

## 2023年度（第19回）研究助成報告

研究題名	粉体層と気流や固体物体との動的相互作用の基礎解明
研究期間	2023年4月1日～2024年3月31日
研究機関・所属	大阪大学・大学院理学研究科
研究者名	桂木 洋光

## 1. 研究成果の概要

本研究では、(i)「粉体層上で転がる球体の空回り的挙動」、(ii)「粉体斜面上に静置された固体球の転がり挙動」、および(iii)「エアー・ジェットの粉体層への衝突」の三種類のセットアップを通して、粉体層と気流や固体物体との動的相互作用について詳細に調べた。(i)については、粉体斜面上を転がり上がる固体球の並進・回転それぞれのエネルギー散逸度合いを定量化する摩擦係数を導入して、その系統的計測を行った。その結果、回転摩擦は実験条件に大きく依存しないものの、並進摩擦は固体球と粉体層の密度比に大きく依存することが明らかになった。また、(ii)については、固体球を粉体斜面上に静置して鉛直振動を加える実験を行った。その結果、固体球の密度や振動加速度が適切な範囲にあるとき、固体球が粉体斜面上を浮遊しながら漂流する運動モードが実現されることを明らかにした。(iii)に関しては、エアー・ジェットを粉体層に衝突させて形成されるクレーターのアスペクト比をスケーリングする関係式を実験的に求めることに成功した。

## 2. 助成期間内での研究成果の概要

基本的に、上記の成果は、いずれも助成期間内に（一部他の研究プロジェクトと関連させつつ）得たものである。それぞれの研究テーマが開始されつつあったところで、本研究が採択されたことにより各トピックに関する加速的実験・解析を行い、より深い理解と多くの成果発表機会を得た。とくに、本研究ではこれらの個別の研究トピックを串刺しにして統一的見地から眺めることで、個別現象の理解も更にますという好循環を達成できた。とくに、粉体斜面と固体球の関係性、エアー・ジェットと粉体層の相互作用についての知見は、本研究の活動を通して大きく深まった。統一的視点を持つことにより、それぞれの個別的研究成果をまとめて公表する際にも外観の視点を持つことができ、本助成をもとに研究を推進することは、様々な側面で大きなアドバンテージをもたらした。その他、明確な出版成果までには至らなかったが、ブラン素材と粉体層との相互作用などの萌芽的プロジェクトの発案、議論などについても本研究実施の中で進めることができた。また、本研究の中で若手研究者と共同研究を推進した結果、粉体科学を担う若手研究者層の人材育成としても本研究は大いに機能した。本研究により、今後も多角的視点を持って様々な粉体科学研究に取り組む地盤を固めることができたと言える。

### 3. 研究発表

#### 論文

Floating drift on a vibrofluidized relaxing granular slope

Y. Yamamoto and H. Katsuragi, Phys. Rev. Res., Vol. 6, 043178 (2024).

Energy dissipation of a sphere rolling up a granular slope: slip and deformation of granular surface

T. Fukumoto, K. Yamamoto, M. Katsura, and H. Katsuragi, Phys. Rev. E, Vol. 109, 014903 (2024).

#### 学会発表

Deformation of a rotated granular pile

H. Katsuragi, 9th International Discussion Meeting on Relaxation in Complex Systems, August 12- 18, 2023, Makuhari, Japan.

Turbulent air-jet impact on granular surfaces

P. Sonar and H. Katsuragi, The 7th International Soft Matter Conference, September 4-8, 2023, Osaka, Japan.

Energy dissipation of a sphere rolling up a granular slope

T. Fukumoto, K. Yamamoto, M. Katsura, and H. Katsuragi, The 7th International Soft Matter Conference, September 4-8, 2023, Osaka, Japan.

振動粒状面上での転石発生条件に関する実験的研究

山本侑樹, 桂木洋光, 混相流シンポジウム 2023, 2023 年 8 月 24-26 日, 北海道大学.

粉体斜面を駆け上がる球の並進運動と回転運動によるエネルギー散逸

福本健, 山本憲, 桂誠, 桂木洋光, 混相流シンポジウム 2023, 2023 年 8 月 24-26 日, 北海道大学.

振動粉体傾斜上の球体の運動

桂木洋光, 入江輝紀, 山口隆正, 渡邊誠一郎, 粉体工学会 2024 年度春期研究発表会, 2024 年 5 月 14-15 日, 姫路・西はりま地場産業センター.

振動粉体傾斜上の球体の運動

山本侑樹, 桂木洋光\*, 日本地球惑星科学連合 2024 年大会, 2024 年 5 月 26-31 日, 幕張メッセ.