

2002-2014 年の GRACE 衛星重力データを用いた しらせ氷河の表面質量収支の研究

山本圭香¹、福田洋一²

¹ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

² 京都大学大学院理学研究科

Study of surface mass balance of Shirase Glacier as revealed by 2002 to 2014 GRACE satellite gravity data

Keiko Yamamoto¹, Yoichi Fukuda²

¹*Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency*

²*Graduate School of Science, Kyoto University*

The purpose of this study is to investigate main factors and mechanisms, which cause interannual surface mass variation on the Shirase ice glacier. For the purpose, we mainly use temporal mass variation data derived by satellite gravity mission GRACE. The 2002 to 2014 linear mass trend observed by GRACE shows significant mass increase over the mouth of Shirase ice glacier. Because the value is much larger than the predicted mass increase caused by Glacial Isostatic Adjustment (GIA) in this area, we can conclude that the increase is mainly caused by surface mass increase. One of our concerns is whether the mass increase can be simply explained only by snow accumulation, or other factors, e.g., horizontal runoff, also contribute to the mass increase. To investigate this, we compare GRACE-derived surface mass variation with the mass variation estimated by other observation data and model data. The consistency of the data sets with GRACE observation is assessed with considering the error values of each data set and the factors and mechanism of the mass increase are finally discussed.

1. 研究の目的と概要

本研究では、衛星重力ミッション GRACE の時間変動重力場データを主として用い、南極しらせ氷河の氷床質量の経年変化について、その変動を引き起こす主要因、変動のメカニズムを解明することを目的としている。これまでの研究から、しらせ氷河の河口付近は、東南極の中でも特に顕著な質量の経年増加傾向が見られる地域であること、その値はこの地域で予想される Glacial Isostatic Adjustment (GIA) の値よりもはるかに大きく、表面の質量が増加していると考えられることがわかった。

我々の関心の一つは、観察された質量の経年変化が、単にこの期間の降雪量の増加のみで説明可能なのか、それとも、しらせ氷河の流量の変化（水平方向の流出入量変化）を伴っているのかということである。本研究では、このことを調査するために、他の観測データ、数値モデルデータから予想される質量変動と、GRACE から得られた質量変動観測値との整合性をそれぞれのデータについて予想される誤差の大きさと併せて調査した。

2. データと方法

GRACE 衛星重力データについては、2002-2014 年の、UTCSR および GFZ の monthly gravity field solutions (RL05) を使用し、質量の時間変動に換算、比較を行った。球面調和関数の 1 次の項の時間変動については、SLR 衛星による推定値を用いた。2 つのデータは、月ごとの変動には若干の差があるが、経年変化という観点からは、大差は見られないことがわかった。しかしながら、GFZ の解は、時系列で大きなスパイクのある期間があること、2 次の項が SLR によって得られた推定値から大きく異なっていることから、最終的に UTCSR のデータ (maximum degree 96) を用いることにした。

GIA モデルについては、比較のため 3 種のモデル、すなわち、IJ05 (Ivins, 2005)、W12a (Whitehaus et al., 2012) および GRACE Tellus Project (Wahr and Zhong, 2013) を用いた。

表面質量収支のモデルについては、南極のリージョナルな大気客観解析である RACMO2.3 を用いた。RACMO2.3 の月ごとの表面質量収支はデータ期間を通じて全体に正にオフセットしているため、GRACE の質量変動値との比較のためには、そのオフセットを差し引いてから、月ごとの収支を積算する必要がある。本研究では、利用可能な RACMO2.3 のデータ期間(30 年分)から、任意の 20 年分を抽出し、その平均値をオフセットとみなし、その抽出年を変化させて値の不確実性を調べた。

結果と考察

図 1、図 2 から分かるように、この地域での GIA モデルの差は比較的小さい一方で、大気客観解析データはオフセットの取り方によって大きなばらつきがあり、原理的には両者を差し引くことによって見積もることが期待される水平方向の（基底流の）流出入変化が存在するかしないかは、誤差が非常に大きく、見積もり困難である。

そこで、新たに、ICESat から得られる表面高度変化の線形トレンドを、図 2 の線形トレンドの拘束条件として用いることにした。ICESat データの高度変化から質量変化への変換には、時間的な圧密の効果も考慮したモデル (RACMO2.3, FDM) を用いた。

これらの結果から、現状において、それぞれのモデル、観測値の誤差範囲の中で、どの程度まで水平方向の質量収支について拘束を与えることができるかを定量的に評価した。また、将来的な衛星観測精度の向上や、地上観測点の適切な配置による、見積もり精度の改善の可能性についても考察した。

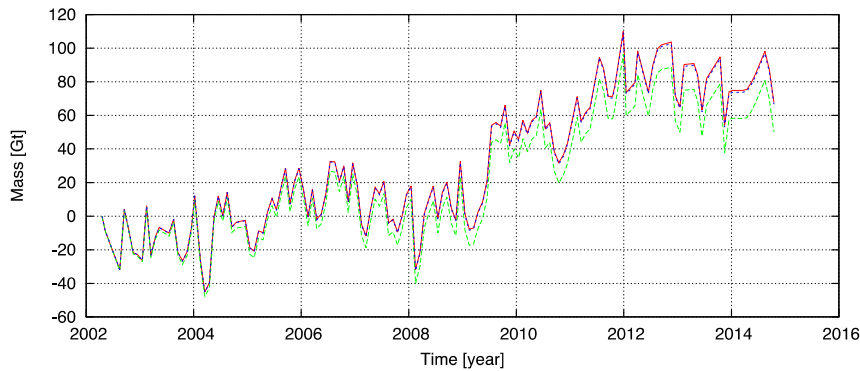


Figure 1. Temporal surface mass variations of Shirase glacier obtained by subtracting three different GIA models from GRACE-derived temporal mass variation.

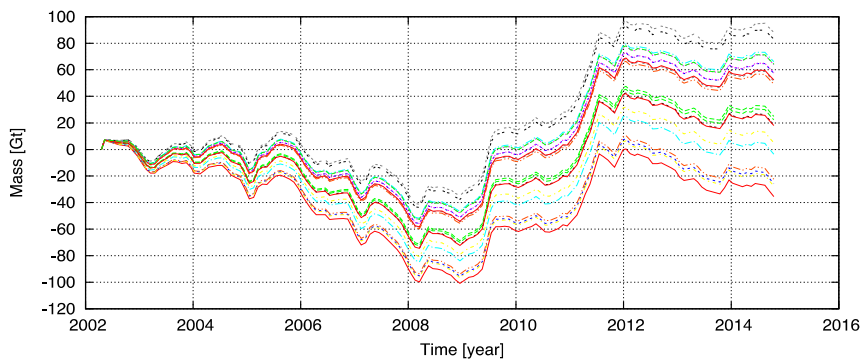


Figure 2. Temporal mass variations of the Shirase ice glacier obtained by RACMO surface mass balance modes with 20 different offset values.