

# 修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1/10/2019

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	舘野 倫和	指導員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学研究	学籍番号 Student ID number	CD 5117C062-2		
研究題目 Title	磁気力を利用した月・火星・小惑星試料の回収機構				

## 1. 研究背景

天体に存在する未知の生命体や資源を発見するため、世界各国で天体の探査計画がある。これを行うために、天体の土壌を地球に持ち帰り、分析を行う必要がある。その前段階として天体の土壌を回収する機構が必要となる。

天体の土壌を回収する機構としての計画や研究では、ドリルやスコップ等を用いた掘削方式が多い。しかし、掘削方式には駆動部が多く、故障のリスクが高くなる。そのため、仕組みや構造が単純で、信頼性の高い回収機構として、天体の土壌には磁性があることに着目した。

特に、日本は小惑星の調査も盛んであり、JAXA が打ち上げた小惑星探査機はやぶさ 2 は 2018 年 6 月に小惑星リュウグウに到着した。リュウグウの調査により、小惑星の表面には大きな粒子も多く存在していることがわかった。そこで、より大きな粒子の回収を目的として応用することを考えた。装置を試作し実験を行い、実用性を検討した。また、宇宙環境下での動作を再現するためシミュレーションを用いて性能の予測を行った。

## 2. 磁気力による回収機構の原理

図 1 を用いて、コイルを用いた磁気力による天体の土壌の回収の原理を説明する。コイルの下端に磁性粒子を配置する。コイルに電流を流し、コイル内部に磁界を発生させ、粒子をコイルの中心方向へ引き寄せる。粒子が中心付近を通過する瞬間で電流を止めることで、粒子は慣性により飛翔する。本機構は直流電源装置とマイコンを用いて電流を流した。

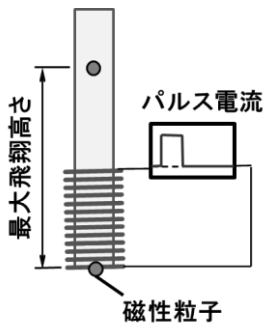


図 1 装置概要

## 3. 研究方法

### 3.1 実験装置

磁気力による回収機構の性能を調査するため、図 1 に示す装置を作成した。コイルは直径 25 mm、500 巻とした。

### 3.2 数値解析

宇宙環境下での実験装置の性能を調査するため、式 (1) に示す運動方程式を用いて数値解析を行った。考慮した力はそれぞれ  $F_{mag}$ : 磁気力,  $F_{air}$ : 空気抵抗,  $F_g$ : 重力である。

$$ma = F_{mag} + F_{air} + F_g \quad (1)$$

## 4. 研究成果

図 1 の磁気力による回収機構を用いて、パルス印加時間をパラメータとして粒径 3 mm の炭素鋼(比透磁率 100, 密度 7.77 g/cm<sup>3</sup>)を飛翔させたときの粒子の最大飛翔高さを測定した。実験結果を図 2 に、解析結果を図 3 に示す。図 2 および図 3 より、実験結果と解析結果が一致している。また、最大飛翔高さを高くするためには、起磁力およびパルス印加時間を適切に設定する必要があることがわかる。

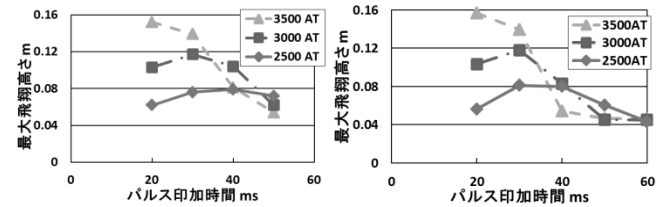


図 2 実験結果

図 3 解析結果

図 1 の磁気力による回収機構を用いて、起磁力をパラメータとして、コイル径 25 mm を用い、月面上(重力加速度 1.62 m/s<sup>2</sup>)で月試料(粒径 100 μm, 比透磁率 1.2)を飛翔させたときの最大飛翔高さ、およびコイル径 1000 mm を用い、リュウグウ表面上(重力加速度 1.1×10<sup>-4</sup> m/s<sup>2</sup>)でのマグネタイト(粒径 0.5 m, 比透磁率 92)を飛翔させたときの最大飛翔高さを図 4 に示す。図 4 より、リュウグウ表面上では大きな粒子も回収できることがわかる。これより、リュウグウのような小惑星においては磁気力による回収機構を用いることで信頼性の高くなると考えられる。

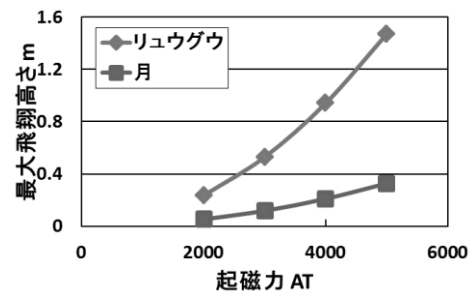


図 4 月面, リュウグウ表面での性能

(月面: 粒径 100 μm, 比透磁率 1.2)

(リュウグウ表面: 粒径 0.5 m, 比透磁率 92)

## 発表論文

- 舘野, 小畑, 川本, 磁気力を利用した月・火星試料のサンプリングシステム, *MAGDA2017* (2017).
- 江川, 小畑, 舘野, 川本, 磁気力を用いた月・火星土壌のサンプリングシステム, *D&D2018* (2018).