

13：小惑星イトカワの地形再現実験

志村康成，江森 翠，横田香菜子，渋谷 亮（高2），
小林彩葉，内田貴夫，小泉 亮，佐藤 遼，阿加井 星（高1）

【成蹊高校天文気象部】

はじめに

惑星探査機「はやぶさ」が軟着陸した小惑星イトカワ(25143 Itokawa)は，1998年9月，マサチューセッツ工科大学の地球近傍小惑星探査チームによって発見された。この小惑星は，近日点が0.953天文単位で，地球近傍小惑星アポロ群に属する。

小惑星イトカワの形状は，三軸径が $535 \times 294 \times 209\text{m}$ で，「ラッコ」にたとえられているようないびつな形をしている。その質量は $(3.510 \pm 0.105) \times 10^{10}\text{kg}$ ，平均密度は $1.90 \pm 0.13\text{g/cm}^3$ ，および表面重力は $0.07 \sim 0.1\text{mm/秒}^2$ である。近赤外線による観測で，構成鉱物として，輝石やカンラン石がみつかっている。これらの鉱物の密度とイトカワの平均密度から，イトカワの中味には隙間が多いと推定されており，小惑星同士の衝突破壊によって生じた破片が集積してできたラブルパイル型小惑星と考えられている。

小惑星イトカワには，ミューゼス海などのような滑らかになっている地形とそうでない地形にはっきりと分かれている(図1)。これは，かつてイトカワ全体が小天体の衝突などによって何度も振動されたため，ふるいにかけてるように表面の粒子が大きさごとに分かれて，小さい粒子は低い(重力的に安定した)所に集まることを繰り返した結果，表面地形の差ができたと考えられている(Miyamoto et al., 2007)。

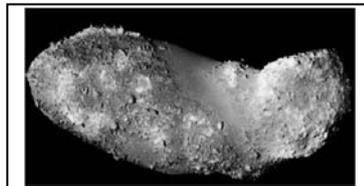


図1. イトカワの地形. 中央がミューゼス海. (Copyright @JAXA)

これまでの実験

小惑星イトカワの地形が，振動による粉体の分級によることを確かめるために，模型実験を行った。これまでの実験(飯嶋ほか，2007)では，イトカワの地形模型として，2つの岩体の接合部の形状を模した， $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ の発泡スチロールの板を二枚張り合わせてV字形にしたものを使用した(図2)。また，粉体としては，イトカワの岩質にちかい衝突破壊でできた粒子を作るために，カンラン岩を岩石ハンマーで100回～1000回粉砕したものをを用いた。発泡スチロールの板の間の角度は6種類を作り，携帯のバイブ，2種類のマッサージ器によって，装置を下から3パターンで振動させ，ミューゼスの海のように，真ん中に細かい石が集中して平らになり，側面に大きい石が積もる状態に近づくまでの時間を計った。

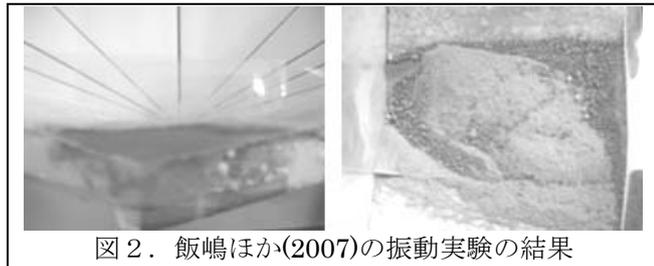


図2. 飯嶋ほか(2007)の振動実験の結果

実験により，小惑星イトカワのラフな地形とスムーズな地形が再現できた。また，粒子の挙動については，2つの結果が得られた。

1) 粒子の粗さによる分離にかかる時間，及びその分離の傾向の違い

粒に振動を加えると，どのモデルも，きめの細かい粒子が中心に粗いものが外側に集まるという傾向が見られた。振動の後，粒子はどのモデルでも押し固めたようになっていた。また，細かい方が分離にかかる時間は短く，その分離も明白に見てとれる。ここから，粒

子の細かいものの方が振動で動きやすく、震動後は密集して安定しやすいことがわかる。

2) 傾斜の効果

傾斜が緩やかな方が早く、鮮明に分離にする。これは、砂が上方向よりも横方向に移動しやすいことを示していると考えられる。

実験方法

実験の目的

今年の実験では前年度の実験を発展させ、航空機による微小重力実験を想定し、実験の環境をより宇宙空間にある本物のイトカワの表面に近い条件を作る事を目標とした。この実験により、イトカワ表面でどのような振動をどのくらい加えれば、分級と移動により滑らかになっている地形とそうでない地形ができるか明らかにしたい。

微小重力実験では、微小重力になる時間が約 20 秒しかないことがわかったため、この時間内に地形再現をすることが必要である。

実験装置

実験装置は、発泡スチロールを 2 枚張り合わせて、ゆるやかな傾斜の V 字型とした板上に、これまでの実験で用いた破碎岩石粒子をのせ、密閉されたプラスチックの容器内の底付近に設置したものとなっていて、これまでのものよりより少量の試料で実験ができる(図 3)。

この装置は上部から空気を抜くことができ、内部を真空に近くすることができる。

底部のスピーカーからは、自作の発振回路や、パソコンの音源ソフトからの音声信号出力につなぎ、いろいろなモードで粒子に振動を加える。これは、これまでのマッサージ器を用いて強い振動を与えた場合、微小重力下では、粒子が飛び散ってしまうことが予想されるからである。

今回は、地上での重力下でこの装置を用いて、粒子の分級にはどのような振動をどのくらいの時間かける必要があるかを実験し、微小重力下でイトカワの地表の条件を作るのにより適した振動の大きさを測定できるか試みる。

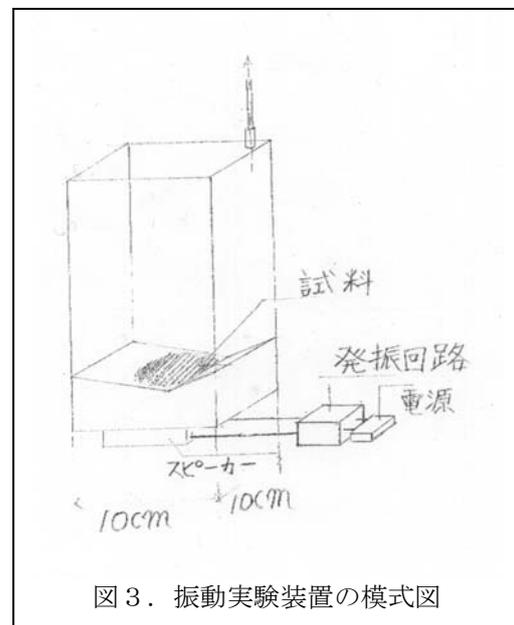


図 3. 振動実験装置の模式図

参考文献

飯嶋カナナ, 加藤美彩, 宮下 敦 (2007): 小惑星イトカワの地形再現実験, 地球惑星科学連合学会 2007 年年会予稿集 P226-P004.

Miyamoto et al., (2007): Regolith Migration and Sorting on Asteroid Itokawa, *Science*, 316, 1011-1014.