

第21回衛星設計コンテスト

事務局使用欄

受付番号

年 月 日

アイデア概要説明書

1. 応募区分 ジュニアの部

2. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内）			
花咲く人工衛星			
作品名 副題（これは公式文書では省略する場合があります）			
人工衛星にスペースデブリを捕獲する花を取り付ける			
	氏名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者(正)	陳 育霆 (チン ユテイ)	山口県立山口高等学校 理数科	1
代表者(副)	金谷 啓之 (カヤ ヒロキ)	山口県立山口高等学校 理数科	1
メンバ1	金石 暁典 (カネシ アキリ)	山口県立山口高等学校 普通科	2
メンバ2	赤崎 剛 (アカサキ コウ)	山口県立山口高等学校 理数科	2
メンバ3	末永 大良 (スエナガ タイ)	山口県立山口高等学校 理数科	1
メンバ4	高橋遼太郎 (タカハシ リョウタロウ)	山口県立山口高等学校 理数科	1
メンバ5	富田 耕作 (トミタ コウサク)	山口県立山口高等学校 普通科	1
メンバ6	吉信 智史 (ヨシノブ サトシ)	山口県立山口高等学校 普通科	1
メンバ7	岩崎 七海 (イワサキ ナミ)	山口県立山口高等学校 理数科	1
メンバ8	小林 遼 (コバヤシ リョウ)	山口県立山口高等学校 普通科	1

3. アイデアの概要（プレスリリース等で使用するもので、200字程度でわかりやすく表現して下さい。）

本プロジェクトでは、スペースデブリに導電性テザーを取り付ける方法について提案する。人工衛星に傘の骨組状の構造物を付属させ、これにスペースデブリを捕獲するためのネットを取り付ける（構造が花のように見えるため、本提案の中で「フラワー」と称する）。スペースデブリが衝突した場合、フラワーでデブリを包囲して人工衛星から切り離す。その際に、フラワーに付属している導電性テザーを伸長させることでデブリを大気圏に導く。

4. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

a) 目的： JAXAが開発した導電性テザーは、地磁場を横切って地球の周りを周回することにより誘導起電力が生じる構造になっている。テザーの両端で地球の周囲に存在するプラズマと電子をやりとりすればテザーに電流が流れ、地磁場との干渉でローレンツ力が生じる。テザーをデブリに付けることができれば、ローレンツ力によって高度を下げるのが可能であり、デブリを大気圏に突入させて処理することができる¹⁾。本プロジェクトでは、人工衛星に導電性テザーを取り付ける方法を開発することを目的とする。

b) 重要性・技術的意義等：これまでの宇宙開発で人類が宇宙に遺したスペースデブリは、地球周辺に漂う軌道が分かっているものだけでも1万3千個は存在していると推定されている²⁾。スペースデブリが人工衛星やISSの軌道上に存在すると、衝突して破壊される原因になり、大きな脅威となっている。スペースデブリの除去については、アメリカ、ヨーロッパ、日本など、各国が取り組んでいる³⁾。導電性テザーなどの研究が進んでいる現在、スペースデブリが宇宙開発に与えるダメージの大きさを考慮すると、研究成果を活用したスペースデブリの除去に本格的に乗り出すタイミングが来ているものと考えられる。

5. アイデアの概要

1. 除去の対象とするスペースデブリ

- (1) 軌道：スペースデブリは高度が高いほど軌道に残る期間が長くなり、高度が 600km 以下の場合には数年で地上に落下する。スペースデブリが多く存在する軌道は、高度 800km～850km である。本提案では、デブリが多く存在し、かつ、落下に時間が掛かる、高度 800km～1400km の地球低軌道に存在するデブリを対象とする。
- (2) 大きさ：地球低軌道上に存在する直径 10cm 以上の大きさのデブリ（8000 個以上）については、北アメリカ航空宇宙防衛司令部（NORAD）が追跡しており、ISS などにはこれらのデブリとの衝突を回避する操作を実施している。衝突時の衝撃が大きく、なおかつ、地上からの追跡が難しい、直径が 1cm～10cm の大きさのデブリの除去を目的とする。

2. プロジェクトの流れ

(1) スペースデブリの探査

本人工衛星は、高度 800～1400km の軌道上を巡回しながら、直径 1～10cm の大きさのスペースデブリを探査する。デブリの探査については、SBSS（宇宙配備宇宙監視衛星）に搭載されている光学センサと同様なセンサを利用する（図 1）。収集したデブリの情報を地上局へ伝え、既存の人工衛星やこれから打ち上げられる人工衛星に衝突する可能性がある場合、除去作業に取りかかる。

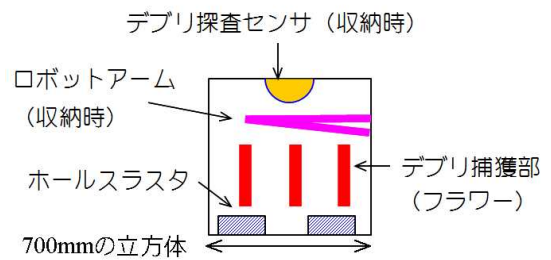


図1 人工衛星（本体）

(2) スペースデブリへの接近

推進機関としては、推力の大きなホールスラスタを備え、除去するデブリに接近してランデブーをする（図 1）。ホールスラスタは地球近傍におけるミッションに適したエンジンであり、すでに実用化が進んでおり、多くの人工衛星に搭載されている。

(3) デブリの捕獲

デブリを捕獲する部分（フラワー）は、人工衛星を打ち上げる際には折りたたみ傘のように畳んでおく。衛星が軌道に移動した後、人工衛星に納めているフラワーの支柱をロボットアームに握らせ、アーム部分を伸長させる。アームの先端部で、花びらを開くようにフラワーを展開させる（図 2）。

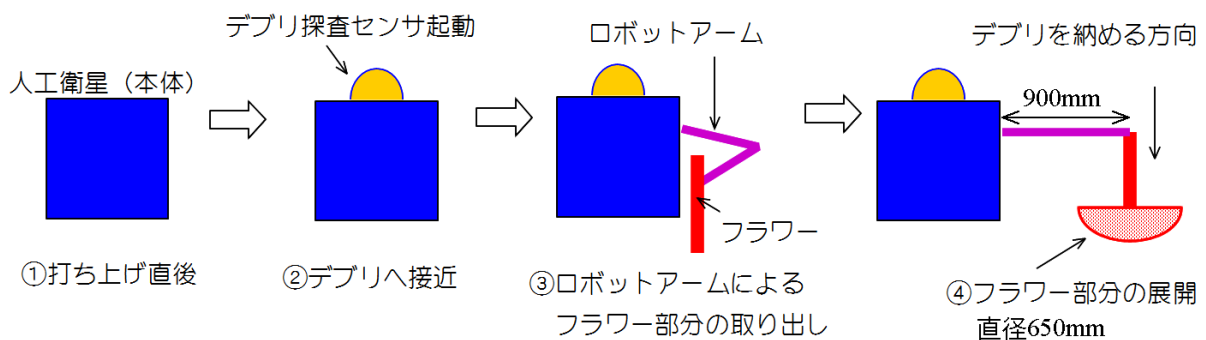


図2 デブリ捕獲部（フラワー）の展開過程
（花が咲くように展開する）

花びら状の構造物の内側には、末端部分（花びらの縁）に強力な両面テープを取り付けたネットが附属している。デブリを捕獲した際には花びらを閉じ、ネットの縁のマジックテープが接着することでスペースデブリを包む構造となっている。フラワーは支柱から切り離され、テザーを伸ばすことで生じるローレンツ力によって大気圏へ落下する。

ロボットアームは人工衛星に納められている次のフラワーの支柱を掴み、新たなデブリの捕獲作業に取りかかる。人工衛星に納めるフラワーの数はホールスラスタの推進剤の量などによって制限されるが、1号機には少なくとも2本を収め、複数のデブリ除去が可能であることを実証する（図 3）。

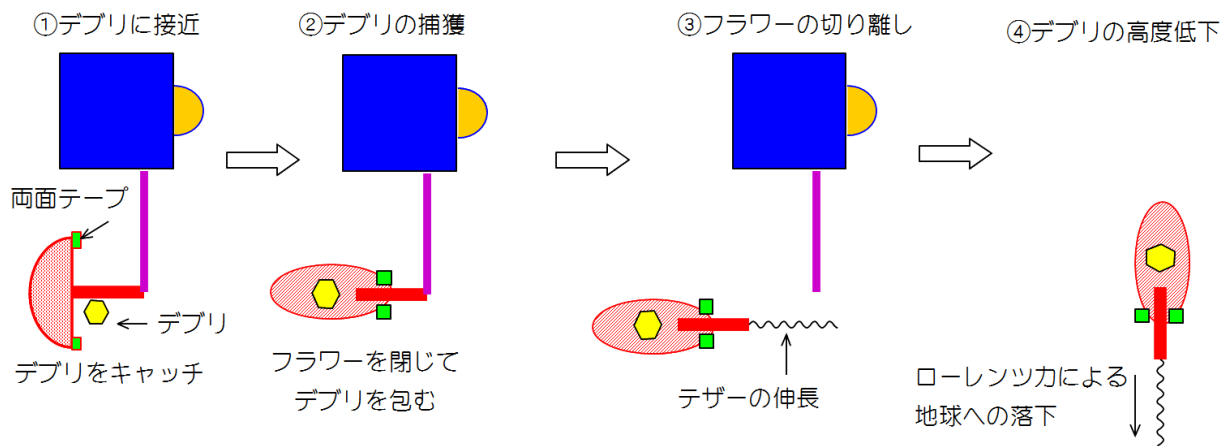


図3 デブリの捕獲とテザーによる高度低下

3 スペースデブリの衝突による衝撃の軽減

人工衛星にホールスラスタを備えてスペースデブリとランデブーすることで、相対速度が0に近くなり、衝突の衝撃は小さいと想定される。

6. 得られる成果

※宇宙で利用することにより、どのような効果があるかなど。

今回紹介した装置では、スペースデブリに導電性テザーを取り付けることができ、衛星の軌道面に存在するスペースデブリを減少させることが期待できる。宇宙開発で培われた導電性テザーなどの技術を広く一般の人々にもアナウンスする良い機会にもなる。

7. 主張したい独創性または社会的な効果

※「ここは新しいアイデアである」という部分や、このアイデアによって世の中のここに役立つなど、特に主張したい箇所。

人工衛星に取り付けるデブリを捕獲するための構造物は、花びらが広がったように見える。人工衛星が花を咲かせた状態で一般の人々の目に触れることになれば、宇宙に関心を持つ人も増える。

導電性テザーでスペースデブリを移動させる方法には多くの取り組みがなされているが、本提案のように、ネットで包囲してテザーを取り付ける方法には新規性があると考えられる。

8. 参考文献

- 1) 独立行政法人宇宙航空開発機構 研究開発本部. デブリ除去システム.
<http://www.ard.jaxa.jp/research/mitou/mit-removal.html>
- 2) NHKサイエンスZERO、2009年6月13日放送、宇宙のゴミ問題を解決せよ。
<http://www.nhk.or.jp/zero/contents/dsp261.html>
- 3) 五家 建夫. 独立行政法人宇宙航空研究開発機構. 2010. スペースデブリの最新情報と各国のデブリ対策の現状. <https://www.enstg.com/Signup/> (会議コード: INT11415)
<http://www.sjac.or.jp/common/pdf/kaihou/201004/20100404.pdf>
- 4) 木部勢至朗, 宇宙航空研究開発機構, 宇宙ゴミの除去による地球軌道の環境改善を急ぐ
http://www.jaxa/article/interview.vol67/index_j.html

以上