

「レゴリス帯電浮遊における粒子の観測方法の考案」

指導教員: 豊田和弘 教授

提出者: 201A2091 塚本孝太郎

1.研究背景

世界各国で宇宙開発が活発化している現在、課題として挙げられるのが帯電した月レゴリスの浮遊である。浮遊したレゴリスは帯電しているため、宇宙服や宇宙機器に付着し、宇宙服を脱いだ際に付着したレゴリスを吸い込み、健康被害に及ぶ問題や宇宙機器の中に入り込んで不具合を引き起こす可能性がある。そこで帯電浮遊したレゴリスの移動特性を明らかにすることが問題解決において重要である。

2.レゴリスと帯電浮遊原理

レゴリスは隕石の衝突によって生成されたガラス片等の総称であり、鋭利な形をしているのが特徴である。月面は放射線や太陽風の影響によって帯電している。そこで月面のレゴリスは電子と衝突し、レゴリス粒子間のマイクロキャビティという隙間に2次電子を放出する。そうすることでマイクロキャビティ内が負に帯電し、静電気力によってレゴリス同士が反発して浮遊する。

3.研究目的

真空チャンバー内でレゴリスを模したシリカダストの帯電浮遊をレーザーを介して観測・解析を行う。

4.実験と考察

本研究ではシリカダストに電子を照射することで帯電浮遊させ、その様子を観測する実験を行った。解析には ImageJ を用いており、浮遊した粒子の粒子径だけでなく図 2 のように連続した二コマを粒子の色を変えて表示することで移動距離も測定した。

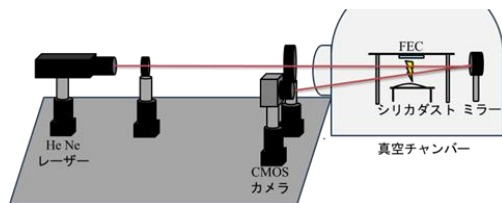


図1 実験模式図

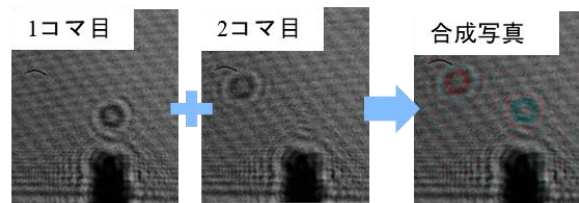


図2 帯電浮遊観測結果

実験結果から粒子が帯電浮遊してから少し加速していたこと、多くの粒子が前方に浮遊しやすいと考えられる。

5.結論

粒子が帯電浮遊する様子を観測し、移動距離や粒子径を測定することが出来た。

“Observation of Particles in Regolith Charged Levitation.”

1. Background

As space development accelerates worldwide, the issue of electrically charged lunar regolith floating in space has gained significant attention. When lunar regolith becomes charged, it adheres to space suits and equipment. Upon removal of the space suits, the adhering regolith may be inhaled, leading to health problems, and may also cause malfunctions in space equipment. Therefore, understanding the migration characteristics of charged floating regolith is crucial for resolving this issue.

2. Regolith Flotation Principle

Regolith is a generic term for glass fragments and other materials produced by meteorite impacts, characterized by their sharp shapes. The lunar surface becomes charged through radiation and solar wind exposure. Regolith particles on the lunar surface collide with electrons, emitting secondary electrons into the gaps between the regolith particles, known as microcavities. Consequently, the microcavities become negatively charged, and regolith particles repel each other due to electrostatic forces, resulting in their flotation

3. Objective

To observe and analyze the charged levitation of silica dust, simulating regolith, within a vacuum chamber using laser techniques.

4. Results and Discussion

In this study, I conducted an experiment to observe silica dust levitated by electron irradiation. For analysis, ImageJ was employed, enabling the measurement not only of the particle size of the suspended particles but also the distance traveled. This was achieved by displaying two consecutive frames with different particle colors, as illustrated in Figure 2.

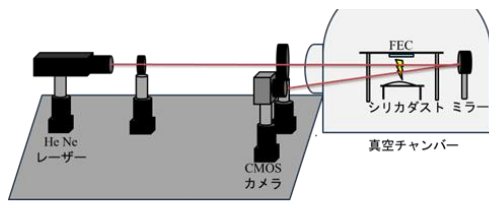


Fig1. Experiment Summary Chart

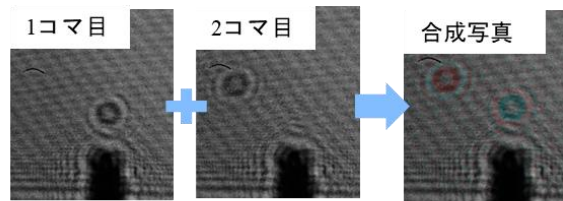


Fig2. Particle Charging Suspension

The experimental results suggest that particles experienced a slight acceleration upon being electrically charged and suspended. Furthermore, a notable trend emerged wherein many particles tended to be suspended in the forward direction.

5. Conclusion

I was able to observe the particles in charged suspension and measure the distance they traveled and their particle size.

目次

第1章	序論	4
1.1	緒言	4
1.2	月面環境	5
1.3	月面帯電原理	6
1.4	レゴリスと帯電浮遊原理	7
1.5	PIV法	7
1.6	類似研究紹介	8
1.7	研究目的	8
第2章	研究手法	10
2.1	解析ソフト ImageJ	10
2.2	実験装置	11
2.2.1	真空チャンバー	11
2.2.2	FEC	12
2.2.3	Function Generator	13
2.2.4	実験サンプル	14
2.2.5	He Ne レーザー	15
2.2.6	平凸レンズ、平凹レンズ	16
2.2.7	ポリミド台とメッシュ	16
2.2.8	CMOS カメラ Sony Cinema Line FX3	17
2.3	実験方法	18
2.3.1	予備実験	18
2.3.2	レゴリス帯電浮遊実験	19
2.3.3	粒子の移動距離及び粒径の測定	22
第3章	実験結果と解析	23
3.1	予備実験	23
3.1.1	粒子径測定実験	23
3.1.2	粒子落下観測実験	24
3.2	レゴリス帯電浮遊実験	26
3.3	粒子の移動距離及び粒径の測定	31
第4章	考察	33
4.1	粒子のレーザー回析	33
4.2	帯電浮遊実験の粒子径評価	35
4.3	帯電浮遊条件の評価	36
4.4	真空チャンバー内の粒子の見え方	36
第5章	総括	38

5.1	まとめ	38
5.2	今後の課題	38

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡ください