

PRanet-ES

Perfect Rovers And New Technology Exploration Sample return

～複数ローバによるサンプルリターン～

第12回 君が作る宇宙ミッション PLANET 班

矢島 颯大 (高3) 【群馬県立中央中等教育学校】、野田 涼介 (高2) 【西大和学園高等学校】、遠藤 将都 (高2) 【宮城県気仙沼高等学校】、
佐藤 大哲 (高1) 【東京都私立開成学園高等学校】、勘野 竜誠 (高1) 【大阪府私立清風高等学校】、梅原 琴美 (高1) 【私立清真学園高等学校】

要 旨

天体の環境に応じて多種多様なサンプルを回収できる汎用性のある技術が必要となるだろう。そこで、1度のフライトで複数地点からサンプルが得られるミッションを計画した。このミッションは複数の離れた場所からサンプル採取できることから科学的意義が大きい。

1. 背景・目的

●背景

1つの天体の複数箇所のサンプルを欲しがっている研究者がいるだろう。ところが、従来のサンプルリターンは1回で同じ場所ですらサンプルを採集できない。そのため、複数箇所のサンプルを得るには複数回のフライトをする必要がある。

●目的

一度に多種多様なサンプルの回収を行えるようにするとともに、子機ローバによるサンプル回収技術と地球以外の天体での子機コンテナと親機のランデブ技術の実証。

2. ミッション概要

目標天体の周回軌道に親機を投入する。そして親機から複数ある子機ランダを分離し、同一天体の複数の離れた箇所に子機ランダを用いて子機ローバを着陸させる。その後、それぞれの子機ローバでサンプルを採集する。採集したサンプルは子機コンテナに収納し、子機コンテナのみを親機の周回軌道の上に打ち上げ、親機で回収する。

※最後に親機が周回軌道を離脱し地球へ帰還する。[図1]

なおここでは、対象天体をエウロパとし、採集するサンプルを水・氷・大気として検討した。

3. サンプル採集方法

ここでは、サンプル同士の比較を正確に行うという目的を想定し、不純物が混ざらないよう留意する。

●大気 真空のカプセルにフィルタを付けて大気を採集する。[図2]

●氷

氷掘削方法の比較

	衝突体を突き刺す	筒型ドリルで掘削 [図3] ^[1]	シャベルですくう
メリット	燃料が少なくて済む	空気が混じらない	複雑な機構を要しない
デメリット	機械自体の損傷の恐れ 空気が混じる可能性	天体の状況によって 掘れない可能性	空気が混ざる恐れ 掘れない可能性

●水

水掘削方法の比較

	衝突体で氷を突き破る	ドリルで掘削 [図4]	熱で溶かして掘削
メリット	燃料が比較的少なく済む	純粋な水を得られる	掘り詰まることがない
デメリット	機械自体の損傷の恐れ 這い上がる時の問題	掘れる深さに限度有 掘れない可能性も	時間がかかる 燃料を大量に使う

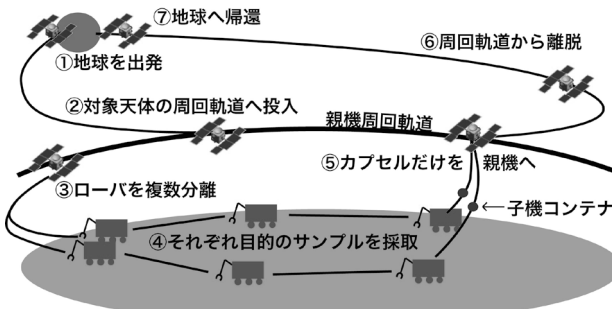


図1 ミッション概要

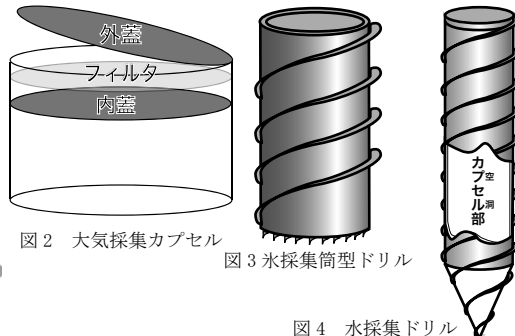


図4 水採集ドリル

4. 子機コンテナの親機への帰還方法

今回は、子機コンテナを親機へ帰還させる過程のうち、着陸天体から子機コンテナを打ち上げる方法のみを検討した。

●検討した方法

- ・電磁カタパルト・・・リニアモーターによって子機ローバから子機コンテナを発射する。
- ・砲弾発射・・・子機コンテナを砲弾に見立て、火薬を用いて大砲の要領で打ち出す。
- ・ばね・・・ばねの弾性エネルギーによって、打ち出す。
- ・ピッチングマシーン・・・ピッチングマシンのようなものを持って行く。
- ・電磁石つり上げ・・・電磁石を親機から吊るし、子機コンテナをくっつけて引き上げる。
- ・宇宙エレベータ・・・親機と地表の間を結ぶ簡易的な宇宙エレベータを構築する。

打上げ方法の比較結果

	メリット	デメリット
電磁カタパルト	A・B・C	D
砲弾発射	B	D
ばね	A'・C	一回勝負・低温下では金属は弾性が弱くなる・重力が大きい天体では難しい
ピッチングマシーン	A・B・C	制御が難しい
電磁石つり上げ	A・B	E・電磁石と子機コンテナをくっつけるのが超難関
宇宙エレベータ	A、他の問題点(※1)も解決	E

※A：燃料不要（電力必要） A'：燃料不要（電力不要） B：繰り返し打ち出し可 C：打ち出す強さを調節可

D：打ち上げ時の衝撃でローバ本体損傷の恐れ有 E：親機を対象天体の静止軌道に入れる必要有

※1：着陸時の地表面汚染・子機コンテナを周回軌道に入れる方法の二つの問題点

5. 探査機概要

●親機搭載機器

- ①電源（ペルチェ素子+太陽光電池）
※木星圏での利用を想定。
- ②レーザスキャナ
対象天体表面の詳細な地形データを収集
- ③赤外線、可視光分光計
表面の構成元素や水分子の調査
- ④可視光カメラ
水噴出個所の特定
可視光でしか見れないものを見るため
- ⑤レーザ高度計
探査機自体の高度を正確に把握するため
- ⑥子機回収用ロボットアーム
- ⑦帰還カプセル
地球に帰還させるカプセル
- ⑧ローバ

●子機ローバ搭載機器

- ①電源（ペルチェ素子+親機からマイクロ波で電力供給）
- ②可視光カメラ×2（立体視）
- ③親機帰還モジュール（子機コンテナ含む）
- ④サンプル採集モジュール（ドリル等）

●子機ラング搭載機器

- ①着陸モジュール

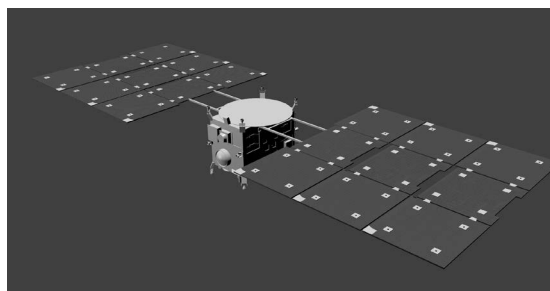


図5 探査機イメージCG

6. まとめ

多種多様なサンプルを一度のフライトで回収する為に、私たちは子機ローバを複数用いるというミッションを提案した。本ミッションは離れた複数地点から多種多様なサンプルを回収できるため科学的意義も大きい。

このミッションを遂行するための手段として、サンプリング方法、子機コンテナ打ち上げ方法を検討し、探査機概要を提示した。検討の結果、複数の技術的課題が残っていることが判明した。しかし、その課題が解決したならば、さらなる検討を進め実現可能かどうか判断したい。

最後に、柴田優一様をはじめとするきみっしょんのスタッフの方々には様々な助言を頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。

●参考文献

- [1] 国立極地研究所, 南極「ドームふじ氷床深層掘削計画」,
<http://polaris.nipr.ac.jp/~domef/home/japan/index-j.html>