

資料76-5

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76回)2023.06.27

# 革新的衛星技術実証 2号機 小型実証衛星 2号機 (RAISE-2) の 成果について

2023年6月27日

宇宙航空研究開発機構

理事 佐野 久

超小型・小型衛星宇宙実証研究ユニット長 鈴木 新一

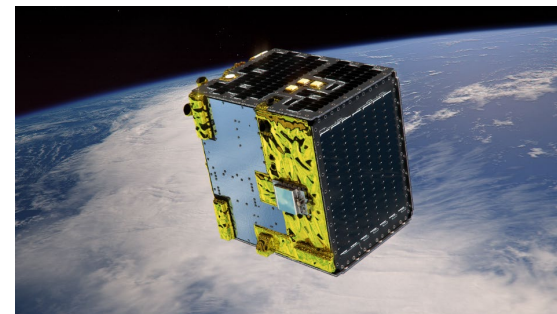


## 【経緯】

- 「革新的衛星技術実証プログラム」の軌道上実証2号機である、革新的衛星技術実証2号機を2021年11月9日、イプシロンロケット5号機により、打ち上げた。
- 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、6つの実証テーマを搭載）、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（14実証テーマ）から構成される。
- JAXAが開発した小型実証衛星2号機（RAISE-2）は、2022年2月3日に初期機能確認を終了し、定常運用に移行し、約1年間の定常運用を実施した。
- 2022年6月にRAISE-2の姿勢制御系機器の一部に異常が発生したが、一部の実験に制約は発生したものの、代替機能を使用し、運用を継続した。
- RAISE-2の運用終了の妥当性及びプロジェクト終了について、2023年3月28日、JAXA理事会議において了承され、2023年4月7日に停波した。  
（超小型・キューブの8機は、現在も運用を継続している）

## 【本報告の内容】

- 革新的衛星技術実証2号機のRAISE-2の定常運用を終えた時点で、衛星システム及び搭載実証テーマにおいて、当初設定した成功基準の達成状況、5年後として設定したアウトカムの達成見込みを含め、その成果を報告する。



1. 革新的衛星技術実証2号機の概要
2. 小型実証衛星2号機（RAISE-2）搭載実証テーマの成果
3. 小型実証衛星2号機（RAISE-2）開発の成果
4. まとめ

# 1. 革新的衛星技術実証 2号機の概要

## 【プログラムの目的】

- A) 衛星の新規技術や革新的なミッション／システム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) 定期的な宇宙実証機会の確保により新規企業等の参入のハードルを下げ、宇宙産業の活性化を促し、更に新規参入企業による相互利用・連携が進み、新たなイノベーション創出にも繋がる。
- C) 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。

## 【革新的衛星技術実証 2号機の構成】

### II. 超小型衛星(50kg級×4機)

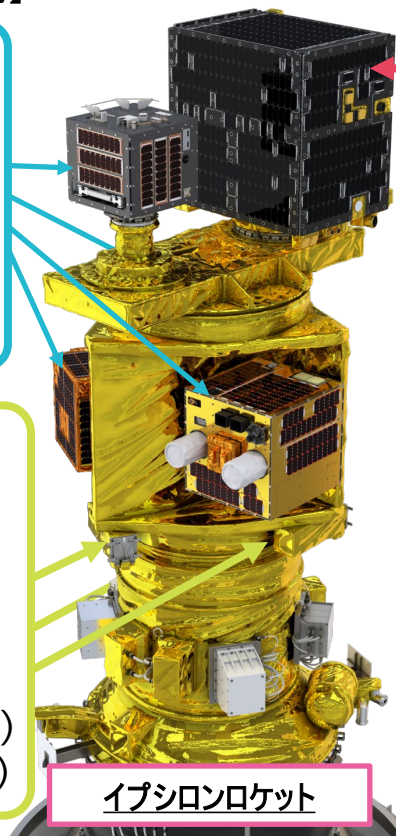
小型実証衛星の横と下部に搭載

- ① HIBARI (東京工業大学)
- ② Z-Sat (三菱重工業株式会社)
- ③ DRUMS (川崎重工業株式会社)
- ④ TeikyoSat-4 (帝京大学)

### 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;千葉工業大学)
- ② ARICA (1U;青山学院大学)
- ③ NanoDragon (3U;明星電気株式会社)
- ④ KOSEN-1(2U;高知工業高等専門学校)



イプシロンロケット

### 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™ (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社)
- ② クローズドループ式干渉型光ファイバジャイロ (多摩川精機株式会社)
- ③ CubeSat用国産小型スタートラッカー (株式会社天の技)
- ④ 3DプリンタX帯アンテナ (三菱電機株式会社)
- ⑤ 軽量・無電力型高機能熱制御デバイス (東北大学)
- ⑥ 冗長MEMS IMU (JAXA)

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

# 1. 革新的衛星技術実証 2号機の概要

## 【RAISE-2の成果サマリ】

### プログラム目的 <A：衛星産業の国際競争力の獲得・強化> に対する成果

- ✓ 衛星システム及び搭載実証テーマ全てにおいて、1つ以上のフルサクセスを達成し、4つの実証テーマにおいてはエクストラサクセスを達成。
- ✓ 実証した機器が今後打上げ予定のキューブサットへ採用される等、革新1号機に引き続き、実証機器の商品化が進んでいる。

➡ 「国際的にも売れる製品とするために繰り返し実証機会が必要」との提言もあり、プログラムとして今後、以下を実施する。

- 繰り返し実証が可能な公募条件の設定（現在の公募条件も繰り返し実証を否定するものではないが、新規性がないと採用されないという誤解がないよう反映）
- バス機器コンポーネントの小型実証衛星のバス機器の従系等への採用の検討
- 革新的衛星技術実証プログラム以外の他プログラムとの連携の可能性についての検討

### プログラム目的 <B：宇宙産業の活性化>、<C：ベンチャービジネス促進、人材育成> に対する成果

- ✓ 実証テーマのインタフェース条件を予め明確化することで、部品・機器の実証のハードルを更に下げ、新たな企業が実証テーマとして採用され、宇宙産業への新規参入が増加した。
- ✓ 若手技術者に一定範囲のプロジェクトを任せる経験をさせるなど、中大型衛星では困難な人材育成の機会を与えることができた。

➡ 参画企業等から「設計に関する技術的な情報共有希望」を意見としていただいております、プログラムとして今後、以下を実施する。

- 人材育成にも資する革新的衛星技術実証プログラム内のコミュニティ形成の検討



## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果（SPR）

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

#### ■ 実証概要・目標

- 小型・省電力かつ計算能力の高いソニーセミコンダクタソリューションズ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。

#### ■ 実証結果

- 以下によりSPRESENSEの軌道上動作と耐久性を実証した。
  - ・ MEMS IMU\*1アレイによる衛星姿勢推定
  - ・ SPRESENSEのGNSS機能による低軌道上測位
  - ・ カメラによる地球及び星空撮像
  - ・ ソフトウェアアップデート、等

\*1 MEMS : Micro Electro Mechanical Systems(微小電子機械システム)  
IMU : Inertial Measurement Unit (慣性計測装置、角度・角速度と加速度を検出する装置)

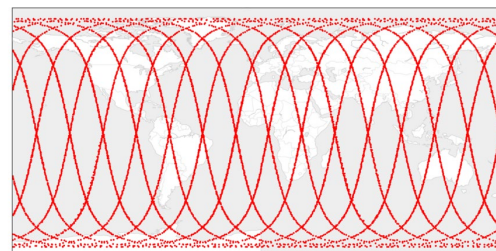
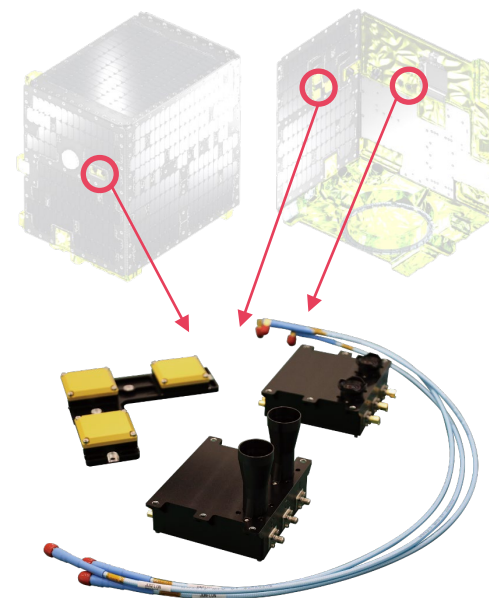
#### ■ サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：設定なし、  
フル：一部達成\*2、  
エクストラ：設定なし

\*2 基本データの取得は達成。姿勢推定は未達だが、今後に向けた知見は得られた。

#### ■ アウトカム成果

- 本実証の成果により、他の企業・機関の開発するキューブサットにSPRESENSEの搭載が決定／検討され、5機以上のキューブサットで搭載に向けた検討が進行中。



低軌道衛星のGNSS測位結果



©ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)  
地球撮像画像 (カリブ海近辺)

## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果 (I-FOG)

### 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 (多摩川精機株式会社)

#### ■ 実証概要・目標

- 従来のオープンループ式光ファイバジャイロと比較し、高精度かつ低価格な国産光ファイバジャイロを開発し、宇宙機器市場への安定供給を目指す。

#### ■ 実証結果

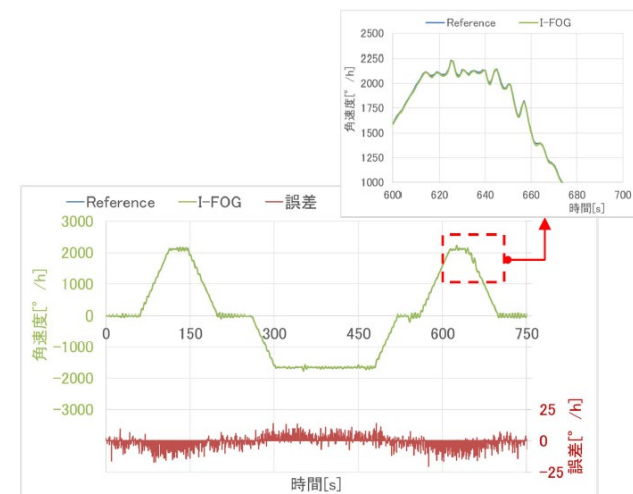
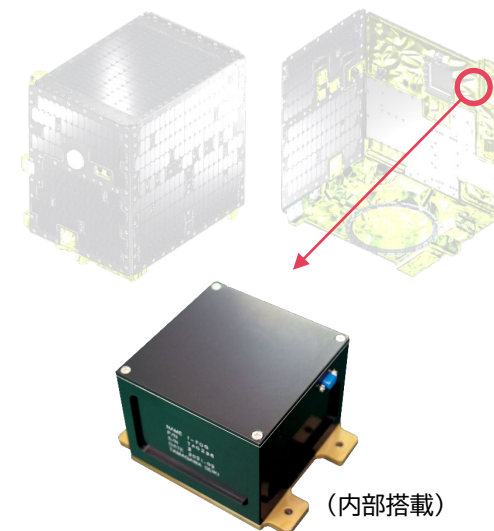
- 軌道上で以下の実験による正常動作を確認し、高精度かつ低価格な光ファイバジャイロを実証した。
  - 姿勢マヌーバ時のシステムとの出力比較
  - 軌道レート検出実験

#### ■ サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：達成、フル：達成、エクストラ：達成

#### ■ アウトカム成果

- 本実証の成果により、実証は1軸のみの製品であったが、これを組み合わせた3軸慣性計測装置としての製品化が進行中。



姿勢マヌーバ時評価例

## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果（ASC）

### ③ CubeSat用小型・安価な国産スタートラッカーの商用化に向けた宇宙実証 (株式会社天の技)

#### ■ 実証概要・目標

- 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。

#### ■ 実証結果

- 軌道上でのデータ取得により、太陽光／地球光（アルベド）回避角の測定を踏まえた姿勢決定機能の動作確認及び精度評価を実施し、性能を実証した。
- 取得した姿勢データや撮影した画像により精度向上を狙いパラメータチューニングを実施した。目標精度には僅かに達しなかったが、今後に向けて精度達成に向けた知見を獲得した。

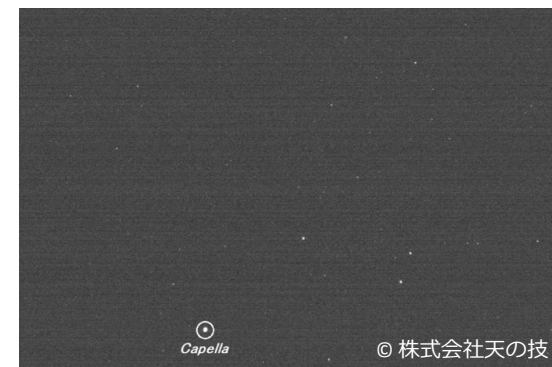
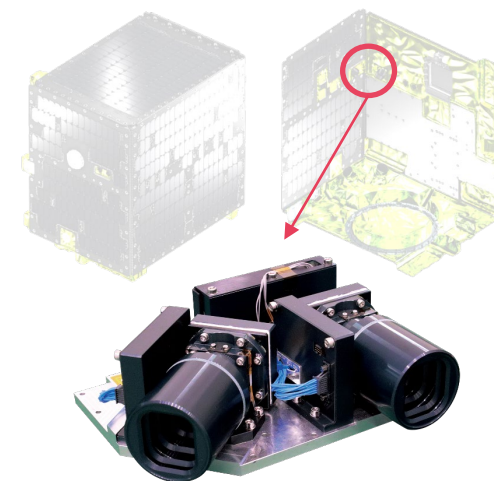
#### ■ サクセスクリテリアの達成状況

ミニマム：達成、フル：一部達成\*1、エクストラ：NA

\*1 動作検証は達成したが、目標精度が未達

#### ■ アウトカム成果

- 宇宙用機器の製造・運用実績を得たことにより他社から技術協力の問い合わせあり。



軌道上での最初の取得画像



## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果（3D-ANT）

### ④3Dプリンタで製作する廉価版アンテナ（テレメトリ・コマンド受信用）の軌道上評価 （三菱電機株式会社）

#### ■ 実証概要・目標

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

#### ■ 実証結果

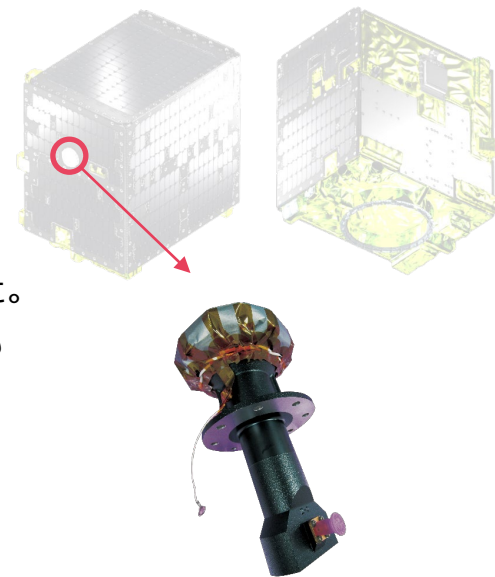
- 3Dプリンタ製のアンテナが軌道上でも健全に動作することを実証した。
- 正面方向および58~62deg 方向（サクセス条件である $\pm 30\text{deg}$ よりもさらに厳しい条件である角度）の利得が地上試験結果と 2dB 以内で一致することを確認した。
- 初期運用時から定常運用終了まで特性の劣化がないことを実証した。

#### ■ サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：達成、フル：達成、エクストラ：達成

#### ■ アウトカム成果

- 本実証の成果により、3Dプリンタを適用した衛星搭載用の通信系機器の開発を進行中。



© 三菱電機株式会社

## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果 (ATCD)

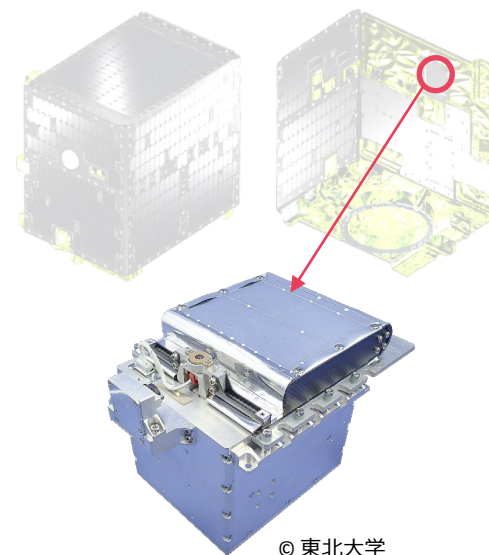
### ⑤ 軽量・無電力型高機能熱制御デバイスの軌道上実証 (東北大学)

#### ■ 実証概要・目標

- これまで実績が少ない複数の国産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。

#### ■ 実証結果

- 高熱伝導サーマルストラップ、流体式サーマルストラップの2つのデバイスについて地上試験と軌道上での特性比較を実施し、性能を実証した。
- 高熱伝導サーマルストラップは打上げ環境での劣化や軌道上動作期間においても劣化がないことを実証した。



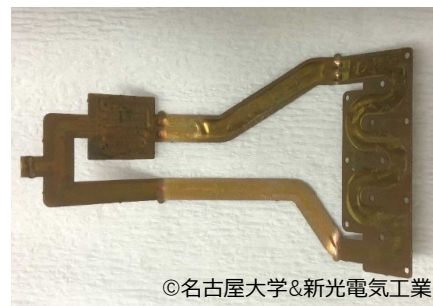
#### ■ サクセスクリテリアの達成状況

ミニマム：達成、フル：一部達成\*1、エクストラ：達成

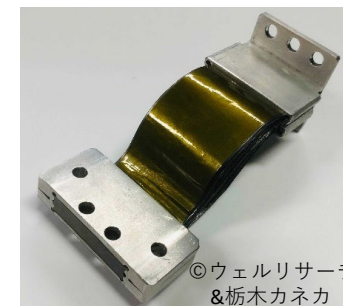
\*1 サーマルストラップは達成したが、フレキシブル展開ラジエータは展開動作が確認できず、また、実験の一部が衛星システム不具合により実施できなかったため

#### ■ アウトカム成果

- 本実証の成果を元に高熱伝導サーマルストラップについては、共同開発企業が受注生産を開始。



流体式サーマルストラップ



高熱伝導サーマルストラップ

## 2. RAISE-2搭載実証テーマの成果 (MARIN)

### ⑥冗長MEMS IMU (MARIN)の軌道上放射線環境での飛行実証 (JAXA)

#### ■ 実証概要・目標

- 放射線耐性を持つ中精度で小型・低コストな国産冗長MEMS 慣性センサユニット (MARIN) の開発・軌道上実証を行い、海外品のITAR 制約やコスト増の問題を解決し、我が国の宇宙開発の自立性と価格競争力に貢献する。

#### ■ 実証結果

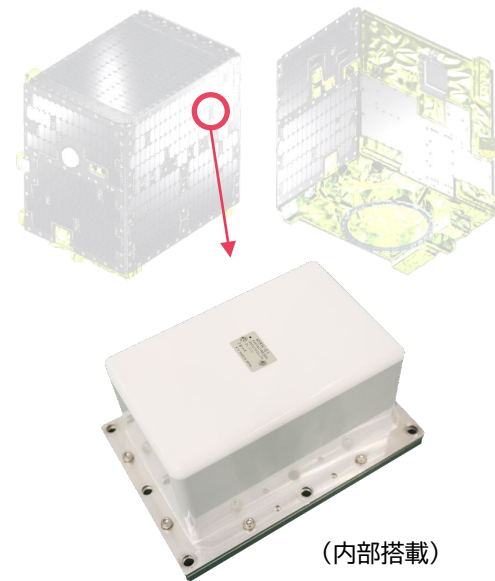
- 軌道上で100Hzの演算周期で1年4か月間常時動作し、放射線耐性に関するデータを蓄積した。片系で放射線エラーが発生しても、その放射線エラーを検出・エラー処理し、もう片系で正常な慣性計測値を出力した。
- 姿勢マニューバを含む軌道上運用で機能/性能を評価し、地上での性能と同じ性能を軌道上で発揮することを確認した。

#### ■ サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：達成、フル：達成、エクストラ：達成

#### ■ アウトカム成果

- 本実証の成果により共同開発企業がMARINの販売を開始した。



### 3. 小型実証衛星2号機（RAISE-2）開発の成果及びまとめ

#### ■ 軌道上実証プラットフォームとしての成果

- 適時かつ安価な軌道上実証環境を提供するための100kg級標準プラットフォーム仕様をRAISE-2の開発を通して確立し、小型実証衛星3号機以降のベースラインとした。
- 2号機で確立した標準プラットフォーム仕様を元に、実証テーマ向けの「実証テーマ機器搭載インタフェース条件書」を制定し、3号機以降の実証テーマ公募の効率化に貢献した。

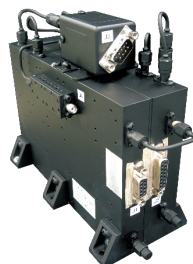
#### ■ JAXAコーディネートの成果

- JAXAコーディネートとして、以下の2つの機器を搭載し、今後の衛星バス技術の向上に繋がる成果を上げた。

#### 3D-ANT軌道上実証用X帯送信機(3D-XTX)

##### 【目的】

3D-ANT実験用に用意するX帯送信機に状況に応じて変調方式を切り替えるVCM(可変符号化変調)機能を付加することにより、LEO衛星から地上局へのデータ伝送速度を向上させる技術の軌道上実証を行う。



© 三菱電機株式会社

##### 【成果】

- LEO衛星-地上局間の通信において、QPSK~64APSKの変調方式を動的に切り替えてもデータ欠損なく連続的に伝送できることを世界で初めて実証。伝送速度向上を実現。
- LEO衛星の軌道伝搬予測情報に基づき事前に変調方式切替時刻を決めてデータ伝送する方法の有効性を実証。(VCMによるデータ伝送実用化を目指すユーザ向けに本データ伝送方法に関する知的財産を展開予定。)

#### 窒化ガリウム素子を用いた充電制御器(GaN\_BCR)

##### 【目的】

電力制御器(PCU)の小型軽量化を実現するための窒化ガリウム(GaN)素子を用いた高速MHzスイッチング技術の軌道上実証を行う。



##### 【成果】

- 電力基板温度に対する変換効率が地上試験結果と同等であり、正常動作を確認。
- 軌道上でGaN素子を用いたMHzスイッチングによるバッテリー充電制御に世界で初めて成功。
- 定常運用期間中の安定動作を確認(フルサクセス達成)。
- GaN素子を用いたPCUの開発に着手。機器の小型化、または同サイズでの高出力化が可能。

- 革新的衛星技術実証2号機 小型実証衛星2号機 (RAISE-2) は2021年11月9日、イプシロンロケット5号機により打ち上げられ、その後、初期運用期間を経て、当初の計画通り約1年間の定常運用を実施した。
- 軌道上実証の成果として、全実証テーマにて、1つ以上のフルサクセスを達成し、4つの実証テーマにおいてはエクストラサクセスを達成。
- 実証機器の商品化、他衛星での利用など、アウトカム成果が今後見込まれる。
- 引き続き、「革新的衛星技術実証プログラム」の実施により、日本の宇宙産業の国際競争力強化、活性化に寄与する計画である。



## 補足資料

1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果
2. 革新的衛星技術実証2号機超小型衛星／キューブサットの現状とミッション達成状況
3. 革新的衛星技術実証3号機超小型衛星の状況
4. 革新的衛星技術実証4号機の状況

# 補足1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果

# 補足1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果



ミッション目標	サクセスクライテリア	定常運用終了時点での判定
①小型実証衛星2号機については、機器・部品として採用された実証テーマに対して軌道上実験環境を提供し、ユーザが求める実験データを提供する。	○ミニマムサクセス：軌道上実証環境の提供 a. 各実証テーマ（機器・部品）に対して軌道上実証環境を提供すること 【達成判断時期：初期運用終了時】	a. 達成
	○フルサクセス：宇宙実証の実現 a. 定常段階において、各実証テーマ（機器・部品）の評価に必要な軌道上実験データを提供すること【達成判断時期：定常段階終了時まで】 b. JAXAがコーディネートを行った以下の先端技術の実証データを取得すること ・ GaN BCRの軌道上動作データ ・ VCM機能の実証データ 【達成判断時期：定常段階終了時まで】 c. 小型実証衛星3号機の開発に適用できる小型実証衛星標準バスの開発仕様書、実証ミッション標準I/F仕様書、SEMPを制定する 【達成判断時期：3号機公募まで】	a. 一部を除いて達成 姿勢系不具合により、ATCDの展開ラジエータ太陽光入射実験のデータ提供できなかったが、その他の実験に必要なデータは全て提供した。 b. 達成 JAXAコーディネートへデータを提供した。 c. 達成 2号機の総合システム開発仕様書、SEMP、ICSを元に3号機の文書作成した。
	○エクストラサクセス： a. 実証テーマのエクストラサクセスを実現する環境を提供すること（2個以上） 【達成判断時期：定常段階終了時】	a. 達成 I-FOG、3D-ANT、ATCD、MARINの4個のエクストラを達成
	○エクストラサクセス<アウトカム目標>： a. 小型実証衛星2号機搭載の実証テーマの成果を活用した新しいコンセプトや格段に高い性能の宇宙機器が産業化する b. 小型実証衛星2号機搭載の実証テーマの成果が呼び水となり、新たなプレーヤが宇宙産業に参入する 【達成判断時期：運用開始5年後】	判断前
②超小型衛星及びCubesatについては、イプシロンロケットによる打上げ機会を提供し、軌道上実証環境を提供する。	○フルサクセス：打上げ機会の提供 ・超小型衛星・Cubesatを打上げスケジュールに影響を与えることなく、ロケット側に引き渡し、各衛星の所定の軌道に投入すること 【達成判断時期：打上げ時】	達成

# 補足1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果



## 実証テーマサクセスクライテリア達成状況 (1/3)

機器	レベル	サクセスクライテリア	達成状況
SPR	フル	①ミッション#1 : SPR-IMU(SPR-BOXに内蔵する超高精度IMU<Inertial Measurement Unit慣性計測装置>)による衛星姿勢測定試験により、姿勢データを取得し、衛星バスの姿勢データと比較を行うこと	○
		②ミッション#2 : SPR-GAPによる衛星姿勢測定試験により、姿勢データ、GNSSのRAWデータを取得し、衛星姿勢の推定検証を行うこと	△*1
		③ミッション#3 : SPR-CAM-S, SPR-CAM-E(SPR-BOX-S, SPR-BOX-Eに内蔵するカメラ)による衛星姿勢測定試験により、地表と星空を撮影し、画像データを取得ならびに星空によって推定した姿勢データを取得できること	△*1
I-FOG	ミニマム	軌道上での動作確認 (角速度検出、BIT機能による動作確認) を行う。	○
	フル	軌道上での動作確認 (角速度検出、BIT機能による動作確認) を行う。 目標寿命: 1年以上	○
	エクストラ	出力角速度と軌道レートを比較することにより精度を検証する。また、可能な限り動作確認 (角速度検出、BIT機能による動作確認) を継続し、装置寿命を把握する。	○
ASC	ミニマム	HW/SWが正常に動作、かつ恒星を検知し、測定結果を衛星バスに通知できること。精度は問わない。	○
	フル	姿勢測定成功時と失敗時の各種物理条件の定量化	○
		姿勢測定精度(2台のASC-STT間相互比較)がY・Z軸回り0.01deg(1σ) X軸回り0.03deg(1σ) であること。	×
		定常運用開始後1年以上動作検証が可能	○
エクストラ	軌道上運用全期間において精度目標を実際に維持	NA*2	

\*1..基本データの取得は達成。姿勢推定は未達だが、今後に向けた知見は得られた。 (○:達成、△:一部達成、×:未達)

\*2..フルで精度未達のため、評価不能

# 補足1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果



実証テーマサクセスクライテリア達成状況 (2/3)

機器	レベル	サクセスクライテリア	達成状況
3D-ANT	ミニマム	アンテナを介して送信するダウンリンク信号の送信レベルを確認する。	○
	フル	アンテナを介して送信するダウンリンク信号の送信レベルから換算されるアンテナ性能が、地上試験結果のアンテナ利得性能@±30deg と ±2dB 以内で一致すること。	○
	エクストラ	アンテナを介して送信するダウンリンク信号の送信レベルから換算されるアンテナ性能が、地上試験結果のアンテナ利得性能@±30deg と ±2dB 以内で一致し、運用期間中に特性の劣化が発生しないこと。	○
ATCD	ミニマム	【フレキシブル展開ラジエータ】ラジエータフィンが展開する	○
		【流体式サーマルストラップ】 ・流体式サーマルストラップが軌道上で起動する	○
	フル	【フレキシブル展開ラジエータ】 ・ラジエータフィンが自律的に展開収納する	収納 ○ 展開 ×
		【フレキシブル展開ラジエータ】 ・外部環境の変化（太陽入射）による自律制御機能の確認	×*3
		【高熱伝導サーマルストラップ】 ・温度計測を実施し、地上との熱コンダクタンスの比較実証ができること	○
		【流体式サーマルストラップ】 ・温度計測を実施し、地上との熱コンダクタンスの比較実証ができること	○
エクストラ	一年以上の動作を確認する	○	

(○：達成、△：一部達成、×：未達)

\*3：システムの姿勢制御系不具合発生以降、日照中の傾けた姿勢を維持できなくなり、ATCD展開ラジエータへの太陽光入射実験が実施できなかったため



# 補足1. RAISE-2 (搭載実証テーマ含む) サクセスクライテリア達成結果



## 実証テーマサクセスクライテリア達成状況 (3/3)

機器	レベル	サクセスクライテリア	達成状況
MARIN	ミニマム	軌道上放射線環境下での慣性データ計測	○
	フル	1. 軌道上放射線環境下での放射線対策回路動作の確認	○
		2. 軌道上放射線環境下での100時間以上の期間の慣性データ計測	○
		3. 軌道上放射線環境下での角度増分計測値の目標精度の達成。 ※ただし、精度はRAISE-2搭載STTをリファレンスとして解析可能な範囲とする。	○
エクストラ	軌道上放射線環境下での1ヶ月以上の期間の慣性データ計測	○	

(○ : 達成、△ : 一部達成、× : 未達)

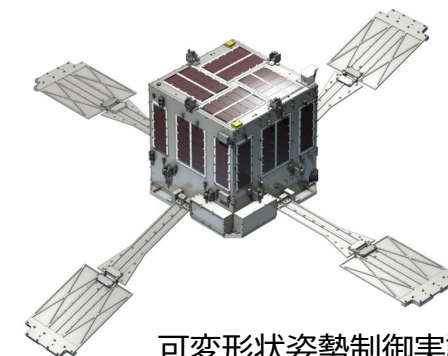
## 補足 2. 革新的衛星技術実証2号機 超小型衛星／キューブサットの現状と ミッション達成状況

- ① HIBARI (東京工業大学)
- ② Z-Sat (三菱重工業株式会)
- ③ DRUMS (川崎重工業株式会社)
- ④ TeikyoSat-4 (帝京大学)
- ⑤ ASTERISC (千葉工業大学)
- ⑥ ARICA (青山学院大学)
- ⑦ NanoDragon (明星電気株式会社)
- ⑧ KOSEN-1 (高知工業高等専門学校)

## 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

### (1) ミッション概要

- ✓ 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を拡大し、新規市場の開拓に貢献する。
- ✓ サイズ：59×59×55cm、質量：55kg

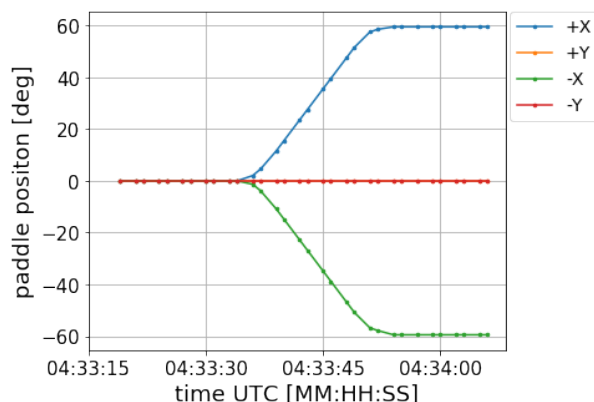


可変形状姿勢制御実証衛星ひばり(HIBARI)

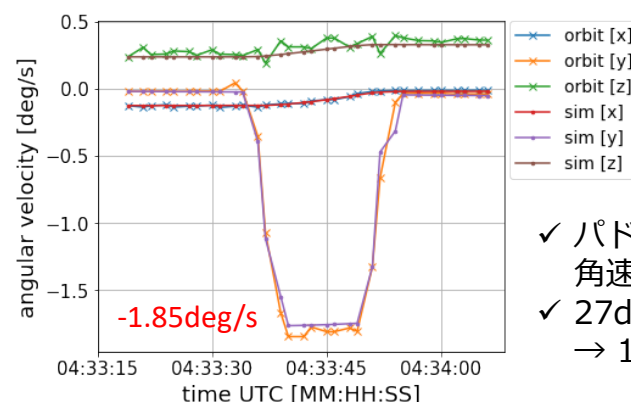
### (2) 現在の運用状況

- ✓ 可変形状アクチュエータによる姿勢制御を行い、10secで30deg以上の姿勢変更（通常の超小型衛星用CMGの2倍以上）、並びに 300 arcsec /1secの安定度を達成した。
- ✓ 地球画像による3軸姿勢決定、UVカメラや望遠カメラによる撮像、Globalstarによるリアルタイム通信、高性能STTの実証等のサブミッションを成功裏に実施した。

パドル角



衛星角速度



- ✓ パドル駆動に応じた角速度の発生
- ✓ 27deg の姿勢変更 → 16deg/10s相当のマヌーバ

パドル駆動実験の一例

### (3) 今後の予定

- ✓ ノンホロノミック制御を用いた大角度マヌーバ、RW併用制御、大気抵抗を制御した軌道・姿勢制御等を実施予定。

### (4) サクセスクライテリアの達成状況

- ①VSACミッション：ミニマム：達成、フル：達成、エクストラ：一部達成
- ②サブミッション：フル：達成、エクストラ：ほぼ達成

### (5) アウトカム成果

- ✓ HIBARIで実証した可変形状機能を用いた姿勢・軌道制御方式を前提とした将来型の超小型衛星ミッションが複数検討されている。
- ✓ 革新1号/DLASを小型・高性能化した製品版STTをHIBARIで軌道上実証し、1.5年にわたり正常動作させた。姿勢決定精度2秒角(RMS)と世界最高水準に到達し、既に量産体制を確立して協力企業から販売中である。
- ✓ Globalstar送信器についても需要があるため今後製品化・量産予定である。
- ✓ 開発したバスを汎用化したシステムを革新3号プログラムの超小型衛星「うみつばめ」に搭載する他、将来型の超小型衛星ミッションにも適用予定である。

## 補足2. ①HIBARI <東京工業大学>



レベル	サクセスクライテリア (VSACミッション)		達成状況
ミニマム	可変形状アクチュエータの基本性能評価, 仕様確認		達成
	モータ駆動による形状変化によって, 予測される姿勢変更を確認		達成
フル	可変形状姿勢制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>迅速性: <math>\geq 15\text{deg}/10\text{sec}</math> (超小型衛星用CMG相当)</li> <li>指向精度: <math>\leq 5\text{deg} \times 5\text{deg}</math> (カメラ画角)</li> </ul>	達成
エクストラ	可変形状姿勢制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>迅速性: <math>\geq 30\text{deg}/10\text{sec}</math> (超小型衛星用CMGの2倍)</li> </ul>	達成
		<ul style="list-style-type: none"> <li>安定度: <math>\leq 300 \text{ arcsec} / 1\text{sec}</math> (地球観測/指向)</li> </ul>	達成
		<ul style="list-style-type: none"> <li>基本ノンホロノミックターンを行い, 機軸周りの姿勢変更を確認</li> </ul>	達成
		<ul style="list-style-type: none"> <li>ノンホロノミック制御を用いた大角度マヌーバ: <math>\geq 40\text{deg}</math></li> </ul>	実施中
	RW併用制御	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定度: <math>\leq 300 \text{ arcsec} / 10\text{sec}</math></li> </ul>	実施中
大気抵抗を制御した軌道・姿勢制御確認			実施中

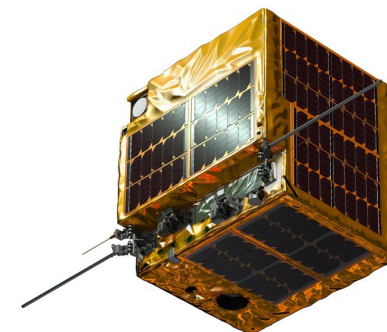
レベル	サクセスクライテリア (サブミッション)		達成状況
フル	1. 地球画像による3軸姿勢決定	軌道上で地球撮影	達成
	2. UVカメラ	軌道上で撮影	達成
	3. 望遠カメラ	軌道上で撮影	達成
	4. Globalstarリアルタイム通信	通信実証	達成
	5. CubeSat搭載可能な高性能STT	軌道上実証	達成
	6. CubeSat規格に遵守したバス開発	軌道上実証	達成
エクストラ	1. 地球画像による3軸姿勢決定	連続地球画像を用いた角速度推定	達成
	2. UVカメラ	軌道上でオーロラや大気の紫外線観測	実施中
	3. 望遠カメラ	星像伸びから高精度相対姿勢決定	達成
	4. Globalstarリアルタイム通信	送信指令から30分以内のダウンリンク(日本裏側から)	達成
	5. CubeSat搭載可能な高性能STT	太陽/地球回避角や精度など軌道上性能評価	達成



## 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

### (1) ミッション概要

- ✓ 近赤外線カメラと遠赤外線カメラ用い、複数波長の取得画像を重ね合わせて熱源の温度分布を取得する技術を実証し、将来的なインフラ監視ビジネスの展開を目指す。
- ✓ 本技術実証を基に、超小型衛星コンステレーションによる複数波長の赤外線画像サービスを世界に先駆けて実現することを目指す。
- ✓ サイズ：50×50×51cm、質量：46kg



複数波長赤外線観測  
超小型衛星(Z-Sat)

### (2) 現在の運用状況

- ✓ 初期運用で衛星バス機能及び画像取得機能が健全であることは確認したが、その後地上からのコマンドが不通となっている。

### (3) 今後の予定

- ✓ 今後、運用頻度は落ちるが、ビーコン信号による衛星の状態確認などの運用は継続する予定。

### (4) サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：一部達成、フル：未達、エクストラ：未達

### (5) アウトカム成果

- ✓ 超小型衛星の設計・製造・運用技術を獲得し、RAISE-3等の後続機種に反映した。

レベル	サクセスクライテリア	達成状況
ミニマム	衛星の基本機能/画像取得機能が想定通り動作すること	達成
	1例以上の対象について複数波長の赤外線画像の同時取得を実現でき、熱源の位置・分布特定の技術的成立性が得られること	未達
フル	温度分布が既知の対象1例以上につき、一定期間（4か月）連続してデータ取得でき、画像に基づく分析技術が実証できるとともに、事業に対する有益性が実証できること	未達
エクストラ	温度分布が未知の対象を含め10例以上の対象について、一定期間（4か月）連続してデータを取得でき、潜在ニーズの掘り起こしができること	未達

### 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

#### (1) ミッション概要

- ✓ デブリ除去に必須な技術である、観測、接近、捕獲、地上管制の要素技術と運用を実証し、優位性を得ることで、デブリ除去事業参入への足掛かりとする。
- ✓ また、本実証により得られた技術について、デブリ除去事業のみならず、軌道上サービス事業やその他事業への適用拡大を進める。

#### (2) 現在の運用状況

- ✓ 衛星のバス機能の健全性は確認し、衛星システムのミニマムサクセスを達成した。
- ✓ 2023年2月に1回目の技術実証試験を実施し、ターゲット（模擬デブリ）の放出に成功したが、模擬捕獲には至らず。

#### (3) 今後の予定

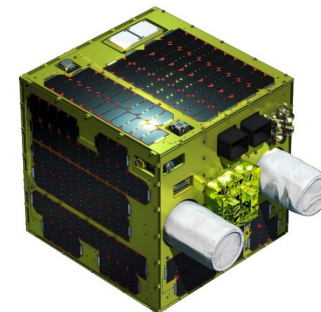
- ✓ 6月以降、もう一つのターゲットを用いて2回目の実験を行う予定。

#### (4) サクセスクライテリアの達成状況

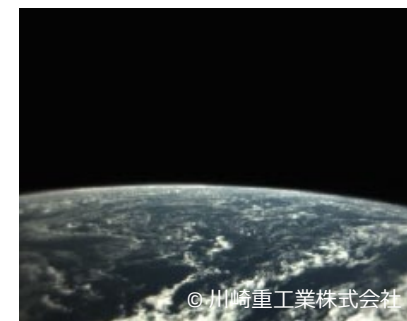
ミニマム：一部達成、フル：一部達成、エクストラ：一部達成

#### (5) アウトカム成果

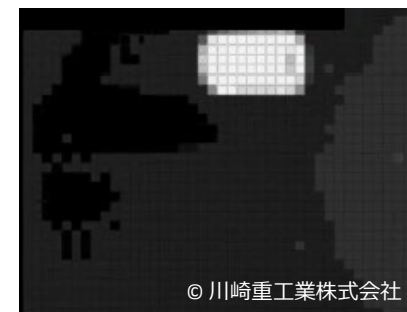
- ✓ デブリ除去を含む将来の軌道上サービス事業の足掛かりとなる技術の獲得
- ✓ 地上局シェアリング事業の開始
- ✓ 衛星開発に関する新規事業機会の増加  
(岐阜県内企業と小型衛星開発に関する協議実施など)



デブリ捕獲システム超小型実証衛星(DRUMS)



モニタカメラによる地球画像



モニタカメラによる放出したターゲットのリアルタイム画像

## 【サクセスクライテリア達成状況】

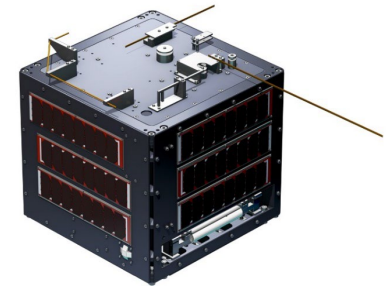
レベル	サクセスクライテリア		達成状況
ミニマム	衛星システム	地上との通信を確立し、3軸姿勢制御を確立できる <ul style="list-style-type: none"> <li>通信確立成功</li> <li>3軸姿勢確立</li> <li>機器温度制御確認</li> <li>動作モード遷移確認..等</li> </ul>	達成
	画像センサ	ターゲットとの相対位置を検出できる	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部達成*1</li> <li>2023年6月以降予定</li> </ul>
	捕獲機構	捕獲機構を伸展できる	2023年6月以降予定
フル	衛星システム	放出したターゲットに対して、離隔、接近、及び模擬捕獲を実施できる	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部達成*2</li> <li>2023年6月以降予定</li> </ul>
	画像センサ	ターゲットとの相対位置を連続的に検出できる	<ul style="list-style-type: none"> <li>一部達成*1</li> <li>2023年6月以降予定</li> </ul>
	捕獲機構	想定時間内で伸展完了できる	2023年6月以降予定
エクストラ	衛星システム	地球画像取得等の後期ミッションが実施できる <ul style="list-style-type: none"> <li>地球画像撮影成功</li> </ul>	達成
	画像センサ	計測限界に関するデータ取得ができる	2023年6月以降予定
	捕獲機構	作動速度評価のデータが取得できる	2023年6月以降予定

\*1：月撮像により機能確認済み。\*2：ターゲット放出成功

### 超小型人工衛星のマイクロISS化実現に向けた衛星バスシステムの軌道上実証

#### (1) ミッション概要

- ✓ 超小型人工衛星内で、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。
- ✓ サイズ：55×55×55cm、質量：52kg



多目的宇宙環境利用実験衛星(TeikyoSat-4)

#### (2) 現在の運用状況

- ✓ 軌道上で一旦はUHF/VHF双方向通信に成功したものの、現在はCWの受信のみでコマンドが通らない状態が続いている。衛星としては安定した電力供給ができています。

#### (3) 今後の予定

- ✓ 運用は今後も継続する予定です。

#### (4) サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：一部達成、フル：未達、エクストラ：一部達成

#### (5) アウトカム成果

- ✓ 地元企業がTeikyo-Satに参加することで宇宙分野進出のきっかけとなり、革新4号機の実証テーマとして採用されるなど県内宇宙産業の振興に寄与した。
- ✓ 地上での衛星開発を通じて学生の宇宙分野における人材育成に貢献した。  
(担当学生が地元の企業に就職し、その企業の衛星開発に主導的な役割を果たしている)

## 補足2. ④ TeikyoSat-4 <帝京大学>

### 【サクセスクライテリア達成状況】

レベル	サクセスクライテリア (工学系)	達成 状況
ミニマム要求	衛星（バスシステム）のJAXAへの引渡し成功	達成
	CW受信成功	達成
	UHF/VHF双方向通信成功	達成
	モジュール容器内気圧管理成功	未達
	モジュール容器内温度管理成功	未達
ミニマム	カメラ画像取得成功（1200bps）	未達
	姿勢制御系ステータスデータ取得成功	未達
	カメラ画像取得成功（SSTV）	未達
	カメラ画像取得成功（9600bps）	未達
フル	姿勢制御成功	未達
	高速通信帯受信成功（1.2GHz）	未達
	高速通信帯送信成功（5.8GHz）	未達
	画像データ取得成功（5.8GHz）	未達
	動画データ取得成功（5.8GHz）	未達
	長期的バスシステムデータの取得成功	未達
	多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証成功	未達

レベル	サクセスクライテリア (理学系)	達成 状況
ミニマム要求	衛星（ミッションシステム）のJAXAへの引渡し成功	達成
	モジュール内ステータスデータ取得成功	未達
	モジュール内温度管理成功	未達
	モジュール内湿度保持成功	未達
ミニマム	カメラ画像取得成功（初期状態）	未達
	ミッション開始成功	未達
	カメラ画像取得成功（高倍率）	未達
フル	カメラ画像取得成功（低倍率）	未達
	カメラ画像取得成功（増殖期：アメーバの様子）	未達
フル	カメラ画像取得成功（分化期：子実体形成の様子）	未達
	カメラ画像取得成功（増殖期：アメーバの様子）	未達
エクストラ	粘菌の微小重力環境下での影響確認成功	未達
	生命科学の解明へと繋がる画像データの取得成功	未達

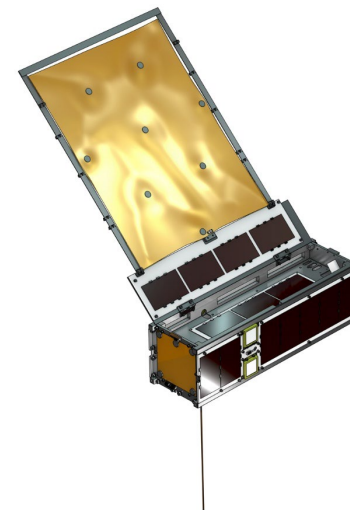
レベル	サクセスクライテリア (栃木県産衛星)	達成 状況
ミニマム要求	衛星（バスシステム）のJAXAへの引渡し成功	達成
ミニマム	イプシロンロケットによる分離成功（宇宙空間から電波が届く）	達成
フル	長期的バスシステムデータの取得成功 多目的宇宙環境利用実験衛星用バスシステムの軌道上実証成功	未達
エクストラ	県内宇宙産業の振興（活発な後継）	一部達成



### 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

#### (1) ミッション概要

- ✓ 大面積化や膜面への粒子観測機能付加が容易な応用性を持つ、膜型ダストセンサを開発・実証する。
- ✓ 技術実証に加え、宇宙塵の科学観測およびスペースデブリのモニタリング観測にも挑む。
- ✓ また、新たな「国産バス」としてのキューブサットバスシステムを開発・実証し、日本のキューブサットの実用化を推し進める。
- ✓ サイズ：11×11×34cm (3U)、質量：4kg



宇宙塵探査実証衛星  
(ASTERISC)

#### (2) 現在の運用状況

- ✓ 膜面型ダストセンサとバスシステムの1年間の長期運用に成功し、技術実証を完了した。
- ✓ 膜面型ダストセンサにより、地球軌道近傍のダスト粒子データを観測した（図1）。

#### (3) 今後の予定

- ✓ 地球軌道近傍の宇宙塵フラックス量に制約を与える（エクストラサクセス）ため、長期観測で取得したデータを現在解析中。

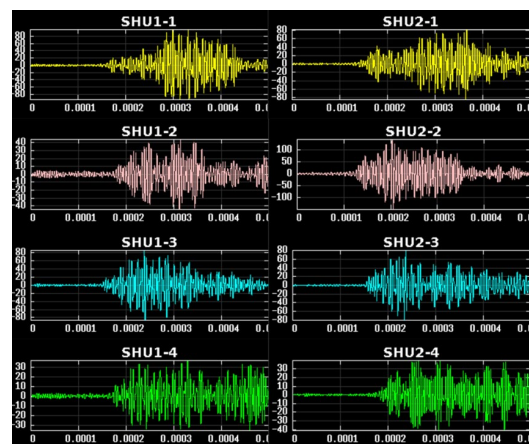


図1 実際に軌道上で  
観測された波形  
(Submicronの粒子の  
衝突に相当)

## (4) サクセスクライテリアの達成状

ダストセンサ ミニマム：達成、フル：達成、エクストラ：実施中

バスシステム ミニマム：達成、フル：達成

## (5) アウトカム成果

- ✓ 火星衛星探査計画（MMX）に同様の膜面型ダストセンサが採用された。その他にも国内外の企業から引き合いが来ている。
- ✓ 今回開発した3Uバスシステムも、複数の衛星で採用が決まっている。

【サクセスクライテリア達成状況】

	膜面型ダストセンサ	達成状況
ミニマムサクセス	以下の技術項目を達成する <ul style="list-style-type: none"> <li>• 膜面型ダストセンサを展開する</li> <li>• 軌道上のダスト粒子を観測する</li> </ul>	達成
フルサクセス	長期間(~1年間)のダスト粒子観測運用を実施する	達成
エクストラサクセス	地球軌道近傍の宇宙塵フラックス量に制約を与える	実施中

	バスシステム	達成状況
ミニマムサクセス	バスシステムの正常動作を確認する。具体的には以下の技術項目を達成する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 安定した電力収支サイクル</li> <li>• コマンド受信アンテナの展開</li> <li>• コマンドアップリンク（SC含む）</li> <li>• ダウンリンク（ビーコン通信および高速テレメトリ通信）</li> <li>• 太陽センサ、磁気センサ、ジャイロを用いた姿勢決定</li> <li>• 磁気トルカを用いた姿勢制御</li> <li>• カメラによるダストセンサ撮影</li> </ul>	達成
フルサクセス	以下の技術項目を達成する <ul style="list-style-type: none"> <li>• スピン安定姿勢制御を定常的に実施する</li> <li>• コマンド送信、高速データダウンリンクを安定的に実施する</li> </ul>	達成



### 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

#### (1) ミッション概要

- ✓ イリジウム衛星やGlobalstar衛星といった民間通信衛星の通信網を利用し、衛星と地上とのリアルタイム通信技術としての確立を目指す。
- ✓ 宇宙での利用実績のないシンチレータを用いたガンマ線検出器でガンマ線バースト観測を行い、軌道上での実証を目指す。
- ✓ サイズ：10×10×10cm、質量：1kg



速報実証衛星  
(ARICA)

#### (2) 現在の運用状況

- ✓ ロケット分離直後から現在に至るまで、通信リンクが確立できていない。

#### (3) 今後の予定

- ✓ 運用は今後も継続する予定。

#### (4) サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：未達、フル：未達、エクストラ：未達

#### (5) アウトカム成果

- ✓ 軌道上でのミッションは未だ遂行できていないが、担当学生が卒業後宇宙関連会社に就職するなど、地上での衛星開発を通じて宇宙分野の人材育成に貢献した。

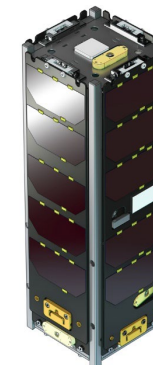
## 【サクセスクライテリア達成状況】

レベル	サクセスクライテリア	達成状況
ミニマムサクセス	衛星のハウスキーピングデータとガンマ線計数データを毎分 SBD と EyeStar で配信し、地上でのリアルタイムデータ受信性能を実証。	未達
	地上からのコマンドで、“擬似突発天体発見”モードに移行し、速報データを SBD と EyeStar で配信。この速報データを地上で受け取るまでの遅延時間を調査。	未達
	宇宙での利用実績の少ない新しいシンチレータ GAGG(Ce) 結晶の宇宙環境での実証。	未達
	衛星への迅速なコマンドアップリンクの検証。	未達
ノミナルサクセス	機上で生成されたアラートメッセージを1分以内に地上で受信すること。	未達
	常時機上から配信する HK データの70%以上の受信に成功すること。	未達
	軌道上どこの場所においても、10分以内のコマンドアップリンクが可能	未達
エクストラサクセス	運用期間内にガンマ線バーストを1つ以上検出する。	未達

## 高機能CubeSat用OBCの軌道上実証

### (1) ミッション概要

- ✓ 民生品を活用し、コストと信頼性のバランスのよい、ユーザの要求に柔軟に対応可能なキューブサット用オンボードコンピュータ(OBC)を開発・実証し市場への投入を目指す。
- ✓ 本OBCの販売と併せて衛星開発のサポートも行い、キューブサットや超小型衛星に関する国際協力事業を行う上でのモデルケースとしての確立を目指す。
- ✓ サイズ：10×10×34cm、質量：4kg



高機能OBC実証衛星  
(NanoDragon)

### (2) 現在の運用状況

- ✓ ロケット分離直後から、通信リンクが確立できていない。

### (3) 今後の予定

- ✓ 週2～3回監視をしており、今後も継続する予定。

### (4) サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：未達、フル：未達、エクストラ：未達

### (5) アウトカム成果

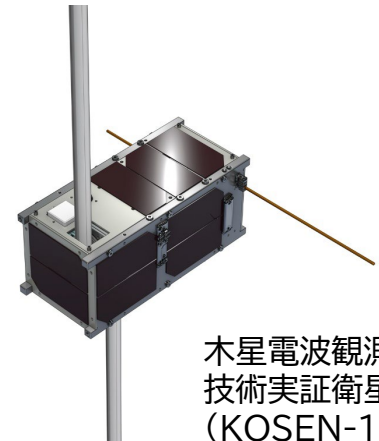
- ✓ 軌道上でのミッションは遂行できていないが、OBCを通して海外機器のインターフェースに対しても柔軟に対応し、衛星開発のサポートを行うことで小型衛星における国際的な協力関係を構築できた。

レベル	サクセスクライテリア		達成状況
ミニマム	ADCSの検証ミッション	地上局にビーコンにてテレメトリを送信し通信を確立できる	未達
フル	ADCSの検証ミッション	地上局からのコマンドにより、衛星が画像を撮影して地上局に画像を送付できる	未達
	AISデータの受信ミッション	AIS信号を受信し、地上局へ受信した信号を送信できる	未達
エクストラ	ADCSの検証ミッション	指定されたターゲットの撮影が可能である	未達
	AISデータの受信ミッション	AIS信号を受信し、地上局へ受信した信号1,000パケット/日以上を送信できる	未達

### 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

#### (1) ミッション概要

- ✓ これまでの衛星に搭載例がない超薄型のデュアル・リアクションホイール(D-RW)を用いた超高精度姿勢制御の実現、超小型Linuxマイコンボードによる新しいOBCソフト開発手法の確立、6m超の木星電波アンテナ展開技術等の実証を行い、衛星による木星電波観測技術の確立を目指す。
- ✓ また、日本各地の高専も衛星の電波受信に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。
- ✓ サイズ：10×10×23cm、質量：2.6kg



木星電波観測  
技術実証衛星  
(KOSEN-1)

#### (2) 現在の運用状況

- ✓ OBC実証については、Raspberry Pi CM1モジュールを用いたLinux OSベースの4ヶ月間の運用に成功した。
- ✓ D-RWによる姿勢制御については、OBCとの連携により世界初となる高精度の姿勢制御の運用に成功した。
- ✓ アンテナ展開については、打ち上げ5ヶ月後からのアップリンク不調により展開コマンドが送れないため未実施。

#### (3) 今後の予定

- ✓ KOSEN-1衛星からのビーコン電波によるHKデータの送出手が正常に行われており、衛星の電気的な状態のモニターが可能な状況である。引き続き、アップリンク不調の原因の特定を長期間のHKデータを元に調査し、今後のミッションにフィードバックしていく。

#### (4) サクセスクライテリアの達成状況

ミニマム：一部達成、フル：一部達成、エクストラ：一部達成

#### (5) アウトカム成果

- ✓ 高専衛星プロジェクトのホームページ (<http://space.kochi-ct.jp/kosen-sat/>) の新たな立ち上げにより、大規模なKOSEN-1衛星電波受信網 (HKデータ取得が可能) を構築し、全国の高専の学生を巻き込んだ人材育成に貢献した。

## 【サクセスクライテリア達成状況】

レベル	サクセスクライテリア			達成状況	
	ミッション	判断基準	確認方法		
ミニマム サクセス	a	OBC実証	Raspberry Pi CM1の起動	ダウンリンクが受信できることにより起動を確認する。	達成
	b	姿勢制御	D-RWの回転(片方ずつ)	外部センサにより回転したことを確認する。	達成
	c	アンテナ展開	アンテナ展開用 ストッパの開放	カメラ画像により展開されたことを確認する。	未実施
フル サクセス	a	OBC実証	コマンドの実行	ダウンリンク情報から確認する。	達成
	b	姿勢制御	D-RWによる姿勢変更	リアクションホイール回転時における衛星の姿勢角変動をダウンリンクから確認する。	達成
	c	アンテナ展開	アンテナの展開	衛星搭載カメラによる展開長を確認する。 電波受信データ取得により確認する。	未実施
エクストラ サクセス	a	OBC実証	宇宙空間での長期間動作	1年間程度連続してダウンリンクなどができたことから確認する。	未実施
	b	姿勢制御	画像処理による フィードバック制御	姿勢誤差が5度程度であることを、姿勢情報の時間履歴から確認する。	達成
	c	アンテナ展開	木星電波の観測	観測された電波情報と観測時刻情報をダウンリンクから確認する。	未実施

- 補足3. 革新的衛星技術実証3号機超小型衛星の状況
- 補足4. 革新的衛星技術実証4号機の状況

# 補足3. 革新的衛星技術実証3号機超小型衛星の状況

- イプシロンロケット6号機による軌道投入失敗により、再チャレンジ希望を確認し、希望する実証テーマには新しい実証機会の提供を実施した。
- 50kg級衛星（超小型衛星）3機については、IHIエアロスペース社（IA社）において、打上げスキームの変更(\*1)により別ロケットによる打上げ（サービス調達）を行うこととなっており、Falcon9による打上げを目指し、準備中である。

(\*1)第66回宇宙開発利用部会（2022年4月22日開催）にて報告済み

## 革新的衛星技術実証3号機の実証テーマ状況 一覧

区分	提案名称	機関名	新実証機会
部品・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	4号機
	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システムズ株式会社	希望なし
	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	4号機
	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	4号機
	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	4号機
	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	4号機
	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	4号機
超小型衛星	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	—
	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	—
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	4号機
	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	5号機
	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	4号機
	衛星筐体の一体成型技術の実証（1U）	早稲田大学	4号機
	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	4号機

\* 実証テーマの意義価値を損なわない範囲での設計変更は許容している。



## ■ 主な経緯と状況

- 2023年2月：革新的衛星技術実証4号機実証テーマ選定（15テーマを選定：3号機の再チャレンジ10テーマ、新規5テーマ）
- 同月：ミッション定義審査（MDR）を実施し、プロジェクト準備段階へ移行
- 2023年6月：小型実証衛星4号機（RAISE-4）の予備設計を進める中で、実証テーマ機器の設計変更等により、実証テーマへの提供リソースに余裕が出たことから、1テーマを追加選定
- 2023年6月～7月：システム要求審査（SRR）／システム定義審査（SDR）を開催し、開発フェーズへ移行する予定

### 小型実証衛星4号機（RAISE-4）搭載実証テーマ

カテゴリ	実証機器/衛星名	実施機関	種別
部品・サブシステム	低軌道衛星MIMO/IoT伝送装置：LEOMI	日本電信電話（株）	再
	民生GPU実証：GEMINI	三菱電機（株）	再
	水を推進剤とする超小型統合推進システム：KIR-X	Pale Blue（株）	再
	小型衛星用パルスプラズマスラスタ：TMU-PPT	合同会社先端技術研究所	再
	膜面展開型デオービット機構：D-SAIL	（株）アクセルスペース	再
	発電・アンテナ機能を有する軽量膜展開構造物：HELIOS	サカセ・アドテック（株）	再
	耐放射線地球観測カラーカメラ：CF-CAM	マッハコーポレーション（株）	新規
	SOISOC活用オンボードAI物体検知機：AIRIS	三菱重工業(株)	追加

種別の「再」は再チャレンジ

## 補足4. 革新的衛星技術実証4号機の状況(2/2)

- 革新4号機では、革新3号機の再チャレンジも含め、キューブサット8機を打ち上げる予定。各キューブサットは順調に開発中。

革新的衛星技術実証4号機搭載キューブサット

カテゴリ	実証テーマ	衛星名	開発機関	種別
キューブサット	3U 回転分離を用いた超小型衛星の編隊形成	編隊飛行技術試験衛星 MAGNARO-II	名古屋大学	再
	2U 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	海洋観測データ収集IoT技術実証衛星 KOSEN-2R	米子工業高等専門学校	再
	1U 衛星筐体の一体成型技術の実証	一体成型技術実証衛星 WASEDA-SAT-ZERO-II	早稲田大学	再
	1U CubeSat搭載用マルチスペクトルカメラの技術実証	CubeSat搭載用超小型マルチスペクトルカメラ実証衛星 FSI-SAT2	未来科学研究所	再
	3U 折り紙構造による超高利得展開リフレクタレーアンテナ技術の宇宙実証	OrigamiSat-2	東京工業大学	新規
	3U 超小型宇宙機に搭載するバッテリーの劣化具合や異常を軌道上でいち早く検知することが可能なインテリジェント電源ユニットの軌道上実証	バッテリー異常検知システム実証衛星 Mono-Nikko	大日光・エンジニアリング	新規
	6U 地震先行現象検知のための超小型ハイブリット型電場・プラズマセンサーを搭載した、全球観測によるグローバルな地震発生予測の実証	地震先行現象検知検証衛星 Prelude	日本大学	新規
	2U 民間衛星通信ネットワークを利用した新しい突発天体速報システムの実証	ARICA-2	青山学院大学	新規

種別の「再」は再チャレンジ

創新

**INNOVATIVE  
SATELLITE TECHNOLOGY  
DEMONSTRATION PROGRAM**