

資料62-5

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
(第62回) R3.09.27

革新的衛星技術実証 2号機について

2021年9月27日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
理事 張替 正敏
革新的衛星技術実証グループ長 金子 豊



2019年度に開発に着手し、今年度10月1日の打上げを予定している「革新的衛星技術実証2号機」の状況を報告する。

1. はじめに
2. 革新的衛星技術実証プログラムの概要
3. 革新的衛星技術実証2号機の概要
4. 革新的衛星技術実証2号機の開発状況
5. 革新的衛星技術実証2号機の運用計画
6. まとめ

2. 革新的衛星技術実証プログラムの概要

- 「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ことを目的としている。**



Explore to Realize

あなたも参加してみませんか?

宇宙をつかう
未来をつくる

革新的衛星技術実証プログラム 通年公募中

詳しくはこちら → <https://www.kenkai.jaxa.jp/kakushin/>



2. 革新的衛星技術実証プログラムの概要

本プログラムの位置づけ

- 大学や研究機関等に対する超小型衛星等を用いた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引き続き提供する。(宇宙基本計画)
- 革新的衛星技術実証プログラムについて、1号機の経験や成果を活かし、2号機以降の取組の具体化を図るとともに、2号機を2021年度に、3号機を2022年度に、4号機を2024年度に打ち上げ、革新的技術の軌道上実証実験を行う。(宇宙基本計画工程表)

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

定期的な相乗り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 【3号機向け公募から追加】

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。

募集する実証テーマ

実証テーマ提案を毎年公募

- 部品(電子部品、機械部品など)・コンポーネント(機器)・サブシステム
- 小型衛星システム:超小型衛星【100kg程度まで】
- 小型衛星システム:キューブサット【6Uまで】

選定の概要

民間企業や大学等のアイデア、関係府省庁のニーズも踏まえた計画とするため、これら関係者をメンバーに含むオールジャパンの「調整委員会」を設置し、調整委員会によるテーマの評価や計画に対する助言を受けて、搭載テーマを選定

搭載テーマ選定の基準

搭載テーマについては、公募にて提案された候補案に対して、以下の観点で評価し、ロケットや衛星への搭載可能性なども考慮の上、選定を行う

- プログラムの主旨に合致しているか
(競争力・機能・性能の向上、宇宙利用拡大、イノベーション創出、ビジネス創出等)
- 軌道上実証の意義が高いか
(軌道上で実証する意味、システムに組み上げた時の価値や競争力)
- 技術的実現性が十分に見込めるか
(インタフェース要求、安全要求等への適合性、開発実現性等)

2. 革新的衛星技術実証プログラムの概要

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、既に達成したのものもある。



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。



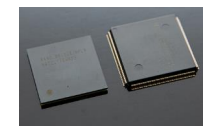
超小型・省電力GNSS受信機:Fireant (中部大学)

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。



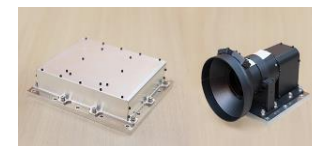
革新的FPGA:NBFPGA (NEC)

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。



3. 革新的衛星技術実証 2号機の概要

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。



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リユージョンス)
- 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

イプシロンロケット

3. 革新的衛星技術実証 2号機の概要 <小型実証衛星 2号機>

小型実証衛星2号機(RAISE-2)は、強化型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年間の定常運用を行う。

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)

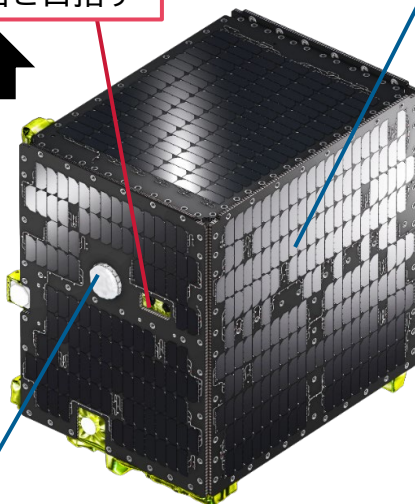
高精度かつ低価格な国産光ファイバジャイロを開発し、小型衛星市場への安定供給を目指す

③ 小型・安価な国産スタートラッカの軌道上実証(天の技)

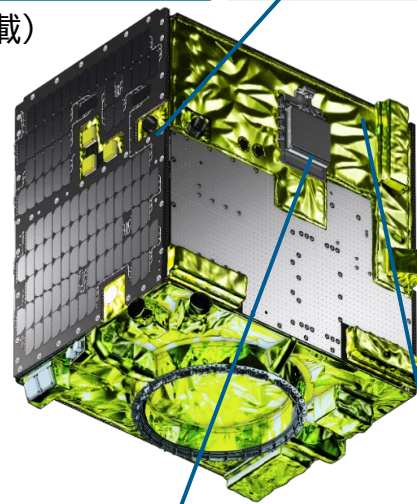
国内初のCubesat搭載可能な商用スタートラッカ(STT)を国産で開発し商用化を目指す

【進行方向】

【地球方向】



小型実証衛星2号機(RAISE-2)の外観



(内部搭載)

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・技術的ブレークスルーを実現し、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

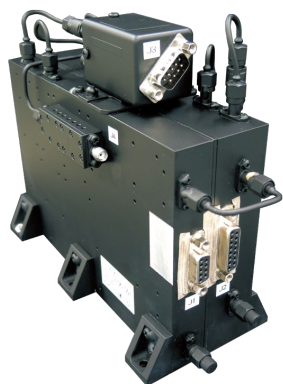
⑥ 冗長MEMS IMUの軌道上放射線環境での実証(JAXA)

国内初の放射線耐性を持つ中精度で小型な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

3. 革新的衛星技術実証 2号機の概要 <小型実証衛星 2号機>

小型実証衛星2号機(RAISE-2)には、実証テーマの実証意義をより高める目的で、JAXAコーディネートとしてJAXAが開発した機器を搭載している。

3D-ANT軌道上実証用X帯送信機 <3D-XTX>



『3DプリンタX帯アンテナ』の性能を、軌道上にて評価するための送信機。

状況に応じて変調方式を切り替える「可変符号化変調(VCM)機能」を実現した送信機を適用することで、低軌道衛星から地上局へのデータ伝送速度向上を図る技術の軌道上実証を行う。

窒化ガリウム素子を用いた充電制御器 <GaN_BCR>



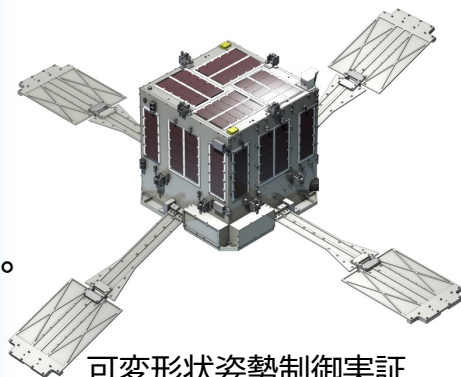
スイッチング素子に高速動作が可能な素子(GaN FET)を用いたバッテリー充電器。

RAISE-2の小型衛星バスと組み合わせ、衛星全体の電力制御を担う電力制御器(PCU)の小型軽量化を実現するための要素技術の軌道上実証を実施する。

3. 革新的衛星技術実証 2号機の概要 <超小型衛星>

① 超小型衛星による可変形状機能を用いた姿勢制御の軌道上実証 (東京工業大学)

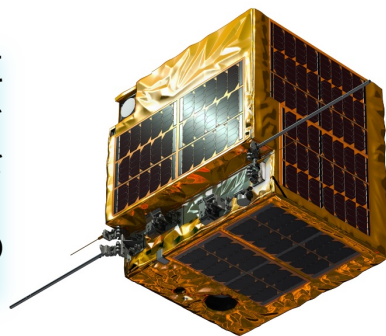
高速姿勢制御と高指向安定性の両方を実現するため、太陽電池パネル展開など衛星形状そのものを変化させる「可変形状姿勢制御」を実証し、全く新しい姿勢制御方式の確立を目指す。地球観測、天文学などの分野でミッションの幅が拡大し、新規市場の開拓に貢献する。



可変形状姿勢制御実証衛星ひばり(HIBARI)

② 超小型衛星による複数波長帯での革新的赤外線画像処理技術の実証 (三菱重工業株式会社)

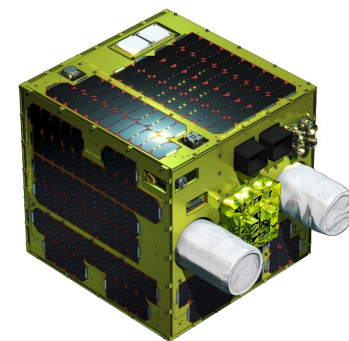
近／遠赤外線を同時に観測し熱源や温度分布を特定するための技術を実証し、インフラ監視、防災、安全保障用途への応用に貢献する。



複数波長赤外線観測超小型衛星(Z-Sat)

③ デブリ除去事業に活用するデブリ接近技術及びデブリ捕獲機構の実証 (川崎重工業株式会社)

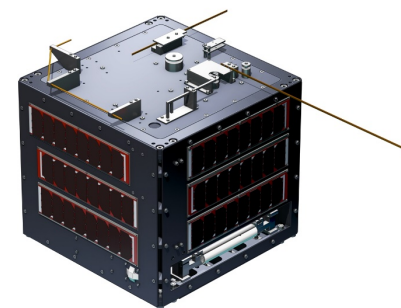
デブリ除去に必須な技術である、デブリの接近技術とデブリの捕獲機構を実証し、速やかなデブリ除去の事業化を目指す。さらに、本実証技術を基に、燃料補給等の新たな軌道上サービス事業創出に貢献する。



デブリ捕獲システム超小型実証衛星(DRUMS)

④ 超小型人工衛星のマイクロISS化実現へ向けた衛星バスシステムの軌道上実証 (帝京大学)

50kg級超小型衛星内で、宇宙環境(微小重力・高放射線)を利用した「生命科学分野」、「物質科学分野」、「宇宙技術開発分野」等の実験を無人かつ自動で実施することが可能なバスシステムを軌道上で実証し、超小型衛星のマイクロISS化実現を目指す。

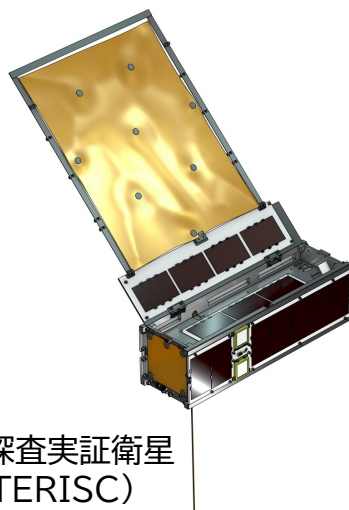


多目的宇宙環境利用実験衛星(TeikyoSat-4)

3. 革新的衛星技術実証 2号機の概要 <キューブサット>

① キューブサットによる宇宙塵・スペースデブリ観測 を目指した膜型ダストセンサおよび国産キューブ サットバスシステムの軌道上実証 (千葉工業大学)

大面積化や機能付加が容易な応用性を持つ、低コストな膜型ダストセンサを開発・実証し、新たな市場獲得を目指す。



宇宙塵探査実証衛星
(ASTERISC)

② 1Uキューブサットによる機上突発天体速報 システムの実証実験 (青山学院大学)

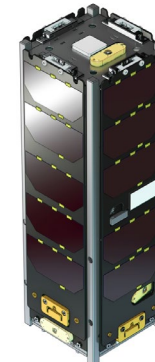
既存の民間通信衛星の通信網を利用し、地上とのリアルタイム通信技術を確認し、ガンマ線バーストなど突発性事象のタイムリーな観測の軌道上実証を目指す。



速報実証衛星
(ARICA)

③ 高機能CubeSat用OBCの軌道上実証 (明星電気株式会社)

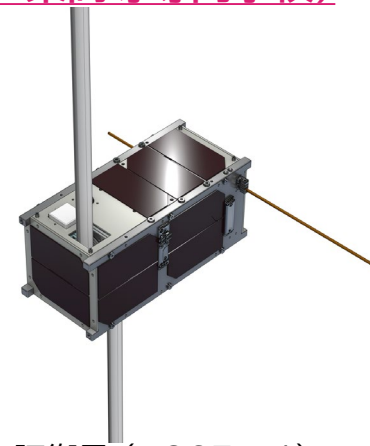
低コスト・高信頼性のCubeSat用OBCを開発・実証し市場への投入を目指すとともに、Cubesat開発の国際協力事業のモデルケース構築に貢献する。



高機能OBC実証衛星(NanoDragon)

④ 2Uキューブサットによる超高精度姿勢制御・ 超小型LinuxマイコンボードによるOBC・ 木星電波アンテナ展開技術の実証 (高知工業高等専門学校)

市販のマイコンボードによる新たなOBCソフト開発手法の確立、木星から来る強力な自然電波放射機構解明のための木星電波アンテナ(7mの短波帯アンテナ)展開技術等の実証を行い、また、日本各地の高専も参画することにより、教育・人材育成や裾野拡大に貢献する。

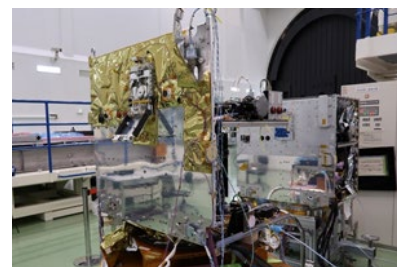


木星電波観測技術実証衛星 (KOSEN-1)

4. 革新的衛星技術実証 2号機の開発状況

<RAISE-2 進捗状況>

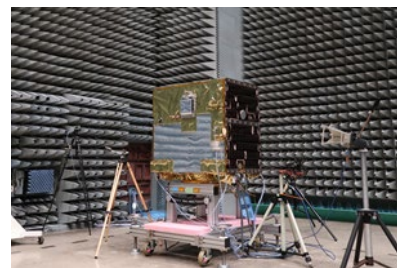
- 2021年4月 システムPFM組立開始
- 2021年4-6月 初期電気性能試験
- 2021年6月 PAFフィットチェック
 - ・分離衝撃試験
- 2021年7月 熱真空試験、地上局適合性試験
電磁適合性試験、機械環境試験
End to End試験
- 2021年8月 最終電気性能試験
- 2021年8月中旬 開発完了審査
- 内之浦へ輸送／射場作業
- 2021年8月末 納入前審査
- 2021年8月末 ロケットへ引渡し
- 2021年9月 最終確認審査(追跡管制)



初期電気性能試験



PAFフィットチェック・
分離衝撃試験



電磁適合性試験



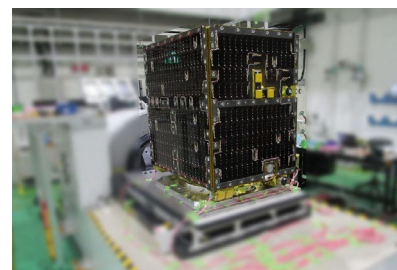
熱真空試験

<超小型衛星・キューブサット 進捗状況>

- 超小型衛星・キューブサットについては、開発を完了し、8月中旬から内之浦に順次搬入、8月下旬に、ロケット側への引き渡し及びロケット構造部への搭載を完了した。

<今後の予定>

- 2021年10月1日 打上げ予定



機械環境試験



ロケット搭載状態

内之浦
へ輸送

<RAISE-2>

初期段階(クリティカル運用) 約1.5日

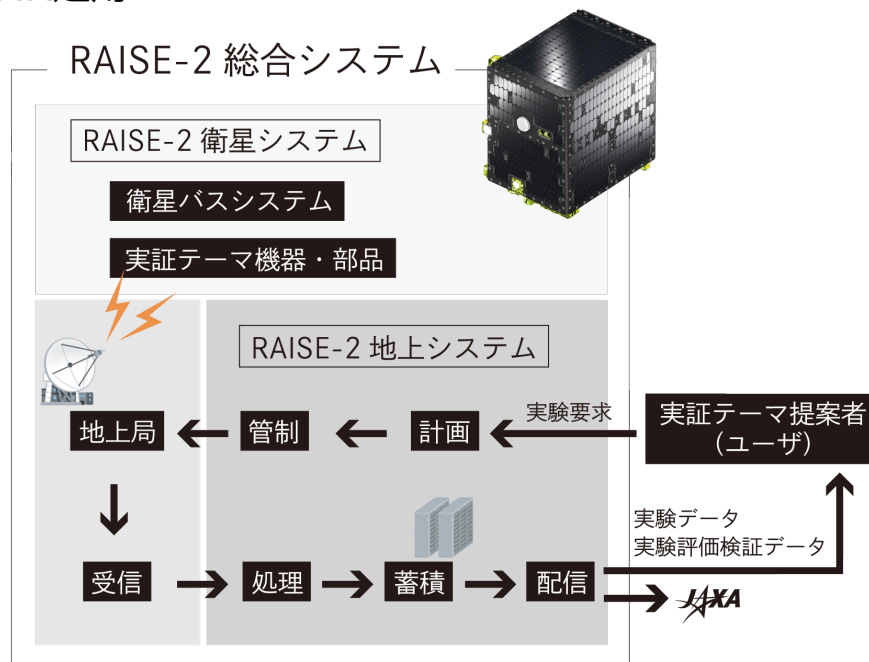
- 衛星分離・初期シーケンス(安全モード確立)の実行
- 定常姿勢(地球指向)の確立

初期段階(初期機能確認) 約1ヶ月

- バス機器／実証テーマ機器の初期機能確認
- 総合システム試験

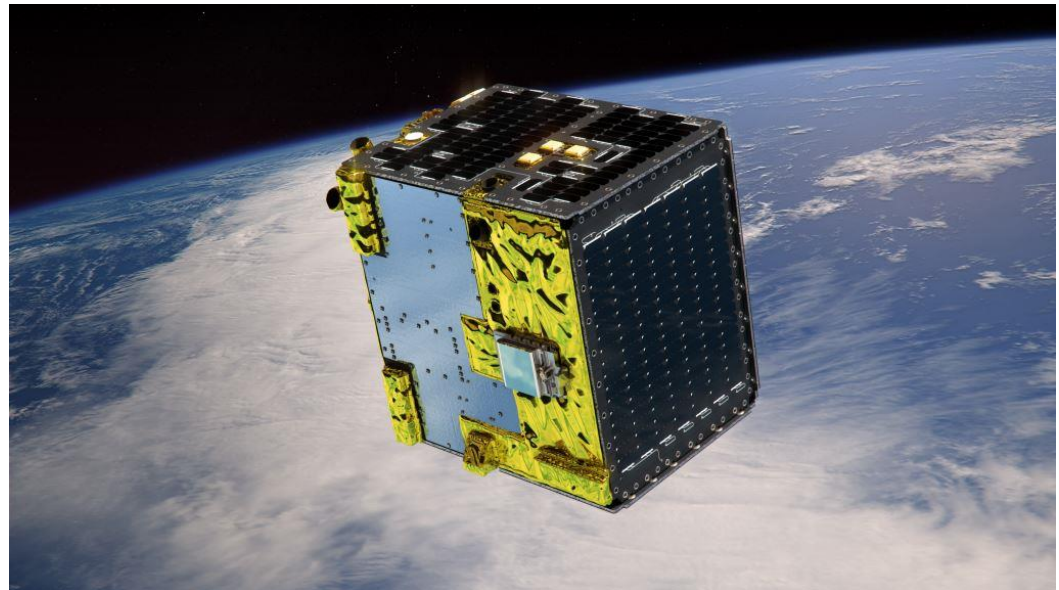
定常段階 約1年

- 各実証テーマの実験
- 衛星バスHK運用



※超小型衛星・キューブサットについては、各実証テーマ提案者主体での運用を実施する。

- JAXAの小型実証衛星2号機(RAISE-2)は、システムPFTを終了し、射場作業へ輸送、ロケットへの搭載が完了し、打上げが可能な状況である。
- 超小型衛星・キューブサットも開発を終了し、内之浦射場への搬入、及びロケット側への搭載が完了し、打上げが可能な状況である。
- 以上から、革新的衛星技術実証2号機は、1号機に引き続き、大学や研究機関等に対する超小型衛星等を用いた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ための準備が整っている。



創新

**INNOVATIVE
SATELLITE TECHNOLOGY
DEMONSTRATION PROGRAM**

参考：革新的衛星技術実証3号機の準備状況

- 革新的衛星技術実証3号機から、「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」というプログラムの目的を追加し、実証テーマの公募を実施。
- 2020年5月、革新的衛星技術実証3号機に搭載する計15件の実証テーマを選定。
 - 機能のデジタル化として、軌道上での機能変更・拡張実現を目指す「ソフトウェア受信機」や、モデルベース開発を適用する「民生用GPU実証機」などの実証テーマが選定されている。
- 小型実証衛星3号機の開発としても、短期開発と低コスト化に向け、開発プロセスにおいてデジタル開発技術(MBSE: Model-Based Systems Engineering)を試行。
- 2021年2月、システム定義審査兼プロジェクト移行審査を経て、プロジェクト移行。
- イプシロンロケットによる2022年度内の打上げを予定。

革新的衛星技術実証3号機搭載実証テーマ

区分	テーマ案名称	提案機関
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
	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
	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
	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
	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
	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
衛星 超小型	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
	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
	宇宙デザー技術を用いたデブリ捕獲の技術実証	静岡大学
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
	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
	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
	衛星筐体の一体成型技術の実証 (1U)	早稲田大学
	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