

代表提案者 芦葉 健太郎

受付番号 \_\_\_\_\_

### 1. 実験テーマ名

和文-静電力を用いた小惑星からのサンプリング技術

英文-Electrostatic Sampling of Regolith from Asteroids

### 2. アブストラクト

和文-小惑星からのサンプルリターンミッションに用いる採取システムとして、駆動部を持たずに回収できるという利点から電界を利用した粒子採取システムを考案した。本研究ではメッシュ状平行線電極間に方形高電圧を印加することによって発生するクーロン力を利用した捕捉部と、位相を順に $\pi/2$ ずつずらした4層の交流信号を縞状に並んだ電極に出力することにより電極表面に発生する進行波電界を利用した搬送部を組み合わせた静電サンプラーを製作した。本実験では使用環境に近い微小重力下で、採取時の粒子の挙動の観察、性能評価を行い、本装置の有用性を調査する。

英文-To realize reliable regolith sampling for autonomous operation in space, the authors have developed a new sampling system that employs electrostatic force. This system employs a combination of electrostatic capture and transport of particles. High voltage is applied between parallel screen electrodes of the sampling device. Owing to electrostatic force, particles are captured at the screen electrode of the device. The captured particles are then transported by an electrostatic traveling wave and transferred to a collection capsule. Quality assessments are performed under the microgravity near the environment to be used.

### 3. 実験の目的・概要

(実験のねらい、その基本となる仮定、期待する成果などを記載してください)

小惑星探査ミッションである「はやぶさ」は、小惑星からその表面物質を持ち帰った世界初の小惑星サンプルリターンミッションとして世界中から関心を集めた。「はやぶさ」の成果から「はやぶさ2」をはじめとする新たなミッションが計画されているため、より確実に採取できる信頼性の高いサンプラーの開発が望まれている。そこでわれわれは、静電力を利用した新しい粒子サンプリングシステムを考案した。本サンプラーは、地球上において捕捉部単体で1秒間の捕捉時間 $500\mu\text{m}$ 以下の粒子600mg捕捉量を得たが、地上でのサンプリング実験では重力の影響で搬送部の静電コンベヤの性能などに限界がある。実験では微小重力下で回収時の粒子の挙動の観察を行い、本装置の性能評価を行うことを目標とする。またシミュレーション結果と比較することにより今後の研究の判断材料とする。微小重力下ではシミュレーション結果より捕捉性能が2.3倍向上するという結果も出ており、また地球上よりも大きな粒子が回収できることを期待する。

#### 4. 実験内容の区分

実験内容の区分

化学 (物理)・生物・医学 (理工)・文化・芸術・その他 ( )

#### 5. 実験手順

(予想される実験手順・操作を記載してください。)

(観察・測定項目とその手段、試料の種類・名称もできるだけ具体的に、可能であれば化学物質に関する国連番号または CAS 番号を記載してください)

本実験では、捕捉部周波数をパラメータとしたときのサンプリング回収量を搬送部の搬送コンベヤあり、なしの場合について調査する。なお 1 日目は静電コンベヤをチューブ型に、2 日目は積層型として実験する。また回収の様子をビデオカメラにより撮影する。回収試料は月土壌シミュラント FJS-1 を使用する。次章に記述する実験装置を用いることを想定し、実験 1 回ごとの実験手順を以下に示す。

<パラボリックフライト前>

1. 実験装置の設置・動作確認
2. 砂の設置 (飛散防止カバーの設置)
3. カメラ動画録画開始
4. サンプラー電源 ON

<パラボリックフライト開始>

無重力状態

1. 飛散防止カバーをはずす
2. サンプラーを砂面へ接地
3. 1 秒間のサンプリング
4. サンプラーを砂面から離脱
5. 捕捉部キャップを閉める

無重力状態終了

6. サンプリング試料の回収
7. 砂面の整備
8. 飛散防止カバーの接地
9. 手順 1～7 までを各周波数について繰り返す
10. 実験終了後、各実験装置の電源 OFF

実験終了後回収された粒子量を測定する。後日 Malvern 社製乾式粒子画像分析装置 Morphologi G3/G3S を使って粒子分布などを測定し、シミュレーション結果との比較を行う。

## 6. 実験装置概要

実験に用いるサンプリング実験装置の概要を図1に、サンプラーの原理を図2に示す。

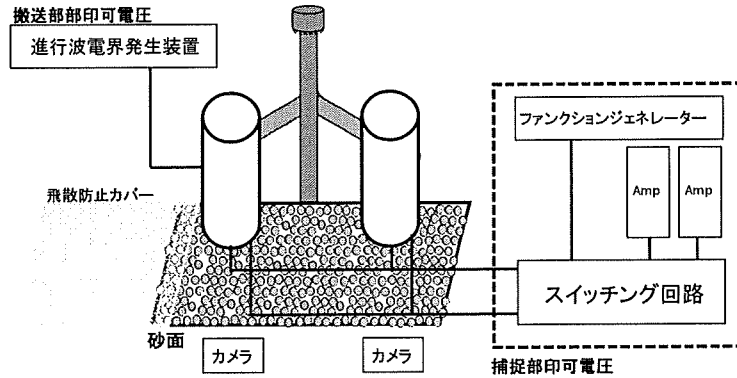


図1 サンプリング実験装置概要図

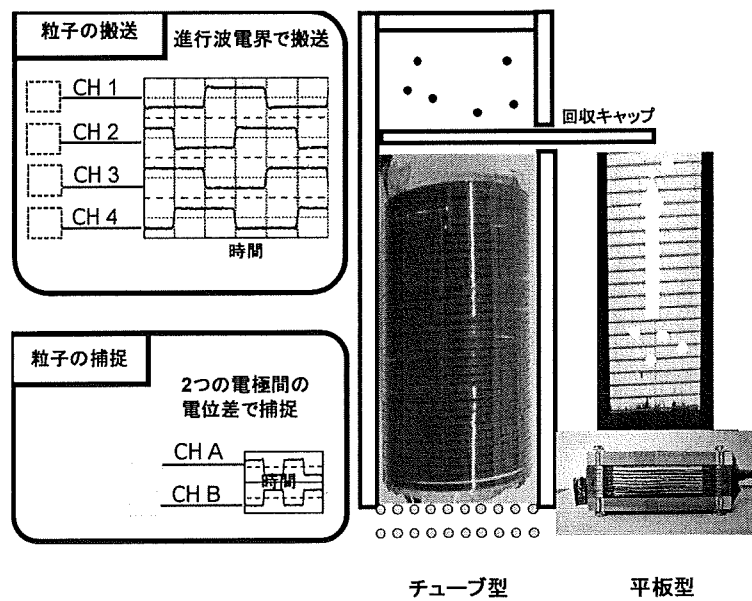


図2 静電サンプラーの原理

(システムの説明)

静電サンプラーは捕捉部と搬送部、回収部に分かれており、捕捉は捕捉電極に高電圧を印加し発生した電界からなるクーロン力を利用する。捕捉電極には図2に示すようなメッシュ状平行線からなる電極を用いた。アクリル筐体は内径70mmの円筒型である。搬送部は進行波電界を用いた静電搬送コンベヤを用いた。移送を順に $\pi/2$ ずつずらした4相の交流信号を縞状に並んだ電極に出力することにより、電極表面に不平等電界を発生させる。これ

により、電極表面付近に存在する粒子は、クーロン力や分極力により搬送される。搬送された粒子はサンプラー上部へ移動するため回収完了終了後回収キャップを挿入して粒子を閉じ込める。

#### 7. 実験装置のサイズ/重量概算

表1 サンプルング実験装置のサイズ・質量概算

実験装置	メーカー	重量/サイズ
ビデオカメラ（電池内臓）×2	Panasonic	0.5 kg×2 H73×W81×L144
静電サンプラー×2		0.25 kg×2
進行波電界発生装置		0.7 kg H80×W200×L120
スイッチング回路		0.5 kg H100×W150×L100
アンプ×2	松定プレジジョン	4.5 kg×2 H140×W430×L405
ファンクションジェネレーター	IWATSU	7.5 kg H272×W152×L390
ケーブル類		0.5 kg
		総重量：15.2 kg

#### 8. 必要な電源容量概算

AC100V (Max.3Amp)

#### 9. 実験支援装置の利用要望

(実験開始信号、計測データの収録装置)

なし

#### 10. 危険物等の搭載の有無

(高圧ガス・可燃物・毒物・その他)

なし

#### 11. 実験実施時の航空機への搭乗希望有無

(有・無)

#### 12. 役割分担

(実験は一人で操作可能であるため役割分担は特になし)

#### 13. その他特記事項

なし