

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/17/2013

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	戸出 健仁	指導員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学	学籍番号 Student ID number	5111C071-0 CD		
研究題目 Title	静電力を利用した月レゴリス分級機構の開発				

1. 研究目的

近年、次世代宇宙開発の拠点として月が注目されている。今後は長期にわたって月面活動を行うことが計画されているが、この際必要となる資材を可能な限り現地で調達して利用する ISRU (In-Situ Resource Utilization) が検討されている。

特に、月面に豊富に存在する月レゴリスと呼ばれる砂塵は、酸素や水の抽出、ガラスや壁面ブロックの作製が可能であると言われている。なかでも粒径数 μm 以下の粒子中には白金族が含まれていることが知られており、月面上で月レゴリスを粒径の大小によって選別する分級機構が必要とされている。しかし、従来地球上で用いられる分級方法の多くは気体や液体を利用するものであり、これら分級に用いられる媒体を月面上で調達することは困難で、地球から輸送するにもコストがかかるという問題がある。そこで我々は、月面環境において効率的に月レゴリスを分級する機構の開発を行った。

2. 電界カーテンを利用した分級機構

縞状電極に多相交流高電圧を印加することにより、帯電粒子を電気的に浮上させることができる。これを電界カーテンと呼ぶ。同一平面状に平行電極を並べて交流電圧を印加すると、電極の周囲に不平等電界が形成される。このような電界に粒子が侵入すると、電極に近い電界の大きなところでは電極から反発する力、電極から遠く電界の小さなところでは電極の吸引力を受ける。これにより静電力を相対的に大きく受ける細かい粒子を電極上部で捕捉することができる。ここで図 1 のように縞状電極を傾けて設置しておく。すると電界の影響を受けて捕捉された細かい粒子は重力の影響を受けて下方に搬送され、細かい粒子だけが回収される。

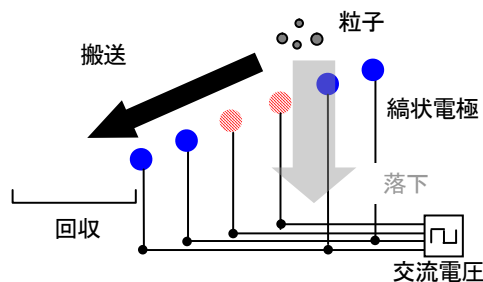


図 1 電界カーテンによる分級原理

3. 分級シミュレーション

月面上での本機構の性能を予測するため、シミュレーションによる数値解析を行った。数値解析は電界計算と粒子挙動追跡計算から成り、電界計算は有限要素法、粒子挙動追跡計算は剛体球モデルによる個別要素法を用いた。図 2 に実験とシミュレーションによる粒子挙動解析の比較を示す。どちらも電極上を粒子が飛散していることがわかる。

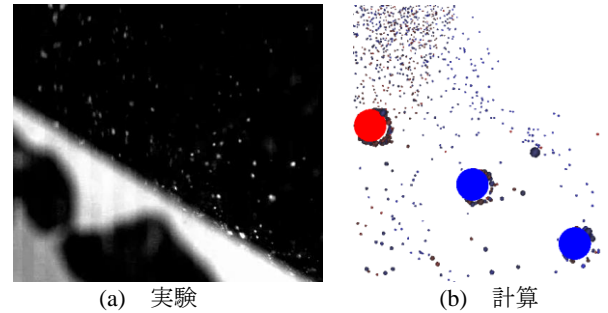
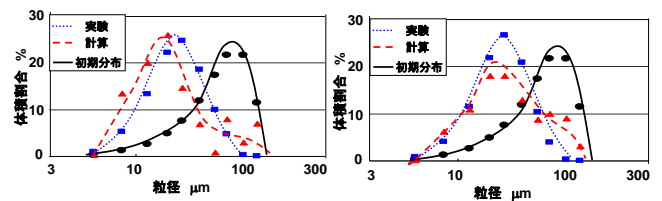


図 2 地上実験と数値解析による粒子挙動の比較

4. 分級特性

4.1 地上実験とシミュレーションの比較

図 3 に地上実験とシミュレーション結果の比較を示す。実験、計算ともに分級後は初期分布より細かい粒子を得ることができた。また、図 3 からわかるように、実験と計算の分級結果はほぼ一致した。

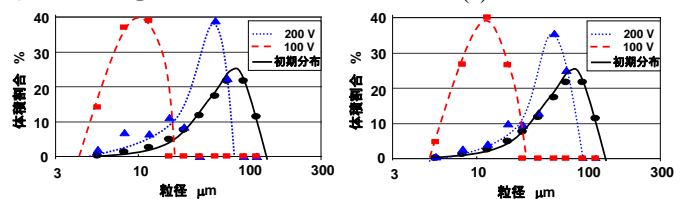


(a) 基板角度 30 deg (b) 基板角度 45 deg

図 3 実験と計算の比較 (2 kV_{p-p}, 10 Hz)

4.2 月面での分級性能予測

以上のシミュレーションを用いて、本機構の月面上での分級性能の予測を行った。図 4 に結果を示す。図 4 からわかるように、月面上では地上実験での印加電圧と比べ、より低電圧で高い分級性能を得ることができた。



(a) 10 Hz (b) 50 Hz

図 4 月面における分級性能予測

発表論文

- 戸出, 村上, 川本, 宇宙服に付着したルナダストの静電クリーナーの開発, SEAD23 (2011) pp.303-306
- 川本, 戸出, ルナダストに関する研究, 有人月探査ワークショップ, JAXA(2012)