

4. 38. 東京都立産業技術高専 宇宙科学研究同好会

宇宙科学研究同好会は 15～22 歳の世界最年少クラスの衛星開発団体である。2009 年には本同好会が中心に設計製作を行った, KKS-1(Kouku-Kousen-Satellite-1)が H-IIA ロケット相乗り小型副衛星として打ち上がりました。

今年度は次号機の打ち上げに向け活動を行っており, 次号機のミッション案である非デブリ化システムの開発と μN スラスタの開発を行った。

4. 38. 1 非デブリ化システムの開発

近年, 運用が終了した衛星や打ち上げロケットのパーツ等のスペースデブリが増加し問題が深刻化している。本プロジェクトはスペースデブリの増加を防ぐための非デブリ化システムの開発を目的としており, 目標として非デブリ化システムの共通モジュール化を目指している。そのため当団体では非デブリ化装置の立体展開, PAF239M に干渉しない設計, 衛星本体に影響の少ない設計, 実用が容易な外付けモジュール化を目指すこととした。

本システムを搭載した衛星は図 4.38.1-1 に示すように, 運用終了後や破損・故障したとき地上からのコマンドにより外付けの非デブリ化装置から立体展開物を展開し, 軌道上に存在するわずかな空気抵抗を増大させることで衛星は減速し高度が低下する。最終的に衛星は大気圏に落下し焼却される仕組みである。

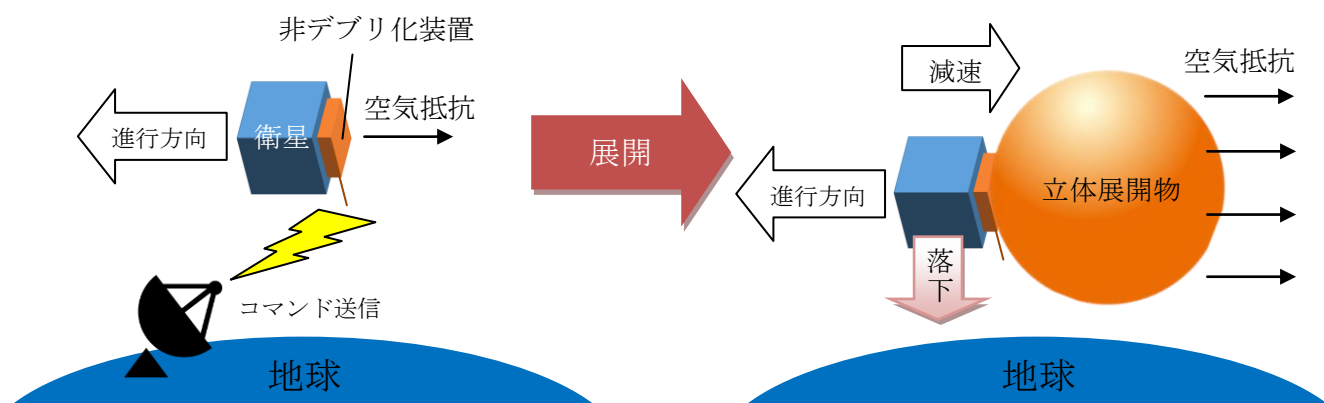


図 4.38.1-1.非デブリ化システムの原理

また図 4.38.1-2 に示すように通常 50kg 級衛星の場合軌道寿命は 50 年のところが非デブリ化装置により 1.5m^2 以上の投影面積が得られれば 10 年以下まで減らすことができる。さらに立体物を展開することによって平面展開と違い衛星がどのような姿勢であっても確実に 1.5m^2 は得えることができると考えている。

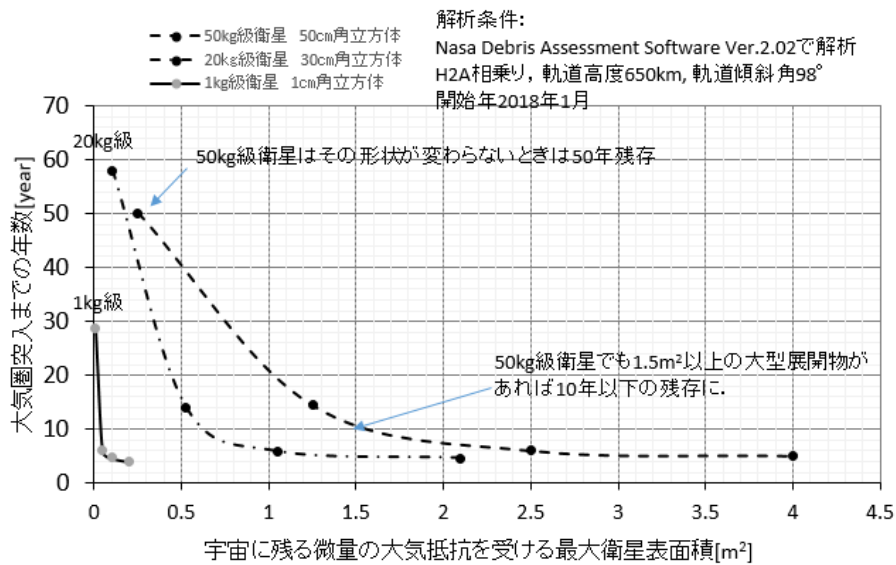


図 4.38.1-2.軌道寿命と衛星面積の関係グラフ

これまで数種類の立体展開機構案の検討を行ってきたが展開物の小型化が困難で、まだ開発の途中段階なので今後は立体展開機構の製作・実験を目指して活動していくつもりである。

4. 38. 2 μN スラスタの開発

4. 38. 2. 1 目的

私達は超小型衛星におけるスラスタの新しいシステムを確立させる為、ガスボンベを使用しないスラスタを開発する事となった。そこで目をつけたのが「気体によって推進力を得る」という方法であり、物を宇宙空間にて溶かして気体を得るというものである。そこでレーザー着火式固体推進スラスタの製作を行った。今回燃料として用いたのは黒色のビニールテープである。レーザーをビニールテープに照射してテープを溶かし気体を得て推進力を生み出そうと考えたのである。

4. 38. 2. 2 製作と実験

初めに、レーザーを用いて燃料の候補である黒いビニールテープを加熱し発生した煙による汚染を防ぐために考えた構造が機能するかのテストを調べる為に実験を行った。その構造とは、PC(ポリカーボネート)の板の上にビニールテープを貼り付け、レーザーを煙から守る為にレーザーの前に凸レンズとスライドガラスを設置するというものである。実際に、レーザー光レンズとスライドガラス越しにビニールテープに向け 1 秒程の時間をかけ照射したところ、ビニールテープが溶け、煙が発生したが逆流することはなくポリカーボ

ネート板にも顕微鏡による目視では穴は見られず、燃料だけが燃えた。よって、今回のレーザーのレンズの汚染対策の課題は解決したとみることにした。(図 4.38.2.2-1 参照)

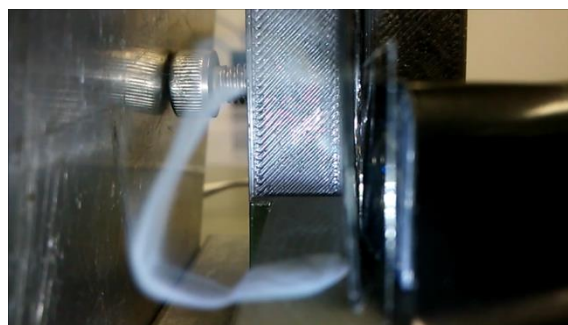


図 4.38.2.2-1 レーザー(右)とテープが溶解した時に発生した気体(左)

これらの事を踏まえ、次にレーザーと燃料の周囲の構造を製作する事になった。今回製作するスラスタは最終的には 10cm 四方の立方体が 3 つ連なった超小型衛星に搭載させる予定なので限られた空間の中において重量と大きさに考慮したスラスタを製作するべきだと考えた。

今回製作したスラスタは、カセットテープのような仕組みであり、燃料となる黒いビニールテープが送られ、レーザーで加熱し燃テープが溶解したときに発生する煙を衛星の推進源とするものである。これをプロトタイプと呼ぶ。(図 4.38.2.2-2 参照)しかしこのプロトタイプはレンズと燃料の間隔が大きく、焦点が合わず加熱しきれないのではないかという問題が発生した。この課題は皆で話し合ったが良い解決策が見つからないまま別の課題の解決へと移行する事となった。



図 4.38.2.2-2 CAD によるプロトタイプの図

上記のスラスタの機構の課題とは別件に、真空内でテープをレーザーにて溶解させて気体を発生させる事が可能かを見る事と、その推進力を測定する為に真空装置を使用する事になったが、現段階において使用できる真空装置は発生する予定の気体をもとで破損してしまう恐れがあった為、真空装置を自作する事となった。インターネットにおいて自作真空装置の制作方法を調べ、所有していた真空ポンプはあった為、それ以外の真空装置の容

器を製作する事となった。

使用した材料は業務用アルミ寸胴鍋(深さ 300mm、上部直径 300mm)、シリコンシーリング、O リング、ゴム板、コネクタ、フランジ、その他計測機器等である。結果的に形は出来上がったものの、(図 4.38.2.2-3、図 4.38.2.2-4 参照)試運転として真空ポンプと容器を接続させ空気を抜いていくと何処から空気が入り始め、失敗となってしまった。その後幾度か空気を抜いていき原因を突き詰めていった結果、計測機器や真空装置の容器の蓋部分の接着や密着が甘く、空いた部分から空気が外部から容器内部に侵入していた事がわかった。結果的にこれらの部分は再度接着、密着を行ったがそれでも空気は入ってきてしまった為、一旦製作は中止とした。



図 4.38.2.2-3 自作した真空装置の蓋



図 4.38.2.2-4 製作した真空容器

4.38.2.3 まとめ

今年度の μN スラスタの開発は中途半端な結果のまま終了してしまっただが、来年(今年)は

方法を変え、これらの実験結果や設計した上でのデータを基に新しくスラスタを開発する予定である。現段階では火薬を用いたスラスタの開発を行っている状況である。