

ソーラー電力セイルによる木星トロヤ群小惑星探査 サンプル採取手法

松本純¹, 大木優介¹, 青木順², 矢野創³, 白澤洋次³, 森治³

¹ 東京大学大学院 ² 大阪大学 ³ JAXA

概要

ソーラーセイルWGでは、ソーラー電力セイルによる木星トロヤ群小惑星探査を検討中である。
本ミッションでは、小型着陸機を小惑星へ降下させ、**ターゲット小惑星の表面および地下サンプル**を採取し、**質量分析器によるその場分析**を行う。
本稿では、サンプル採取及び分析のシナリオと、新規デバイスの開発・試験状況について述べる。

サンプル採取および分析のシナリオ

(1) サンプル採取のシナリオ

本ミッションでは、

(i) 小惑星の表面サンプル (ii) 小惑星の地下サンプル

の2種類を採取する予定である。

これらを採取するために、小型着陸機は、

2種類のサンプリングデバイスを搭載する(図1)。

(i) 表面サンプル向け

表面サンプルを採取する手法は、はやぶさ / はやぶさ2ミッションで十分に試験されている。すなわち、**弾丸を小惑星へ打ち込み、舞い上がったサンプルをサンプラーホーンで誘導する。**

(ii) 地下サンプル向け(新規工学ミッション)

地下に存在する可能性がある揮発性物質の採取を狙って、**小惑星表面を1m掘削した後、弾丸を打ち込み、サンプルを採取する。掘削は、高圧炭酸ガスによるPneumatic Drill(図2)。**

いずれの手法でも、最終的には弾丸によりサンプルを採取する。

これは、**小惑星の表面状態に依存せず、サンプル採取可能**であるためである。

(2) サンプル分析のシナリオ

本ミッションでは、**採取したサンプルを、ランダーに搭載した質量分析器へ誘導する必要がある。**

そこで、サンプリングデバイスと質量分析器のI/Fとなる**「リボルバー」**という新規デバイスを用いる(図3)。

弾丸により舞い上げられたサンプルは、リボルバーが持つ(複数の)サンプルボックス内に捕捉される。その後、リボルバーを回転させ、サンプルボックスを質量分析器のすぐ隣へ移動させる。この移動の後、サンプルボックスをヒーターにより加熱し、サンプルをイオン化させ、質量分析を行う。

リボルバーを使うメリットは

- ・ サンプルボックスを用いることで、**サンプルを直接ハンドリングする必要がなくなる**こと。
- ・ サンプリングデバイスが2種あっても、**最終的なサンプルの行き先を1つにすることで、サンプリングの仕立てを、全体としてコンパクトにできる**ことである。

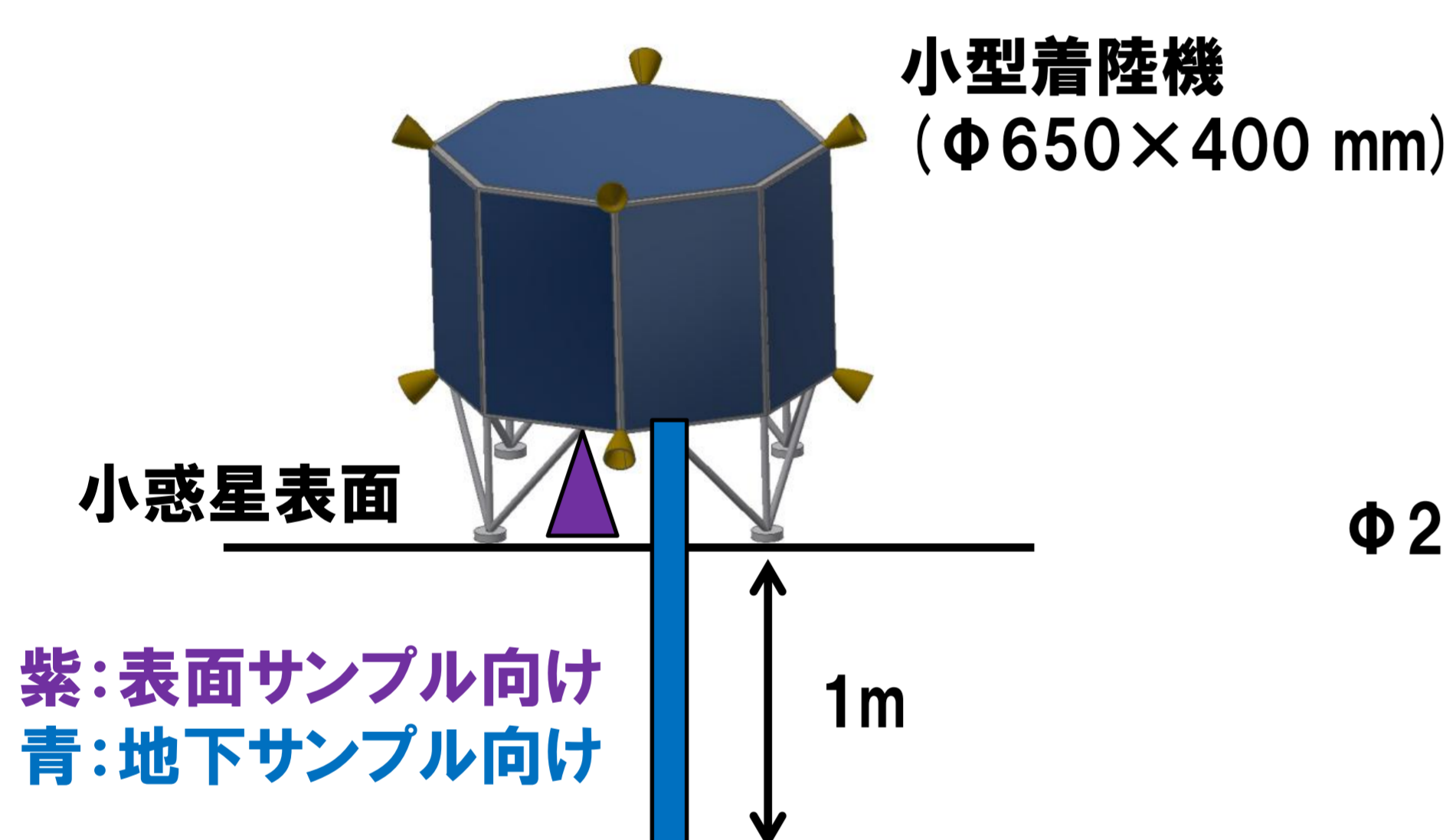


図1 小型着陸機

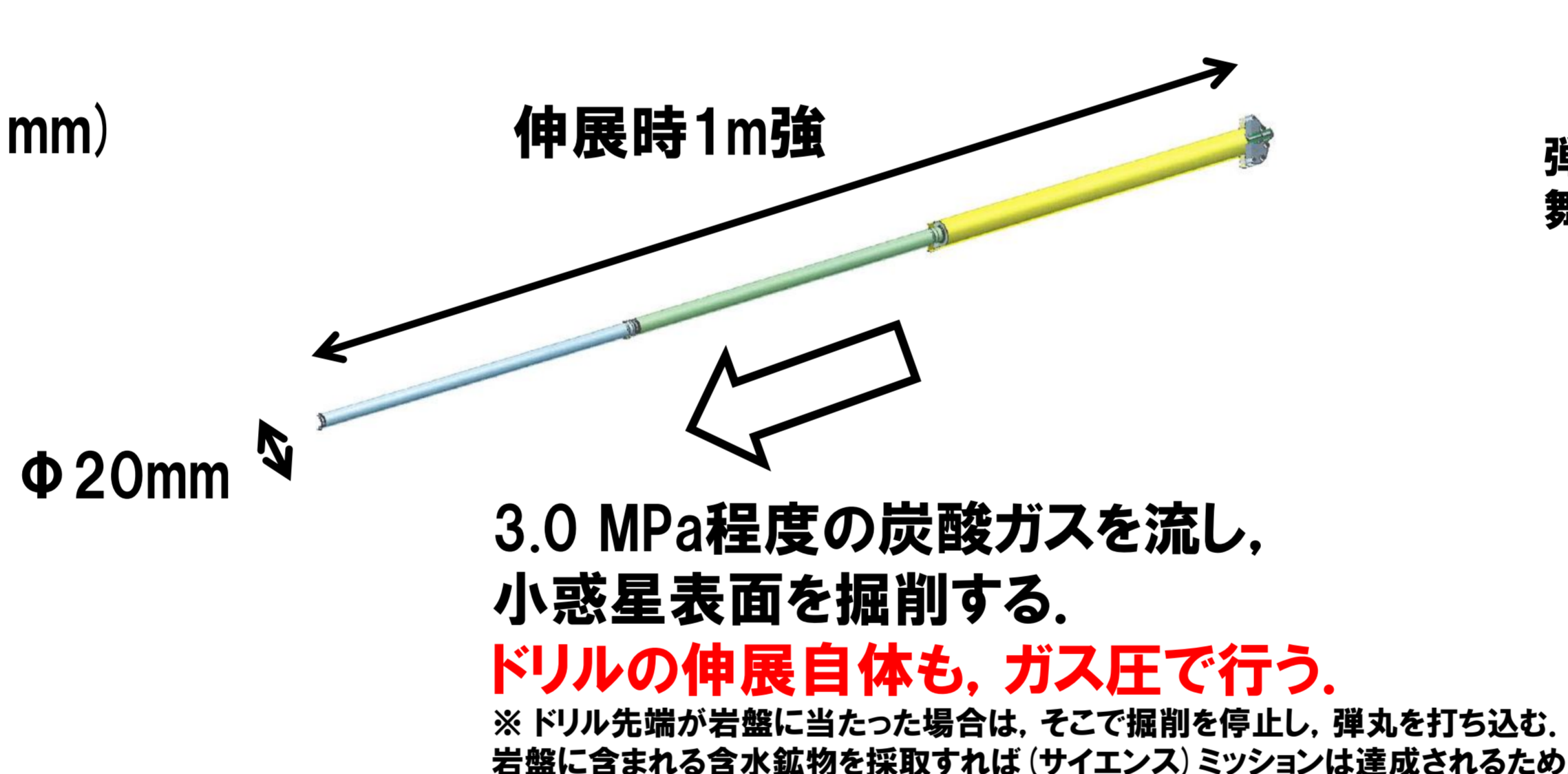


図2 掘削デバイスの概念図

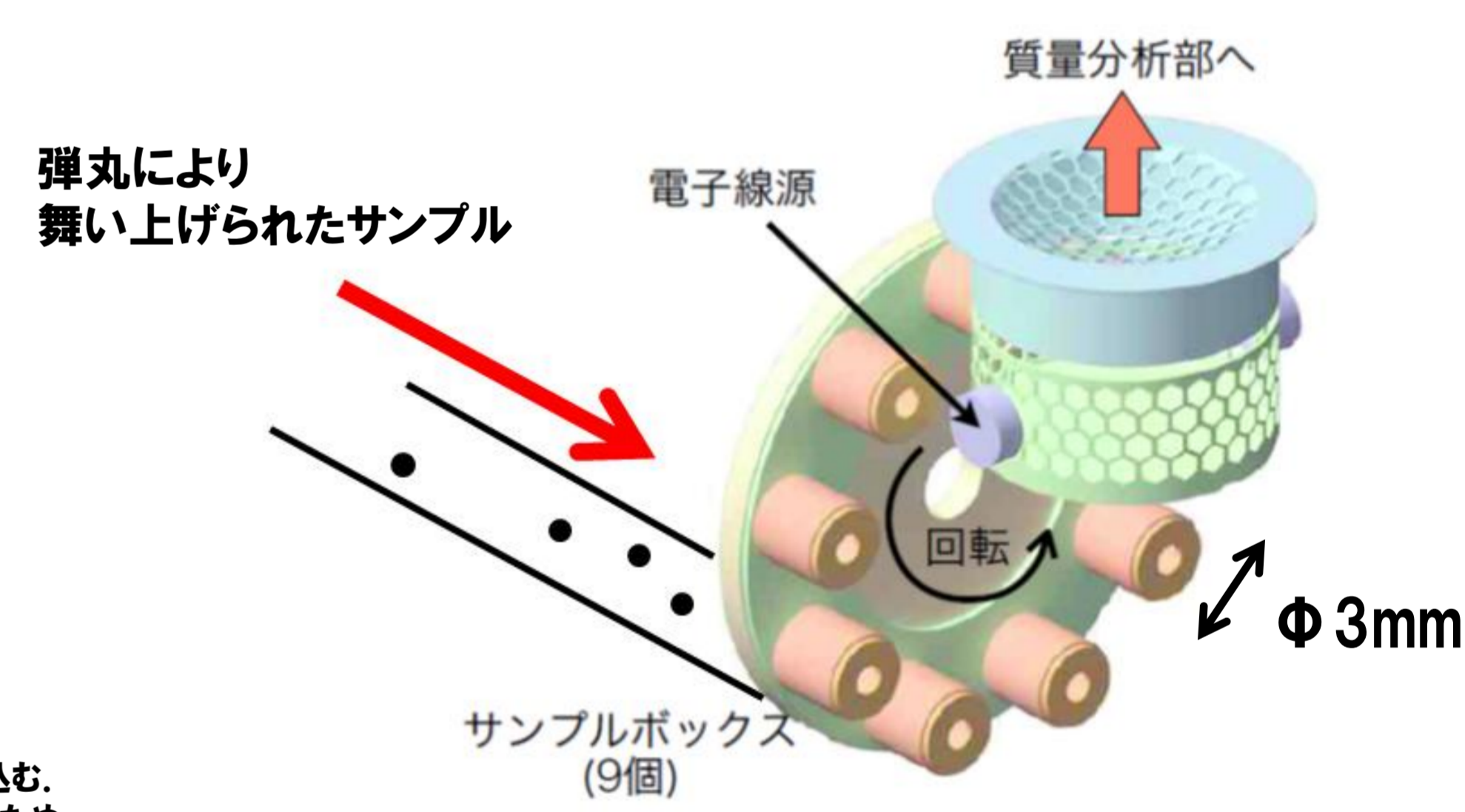


図3 リボルバーの概念図

試験状況

地下サンプルの採取を念頭において、本シナリオをブレイクダウンすると、

(I) 1mを掘削する (II) 掘削ドリルの内部で、サンプルを1m以上舞い上げる

(III) サンプルが、リボルバーの小さなサンプルボックスに入る (IV) サンプルボックスを加熱し、質量分析を行う

となる。**それぞれ新規項目であり、現在要素試験を行っている。**以下に試験状況を記す。

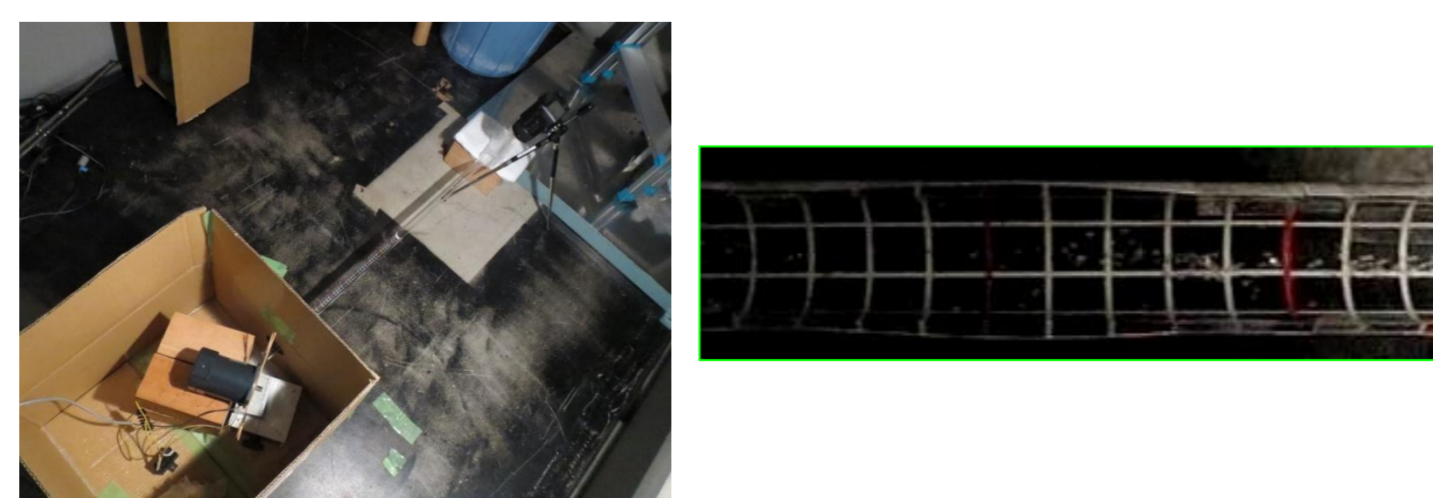
(I) 掘削試験

高圧ガスを用いて、模擬サンプルを掘削する試験を行っている。まず、伸展機構無しで試験を行い、掘削デバイスの直径を決定した。現在、伸展機構を搭載した掘削デバイスを製作・試験中である。
下図: 試験時の様子



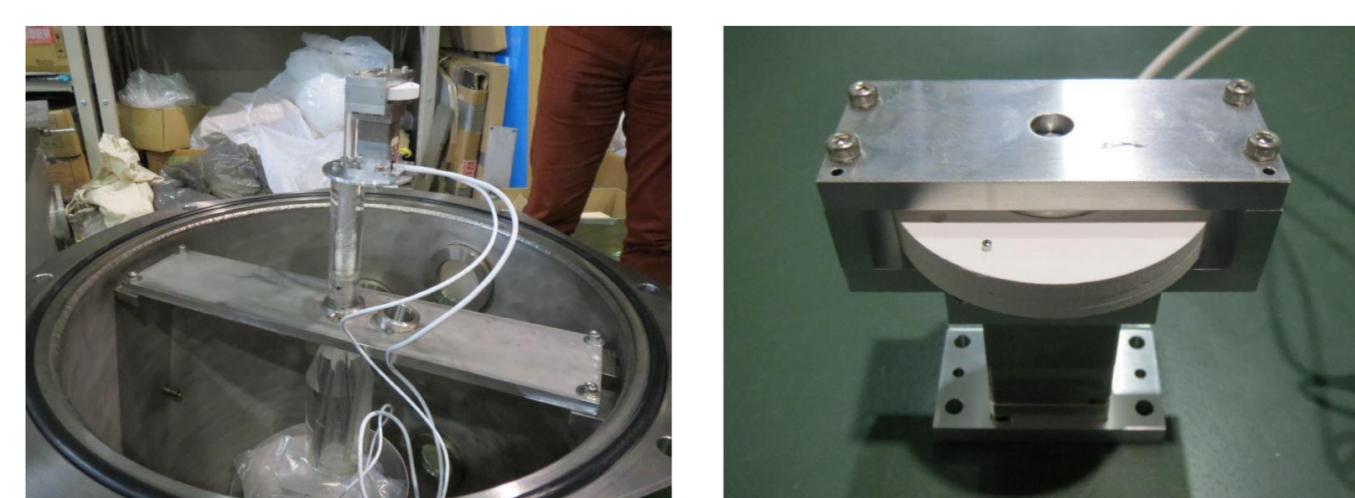
(II) サンプル舞い上げ試験

弾丸により舞い上げられたサンプルが、掘削デバイスの中を1m舞い上がるかどうかを、サンプル舞い上げ装置を用いた試験により確認中である。
左図: 試験全体図
右図: 模擬サンプルの挙動



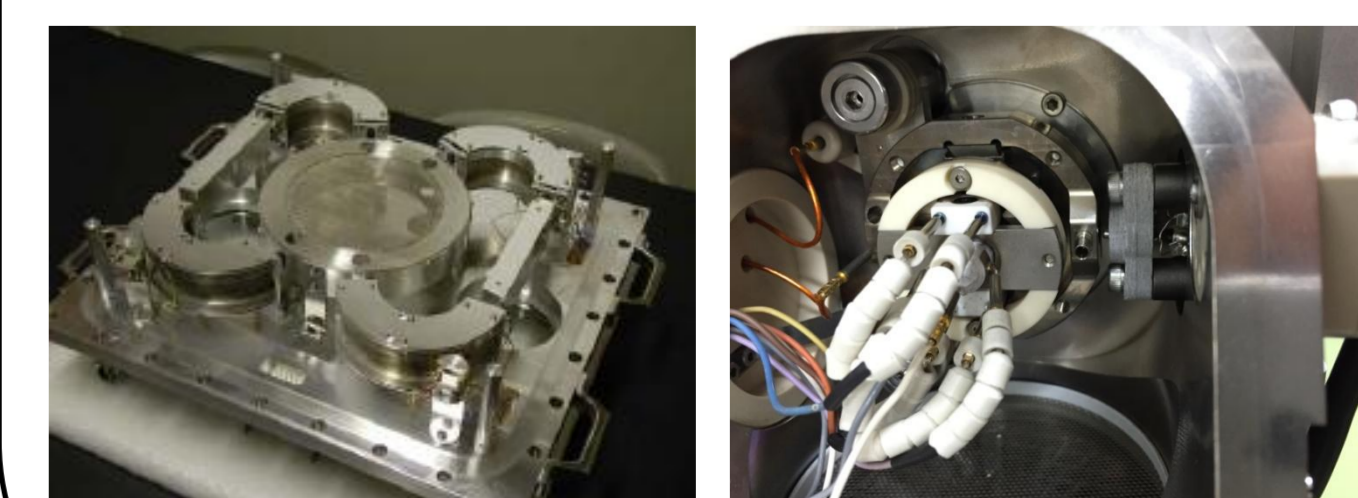
(III) リボルバー試験

弾丸により舞い上げられたサンプルが、リボルバーのサンプルボックス内に捕捉されることを、小型真空チャンバーを用いた試験によりデモンストレーションした。
左図: 試験全体図
右図: リボルバー試作機



(IV) 質量分析器試験

サンプルボックスに捕捉されたサンプルを正しく分析できることを、搭載が検討されている質量分析器MULTUMを用いた試験により、デモンストレーションした。
左図: MULTUM本体
右図: 試験コンフィギュレーション



結論及び今後のスケジュール

本稿では、木星トロヤ群小惑星探査ミッションにおける、サンプル採取・分析について述べた。

現在進行中の要素試験が終了しだい、フィードバックを行い、最終的なコンフィギュレーションでの総合試験を行う予定である。