

## かぐや月全球重力場モデルにもとづく盆地内部構造の相関解析 Lunar internal structure estimated from local admittance between gravity and topography

並木 則行<sup>1\*</sup>

Noriyuki Namiki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 千葉工業大学 惑星探査研究センター

<sup>1</sup>PERC/Chitech

日本の月探査機「かぐや」はリレー衛星による 4-way ドップラ観測により、月裏側の重力場観測を行い、世界で初めて月の全球重力場モデルを完成させた。新しい重力場モデルは、月の表側と裏側では盆地の補償メカニズムが大きく異なっていることを明らかにし、月の熱史に重要な制約条件を与える可能性を示している。我々は「かぐや」の観測結果から、盆地の補償メカニズムが定性的に Type I, II, primary mascon 盆地に分類されることを提唱している [Namiki et al., 2009]。この仮説を定量的に検証し、明瞭な重力異常が認められる月盆地と高地地殻について、「かぐや」の最新重力場モデルを用いて局所地形と重力場の相関解析を行う。この結果をもとに地殻密度、モホ面深度分布、表面に噴火あるいは地下に貫入した溶岩の寄与、を推定する。

本研究では、ウェーブレット解析を応用した球面調和関数の局所化 [e. g., Simons et al., 1997; Wieczorek and Simons, 2005] により月重力モデルと地形モデルの相関解析を行う。その目的は遠方での密度異常の影響を除去することであり、月盆地のように解析対象の空間スケールが惑星半径と同程度で曲率を無視できない対象に特に有用である。球面調和関数のウェーブレット解析については、金星の地形と重力のアドミッタンスの計算のためにすでに開発され [Simons et al., 1997]、火星に応用されている [McGovern et al., 2002]。月盆には、地形・重力を局所化することで、波長によらない盆地の軸対称性が明確になり、密度異常のモデル化が容易になる。この解析手法を用いる対象は「かぐや」の重力異常図で明瞭な特徴を示している盆地を選んでいる。

本研究では最新の月全球重力場モデルを使用し、表側盆地と裏側盆地の比較、特に Namiki et al. [2009] の提唱する分類 Type I, II 盆地と primary mascon 盆地の補償メカニズムの違いを明らかにする。また、ウェーブレット変換の窓関数についても検討を加える。ウェーブレット変換自体は数学的処理だが、実際には窓関数の適・不適が解析結果と、その解釈に大きく影響する。Simons et al. [1997] ではもっとも単純な窓関数、Boxcar 関数型の窓（いわゆるメキシカンハット型窓）を利用している。Simons et al. [1997] の窓関数は簡素で利用しやすい反面、広い波長域の情報をたたみ込んでしまうという欠点が指摘されている。そこで、天文学分野で利用されている 3 次の B-spline 窓関数 [Starck et al., 2006] を用いている。これは等方的なガウシアン関数の近似型窓関数であり、収束が早いという特徴を持っている。また、Simons et al. [1997] では窓関数の空間的サイズと波数サイズを規定する係数、 $f_S$ 、を 2 に固定しているが、本研究では解析対象域の空間半径に応じて 2-5 の範囲で可変とした。

この手法をまず極域と表側、裏側の高地に適用したところ、球面調和関数の次数が 10-40 次までの長・中波長域では線形的にアドミッタンスが増加し、40 次以上の短波長域ではアドミッタンスがほぼ一定になる。これは、長波長の地形はエアリーアイソスタシーによって支えられているが、短波長の地形はリソスフェアの弾性が支えていることを示している。短波長のアドミッタンスから推定される地殻密度はアポロサンプルから推定される標準的な密度  $2800 \text{ kg/m}^3$  と矛盾しない。

Type I 盆地のアドミッタンスは、幅の広い山型をしている。アドミッタンスのピーク波長は盆地中央に認められる重力異常の幅に一致している。一方 Type II 盆地のアドミッタンスは二つのピークを有しているようである。波長の長い側のピークは幅が狭く、高い。Type I 盆地との相違は、重力異常の鋭さに起因していると解釈される。最後に、primary mascon 盆地は Type II 盆地同様の幅が狭いピークを示すが、その中心次数は Type II 盆地よりも長波長側に移動している。また、アドミッタンスは全体として  $0 \text{ mGal/km}$  に近づいており、primary mascon 盆地がアイソスタシーに近いことを示唆する。

キーワード: 月重力, かぐや

Keywords: lunar gravity, Kaguya