

革新的衛星技術実証プログラム

革新的衛星技術実証3号機の概要 および打上げスキームの一部変更について

2022年4月22日

宇宙航空研究開発機構

1. 革新的衛星技術実証3号機の概要

(1) プログラムの位置づけと意義

- 「宇宙基本計画」上の『産業・科学技術基盤を始めとする宇宙活動を支える総合的な基盤の強化』の一環として、大学や研究機関等の新規要素技術の実証及び新規事業につながる技術の実証機会を提供するプログラム
- この実証機会を2年程度の定期的な間隔で提供することにより、早いサイクルでの実証を可能とし、成果を我が国の衛星の短期開発・低コスト化と高度化、産業界の競争力強化につなげるとともに、宇宙産業の活性化（ベンチャー促進、優秀な人材の育成等）、新たなイノベーション創出につなげる。

(2) プログラムの目的

A.産業育成

衛星のキー技術の宇宙実証により宇宙分野を支える技術基盤・産業基盤の持続的な維持・発展、衛星産業の国際競争力の獲得・強化に繋げる。

B.利用拡大

定期的な打ち上げ機会の確保によりハードルを下げることで、宇宙利用拡大を促進する。
新規参入する民間企業等との相互利用・連携が進み、新たなイノベーション創出にも繋がる。

C.ビジネス創出

チャレンジングかつハイリスクな衛星技術/ミッションの開発・実証ができる機会を確保することで、宇宙産業のベンチャービジネス促進や宇宙分野におけるより優秀な人材の育成を図る。

D.競争力強化

フレキシブルな衛星開発手法、革新的なミッション技術を早いサイクルで宇宙実証し、衛星の短期開発・低コスト化と高度化、産業界の競争力強化に繋げる。

概要

- 「革新的衛星技術実証3号機」は、大学や研究機関、民間企業等が開発した部品・コンポーネント・サブシステム、キューブサット等に宇宙実証の機会を提供する「革新的衛星技術実証プログラム」の3号機。打上げ時期は2022年度（宇宙基本計画工程表に基づく）。
- 部品・コンポーネント・サブシステムの7つの実証テーマをJAXAが開発する「小型実証衛星3号機（RAISE-3）」に搭載し、そのほか超小型衛星3機、キューブサット5機の計9機の衛星を「革新的衛星技術実証3号機」として軌道上実証。（詳細は次頁参照）

主な実証テーマ

（1）部品・コンポーネント・サブシステム（「小型実証衛星3号機」に搭載）

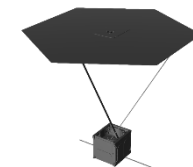
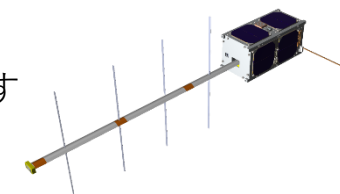
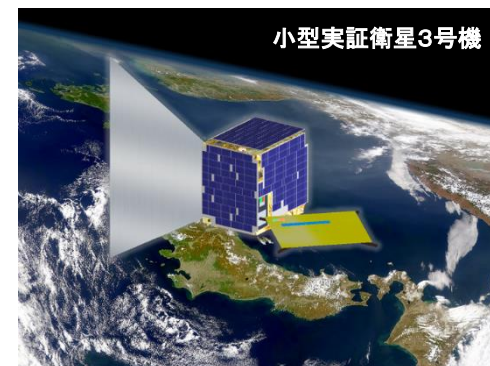
「小型実証衛星3号機」には、通信の高速・大容量化とIoTのカバレッジ拡張を目指す通信機や、水を推進剤とする超小型な推進システム、小型衛星用の電気推進装置、宇宙デブリ対策として運用を終えた衛星の軌道を低下させる膜面展開型の機構など、7テーマの実証を行う。

（2）超小型衛星

重力波天体と同期したX線・ガンマ線突発天体を観測することで、重力波天文学を推進する衛星など、計3機の実証を行う。

（3）キューブサット

地上用半導体の軌道上劣化観測とUSB機器の宇宙転用を実証する衛星や、革新的衛星技術実証2号機に搭載されたKOSEN-1の後継として高専生が開発する衛星、金属3Dプリンタ製によるネジゼロ衛星筐体を実証する衛星など、計5機の実証を行う。



※全実証テーマについてはAPPENDIXを参照

区分	テーマ案名称	提案機関	目的区分
部品・コンポーネント・サブシステム	衛星MIMO技術を活用した920MHz帯衛星IoTプラットフォームの軌道上実証	日本電信電話株式会社	D
	フレキシブルな開発手法を用いたソフトウェア受信機	NECスペーステクノロジー株式会社	D
	民生用GPUの軌道上評価およびモデルベース開発	三菱電機株式会社	D
	水を推進剤とした超小型統合推進システムの軌道上実証	株式会社Pale Blue	D
	小型衛星用パルスプラズマスラスタ (PPT) の軌道上実証・性能評価	合同会社先端技術研究所	A
	超小型衛星用膜面展開型デオービット機構の軌道上実証	株式会社アクセルスペース	A
	Society 5.0に向けた発電・アンテナ機能を有する軽量膜展開構造物の実証	サカセ・アドテック株式会社	B
超小型衛星	理工学が融合した超小型衛星システムの開発と重力波天体のX線観測	金沢大学	C
	超低コスト高精度姿勢制御バスによるマルチスペクトル海洋観測技術の実証	東京工業大学	C
	宇宙テザー技術を用いたデブリ捕獲の技術実証	静岡大学	C
キューブサット	回転分離を用いた超小型衛星のコンステレーション形成 (3U)	名古屋大学	B
	民生用半導体と汎用機器の宇宙利用拡大を目的とした軌道上実証 (2U)	九州工業大学	B
	超高精度姿勢制御による指向性アンテナを搭載した海洋観測データ収集衛星の技術実証・持続可能な宇宙工学技術者育成とネットワーク型衛星開発スキームの実証 (2U)	米子工業高等専門学校	C
	衛星筐体の一体成型技術の実証 (1U)	早稲田大学	D
	CubeSat搭載用マルチスペクトルカメラの技術実証 (1U)	一般財団法人未来科学研究所	A

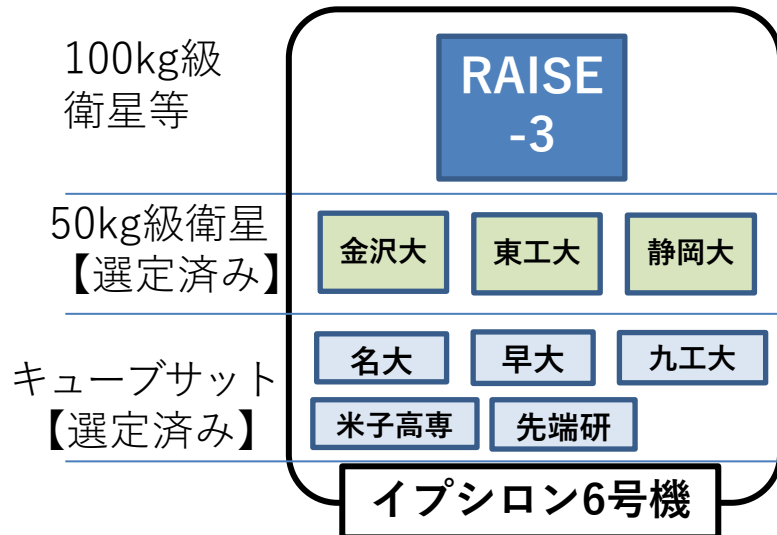
上記部品・コンポーネント・サブシステム(青枠)については、これらを搭載したJAXA開発の100kg級の小型実証衛星(RAISE-3)として実証予定。

2. 革新的衛星技術実証3号機 打上げスキームの一部変更について (民間小型SAR衛星の搭載)

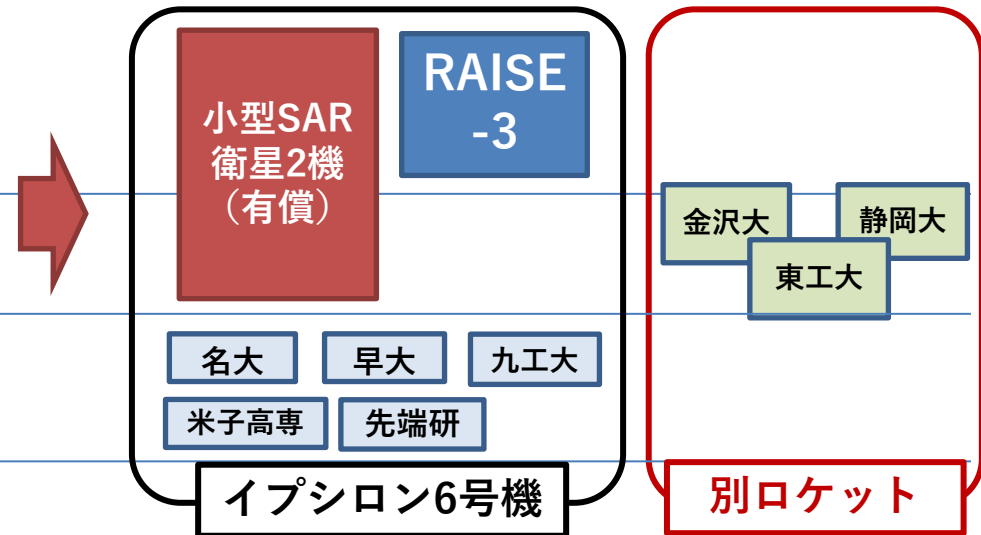
JAXA 革新的衛星技術実証3号機打上げスキームの一部変更について

- イプシロンSロケットの打上げサービス事業者として選定されている、株式会社IHIエアロスペース（IA社）より、株式会社QPS研究所（QPS社）の小型SAR衛星群（2機）を搭載することが提案され、文部科学省と連携して対応について検討、協議。
- イプシロンロケット利用拡大等の観点での意義（後述）を踏まえ、革新的衛星技術実証3号機の意義を保ちつつ、同社の提案に協力することが可能と判断。QPS社小型SAR衛星2機をイプシロン6号機に搭載することによる打上げスキームの一部変更、及び将来の民間移管を見据えたIA社との役割分担の明確化を図ることで対応。
 - ✓ QPS社小型SAR衛星搭載に必要な打上げ能力を確保するため、50kg級衛星3機を別ロケットによる打上げへ変更（影響を及ぼす衛星開発機関 {金沢大、東工大、静岡大} には本変更への協力をJAXAからお願いし、合意いただいている）。
 - ✓ QPS社小型SAR衛星2機を搭載するために必要な搭載構造の新規整備や、別ロケットによる50kg級衛星の打上げ（サービス調達）はIA社が行う。

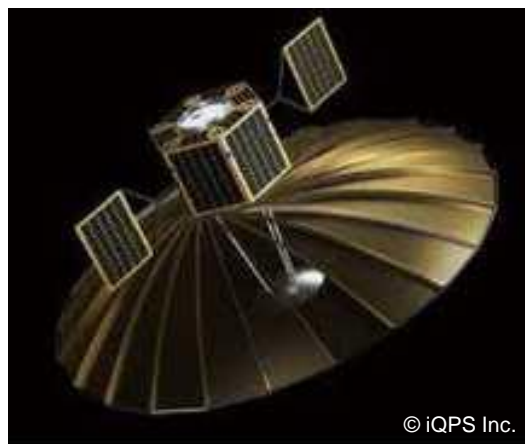
(A) 当初の打上げスキーム



(B) 新たな打上げスキーム

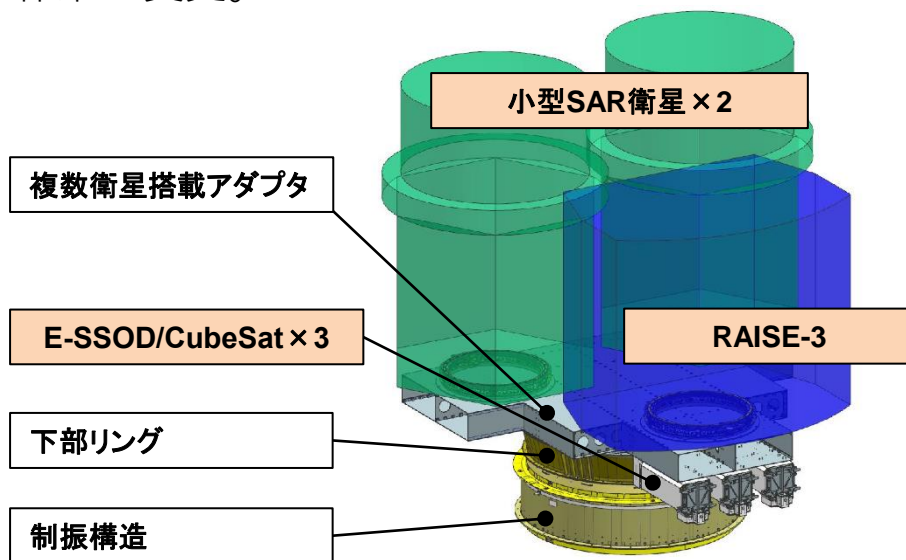


- イプシロンロケットによる小型衛星群の打上げが実現すれば、我が国における衛星コンステレーション構築にかかるイプシロンの利用価値や政策実現への貢献を直接的に示すとともに、以下の観点でポジティブな効果を得る可能性がある。
 - ① 商業受注に向けた国際競争力強化
 - ② 多様な打上げ需要への対応、打上げ需要の安定確保
 - ③ 打上げサービス事業化の促進
- また、上記③の効果を高める観点で、別ロケットの打上げサービス調達の役割に加え、イプシロンロケットの射場作業等においても同社の主体性をより重視する取組みに今号機より移行（打上げ実施者はJAXA）。これにより段階的且つ着実な民間移管の推進を図る。具体的には、これまでJAXAが行ってきた発射整備作業およびペイロードインテグレーション作業をIA社の請負範囲に拡大することで、打上げまでの殆どの準備をIA社主体の作業に変更。



民間小型SAR衛星イメージ図

© IQPS Inc.



©IHI AEROSPACE Co., Ltd.

搭載構造（ESMSIII型（仮称））

- 革新的衛星技術実証3号機において、新たに目的として加えた競争力強化に資するミッションを含め、計15件の実証テーマを選定。小型実証衛星3号機（7件の実証テーマ）、超小型衛星3機、キューブサット5機で構成。
- イプシロンSロケットの打上げ事業者として選定された、IA社の提案は、革新的衛星技術実証3号機ミッションの意義を損なわず、イプシロンロケット利用拡大等の観点で意義を高める取組みであることから、同社に協力し、革新的衛星技術実証3号機の打上げスキームの一部を変更。イプシロン6号機ならびに別ロケットによる超小型衛星3機の今年度内打上げを進めていく。
- また、今号機よりイプシロンロケットの射場作業等の役割分担について、IA社の主体性をより高めていく施策を追加していくことで、同イプシロンロケットの段階的かつ着実な民間移管を推進していく。

APPENDIX: 革新的衛星技術実証プログラム3号機 実証テーマ概要

<部品・コンポーネント・サブシステム>

- ① 衛星MIMO技術を活用した920MHz帯衛星IoTプラットフォームの軌道上実証(日本電信電話株式会社)

低軌道衛星-地上間通信の大容量化、超広域衛星IoTプラットフォームの実現に向けた2つの要素技術について、スケールモデルを用いて衛星軌道上での技術実証に取り組む。



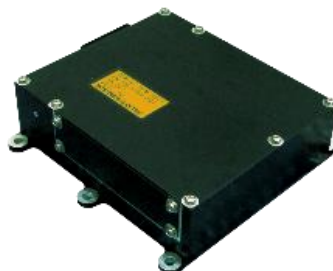
- ② フレキシブルな開発手法を用いたソフトウェア受信機(NECスペーステクノロジー株式会社)

設計に関するデジタルデータを関連する工程にも活用することで、高度で複雑な衛星システムを短期・低コストで開発する手法、ならびに軌道上でのオンボード書き換え/動的再構成技術の実証を行う。



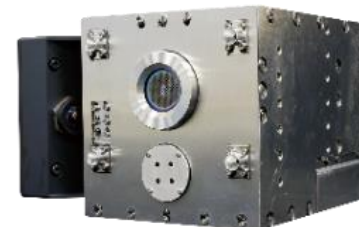
- ③ 民生用GPUの軌道上評価およびモデルベース開発(三菱電機株式会社)

AI処理、SAR再生処理などの高速信号処理を可能に向け、超高速演算が可能な民生用GPUの軌道上実証を行う。また、GPUに搭載するソフトウェア開発は、モデルベース開発手法を適用し、開発期間の短縮・品質向上を目指す。



- ④ 水を推進剤とした超小型統合推進システムの軌道上実証(株式会社Pale Blue)

水を推進剤としたレジストジェットスラスタ及びイオンスラスタの二種類の推進系を一つのコンポーネントに統合した超小型統合推進システムの軌道上実証を行うことで、自社製品の競争力強化を目指す。



- ⑤ 小型衛星用パルスプラズマスラスタ(PPT)の軌道上実証・性能評価(合同会社先端技術研究所)

超小型及び小型衛星用推進装置として、低電力、かつ、小型化・低価格化を実現可能な電気推進装置の軌道上実証及び性能評価を実施する。



- ⑥ 超小型衛星用膜面展開型デオービット機構の軌道上実証(株式会社アクセルスペース)

運用終了後の衛星が軌道上に残存する期間をさらに低減させるため、デオービット機構のシステムの検証を行う。

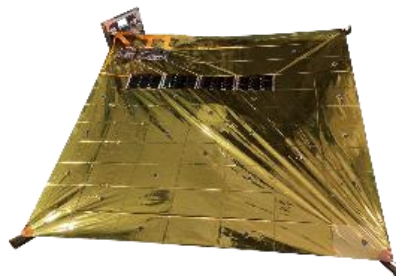


©アクセルスペース

<部品・コンポーネント・サブシステム>

- ⑦ Society 5.0に向けた発電・アンテナ機能を有する軽量膜展開構造物の実証(サカセ・アドテック株式会社)

低コストな小型衛星の高性能(大電力/大容量5G通信/干渉計による高分解能観測)化に向け、発電・アンテナ機能を付与した軽量・高収納な膜構造物の軌道上実証を行う。



- ② 低コスト高精度姿勢制御バスによるマルチスペクトル海洋観測技術の実証(東京工業大学)

革新的マルチスペクトルカメラを、安価な超小型大学衛星に搭載して打ち上げる。さらに、この衛星の運用およびデータ利用サービスの提供体制を大学・民間企業の協力によって構築し、宇宙ビジネスにつながる宇宙システムの実証を行う。

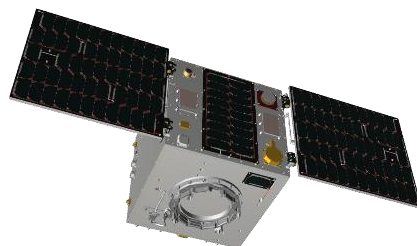


©東京工業大学

<超小型衛星>

- ① 理工学が融合した超小型衛星システムの開発と重力波天体のX線観測(金沢大学)

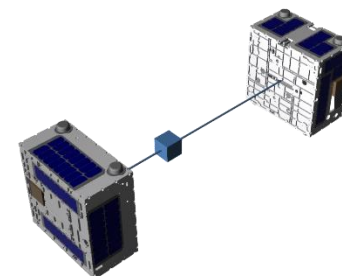
広視野X線撮像検出器を搭載して、重力波を伴うガンマ線バーストなどの突発天体をX線で撮像観測することで発生時刻や発生方向を同定し、その情報をほぼリアルタイムで国内外の地上観測者に通報する。



©金沢大学

- ③ 宇宙テザー技術を用いたデブリ捕獲の技術実証(静岡大学)

宇宙空間でテザーを1km伸展し、その上をロボット(クライマー)が移動し、ネットによるデブリ捕獲実験を行う。

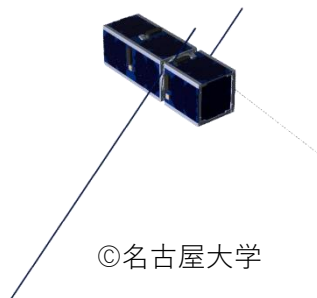


©静岡大学

<キューブサット>

① 回転分離を用いた超小型衛星のコンステレーション形成(名古屋大学)

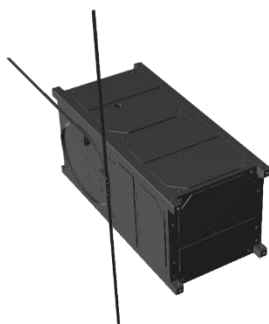
連結された超小型衛星を回転分離し編隊を形成することで省リソース化、高精度化、編隊形成を達成する手法の構築し、多地点同時観測、継続地球観測を超小型衛星で達成することを目指す。



©名古屋大学

② 民生用半導体と汎用機器の宇宙利用拡大を目的とした軌道上実証(九州工業大学)

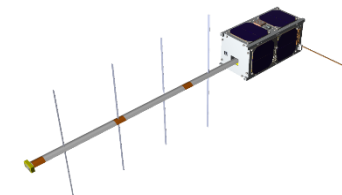
民生部品データベースの付加価値を向上させる地上用半導体の軌道上劣化観測と、USB機器による観測を行うことによる、地上汎用機器の宇宙での利用可能性の実証を行う。



©九州工業大学

③ 超高精度姿勢制御による指向性アンテナを搭載した海洋観測データ収集衛星の技術実証・持続可能な宇宙工学技術者育成とネットワーク型衛星開発スキームの実証(米子工業高等専門学校)

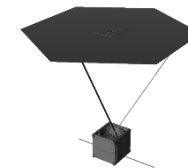
LPWA(LoRa)と指向性アンテナを組み合わせることによる海底地殻変動観測データの収集、魚眼カメラと磁気センサを融合させたデュアルリアクションホイールによる高精度姿勢制御の実証、多地点受信に特化した衛星データ収集プロトコルを用いた衛星通信の実証。



©米子工業高等専門学校

④ 衛星筐体の一体成型技術の実証(早稲田大学)

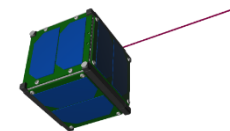
3Dプリンタを使って衛星筐体を一体成型する技術により、ネジゼロ・機構部品ゼロ・デブリゼロを目指す。この衛星筐体を使って、平面要素で構成した(折り紙のような)膜面の展開実験を行う。



©早稲田大学

⑤ CubeSat搭載用マルチスペクトルカメラの技術実証(一般財団法人未来科学研究所)

データ処理系を含み1Uサイズのマルチスペクトルカメラを低コストに開発し、軌道上での基本動作実証を行う。



©一般財団法人未来科学研究所

APPENDIX: 革新的衛星技術実証プログラム1号機、2号機概要

革新的衛星技術実証1号機は、2019年1月にイプシロンロケット4号機で打ち上げられ、小型実証衛星1号機は、約1年間の運用を行い、5年後のアウトカム目標である「宇宙機器の産業化」や、「宇宙産業への新規参入の拡大」については、既に達成したものもある。



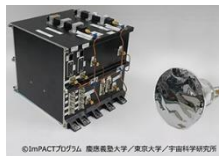
小型実証衛星1号機(RAPIS-1)の軌道上外観と主な成果

RAPIS-1: RAPid Innovative payload demonstration Satellite 1

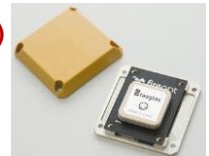
軽量太陽電池パドル:TMSAP (JAXA)
パネル枚数を増やした太陽電池パドルが「DESTINY+」に採用される予定。



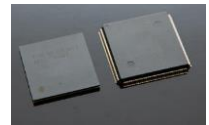
X帯高速通信機器:HXTX (慶應義塾大学)
X帯高速通信技術は、JAXAの宇宙イノベーションパートナーシップ(J-SPARC)の制度を用いて「Synspective社」に技術移転された。



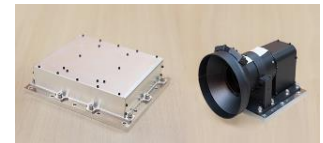
超小型・省電力GNSS受信機:Fireant (中部大学)
実証後に製品の問い合わせが増加、一般企業や大学、研究機関向けに多数の販売実績をあげた。小型実証衛星2号機でも採用。



革新的FPGA:NBFPGA (NEC)
ナノブリッジFPGAの製造・販売を行う本格的な事業に向けて新会社を設立して活動を開始。



革新的地球センサ・スタートラッカー:DLAS (東京工業大学)
実証したスタートラッカの改良型の製作や深層学習機能を用いた画像解析を行う株式会社「天の技」を設立。「天の技」が開発するスタートラッカーは、革新的衛星技術実証2号機の実証テーマとして、小型実証衛星2号機に搭載。



FPGA: Field Programmable Gate Array

(参考2) 革新的衛星技術実証2号機概要

革新的衛星技術実証2号機は、I. 100kg級小型実証衛星1機(JAXA開発)、
II. 50kg級超小型衛星4機、及び、III. キューブサット4機の計9機から構成される。

※100kg級衛星を搭載可能な箇所に、1機50kg級衛星を搭載

II. 超小型衛星(50kg級×4機)

小型実証衛星の横と下部に搭載

- ① HIBARI (東工大)
- ② Z-Sat (三菱重工)
- ③ DRUMS (川崎重工)
- ④ TeikyoSat-4 (帝京大)

III. キューブサット(4機)

3Uサイズの放出機構を3式搭載

- ① ASTERISC (3U;千葉工大)
- ② ARICA (1U;青山学院大)
- ③ NanoDragon (3U;明星電気)
- ④ KOSEN-1(2U;高知高専)

※「1U」は10×10×10 cmサイズ。
「3U」は1Uの3倍となる30×10×10 cm。



イプシロンロケット5号機

I. 小型実証衛星2号機(RAISE-2)

6つの部品・コンポーネント実証テーマを搭載したJAXA開発の100kg級の小型実証衛星

- ① マルチコア・省電力ボード
コンピュータSPRESENSE
(ソニセミコンダクタソリューションズ)
- ② クローズドループ式干渉型
光ファイバジャイロ
(多摩川精機)
- ③ Cubesat用国産小型
スタートラッカー (天の技)
- ④ 3DプリンタX帯アンテナ
(三菱電機)
- ⑤ 軽量・無電力型高機能
熱制御デバイス (東北大)
- ⑥ 冗長MEMS IMU (JAXA)

RAISE-2: RApid Innovative payload demonstration
SatellitE-2

<小型実証衛星2号機>

小型実証衛星2号機(RAISE-2)は、イプシロンロケット5号機により、高度560kmの太陽同期軌道に投入され、約1年間の定常運用を実施中。

- ① ソニー製小型・低消費電力マイコンボード「SPRESENSE™」の耐宇宙環境性評価(ソニーセミコンダクタソリューションズ)

小型・省電力かつ計算能力の高いソニー製マイコンボードの軌道上実証を行い、将来的な探査機等の自律制御性能向上などに競争力ある製品を目指す

- ② クローズドループ式光ファイバジャイロの軌道上実証(多摩川精機)

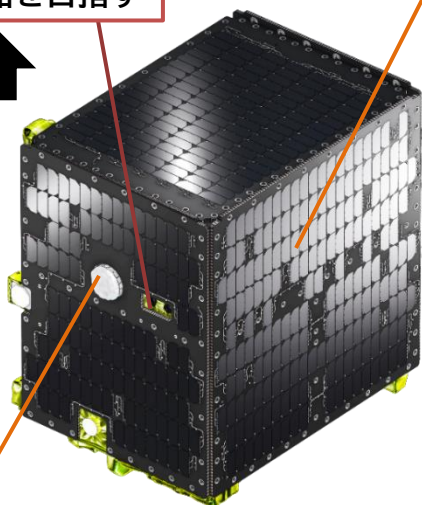
高精度かつ低価格な国産光ファイバジャイロを開発し、小型衛星市場への安定供給を目指す

- ③ 小型・安価な国産スタートラッカの軌道上実証(天の技)

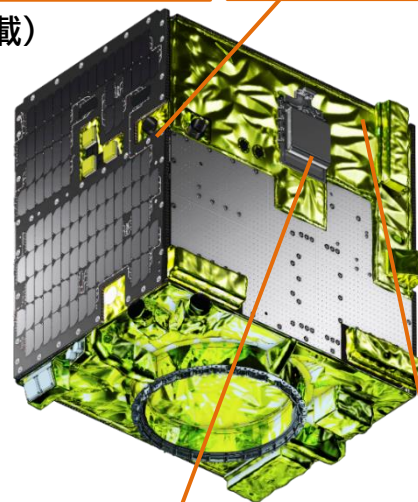
国内初のCubesat搭載可能な商用スタートラッカ(STT)を国産で開発し商用化を目指す

【進行方向】

【地球方向】



(内部搭載)



(内部搭載)

小型実証衛星2号機(RAISE-2)の外観

- ④ 3Dプリンタで製作する廉価版アンテナの軌道上評価(三菱電機)

3Dプリンタ製のアンテナの開発・軌道上評価を行い、价格的・技術的ブレイクスルーを実現し、商品化を目指す

- ⑤ 軽量・無電力型高機能熱制御デバイスの軌道上実証(東北大)

これまで実績が少ない3つのデバイスを組み合わせた熱制御コンポを実証し、小型衛星での高発熱な機器の搭載を可能とする

- ⑥ 冗長MEMS IMUの軌道上放射線環境での実証(JAXA)

国内初の放射線耐性を持つ中精度で小さなIMUを開発・実証し、我が国の自律性と価格競争力に貢献する