

長周期彗星サンプルリターン～おかの足跡をたどる～

第16回 君が作る宇宙ミッション DENEb 班

筒井 万葉（高2）【姫路市立姫路高等学校】、田井 遥華（高1）【豊島岡女子学園高等学校】、
秋山 禄斗（高2）【岡山県立岡山城東高等学校】、富永 憲亮（高3）【鹿児島県立楠隼高等学校】、
中尾 悠達（高1）【栄光学園高等学校】、渡邊 ひかり（高2）【新潟県立新潟高等学校】

1. 背景と目的

現在、太陽系の起源について、約40億年前に木星と土星が形成され、その後二惑星が接近したことにより周辺重力場が変化し、形成当時の物質が遠方宇宙に飛ばされたというものが提唱されており、それが長周期彗星の巣として提唱されているオールトの雲となったと考えられている。そのため、オールトの雲の物質の調査は太陽系の起源を直接つかむことにつながると考えられる。しかし、オールトの雲の直接の探査は困難であり、間接的にオールトの雲由来の長周期彗星の調査を行うことが有効だと考えた。

以上より、太陽系の起源に迫るための長周期彗星からのサンプルリターンを行う探査機によるミッションの提案を目的とする。

2. ミッションの内容

2-1. 探査対象彗星の決定

彗星は軌道傾斜角が小さいほど離着陸が容易なため、軌道傾斜角が0度に近い彗星を選ぶ。選定に際し、Minor Planet Centerなどの情報を活用する。また、探査機の帰還時に、進路を地球へ向けるためには、スイングバイを行う事が有効であり、燃料の節約にもなるため、彗星離脱時、付近に大質量の惑星のある軌道を取る彗星を選択する。

2-2. 探査機の構成

本機はサンプルリターンを行う帰還機「MUSUME」、彗星を用いた長距離移動の実証試験を行う残留機「MUSUKO」の2機の探査機から構成される。両機には通信機器と可視光カメラ、機体状況観測用の機器を搭載し、「MUSUME」はサンプル採取や着陸のための機構も備える。

2-3. 打ち上げ以降の流れ

打ち上げからサンプル回収までの期間は約十年を想定している。

2-3-A. 探査機の打ち上げ

長周期彗星について、地上からの観測で、二年ほど後に地球軌道に達する彗星までを観測することが可能なため、彗星を観測し、探査する彗星が決定し次第探査機を打ち上げ、彗星へ向かう。また、彗星は太陽接近時の活動が非常に活発になり、その間は接近が困難なため、彗星との接触は、彗星の活動が弱まる小惑星帯と木星の間で行う。

2-3-B. 着陸方法

1. 着陸場所の策定

探査機が彗星前方から接近しつつ表面を撮影、その画像を自動解析し、着陸場所を策定する。

2. 彗星への接近

彗星に追い越されるタイミングで探査機は彗星に接近する。その際、推進器による加速を行い、相対速度を下げる。

3. 鋸の発射

探査機から先端部に鋸がついたテザーを放ち、策定した着陸地点に打ち込む。テザー張力による衝撃に耐える必要があるため、彗星と鋸の接地部には返しをつけ、衛星とテザーの接続部も強化する。鋸が刺さらなかった場合を考慮し、予備を含め3つの鋸とテザーを搭載し、失敗したものは即座に切り離す。鋸を使うと、調査の際に探査機を地表に固定できる。

4. 着陸

リールでテザーを巻き取り、彗星に接近。その後、着陸時の衝撃に耐えるために適宜逆噴射を行い、減速する。

2-3-C. サンプルの採取

短周期彗星の場合は、太陽の影響を受けていないサンプルを採取するには1m以上採掘する必要があるが、長周期彗星は太陽に接近するのが一回限りであるため、チリの層は短周期彗星に比べて薄いと予測される。そのため、彗星の表面から1 m 以内を採掘しボーリング調査を行い、サンプルの表面に近い部分は廃棄し、最深部のサンプルを持ち帰る。

2-3-D. 地球への帰還

帰還機と残留機は彗星表面で分離し、地球への帰還は帰還機「MUSUME」のみが行う。「MUSUME」は分離したのち彗星から離陸し、彗星軌道付近にある大質量の惑星でスイングバイを行い地球へ向かう。地球に接近したところで「MUSUME」はカプセルを分離し、カプセルと共に大気圏に突入する。残留機「MUSUKO」は彗星表面にとどまる。

3. まとめ

太陽系形成初期の痕跡を残していると考えられる長周期彗星のサンプルリターンミッションを提案した。そのシナリオとして、帰還機「MUSUME」、残留機「MUSUKO」の打ち上げ、彗星への着陸、サンプルの採取、地球への帰還の方法の検討をした。また、彗星を用いた探査機の長距離移動を提案した。

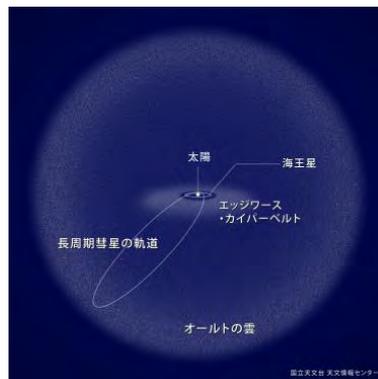


図1 オールトの雲