

平成 20 年 3 月 28 日

平成 19 年度「小天体表面現象研究 WG」活動報告

代表者所属 氏名 愛知東邦大学 高木靖彦

1. 構成メンバ

氏 名	所属
高木 靖彦	愛知東邦大学
矢野 創	JAXA/ISAS & JSPEC
杉田 精司	東大院新領域
長谷川 直	JAXA/JSPEC & ISAS
宮本 英昭	東京大学総合研究博物館

2. 本年度 WG 会合開催実績

学会・研究会・シンポジウム等の開催に合わせて下記の打合せを行った。それ以外はメールでの打合せとなった。全体会議が日程の都合上実施できなかったのは遺憾である。

(1) 第 1 回：平成 19 年 8 月 24 日、JAXA 日本橋事務所、参加：高木、矢野

(2) 第 2 回：平成 19 年 9 月 26 日、高知大学、参加：高木、杉田

(3) 第 3 回：平成 19 年 11 月 8 日、北海道大学理学部、参加：高木、杉田、長谷川

(4) 第 4 回：平成 20 年 1 月 18 日、東京大学理学部、参加：高木、宮本、杉田

(5) 第 5 回：平成 20 年 3 月 28 日、JAXA 相模原キャンパス、参加：高木、矢野、杉田、長谷川

3. 活動目的

「はやぶつ」探査機による高解像画像は、小惑星イトカワの表面がmmサイズの非固着な砂利により覆われていることを明らかにした。それら砂利の配置や形態的特徴は、イトカワが相当の振動を経験し、その振動が全球的粒子過程を引き起こしたことを示唆していた (Miyamoto et al., 2007)。その中で粒子対流、地滑り、粒子移動などが起こったと考えられる。その結果として、粒径によるソーティング、粒径の大きい粒子が上に浮き上がり、小さい粒子がポテンシャルの低い部分に溜まることも起こった。

大きな粒子が浮き上がり小さな粒子が沈むという現象はブラジルナッツ現象として知られているが、どのような物理機構で起こるか完全には説明されていない。また、重力や粒子間の流体層が重要な役割を果たしていると考えられており、イトカワ上のような微小重力かつ真空・乾燥環境においても同じような現象が起こることは証明されていない。

さらに、どの程度の強度・周波数の振動が加わった時に、どの程度の時間で粒径による分離が起こるかも明確にはなっていない。

一方、高木を中心に進められてきた微小重力下でのクレーター形成実験は、従前の予測に反して、重力がクレーター形成の支配要因でないことを示した。しかし、30 年近く前に NASA で行われた唯一の先行実験 (Gault and Wedekind, 1977) の結果は、クレーター直径が重力と負の相関を持つことを示していた。この違いの原因が何であるかを明確にすることが残された課題であった。予備的実験の結果は、標的に使用された粒子の粒径の違いが最も可能性の高い原因であることを示唆しているが、これを含め

てさらなる検討が必要である。

微小重力下における惑星表面現象の研究は従来ほとんど行われてこなかったが、これらの結果は、今後進めていくべき分野の一つであることを示している。そこで本 WG は、太陽系内小天体上の表面現象を研究するための微小重力実験の立案とその実施を目的とし、本年度は立案のための検討を進めることを目的とした。

4. 活動内容

本年度認められた経費は WG 会合 1 回分の旅費であった。年度末 2~3 月に WG 会合を開く予定であったが、メンバー多忙により日程調整がつかず開催を断念した。本年度の活動としては、日本惑星学会秋季講演会、相模原でのシンポジウムなどの機会に開いた(事前) 打合せのみになってしまったのは残念である。

活動としては不十分な側面もあったが、その中で以下のような議論が行われた。

◎微小重力環境継続時間の問題

衝突クレーター形成実験では、クレーター形成は MGLAB での微小重力継続時間 4.5 秒の間に完了していることを画像データが示している。しかし、継続時間が短く、もっと時間をかければクレーターの成長が続き、微小重力下では 1 G 下よりも大きなクレーターが作られるはずだという見方は学会発表などの質疑では常に出される疑問である。この点をより強力に証明できるデータが得られる手段を考えるべきであるという意見が共同研究者からは出された。さらに、砂利の流動・移動現象の実験をするためにも、微小重力状態が長時間続く手段も用いるべきだとの意見が出された。

長時間実験を可能にする手段としては航空機の弾道飛行が最も素直に考えられる方法である。しかし、航空

機の弾道飛行の場合は、負の重力(上向き加速度)が掛かる場合があるなど微小重力の質の点で粉体関連の実験には不向きであり、それを克服する装置の工夫などが必要であるとの議論がなされた。

微小重力の質・継続時間を共に満足する手段としては、気球からのカプセル落下があるとの意見が出されたが、気球実験のグループとの調整が必要であり直ちには実施できない。

いずれにしても、これらの手段により予備実験をした後、最終的には ISS 等での実験をすることが微小重力継続時間の伝でも最も望ましいことが確認された。

◎粉体準備段階での重力の影響

衝突クレーター形成実験において、衝突実験そのものは微小重力環境下で行われるが、標的を容器に入れて一定の見かけ密度に整え表面を平らにするといった準備は 1 G 環境下で行われた。カプセル落下後 1 秒程度では標的粉体は、粒子間の接触状態等に関して 1 G の時の記憶を留めているのではないか、それが微小重力下でもクレーターのサイズが大きくなかった原因ではないかとの指摘があった。

この問題を完全に解明するためには標的の準備を含めて微小重力下で行う必要がある。その意味でも宇宙実験が最終的には必要であるとの認識が得られた。また、小惑星上での衝突実験を行うことが、対象とする重力環境下での究極の検証実験となるという考えも出された。

◎クレーターの深さデータの取得

一連の衝突クレーター形成実験では、形成されたクレーターの直径に関するデータは多く得られたが、深さデータ、あるいは断面データも重要であり、取得できるようにすべきであるとの意見が出された。方法は幾つかあるので、1 G において実証実験を進めるべきとの結論になった。

◎高時間解像度データ取得

衝突クレーター形成実験に関しては、落下カプセルに高速度ビデオを搭載して衝突初期の粒子の運動を明確にすべきであるとの意見が出された。これに関しても 1 G において実証実験を進めるべきとの結論になった。

◎粒子移動の定量化の問題

衝突クレーター形成実験に関しては形成されたクレーター直径や放出物の質量などが定量的観測項目として明確であるが、砂利の流動実験では何が定量的項目として適切かという問題に関しての意見交換が行われたが、明確な結論は得られなかった。

5. 成果

高木靖彦、長谷川直、矢野創、杉田精司、宮本英昭、微小重力環境を用いた小天体表面現象の研究、第24回宇宙利用シンポジウム、2008年1月18日