

## SBMT を用いた小惑星イトカワのクレーター・ボルダー解析

三上(北大), 青木(神戸大)

8月に会津大で行われた第6回惑星探査データ解析実習会で扱った Small Body Mapping Tool (SBMT) を用いて小惑星イトカワのクレーターとボルダーの画像解析を行った。本レポートではまず SBMT の概要を述べ、イトカワのクレーターとボルダーの数密度分布に対する考察をする。その後、クレーター・ボルダーの緯度経度分布についての考察も述べ、最後に SBMT を用いた画像解析の研究への活用について我々が感じたことをまとめる。

### 1. SBMT について(三上)

SBMT は Johns Hopkins Univ. の Applied Physics Lab で開発された、Java アプリを用いた画像解析ツールである。この SBMT は実習で扱った他のツールより設定等が楽であり、画像解析初心者でも扱いやすいソフトである。また、研究者向けの SBMT では形状モデル上でのマーキングができ、そのデータを出力し、今回行ったような数密度分布などの解析ができるようになっている。

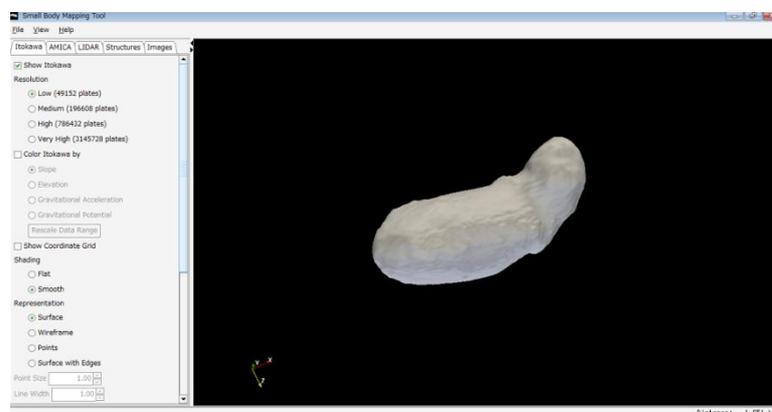


図1: SBMT の画面。Structures から形状モデル上にマーキングを行うことができ、そのデータをファイル出力することが可能。

### 2. クレーター・ボルダー数密度分布(三上)

イトカワのクレーター・ボルダー積算個数密度分布は図2で示す。カウンティング数はクレーターが 51, ボルダーが 211 である。最大サイズは直径で、クレーターが 70 m, ボルダーが 62 m である。また緑の線は結果をあるべき乗関数でフィッティングしたものである。クレーターは  $-2.3 \pm 0.18$  で、ボルダーは  $-2.2 \pm 0.13$  のべき乗関数でフィッティングした。ここで、クレーターの直径 10 m のものとボルダーの直径 9 m のものはフ

フィッティングの対象から外してべき関数を求めた。

ボルダーのカウンティングに関しては先行研究である Michikami et al. (2008) の数密度分布の図(図 3)と比較した。Michikami et al. (2008) では、 $-3.1 \pm 0.1$  のべき乗でフィッティングを行っているが、今回我々が作成したべき乗とは異なることが分かった。また我々の図では、小さいサイズ (5-8 m) のボルダーがカウントできなかった。これは SBMT では解像度が悪く、また、小惑星探査機「はやぶさ」はイトカワの赤道付近を周回していたため、極付近の画像が鮮明にとれていないことが原因である可能性がある。

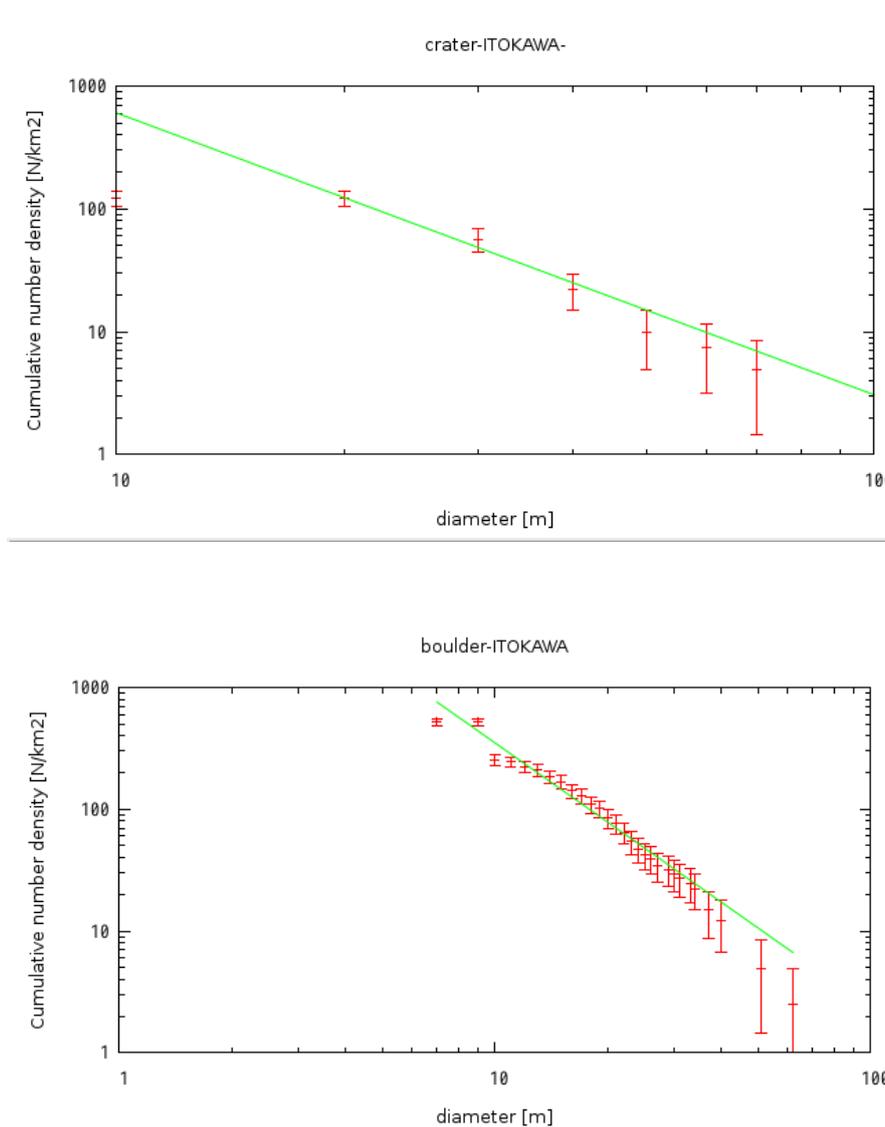


図 2 : イトカワのクレーターの数密度分布(上)とボルダーの数密度分布(下).

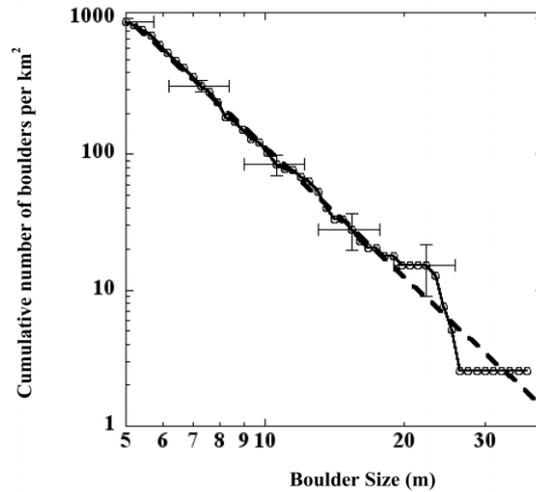


図 3 : Michikami et al. (2008) のボルダーの数密度分布の図. 破線は  $-3.1 \pm 0.1$  のべき乗関数.

### 3. クレーター・ボルダー緯度経度分布(青木)

ここではクレーターとボルダーの緯度経度分布について考察を行う. ボルダーは緯度の低い地域に集中し, 北極と南極付近にボルダーが少なく, **smooth terrain** が広がっている. これに関しても数密度分布と同様, はやぶさがイトカワの赤道付近を周回していたため, 極域付近の画像が鮮明でないことが一因であると考えられる.

対照的にクレーターは広く全体に分布しているが, よく見ると, 北半球に多くあるように見える. **Smooth terrain** との相関はみられない. また, クレーターはその輪郭が消えかかっているものや不明瞭なものも多く存在するため, その全てを把握するのは非常に難しい.

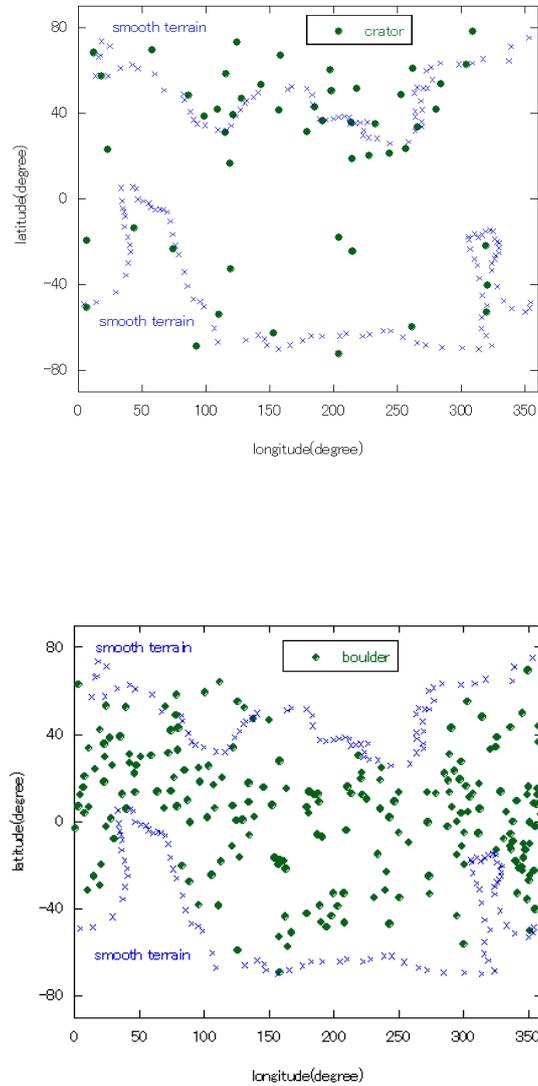


図 4：イトカワのクレーター(上)とボルダー(下)の緯度経度分布.

#### 4. ボルダーの長軸方向と重力方向の関係(青木)

ボルダーを楕円で近似したときの長軸と、その位置での重力の水平成分との角度ごとの個数をヒストグラムに表した(図 5). 本来なら、重力の鉛直成分も考慮に入れないが、少なくとも水平成分に関しては長軸の方向と重力方向の有意な関係は見られない. ボルダーを楕円で近似しているため、横軸は  $90^\circ$  が最大である. ボルダーの長軸方向と斜面方向の関係調査からはイトカワ表面で粉体対流が起こっている明確な証拠を見いだすことはできなかった.

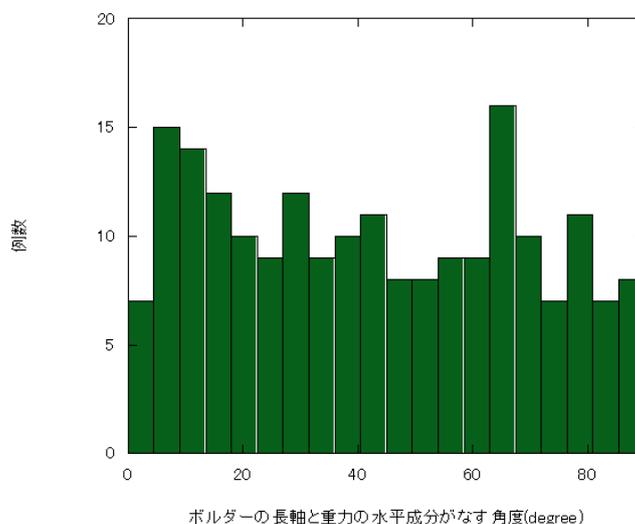


図 5: ボルダーを楕円で近似したときの長軸と、その位置での重力の水平成分とのなす角度ごとの個数のヒストグラム。

## 5. まとめ(三上)

SBMT を用いて画像解析をするにあたり、いくつか問題があることが分かった。クレーターは輪郭が取れてしまい非常にカウントしづらく、また、はやぶさがイトカワの赤道周辺を周回していたため、極付近の鮮明な画像を得ることができておらず、極付近のカウントに関しては不確実性が残った。そして、解像度の問題でサイズが小さいクレーターやボルダーはカウントできなかった。

## 6. 謝辞(三上)

8 月末に会津大で行われた解析実習会では講師の平田先生をはじめ、数多くの先生方には助けていただきました。また、SBMT 班のチューターの本田先生、諸田先生、鈴木先生には数多くのコメントをしていただきました。最後に共に作業した青木君には、感謝の気持ちでいっぱいです。皆様ありがとうございました。

## 7. 参考文献

- Michikami et al., Size-frequency statistics of boulders on global surface of asteroid 25143 Itokawa, *Earth Planets Space*, 60, 13–20, 2008.
- Michikami et al., The shape distribution of boulders on Asteroid 25143 Itokawa: Comparison with fragments from impact experiments, *Icarus*, 207, 277–284, 2010.
- Small Body Mapping Tool User manual,  
<http://near.jhuapl.edu/software/apl/help/helpcontents.html>.