

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 2016/01/14

専攻名 (専門分野) Department	機械科学専攻	氏名 Name	小島 拓未	指導員 Advisor	川本 広行	印 Seal
研究指導名 Research guidance	川本 広行	学籍番号 Student ID number	5114C035-8 CD			
研究題目 Title	静電力を利用した小惑星上のレゴリスのサンプリング					

1. 研究背景と原理

小惑星のような地球以外の天体に存在するレゴリスの分析は太陽系や惑星の起源の解明に役立つ。そのため探査機によりレゴリスをサンプリングし地球に持ち帰るサンプルリターンミッションが世界各国で計画されている。サンプリングは地球から遠く離れた宇宙空間で行われるため、制御が容易で信頼性の高いサンプリングシステムが必要とされている。そこで我々は静電力を利用した新しいサンプリングシステムを提案している。このシステムは図1のように上下2相に配置された格子状の電極に正負に切り替わる高電圧方形波を印加し電界を作り、発生した静電力によってレゴリスを飛翔させて回収する。そのため構造がシンプル、制御が容易、採取回数を制限されない、物理的な駆動部がなく故障しにくい等の利点がある。本研究ではこの静電力を利用したサンプリングシステムの性能評価を行った。

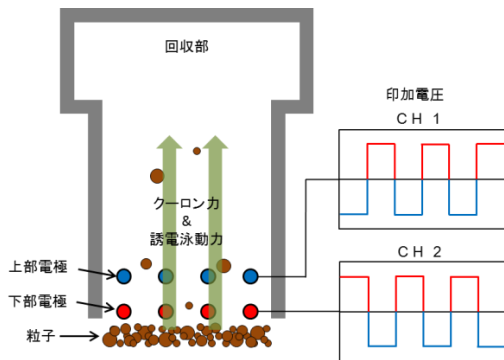


図1 交流電界を利用した採取システムの概略図

2. 研究手法と結果

2.1 基礎特性調査

重力の存在する地上では粒子を垂直方向に飛ばすことはできない。そこで装置全体を30°斜めに配置し粒子を水平方向に飛ばすことで回収し評価を行った。周波数特性・電圧特性・消費電力の調査および、電極間での粒子の挙動解析を行った。

2.2 数値シミュレーション

地上実験では重力の影響が小さい粒径の粒子しか飛翔させることができない。しかし実際のサンプルリターンミッションではより高度な分析が可能な大きな粒子を採取する必要がある。そこで剛体球モデル個別要素法を利用した粒子挙動計算により、ミリオーダーの大径粒子をサンプリングするシミュレーションを行った。その結果、微小重力環境であればミリオーダーの大径粒子を採取できることが判明した。

2.3 航空機を利用した微小重力実験

航空機による微小重力実験を実施し、微小重力環境におけるサンプリングシステムの性能を評価した。この実験により大径粒子をサンプルとした採取性能を実証した。実験値と計算値を比較した結果を図2に示す。またこの実験により粒子が装置の内壁に付着し採取量が低下するという課題が明らかになった。

2.4 つづら折り型搬送機構の提案

つづら折り型搬送機構とは図3のようにつづら折りになった経路に規則的に電極を配置し高圧方形波を印加することで粒子を目的の方向に搬送することができる搬送機構である。この搬

送機構をシステム内壁に搭載することで粒子の付着を軽減し採取量を向上できると考えられる。この搬送機構の基礎特性調査および数値シミュレーションによる評価を行った。搬送量の周波数特性の実験値と計算値の結果を図4に示す。

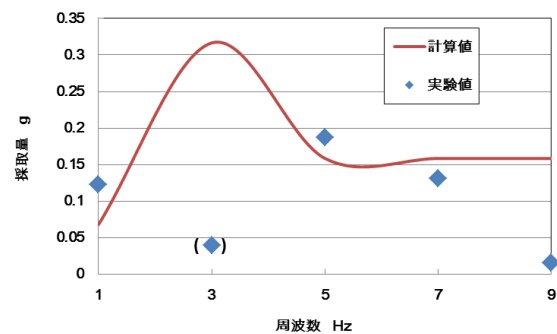


図2 微小重力環境での粒子採取量の実験値と計算値の比較

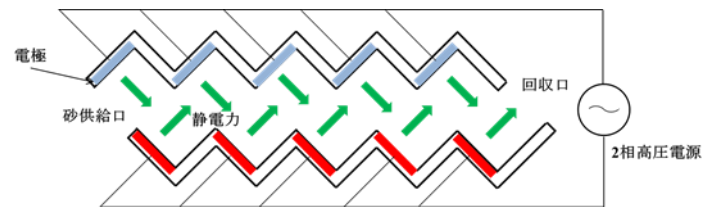


図3 つづら折り型搬送機構の概略図

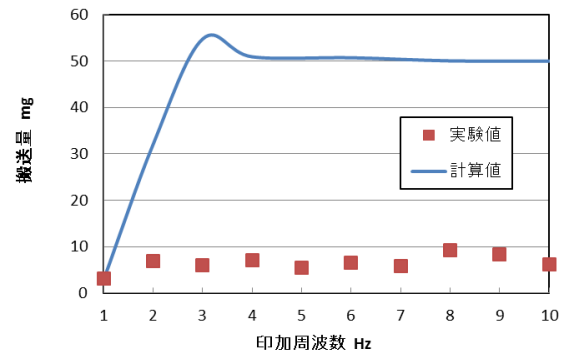


図4 つづら折り型搬送機構による搬送量の実験値と計算値

発表論文

1. 小島, 前園, 坂田, 安達, 川本, 交流電界を利用した小惑星からの粒子採取システム, SEAD27 (2015) p.217-222.
2. M. Adachi, T. Kojima and H. Kawamoto, (Student Paper Competition Award) Electrostatic Sampler for Collecting Large Regolith Particles on Asteroids, ESA Annual Meeting on Electrostatics 2015 (2015) I2.
3. M. Adachi, T. Kojima and H. Kawamoto, Dynamics of Particles Agitated by the Electrostatic Sampler in Low Gravity Environment, Joint Conf. of 6th Int. Symposium on Physical Sciences in Space (2015).