

学 位 審 査 報 告 書

(ふ り が な) 氏 名	パトロバ アコラ オデラ Patroba Achola Odera
学位 (専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 号
学位授与の日付	平成 24 年 9 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) Precise determination of a local geoid model and a reference height system for the establishment of a modern vertical geodetic datum (新しい測地学的垂直基準網の確立に向けた局所的なジオイドモデルと高さ基準の精密決定)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 福田洋一 教授 宮崎真一 准教授 橋本 学 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博士 (理 学)	氏 名	Patroba Achola Odera
論文題目	Precise determination of a local geoid model and a reference height system for the establishment of a modern vertical geodetic datum		
(論文内容の要旨) 統一的な WHS (World Height System) の実現は、現在の測地学にとって重要な研究課題の 1 つである。「高さ」には様々な定義があり、どのような定義を採用するかはそれぞれの国ごとにまちまちであるが、基本的には、ローカルな平均海水面に準拠した「高さ」が採用されている。しかしながら、平均海水面は厳密には重力の等ポテンシャル面ではないため、WHS の実現には精密なジオイドの決定が必要である。 申請者は、将来的な WHS の実現を念頭におき、比較的データの整っている我が国において、GGM (Global Gravity Model) と地上重力データを組み合わせることで、新たに精密なジオイドモデルを決定した。その過程で、具体的なジオイド計算の方法として Modified Stokes-Helmert scheme を採用し、テスト計算により積分範囲や重力データの格子化などの方法を決定した。また、GGM の採用に関連して、GPS/水準データおよび地上重力データとの比較を行うことで、現在、最も標準的に用いられている EGM2008 (Earth Gravitational Model 2008) に加え、最新の GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) の衛星データを用いた複数の GGM の精度評価を行った。これらの結果、四国以外の地域では、衛星データだけを使用した GGM に比べ、地上重力データも含む EGM2008 の精度が高いが、四国地域では、GOCE データを含む GOC002S モデルの精度がそれを上回っていることを示した。さらに、ジオイド計算の際の地形効果の取り扱いについても検討を行い、従来の平面近似の方法に比べ、球面近似による補正が優れていることを示した。以上の結果得られたジオイドモデルと従来のジオイドモデル (JGE0ID2008) を比較すると、Helmert 近似による正標高での GPS/水準データとの差の SD が 8.4 cm から 7.5 cm に改善した。 現在、我が国で採用されている「高さ」は、Helmert 近似による正標高であるが、申請者は、一般には計算が困難な、鉛直線に沿っての平均重力を用いた厳格な意味での正標高を、GPS/水準点に於いて計算した。その結果、最も標高の高い GPS/水準点では、Helmert 近似の正標高に対する補正量が -30.9cm に達することを示した。また、新たに得られたジオイドとの比較では、厳格な正標高への補正を施した場合の SD は 7.3 cm と、Helmert 近似の正標高を用いる場合に比べて改善されることを示した。 さらに、申請者は、これらの成果の具体的な応用として、GNSS (Global Navigation Satellite Systems) で得られる楕円体高から厳格な意味での正標高を推定するための新しい方法を提案した。この方法は既存の点で得られたオフセット量を内挿する方法で、従来の単純な平面近似の方法と比べ、GPS/水準点での厳格な正標高との差の SD が、4.0cm から 3.3 cm へと改善されることを示した。			

(論文審査の結果の要旨)

汎世界的な測地基準網は ITRF(International Terrestrial Reference Frame)がその役目を担っており、現在、mm オーダーの精度での基準網が実現している。しかしながら「高さ」については、基本的にローカルな平均海水面に準拠し、各国で個別に決められているのが実情であり、その精度は、数 10 cm から 1 m を越える場合もある。このため、cm を切る精度での WHS の実現は、現在の測地学における重要な研究課題の 1 つであり、その実現に向けて、各国で様々な取り組みが進められている。

WHS の実現においては、ローカルな平均海水面は厳密には重力の等ポテンシャル面ではないため、グローバルな基準での精密なジオイドの決定が必要である。このため、申請者はまず、GGM と地上重力データを組み合わせることで、新たに我が国での高精度な重力ジオイドモデルを決定した。得られたジオイドモデルは、従来、我が国で最も高精度と考えられていた JGE01D2008 に比べ、Helmert 近似による正標高での GPS/水準データとの差の SD で、8.4 cm から 7.5 cm への改善を達成した。また、ジオイド決定の過程で、最適な積分範囲の選定、データの内挿方法や地形効果の補正方法等について詳細な検討を行っており、これらは今後、精密ジオイドを決定する際の、データ処理上の指針を与える成果である。

申請者は、また、ジオイド決定の際に採用する GGM の選定において、現在、最も標準的に用いられている EGM2008 に加え、最新の GOCE 衛星のデータを用いた複数の GGM について、GPS/水準データおよび地上重力データとの比較を行うことで、その精度の評価を行った。GOCE は現在も運用中であり、そのデータを利用した GGM が相次いで発表されている。このため、地上データを用いたこれらのモデルの検証自体が重要な研究課題となっている。申請者は、GOCE による GGM は、四国以外の地域ではまだ EGM2008 の精度に達していないが、四国ではすでに EGM2008 の精度を上回っていることを示した。このことは、四国地域で EGM2008 に含まれる地上データに問題のあることを示唆すると共に、今後、GOCE のデータが蓄積されることで、EGM2008 を上回るより高精度な GGM の出現を期待させる結果である。

申請者は、さらに、我が国で採用している Helmert 近似による正標高に対して GPS/水準点で厳密な正標高への補正量を計算し、補正量が最大 -30 cm にも達すること、また、厳密な正標高を用いた比較では、ジオイドモデルとの差の SD がさらに改善することを示した。これは、将来的には、我が国でも厳密な正標高を採用する必要があることを示唆している。この他、本研究の応用として申請者は、ジオイドモデルと GNSS で得られる楕円体高から厳密な正標高を推定する方法を提案し、その評価を行っている。

以上述べたように、申請者は、我が国における新たな精密ジオイドを決定したほか、WHS の実現に向けた様々な重要な成果を得ている。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 24 年 7 月 31 日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行い、その結果、合格と認めた。