

小惑星イトカワにおける自転および内部密度分布が表面重力場に与える影響

金丸 仁明¹、佐々木 晶¹

¹大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻

はじめに

小惑星イトカワの探査により、小天体上においても表面を更新するような活発な地質現象が起きることがわかってきた。細粒物質に覆われたなめらかな地域とボルダーに富んだ地域のコントラストは、Seismic shakingによるグローバルな物質移動の結果であると考えられている[1]。そうした表層進化の理解には、天体表面における重力場と地形について知ることが必須となる。

本研究では、イトカワの自転周期が太陽高圧によるトルク（YORP効果）や衝突イベントで変遷を遂げてきた可能性を考え、自転周期を変化させたときの表面重力場の応答を多面体重力場計算により調べた。また、天体内部の密度分布を変えて重力場の計算ができるよう計算コードの改良に取り組んでいる。

研究方法

不規則な形状をもつ天体の重力場計算には、密度一定の多面体の重力場を求める計算手法が適する[2]。このアルゴリズムをもとに会津大学で開発された計算コード[3]を用いて、イトカワ表面における重力ポテンシャル、重力加速度、傾斜を計算した。

傾斜は、形状モデルから決まる天体表面の法線ベクトルと、計算により得られたその地点における重力加速度ベクトルの向きから計算することができる。重力は万有引力と自転による遠心力の合力である。自転周期を変えると、重力加速度の向きが変わり、傾斜の値も変化する。

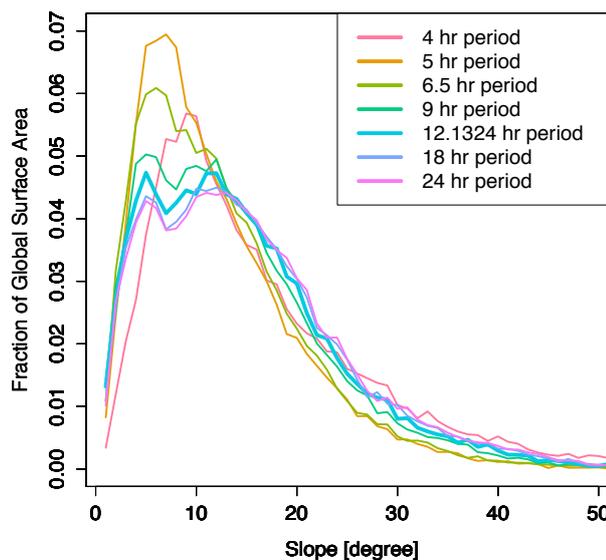
今回は 49152 枚の表面メッシュをもつ 3 次元形状モデル[4]、バルク密度として 1.95 g/cm³[5]の値を用いた。自転周期を 4 時間、5 時間、6.5 時間、9 時間、12.1324 時間(現在の自転周期[6])、18 時間、24 時間と変えて計算し、傾斜度のヒストグラムを作成した。

結果と考察

自転周期が短い場合ほど、傾斜の大きな領域が減少する傾向が見られた。自転周期を5 時間としたときに傾斜の分布は最も平坦に近くなったように見えた。自転周期を 4 時間まで縮めると、逆に急傾斜な領域は増える結果となった。

地域別に見ると、イトカワのくびれ地域に急傾斜な領域が集中していた。イトカワ表面全体では、10 度前後の傾斜をもつ領域が最も多いのに対し、くびれ地域では、20 度から 30 度になだらかなピークを持ち、それ以上の急傾斜も多く見られた。

くびれ地域に見られる急傾斜な領域は、重力的に不安定であるとも考えられる。傾斜をローカルな重力場と地形との mismatches の指標と考えると、自転周期を早めることである程度解消できることがわかった。イトカワの自転周期が今よりも短かった時代に当時の重力場を反映した地形が形成され、YORP 効果によって自転周期が長くなった現在でも保存されている可能性も考えられる。この点については、地形の緩和プロセスのより詳細な理解が不可欠である。



またイトカワの場合、4 時間という自転周期はその形状を保てる限界に近く、遠心力が万有引力による加速度を上回る地域が出てくるものと考えられる。

参考文献

- [1] Miyamoto et al. (2007), *Science*, 316, 1011-1014. [2] Werner & Scheeres (1997), *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 65, 313-314 [3] Mitsuta et al. (2012), *39th COSPAR Scientific Assembly*, 39, 1254 [4] Gaskell et al. (2006), AIAA-20016-6660. [5] Abe et al. (2006), *Science*, 312, 1344-1347 [6] Fujiwara et al. (2006), *Science*, 312, 1330-1334