

## 微小重力環境を利用した粉粒体研究の提案

荒井 康智<sup>1</sup>, 夏井坂 誠<sup>1</sup>, 益子 岳史<sup>2</sup>

1. 宇宙航空研究開発機構 ISS 科学プロジェクト室, 2. 静岡大学工学部機械工学科

## Granular materials research under microgravity environment

Yasutomo arai<sup>1</sup>, Natsuisaka makoto<sup>1</sup> and Mashiko takeshi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Space and Astronautical Science, JAXA, 2-1-1, Sengen, Tsukuba, 305-8505

<sup>2</sup>Shizuoka University Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering,  
3-5-1 Johoku Naka-ku Hamamatsu, 432-8561

E-Mail: aria.yasutomo@jaxa.jp

### Abstract

Granular materials easily transform from a solid state into a fluidized state when an external force, such as wind ripple on dunes, is applied. These granular materials are familiar, but several unresolved phenomena still remain, such as the Maxwell's demon and the Brazil-nut effect. European researchers have begun microgravity experiments using granular gas because the gas exhibits a non-equilibrium state with energy dissipation. We propose research programs on granular materials using microgravity.

### 1. はじめに

静置された粉体は固体として振舞うが、外力により容易に流動性を示し、液体として振舞う。この粉体挙動は、砂丘の風紋など身近な現象であるが、ブラジルナッツ効果、マクスウェルの悪魔、大山の円筒ドラム実験<sup>1)</sup>など、未解明な課題も存在する。また、欧州等で微小重力を利用した粉体気体研究が開始され、そのエネルギー散逸を伴った非平衡な振る舞いが注目を集めている。

### 2. 粉体研究

粉粒体のサイズの定義は研究分野によって1桁程度異なっているが、1mm以下を粉体、以上が粒体と分類されている<sup>2)</sup>。これらのサイズの粒子は、既に熱運動とは無縁で、機械的或いは静電的な力で形状、集合体のサイズ

を変える。また、通常は接触以外に粒子同士は相互作用せず、粒子が感じる外力は重力のみである。

この粉粒体運動は、巨大な砂丘の運動からテーブル上のBrazil nut効果実験の広範な空間スケールで現れる。

粉体気体と呼ばれる乱雑に運動している希薄な粉粒体は、粒子反発係数 $e < 1$ の為に、衝突によりエネルギーを散逸する。この粉体気体の冷却時における粒子運動、系全体に現れる空間パターンの生成と相転移メカニズム等は、非平衡散逸系のhotな研究対象として現在注目を浴びている。

また、良く知られている粉体の特徴としては、巨視的な物体(熱環境に依存しない)、溶媒不要、非弾性衝突によるエネルギー散逸、揺らぎに寛容、排除体積効果が重要、バグノルド則と呼ばれる”せん断応力は速度差の2乗に

比例する(Newton 流体は 1 乗) “などがある.

### 3. これまでの微小重力実験

ヨーロッパを中心とした研究チームは、早くから粉粒体挙動と重力の関連性に着目し、1998 年から合計 12 回の微小重力実験(小型ロケット 3 回)を実施し、ISS コロンバスモジュール用の振動物理装置 VIP-Gran(Vibrational Phenomena in Granular Materials)<sup>3)</sup>を開発している.

### 4. 微小重力を利用した研究の提案

粉粒体の動的性質等を詳細に研究する為に、次のテーマ等を研究対象としたい.

- ・ジャミング転移などの相転移メカニズム
- ・粉体気体の動的性質
- ・エネルギー散逸による粒子集団運動の重力依存性
- ・偏析メカニズム
- ・動的パターン生成及び相転移メカニズム
- ・2 成分粒子系への拡張

### 5. 参考資料

- 1) J. Duran, 中西秀, 奥村剛共訳”粉粒体の物理学”, 吉岡書店, 2002 年, p.206
- 1) <http://www.biwa.ne.jp/~futamura/sub2.htm>
- 2) <http://www.mssmat.ecp.fr/spip.php?rubrique256>