

微小重力環境を用いた小天体表面現象の研究 — 微小重力地質学の創成

愛知東邦大学	高木 靖彦
JAXA / JSPEC & ISAS	矢野 創、長谷川 直
東京大学・総合研究博物館	宮本 英昭
東京大学・新領域創成科学研究科	杉田 精司
会津大学・コンピュータ理工学部	出村 裕英、平田 成
福島工業高専	道上 達広

Studies of Small Body Surface Processes Using Microgravity Environment - The Creation of "Microgravity Geology"

Yasuhiko Takagi

Aichi Toho University, 3-11 Heiwagaoka, Meito-ku, Nagoya 465-8515
E-Mail: takagi@aichi-toho.ac.jp

Hajime Yano and Sunao Hasegawa

JAXA / JSPEC & ISAS, Yoshinodai, Sagamihara, Kanagawa 229-8510

Hideaki Miyamoto

University Museum, U. Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033

Seiji Sugita

Graduate School of Frontier Sciences, U. Tokyo, 5-1-1 Kashinoha, Kashiwa 277-8563

Hirohide Demura and Naru Hirata

University of Aizu, School of Computer Sci. & Engin., Ikki-machi, Aizu-Wakamatsu 965-8580

Tatsuhiko Michikami

Fukushima National College of Technology, Iwaki 970-8034

Abstract: Microgravity experiments are important for studies of surface phenomena (e.g., impact cratering, regolith migration and sorting) on the solar system small bodies. We are investigating the method, devices, and sample materials of these experiments. The creation of "Microgravity Geology" is expected.

Key words; microgravity geology, impact phenomena, regolith migration

小天体表面現象 WG では、公募地上研究により行った落下塔を用いた微小重力下におけるクレーター形成実験の継続・残された問題を解明するための実験の検討、小惑星探査機「はやぶさ」がイトカワ上に見つけた砂礫の移動現象に関する実験の実施に向けた検討を中心に活動を行ってきた。その概要は下記 (A) および (B) にまとめられた通りである。

今後は、

- 低重力天体の地質・地形に関する高解像度データの解析
- 微小重力環境下での衝突実験
- 高空隙率標的、粉体標的中の衝撃波、弾性波測定 (地上[1 G]、微小重力環境下)
- 微小重力環境下での粉体流動実験
- 微小重力下の地質活動の数値シミュレーション

を行い、それらを基に微小重力下の地質活動のモデル化を目指す。

さらには、地質学、惑星科学、微小重力科学、粉体物理学を融合させることで、「微小重力地質学」という新しい学問を創りだすことを目標とする。その結果、微惑星の地質過程の解明、次世代の小天体探査の立案、地球上の地滑り・土砂崩れの機構解明に新たな視点を提供することなどが期待される。

(A) 低重力天体の地質・地形に関する高解像度データの解析

小惑星探査機「はやぶさ」は、高解像度画像などにより、

- 小惑星イトカワ表面に cm 程度の小石で覆われている地域が存在する
- より大きな岩塊で覆われている地域も存在す

る

- 大きな岩塊の上に小石が乗っていることがない、また、粒径の小さい粒子は岩塊の下など低地に分離している
- 岩塊は重力的に安定な方向に向いている

ということを示した。[2]

これらの事実は、イトカワ表面が相当の振動を経験し、その振動により砂礫粒子の移動・粒径による分離などが引き起こされたことを示している。しかし、実際に微小重力・真空の環境下において、そのような砂礫の移動・分離が起こるかは明確でない。

そこで、微小重力環境を用いた実験により、どのような条件で砂礫の移動・分離が起こるのかを明確にすることが必要となる。そのための実験方法、真空容器や振動を与える装置、使用する材料物質などの検討を進めている。

(B) 微小重力環境下での衝突実験

微小重力環境下でのクレーター形成実験は、公募地上研究に2回採択され、計50回の落下実験を行うことができた。落下中のカプセル内で、小天体表面上のレゴリス（砂礫）層を模した粉体標的に弾丸を衝突させクレーターを形成する実験を行った。それらの結果は、

- 微小重力下で作られたクレーターの直径は、同じエネルギーで1 G 下で作られたクレーターの直径と、実験のばらつきの範囲で一致している。重力効果が見られない
- 直径と衝突エネルギー関係の傾きは、強度スケールリングの1/3よりも、重力スケールリングの1/4に近い

ということを示した。（実験結果の例は図1）

しかし、唯一の比較実験である、NASA Ames 研究所の装置を用いて30年前に行われた実験 [1] では、重力と形成されるクレーター直径の間に負の相関がある結果が示されており（図2）、今回の結果とは一致していない。ただし、彼らの用いた標的粒子の粒径は、今回の実験のものよりかなり大きかったことが分かっている。また、我々が行った予備的実験の結果は、標的の粒子サイズが大きくなると、衝突の様相が劇的に変化し、重力の影響が大きくなる傾向を示した。したがって、この実験結果の違いの原因は、使用された標的物質の粒径の違いと考えられる。

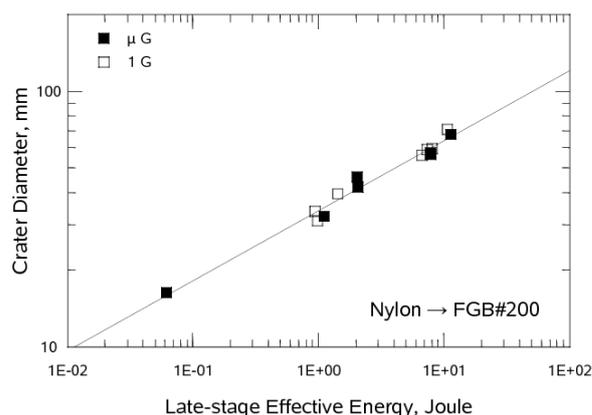


Fig.1 Diameter of crater formed in the gravity environment

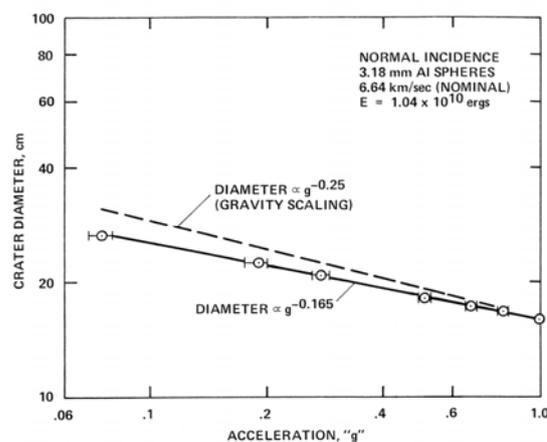


Fig.2 Crater diameter dependence on the surface gravity [1]

そこで、標的物質の粒径を変化された本格的な実験の検討を行っている。ただし、予備実験の結果は、粒径の大きな物質を用いると劇的に放出物の量が多くなり、明瞭なビデオ撮影が困難になることを示していた。従って、大量の放出物の影響を取り除いて明確なデータ習得ができる実験方法・装置などの準備が必要であり、現在検討中である。

参考文献

- [1] Gault, D. E., and J. A. Wedekind (1977), in *Impact and Exploration Cratering*, edited by D. J. Roddy, Pepin, R. O., Merrill, R. B., 1231-1244, Pergamon, New York.
- [2] Miyamoto, H. et al. (2006) *Science* 316, 1011-1014