



2022年2月15日

報道機関 各位

千葉工業大学惑星探査研究センター

キーワード:超小型衛星、イプシロンロケット、革新的衛星技術実証2号機、膜型ダストセンサー、宇宙塵観測、微小スペースデブリ観測、国産キューブサットバスシステム、3Uキューブサット

世界初の方式の大面積ダストセンサーを搭載した 宇宙塵探査衛星 ASTERISC(アスタリスク)軌道上実証成功！！

- ダストセンサー展開、粒子観測、バスシステム技術実証の全てに成功！ -

- 惑星探査研究センター(PERC)の超小型衛星2号機である宇宙塵探査実証衛星 ASTERISC(アスタリスク)は、PERC 独自に開発した世界初の方式の大面積膜型ダストセンサー(粒子観測装置)の展開に成功し、軌道上の粒子の観測に初めて成功しました。
- 惑星探査研究センター、東北大、メーカーの共同で開発した国産キューブサットバスシステム(電源系、通信系、データ処理制御系、姿勢系など)は各種機能の技術実証項目を全て達成しました。
- 上記の通り、ミッション系・バスシステム系の軌道上技術実証に成功したため、宇宙塵探査実証衛星 ASTERISC はミニマムサクセスを達成しました。初期運用を完了したため、いよいよノミナルの観測運用に移行します。
- ASTERISC は、独自に開発した世界初の方式の大面積膜型ダストセンサー(粒子観測装置)を搭載し、軌道上の天然の宇宙塵と人為的な微小スペースデブリ(宇宙ごみ)を観測することを目的とする3Uキューブサットです。併せて、将来ミッションを視野に入れた国産の衛星バス技術の軌道実証も行います。
- 衛星サイズより大きい膜型ダストセンサーを用いることで、軌道上の数が少ない宇宙塵を十分量観測し、太陽系史の様々なプロセスに関わってきたとされる宇宙塵の分布や特性などの詳細を明らかにしたいと考えています。また、実態がよくわかっていない微小スペースデブリの観測を通じて、宇宙環境問題への貢献も期待しています。

<概要>

千葉工業大学惑星探査研究センターの超小型衛星2号機である宇宙塵探査実証衛星 ASTERISC(アスタリスク)(図1)が宇宙航空研究開発機構(JAXA)の革新的衛星技術実証2号機の一つとしてイプシロンロケット5号機により打ち上げられ、高度約570kmの地球周回軌道に投入されました。その後のクリティカル運用で衛星の正常動作を確認し、初期運用に移行しました。

展開型の膜型ダストセンサー(30cm×30cm)の展開前には、試験信号を用いたセンサーの健全性確認、展開実施の要件(衛星回転速度、バッテリー電圧、展開機構付近の温度など)の確認を経て、衛星が千葉工大局の日陰可視パスに到達する直前の日照時(具体的には、衛星が日照から日陰に入る5分前。ニュージーランド上空付近)に膜展開運用を実施することとしました。展開するタイミングは地上局から不可視のため、タイマーコマンドを予め衛星に送信・登録し、衛星が自律的に展開実施した後に、千葉工大局でダウンリンクされたテレメトリデータ(オンボードカメラ画像、姿勢データ)によって展開の成否を確認しました。得られた姿勢データからは展開実施時の反動による衛星姿勢

の変化が見られ、さらにオンボードカメラ画像からは膜型ダストセンサーが設計通りの形状で展開していることがわかりました(図 2)。

展開後の膜型ダストセンサーを用いた試験観測においては、オンボードでノイズを除去するためのパラメタ調整と並行して、取得された波形データをダウンリンクしデータ解析を進めています。私達の解析では既に真の粒子観測イベントと判定できるデータが得られており(図 3)、世界初の方式のダストセンサーの技術実証に初めて成功しました。観測された粒子のサイズは $0.1\sim 1\ \mu\text{m}$ (マイクロメートル)程度と推定され、センサーが設計通りの感度を有することがわかっています。今後、本センサーを用いた長期的な観測により、軌道上の粒子の量・飛来方向・運動量などを明らかにできると期待しています。

バスシステム(電源系、通信系、データ処理制御系、姿勢系)についても、高速テレメトリ通信、磁気トルカによるスピン安定指向制御など観測運用に必要な全ての技術項目の軌道実証に成功しています。ミッション系・バスシステム系いずれも軌道上実証に成功したため、宇宙塵探査実証衛星 ASTERISC はミニマムサクセスを達成しました。初期運用を完了し、いよいよノミナルの定常観測運用に移行します。

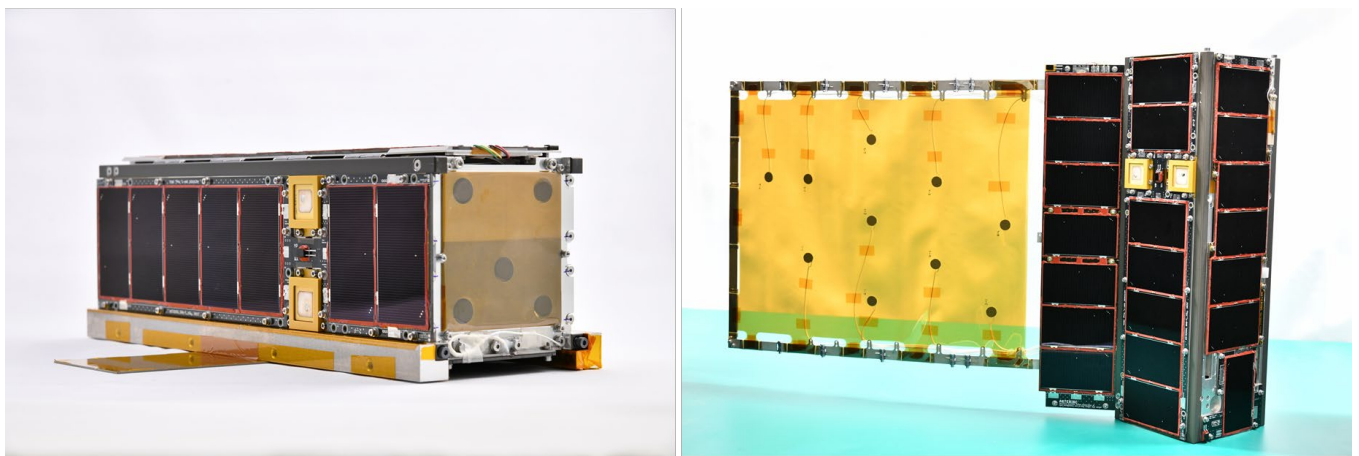


図1 ASTERISC 外観写真

左写真)展開前の衛星外観。

右写真)30cm×30cmの膜型ダストセンサー(左方向に広げられたオレンジ色の膜)展開後の衛星外観。膜型ダストセンサーの膜面には受信用の8個の圧電素子と2個の試験信号用の圧電素子が接着されている

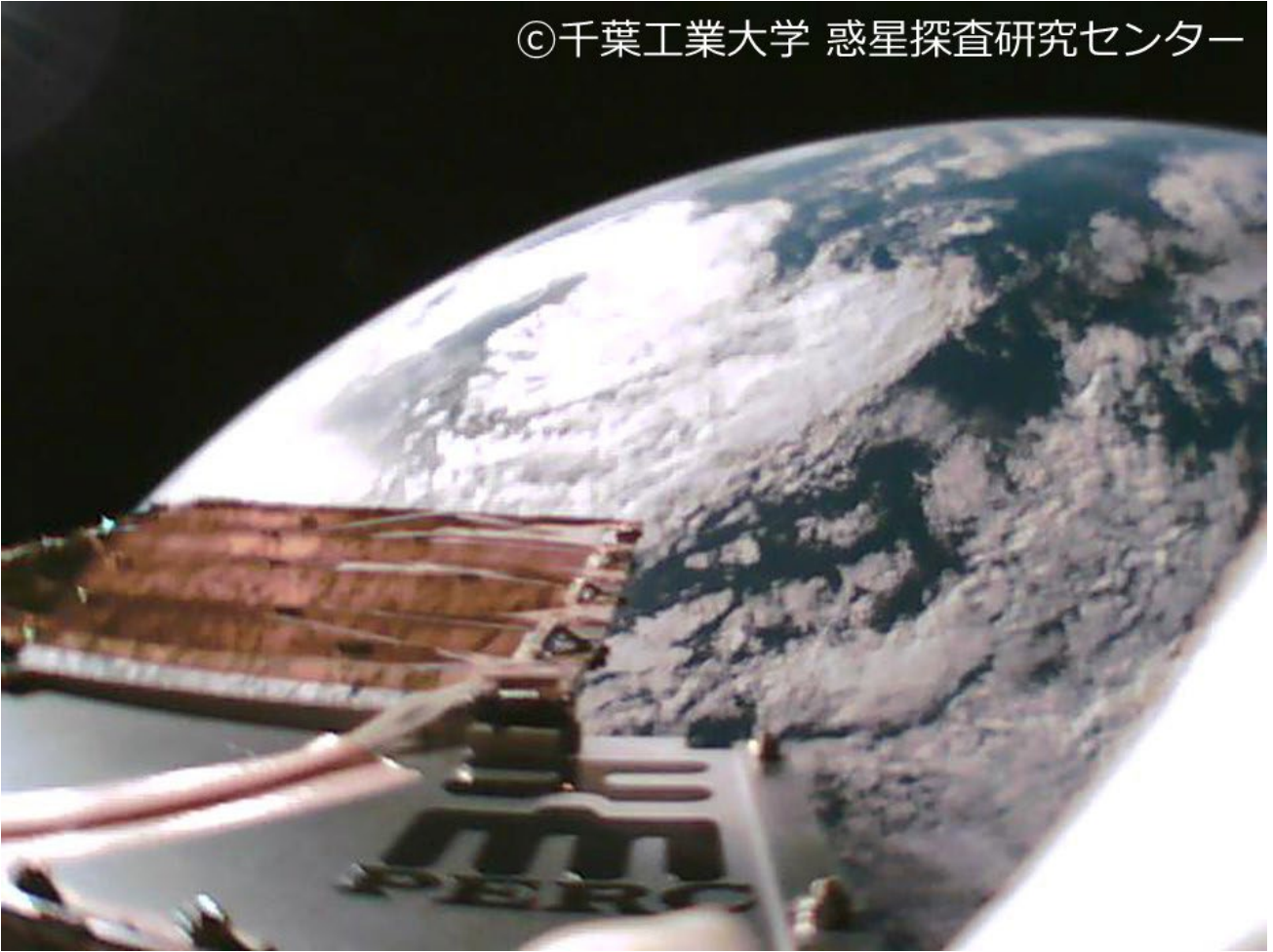


図2 展開した膜型ダストセンサーをオンボードカメラで撮影した自撮り画像。センサーが固定されたパドル面には千葉工業大学の校章とPERCのロゴが印字されています。

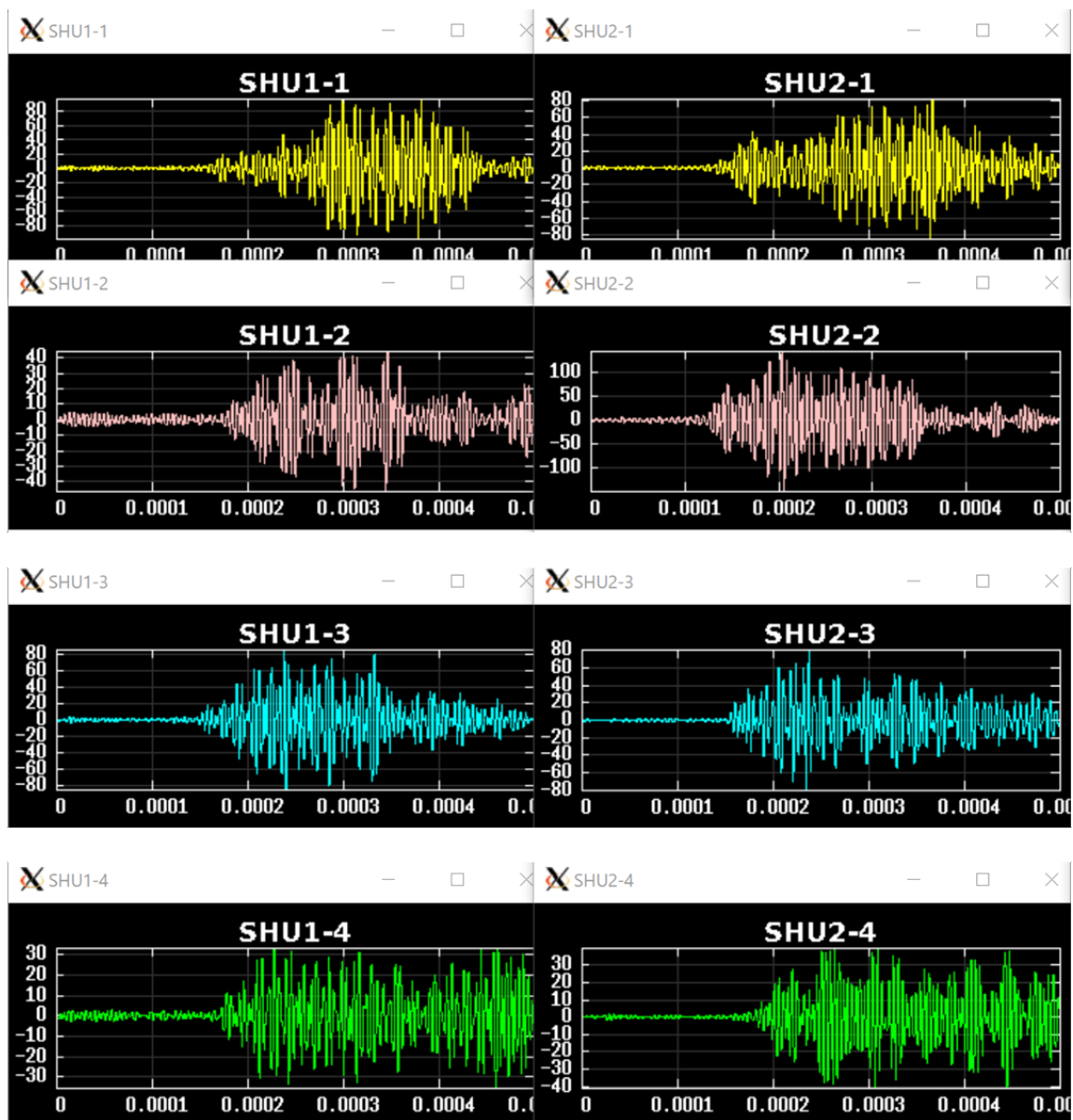


図 3 実際に ASTERISC が軌道上で取得した粒子観測データ。膜面上に接着された 8 個の圧電素子で同時に受信した波形を解析することでノイズと真の信号を明確に区別することが可能

<プロジェクト紹介>

千葉工業大学惑星探査研究センター(PERC)は、独自の惑星科学探査を高頻度で継続的に行うことを目指し、超小型衛星プロジェクトを 2012 年に立ち上げました。このプロジェクトの 2 号機となる衛星 ASTERISC(アスタリスク)は、軌道上の宇宙塵と微小スペースデブリを観測することを目的とする 3U キューブサットです(図1)。キューブサットは 10cm 角のユニットからなる超小型の衛星です(3U なので 30cm×10cm×10cm)。ASTERISC は千葉工業大学惑星探査研究センターを実施責任機関として、惑星探査研究センターと東北大学が共同で開発しています。

ASTERISC は、JAXA の革新的衛星技術実証 2 号機の実証テーマとして選定され、イプシロンロケット 5 号機により打ち上げられ、軌道投入されました。

ASTERISC は、独自に開発した世界初の方式の膜状の粒子観測装置(ダストセンサー)を搭載し、その膜にぶつかった宇宙塵と微小なスペースデブリ(宇宙ごみ)を観測することを目的としています。宇宙塵と微小スペースデブリはそれぞれ宇宙科学と宇宙環境問題の観点において重要な観測ターゲットです。

宇宙塵は太陽系史の様々なプロセスに関与していたと考えられています。太陽系形成初期に宇宙塵が集まり微惑星(惑星の種)が形成し、さらに合体成長することで惑星になりました。その後、微惑星の生き残りである彗星や小惑星から再び塵が放出され惑星間空間を漂い、場合によってはその宇宙塵が別の天体に行き着くこともあります。実際に、現在の地球に集積する宇宙物質の質量の大部分を占めるのが宇宙塵と考えられており、原始の地球においても降り注いだ宇宙塵由来の有機物が地球生命の起源に寄与した可能性が提唱されています。このような宇宙塵を地上から観測したくても、塵のサイズが小さく地球大気で効率的に減速されるため、流星のように発光しません。また、地上で宇宙塵を回収した例もありますが、大気突入時の熔融や地表での風化などで失われるため、飛来する宇宙塵のうち地上で回収されるのはごく一部のみであり、また回収できたとしても、いつどこから飛来してきたかを知ることは困難です。そのため、宇宙塵の分布や量などの特性を知るには、宇宙空間で直接その場で観測することが必要です。

他方、スペースデブリ(宇宙ゴミ)は、人類の宇宙活動における脅威として注目されています。大きいデブリが取りざたされがちですが、数百ミクロンサイズの微小デブリであっても超高速の宇宙速度で宇宙機に衝突すると大きな被害を及ぼすことが知られています。ところが、微小デブリは地上からは視えないため、その量は全くわかっていません。微小デブリの定量的な観測および評価は今後本格的に宇宙利用を進める上で喫緊の課題といえます。

宇宙塵と微小スペースデブリを軌道上で観測するための課題が、いずれの粒子も軌道上で直接観測するには数が少ないことでした。できるだけ大きな検出面積のダストセンサーを用いることが有効となりますが、従来の方式のセンサーを大型化することはコストの観点で容易ではありません。そこで PERC では、容易に大面積化が可能な粒子観測装置として、世界初の方式である膜状のダストセンサーシステムを独自に開発しました。このシステムは、ポリイミド製の膜に圧電素子という小さいセンサーを接着し、粒子が膜に衝突することで発生する弾性波を電気信号として捉え、独自の信号処理を行うことによりリアルタイムで粒子を観測できます。粒子が膜に衝突しさえすれば検出できるので、膜の面積を大きくするだけで大面積のセンサーを容易に実現できる画期的な技術です。大面積の膜型ダストセンサーを用いて、宇宙塵の性質(分布・量・軌道など)を調べ、最終的には惑星の進化や生命の起源に宇宙塵がどうかかわったのかを明らかにしたいと考えています。

併せて、東北大と宇宙実績の豊富な国内メーカーとともに開発したキューブサットバスシステムの軌道上実証を行います。高度なミッションを行うに足る性能を持つ本バスシステムの軌道実証により、深宇宙探査を含む挑戦的な将来ミッションに繋がりたいと考えています。

衛星名の由来:

アスタリスクは、古代ギリシャ語で「小さい星」という意味を持ち、記号「*」の名前でもよく知られています。観測する宇宙塵が星のかけらであることと、超小型衛星を「小さい星」に例えて、今回ASTERISC(アスタリスク)と命名しました。

WEB サイト:

プロジェクト紹介ページ <http://www.perc.it-chiba.ac.jp/projects/nano-satellite2>

<内容についてのお問い合わせ>

石丸 亮 (イシマル リョウ) PERC超小型衛星プロジェクトマネージャ
千葉工業大学 惑星探査研究センター 上席研究員
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL: 047-478-0320(代表)
E-Mail: ishimaru@perc.it-chiba.ac.jp

<取材についてのお問い合わせ>

千葉工業大学 入試広報部
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL: 047-478-0222 FAX:047-478-3344
E-Mail: cit@it-chiba.ac.jp