGM-96 である。

申請者は、まず、海域における均質な重力データを得るために、衛星海面高度計データの処理を行い、同海域における重力異常を決定した。この際、TOPEX/Poseidon のデータを用い、新たに開発した数値実験の手法で、重力異常の推定誤差と海面変動の関係を見積もり、重力異常の推定誤差を計算し、潮汐変化の大きい沿岸や浅海域で重力異常の誤差が大きくなることをあきらかにした。そこで、特に浅海域を中心に、船上重力データを極力利用することにより、高精度な海域の重力異常を決定した。

インドネシアの重力場の決定において一つの大きな問題は、地上での重力測定データが十分でないことである。このため、申請者は、長波長重力場の BGM-96 に、GTOPO30 の地形データから RTM (Residual Terrain Modeling) 法で計算した短波長重力場成分を加えることにより、地上での重力値を推定することを試みた。さらに得られた結果と地上での重力測定値等を比較することにより、推定精度の評価を行なったうえで、地上における均質な重力データを得ている。

申請者は、これら陸上ならびに海域での重力データを編集し、対象とする地域全体での 5'x5' の重力異常グリッドデータを作成し、LSC (Least Square Collocation) 法でインドネシアでの精密ジオイドを決定した。この過程で、ジオイド計算の処理方法による結果の違いを調べるため、LSC 法のほか、1D および 2D-FFT 法でのジオイド高計算も実施し、それぞれの結果が 10cm 以内の精度でよく一致していることを確認している。

申請者は、また、最終的に得られたジオイド高について、74点の GPS-Leveling によるジオイド高との差の比較を行い、SD で 0.80m の結果を得ている。これは従来の INDGED96 ジオイドの SD, 1.35m 比べ、大きな改善である。さらに、GPS-Leveling ジオイドと重力ジオイドとでは、平均値に 1.18m の差が存在し、この差は、海面高を考慮した験潮データ

との比較とも調和的なことから、インドネシアで採用されている標高システムとグローバルな基準系との差によるものと結論した。

論文審査の結果の要旨

重力異常ならびにジオイド高の精密決定は、測地学における最も基本的な課題であり、近年、多くの国々で自国の高さ基準を確立するとともに、それをグローバルな測地基準系に結合する目的で盛んに研究が行われている。インドネシアにおいても同様の目的で、過去20年以上にわたり、重力場の精密決定のための研究がなされてきたが、まだ、十分な成果が得られていない状況であった。

申請者は、このため、地上での重力ならびに標高測定データ、船上重力データ、GEOSAT および TOPEX/Poseidon の衛星海面高度計データ、さらに、GTOPO30 デジタル標高データならびに球関数重力モデル BGM-96 を用い、最新のデータ処理手法を適用することで、現時点で最も信頼できるインドネシアの重力場を決定した。

申請者は、まず、海域における均質な重力データを得るために、衛星海面高度計データの処理を行い、同海域における重力異常を決定した。この際、新たに開発した TOPEX/Poseidon のデータを用いた数値実験の手法で、重力異常の推定誤差を計算し、誤差が大きい浅海域を中心に、船上重力データを極力利用することにより、高精度な海域の重力異常を求めた。

インドネシアの重力場の決定におけるもう一つの問題は、地上での重力測定データが十分でないことである。このため、長波長重力場の BGM-96 に GTOPO30 の地形データから RTM (Residual Terrain Modeling) 法で計算した短波長重力場成分を加えることにより、地上における均質な重力データを得ることに成功した。

申請者は、これら陸上ならびに海域での重力データを編集し、対象とする地域全体での 5'x5' の重力異常グリッドデータを作成し、LSC (Least Square Collocation) 法でインドネシアでの精密ジオイドを決定した。さらに、得られたジオイド高について、74点の GPS-Leveling によるジオイド高との比較を行い、SD で 0.80m の結果を得た。これは、先進諸国での最近の結果と比べると必ずしも良い値とはいえないが、従来の INDGED96 ジオイドとの比較結果 1.35m に比べ大きな改善であり、利用可能な重力データの状況を考えると、大変良好な精度と思われる。

申請者は、さらに、新しく求めたジオイド高と GPS-Leveling によるジオイド高との間に平均 1.18m の差があることに着目し、ジオイド高と海面高の影響を補正した験潮データとの比較も試みた。これらの結果から、インドネシアの標高システムがグローバルな基準系に対して約 1.2m 程度高いことを明らかにした。これは、今回得られたジオイドの一つの実用的な応用として大変意義のあるものである。

以上述べたように、本申請論文は、重力場に関連するさまざまなデータを用い、最新の解析手法を駆使することでインドネシアにおける精密ジオイドを決定した。また、GPS-Leveling や験潮データとの比較から、グローバルな基準系とインドネシアでの標高の関係を明らかにするなど、測地学的に大変重要な知見を得ており、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。

なお、主論文および参考論文に示されている研究業績のほか、関連する分野について口頭試問を行った結果合格と認めた。