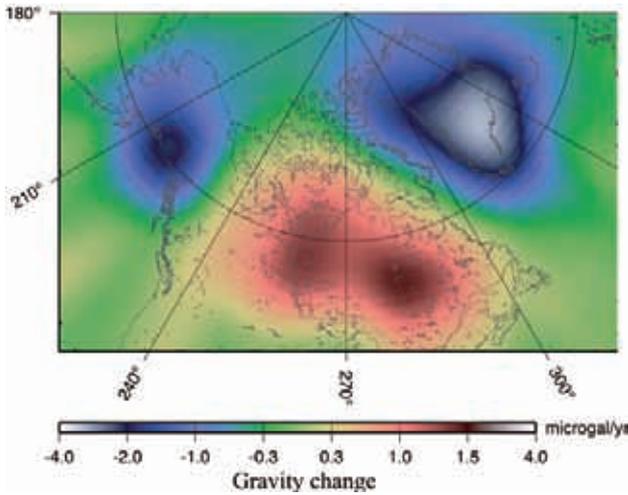


# 日置幸介の研究

理学研究院 日置 幸介

# 重力で見える 変化する地球

図2 GRACE衛星で求められた2003-2007の北米の重力変化。現在進行形の氷の融解による重力の減少を示す青い目玉と、過去に融解した氷床の跡地で起こっている大地の隆起に伴う重力増加を示す赤い目玉が顕著。



地球には万有引力があり、その大きさは札幌でおよそ九・八〇 m毎秒毎秒（九八〇ガル）です。重力の「場所」によるわずかな違いは重力異常と呼ばれ、地球の内部を知る重要な手がかりとして古くから研究されてきました。ばねばかりの原理を応用した精密な重力計は北大にもあり、火山の地下構造などの調査に活躍しています。

→ 二〇〇二年に重力を測るための人工衛星GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) が打ち上げられ、さらにわずかな重力の「時間」による違いを知ることができるようになりました。ちなみに重力計を宇宙に持っていったとしても、無重力の衛星の中で重力は測れませ

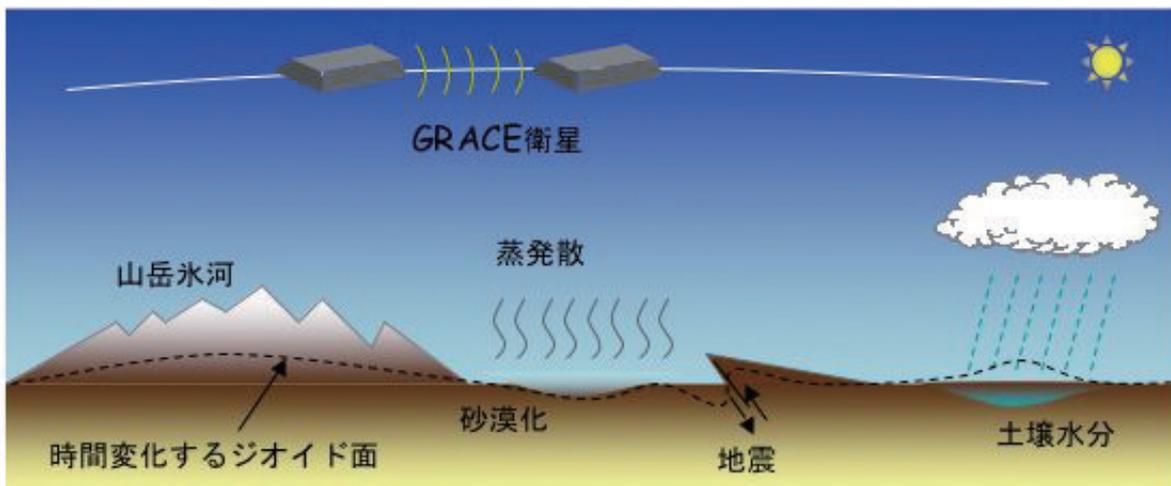


図1 GRACEは双子衛星の距離変化から地球表面の余分な質量や質量の足りないところを検出するシステム。質量の時間変化から、地球温暖化に伴う氷床の縮小、それに伴う地面の隆起、土壌中の水分の動き、地震に伴うマンツルの伸び縮みなどを計ることができる。

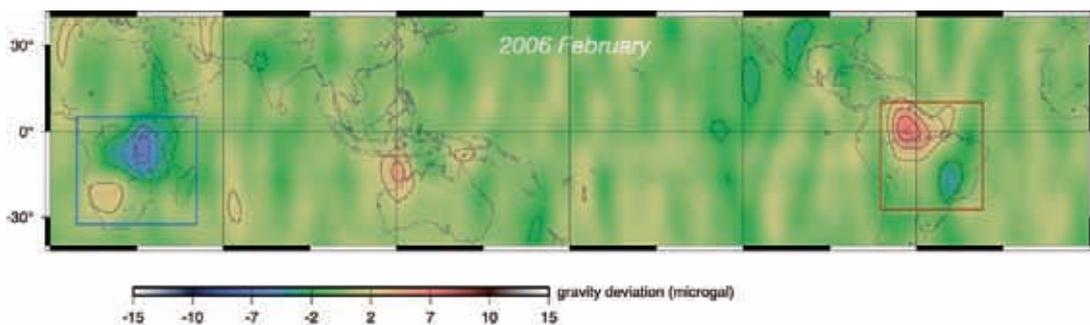


図3 2006年2月における重力の平均の値からの差。2005年暮れに始まったラニーニャの影響による降雨の異常が、土壌水分量の異常を通じてアフリカや南米で重力の変化として現れている。

ん。でも人工衛星は地球の周りを回りながら、重力の不均一によって加速減速を繰り返します。GRACEは双子衛星間の距離のわずかな変化を計ることによって約一ヶ月という短時間に地球全体の重力場を計測する(難しくいうと「ジオイド」という地球の等ポテンシャル面の形を求めめる)画期的なシステムなのです。得られた様々なスケールでの重力の時間変化は地球の新しい姿を見せてくれます(図1)。

**北** 米周辺での重力の増減(図2)を見ると、地球温暖化にともなう山岳氷河(アラスカ南部)や大陸氷床(グリーンランド南部)の縮小が、重力の減少としてはっきりと見えます。消えた氷の引力の分だけ重力が減るのです。カナダ北部では重力が増加しています。ここでは何千年も前に最終氷期が終わりカナダを覆っていた氷床がとけて、それまで押さえつけられていた地殻がゆっくりと隆起しています。増えた岩石の分だけ重力が強くなるのです。将来グリーンランドの水がとけきつてしまえば、同じことが起こります。意外にも白熊が住む北極海の水がとけ

ても重力は変化しません。氷が水になるだけで物質の量は変わらないからです。でも陸地にある氷がとけて海に流れてしまえば、陸域の重力は減るわけです(その分海の重力が増えているはずですが、広く薄く増えているので見えにくい)。これらの変動は年間数マイクロガル、すなわち我々は地球の重力の一〇億分の一の変化(!!)を見ているのです。

一時的な気候変化も重力変化として現れます。エルニーニョやその反対のラニーニャは、本来ペルー沖の海水温の異常を表す現象でしたが、今では世界中の気候に影響を与える地球規模の現象として知られています。なかでも降雨パターンは大きく影響され、様々な地域で早魃や豪雨が発生します。海に豪雨が降っても流れていってしまうので重力は増えません。でも大陸に豪雨が降ると、土壌の中の水分が増えて一時的に重力が増加します。図3は二〇〇五年暮れに発生したラニーニャから二〇〇六年二月の重力を取り出し、平年の重力からのずれを示したものです。東アフリカの早魃に伴う重力の減少、南米アマゾンから

ギアナ高地にかけての重力増加等がよくわかります。その一年後のエルニーニョでは丁度これと正反対の重力変化がみられました。

**大** 地震の前後も重力がわずかに変わることば理論的に予測されています。二〇〇四年スマトラ地震で重力が一〇マイクロガルあまり変化したことがGRACEで始めて検出されて話題になりました。地震は地下で断層がずれる現象ですが、それに伴う地殻や上部マントルの伸び縮みが重力変化をもたらすのです。

**こ** のように時間変化する地球の重力という新しい眼でさまざまな現象を見られるようになりました。しかし現在のGRACEはかなりの「近眼」で五〇〇kmくらいのサイズのものしか見えません。精度の鍵を握るのは、衛星間の距離計測精度と、重力と無関係に衛星を減速させる大気抵抗を補正する加速度計の出来です。GRACEは米国とドイツが共同で打ち上げた衛星ですが、日本独自の技術を使った自前の衛星をという動きもあります。

(へき こうすけ)