

人工衛星による低軌道小型デブリ回収システム

「第 12 回 君が作る宇宙ミッション SELENE 班」

梅谷 星菜(高 2)【大阪桐蔭高等学校】， 町井 佳菜子(高 3)【横浜雙葉高等学校】

望月 達人(高 1)【東海高等学校】 山下 晴己(高 3)【名古屋大学教育学部附属高等学校】

山田 麟(高 1)【群馬県立沼田高等学校】， 横田 大直(高 1)【清風高等学校】

1. 背景・目的

デブリは秒速数kmで衝突時のエネルギーは大きく、危険である。また、年々デブリは増加傾向にあり、その傾向は今後も持続することが予想される。ゆえに、安全な人類の宇宙での活動を保障する為に、デブリの回収が必要である。10cm 以上のデブリは地上での観測によりカタログ化がされている。そのカタログをもとに衝突を事前に予測、回避することが可能である。1cm 未満のデブリは国際宇宙ステーションで使用される衝突防止バンパーなどで防御できる。しかし、1cm 以上 10cm 未満のデブリに関しては、具体的な対策がなされていない。よって、該当するデブリの継続的な監視、回収システムを提案する。本ミッションではデブリの密度が高い高度 800km、太陽同期軌道上の 1cm 以上 10cm 未満の宇宙デブリを 10 個回収する人工衛星を使用する。そして複数の衛星を相互に連携させて、継続的にデブリを発見し回収を行う。

2. 提案手法

回収衛星 INAZ★UMA は太陽同期軌道にあるデブリを発見した後に接近し、回収して処分を行う。また、回収衛星は相互に連携し、継続的デブリ発見・回収システムを構築する。その大まかな流れについて説明する。

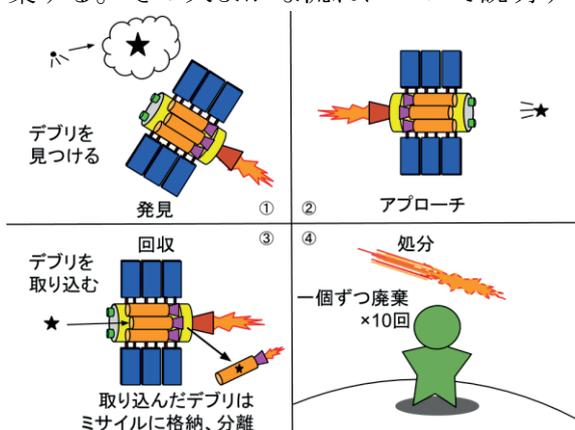


図 1 デブリ回収衛星概要図

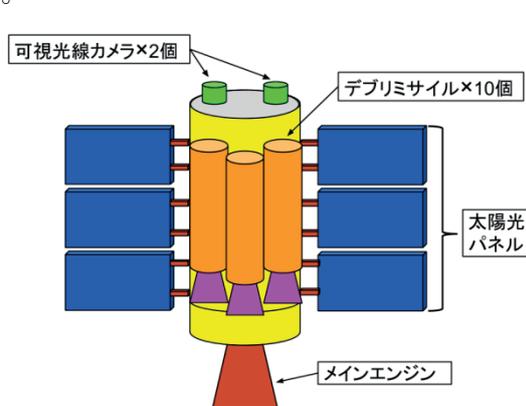


図 2 デブリ回収提案手法概要式

2-1. 回収衛星

回収衛星は円柱型、化学推進式エンジンで、機体側面に太陽光パネル、デブリ発見用の可視光カメラを 2 台、搭載する。また、衛星の周りには子機を環状に搭載する。子機にはデブリ回収口があり、デブリを回収する。

2-1-1. デブリ発見方法

衛星を回転させながら可視光線カメラでデブリを監視する。デブリとの距離や速度は 2 台の可視光線カメラの視差により計測する。

2-1-2. 接近・回収方法

後方よりランデブーして、子機と親機を分離せずにデブリに接近する。子機に搭載されている回収容器の中にデブリを回収し、子機を切り離す。

2-1-3. 処分方法

親機が子機を分離後、子機付属のスラスタで親機からの制御により大気圏へ再突入させ、焼却する。

2-1-4. 全子機分離後の運用

親機は、子機分離後継続して運用される。親機はすべての子機を分離した後も小型デブリ発見、観測衛星として、デブリのカタログ化に役立てられる。制御落下に必要な燃料を残して運用終了後は大気圏に突入し、衛星のデブリ化を防ぐ。

2-2. デブリ発見・回収システム

複数の観測・回収衛星が相互に連携して、デブリのカタログ化を行う。それによって打ち上げの安全性向上や回収効率の向上につながる。そして、そのカタログデータをもとに、回収衛星がデブリを回収・処分する。

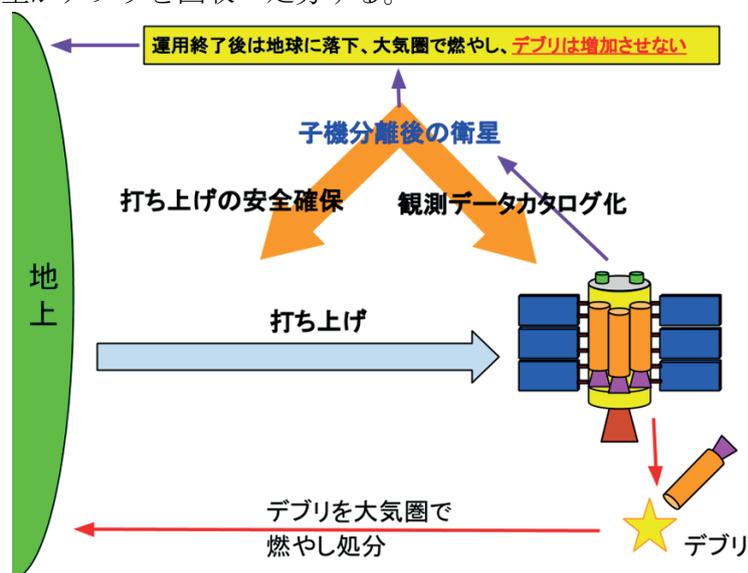


図3 デブリ回収衛星システム概要図

3. 今後の検討課題

システムの妥当性を高めるために、以下の事項について、今後検討する。

3-1. 詳細な衛星の設計

デブリ回収の際に、デブリの持っているエネルギーが親機や子機に与えるさまざまな影響を考慮・計算する。また、子機分離後の軌道変更の際に、デブリが回収容器に与えるのダメージを計算する。その値を用いて、十分な強度かつ再突入時に焼却可能な回収容器の検討を行う。燃料、太陽光パネルの量などを考慮し、衛星を設計する。

3-2. システムの費用対効果の検討

システム化した際の、デブリを減少させるのに必要な衛星の数などを計算し、システム構築の費用対効果を試算する。