

革新的衛星技術実証 1号機について

平成30年12月18日

国立研究開発法人

宇宙航空研究開発機構

研究開発部門

革新的衛星技術実証グループ長

香河 英史



革新的衛星技術実証1号機とは

「革新的衛星技術実証1号機」は
「**革新的衛星技術実証プログラム**」の1号機

「**革新的衛星技術実証プログラム**」とは

- ◆ 宇宙基本計画上の「宇宙システムの基幹的部品等の安定供給に向けた環境整備」の一環として、民間企業や大学などが開発した機器や部品、超小型衛星、キューブサットに宇宙実証の機会を提供するプログラム。
(機器や部品単位で軌道上実証できる機会としては唯一)
- ◆ 2年に1回、計4回の打上げ実証を計画しており、実証テーマは通年公募を行っている。
- ◆ 2018年12月12日 2号機の15テーマを選定

国内の民間企業や大学の技術とアイデアを実際に宇宙で実証することで、日本の宇宙産業の発展につなげる



革新的衛星技術実証1号機とは

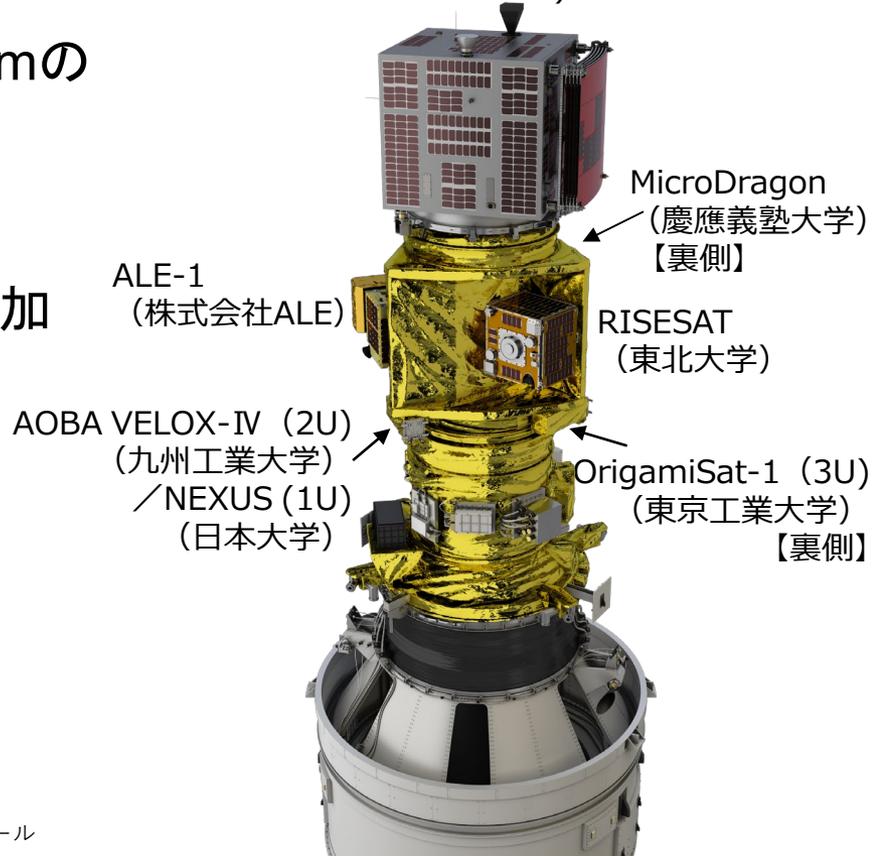
7機の衛星(**13**の実証テーマ)を高度500kmの太陽同期軌道に投入する。

民間企業、大学、研究機関等10の機関が参加



ロケット機体貼付デカール

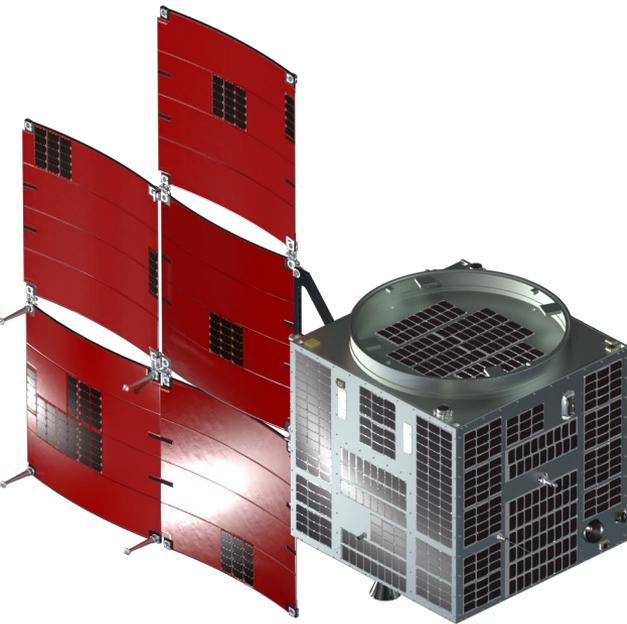
小型実証衛星 1号機 (RAPIS-1)



※ RAPIS-1 : RAPid Innovative payload demonstration Satellite 1



1号機搭載実証テーマ (部品・コンポーネント)

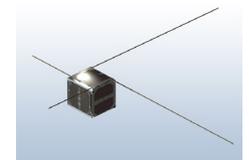
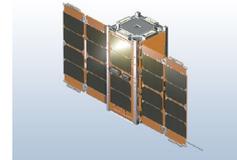
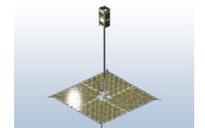
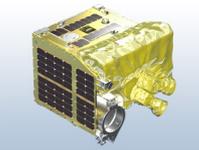


No	実証テーマ名 (機器名称)	提案機関
1	革新的FPGAの耐宇宙環境性能軌道上評価 (NBFGA)	日本電気 (株)
2	X帯2-3Gbpsダウンリンク通信の軌道上実証 (HXTX/XMGA)	慶應義塾大学
3	グリーンプロペラント推進系 (GPRCS) の軌道上実証 (GPRCS)	(一財) 宇宙システム開発利用推進機構
4	粒子エネルギー spektrometer (SPM) の軌道上実証 (SPM)	(一財) 宇宙システム開発利用推進機構
5	深層学習を応用した革新的地球センサ・スタートラッカの開発 (DLAS)	東京工業大学
6	軽量太陽電池パドル機構 (TMSAP)	宇宙航空研究開発機構
7	超小型・省電力GNSS受信機の軌道上実証 (Fireant)	中部大学

部品・コンポーネントは、小型実証衛星1号機 (RAPIS-1) に搭載して実証する

1号機搭載実証テーマ (超小型衛星・キューブサット)

No		実証テーマ名 (機器名称)	提案機関
1	超小型衛星	海外新興国への衛星開発教育支援により衛星利用及び海外市場を拡大するための地球観測マイクロ衛星の提案(MicroDragon)	慶應義塾大学
2		高空間分解能スペクトル撮像技術の確立による新規地球環境計測及び農林水産鉱業市場の開拓と海外衛星利用市場の拡大(RISESAT)	東北大学
3		流星源と放出装置を用いた人工流れ星の実現可能性と市場性の検証(ALE-1)	株式会社ALE
4	キューブサット	3Uキューブサットによる高機能展開膜構造物の宇宙実証(OrigamiSat-1)	東京工業大学
5		ルーナーホライズングロー撮影を目指した、パルスプラズマスラスタによるCubeSatの姿勢・軌道制御と超高層大気撮像高感度カメラの実証(Aoba VELOX-IV)	九州工業大学
6		次世代アマチュア衛星通信技術の実証(NEXUS)	日本大学



部品・コンポーネントの実証を行うための衛星

「衛星推進系」「展開物」「電子部品単体」といった、これまでH-IIA相乗り等では実証機会が少なかった対象を採用

JAXA衛星で初 スタートアップ企業に開発を委託

株式会社アクセルスペースに開発・試験・運用を委託。

JAXAがサービス提供機関として提案者と連携

単体で持ち込まれるテーマにJAXAが実証環境、必要リソース、計測・確認手段の提供を提案し、効果的な実証を実現

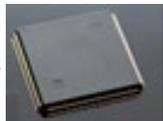
例) 部品・コンポの実証環境＋他の実証テーマの確認手段を同時に提供

宇宙環境モニタ装置
(JAXA開発)



部品評価のための
放射線環境データ
等を取得・提供

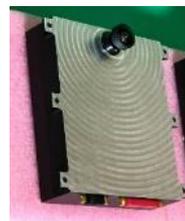
部品実証テーマ
(革新的FPGA)



← 実証環境提供

JAXA開発カメラの
処理部への組み込み

衛星搭載カメラ (JAXA開発)



→ 確認手段提供

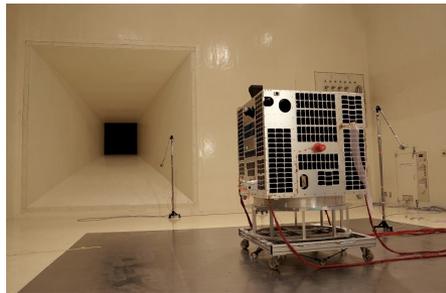
展開実験の確認
手段としても活用

別のテーマ
(軽量太陽電池パドル機構)

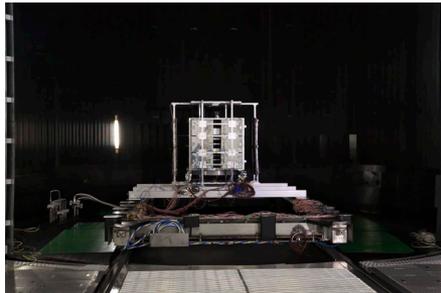


開発状況

各種試験、および安全審査等を経て、小型実証衛星1号機（RAPIS-1）、超小型衛星3機・キューブサット3機は現在射場にて打上げに向けた準備を実施中。



RAPIS-1音響試験



RAPIS-1熱真空試験



MicroDragon ダイナミックバランス試験



ALE-1
フィットチェック



RAPIS-1フィットチェック



RAPIS-1振動試験



Aoba VELOX-IV E-SSOD (※)
へ格納



RISESAT 質量特性試験



RAPIS-1 内之浦へ出荷

小型実証衛星1号機 (RAPIS-1) について

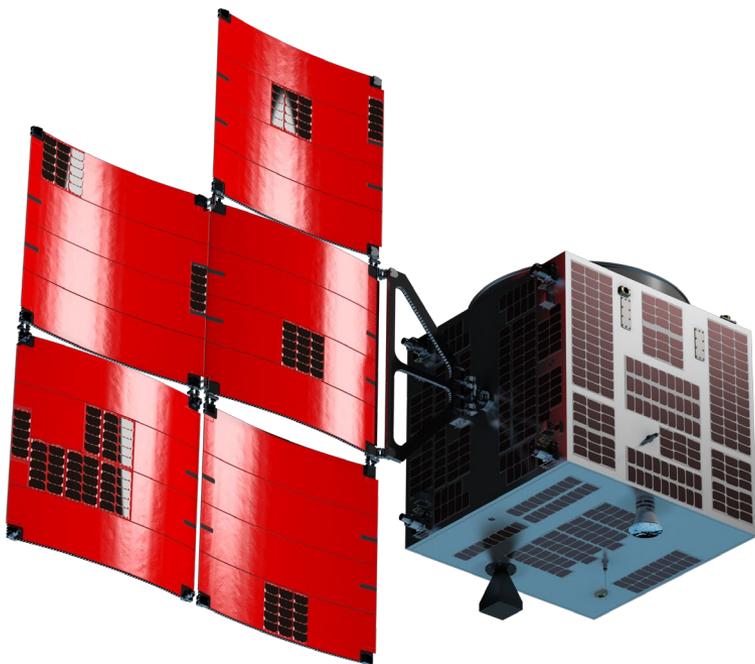
株式会社アクセルスペース

代表取締役CEO 中村 友哉



小型実証衛星1号機 (RAPIS-1)

- 当社がこれまで開発してきた50-100kg級の超小型衛星のバス技術をベースとして開発
- 運用も当社の運用管制システムにより実施



軌道	太陽同期軌道 高度 500 ± 20 km
サイズ	1022mm × 1082mm × 1060mm (衛星構体のみ。分離部／突起部除く)
重量	約200kg

革新的FPGAの 耐宇宙環境性能 軌道上評価

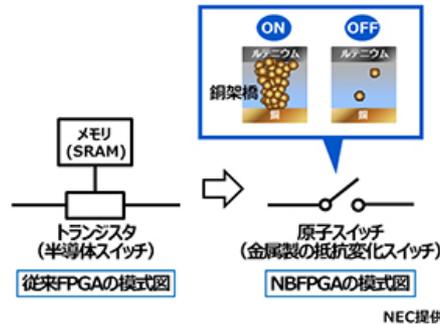
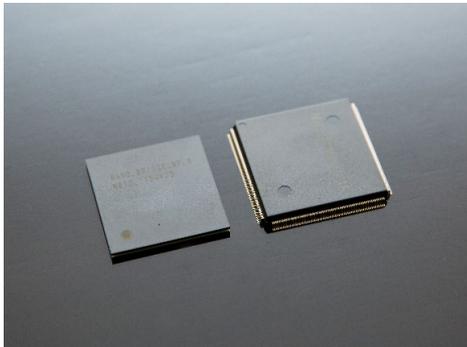
日本電気株式会社（NEC）
システムプラットフォーム研究所
技術主幹 杉林 直彦



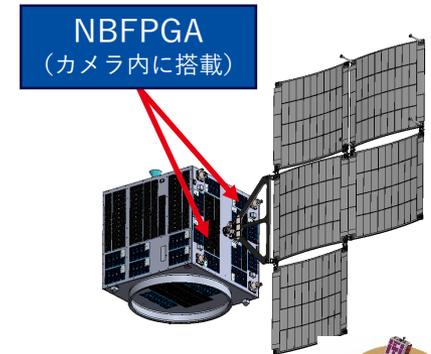


革新的FPGA

実証テーマ名	革新的FPGAの耐宇宙環境性能軌道上評価
提案機関	日本電気株式会社 (NEC)
ミッション概要	我が国独自の動作原理（原子スイッチ：ナノブリッジ）に基づく革新的FPGAであり、書換え可能ながら回路構成情報を蓄えるメモリは不要で、回路構成情報に関する放射線ソフトエラーの発生確率が小さく、高信頼化が可能かつ最先端FPGAと比較しても大幅な低消費電力化、および小型化が可能なFPGAの軌道上実証を行う。
寸法	28×28×3.4 mm
重量	4.9 g
実施責任者	システムプラットフォーム研究所 杉林 直彦 技術主幹



メモリを原子スイッチに置き換えることで
小型化低消費電力化を実現



X帯2-3Gbps ダウンリンク通信の 軌道上実証

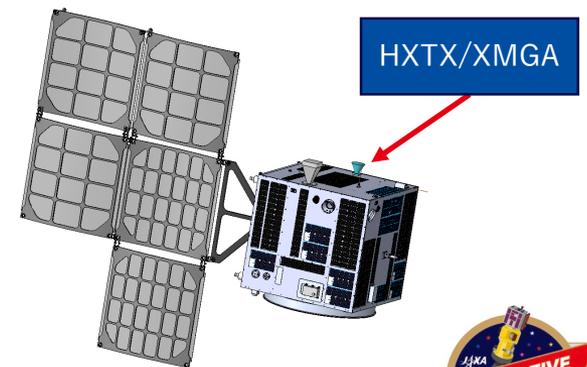
慶応義塾大学大学院
システムデザイン・マネジメント
研究科
特任教授 平子 敬一





Xバンド高速通信機／Xバンド中利得アンテナ

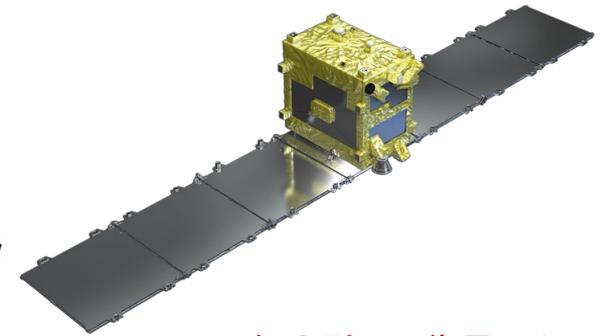
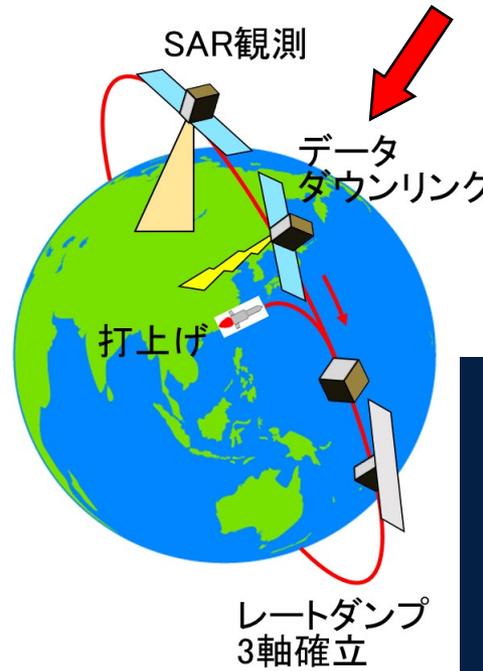
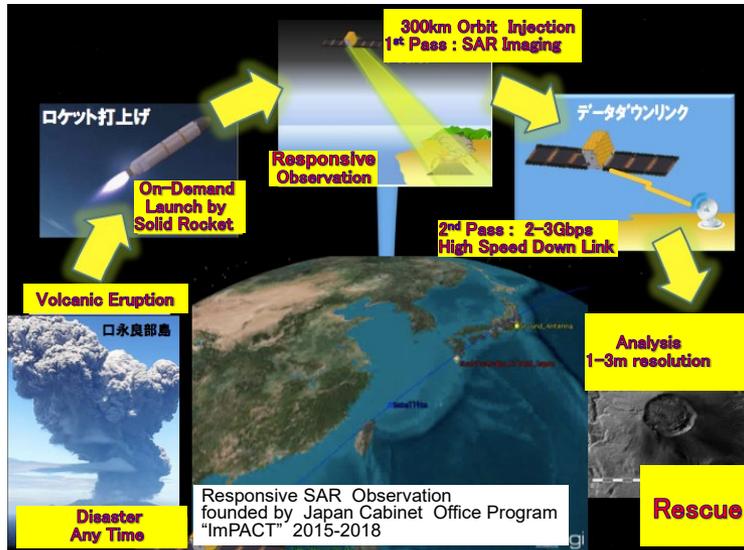
実証テーマ名	X帯2-3Gbpsダウンリンク通信の軌道上実証
提案機関	慶應義塾大学
ミッション概要	降雨に強く、省電力、低価格のX帯通信システムでありながら、周波数利用効率が極めて高い、地球周回衛星からでは世界最高通信速度のX帯2-3Gbpsダウンリンク通信を実証
寸法	Xバンド高速通信機：250×206×192 mm Xバンド中利得アンテナ：φ136.1×188.5 mm
重量	Xバンド高速通信機：6.6 kg Xバンド中利得アンテナ：0.6 kg
実施責任者	大学院システムデザイン・マネジメント研究科 教授 ／内閣府 革新的研究開発推進プログラムImPACT プログラムマネージャ 白坂 成功
共同実施者	東京大学 教授 中須賀 真一、JAXA宇宙科学研究所 特任教授 齋藤 宏文





Xバンド高速通信機／Xバンド中利得アンテナ

100kg級小型SAR衛星による オンデマンド即時観測



100kg級小型SAR衛星による コンステレーション



本研究は、総合科学技術・イノベーション会議により制度設計された革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）により、科学技術振興機構を通して委託されたものです。



グリーンプロペラント 推進系（GPRCS）の 軌道上実証

（一財）宇宙システム
開発利用推進機構
専務理事 久能木 慶治



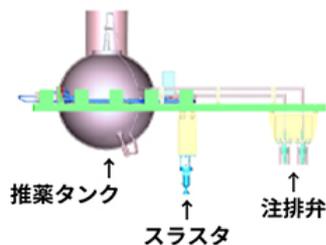


グリーンプロペラント推進系

実証テーマ名	グリーンプロペラント推進系の軌道上実証実験
提案機関	宇宙システム開発利用推進機構
ミッション概要	推進系に求められる期待に対応し、小型衛星に適した低毒推進系の軌道上実証 (1) 運用性向上：作業性・取扱い性向上 (2) 低コスト：安価な材料の使用 (3) 低消費電力：低凝固点による消費電力低減 (4) 高性能推進：高密度高比推力HAN系推進 HAN：Hydroxyl Ammonium Nitrate
寸法	840×430×531 mm
重量	8.34 kg（推進剤含む、パネル含まず）
実施責任者	研究開発本部システム開発部 岡 範全
共同実施者	JAXA宇宙科学研究所



©JSS



©JSS





グリーンプロペラント推進系

グリーンプロペラント推進系の特徴 (推奨：SHP163)

(1) 運用性向上：作業性・取扱い性向上



現行の有毒推薬

防毒用保護具の着用：作業性 悪



グリーンプロペラント

簡易作業着等の着用：作業性 良



(3) 低消費電力：低凝固点による消費電力低減

	凍結温度
現行推薬	2°C
SHP163	-68°C

低温となる宇宙環境でも推薬が凍りづらく、必要なヒータ電力が小さい

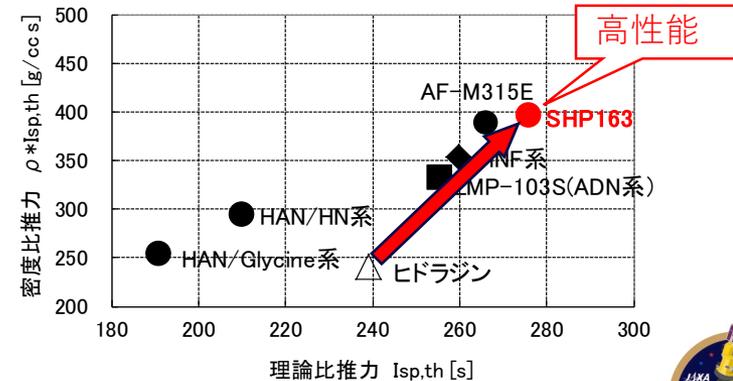
(2) 低コスト：安価な材料の使用



燃焼状態

燃焼温度低：耐熱性の低い安価な材料を使用

(4) 高性能推薬：高密度高比準力HAN系推薬



粒子エネルギースペク トロメータ (SPM) の 軌道上実証

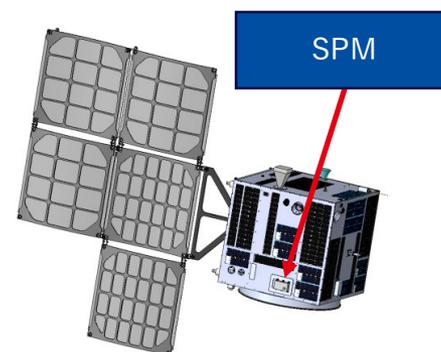
(一財) 宇宙システム
開発利用推進機構
専務理事 久能木 慶治





粒子エネルギー spektrometer

実証テーマ名	粒子エネルギー spektrometer の軌道上実証
提案機関	宇宙システム開発利用推進機構
ミッション概要	将来市場拡大が見込まれる小型衛星搭載等を想定して開発した、民生部品を使用した小型、軽量、低コスト、短納期である軌道上環境観測装置
寸法	102×132×46 mm (突起含まず)
重量	0.81 kg
実施責任者	研究開発本部システム開発部 岡 範全





粒子エネルギー spektrometer

★コンセプト

- ・衛星の小型化、低価格化に対応した放射線計測装置。
- ・民生部品を使用し、小型、軽量、低コスト、短納期を実現。
(従来品比、縦横幅：2/3、高さ：1/2、質量：1/2、消費電力：1/3、コスト：1/8、納期：1/2)

★計測目的

衛星搭載装置の誤動作や不具合時の原因究明に資するデータを取得し、解析結果を次期衛星設計に反映する。

★計測対象

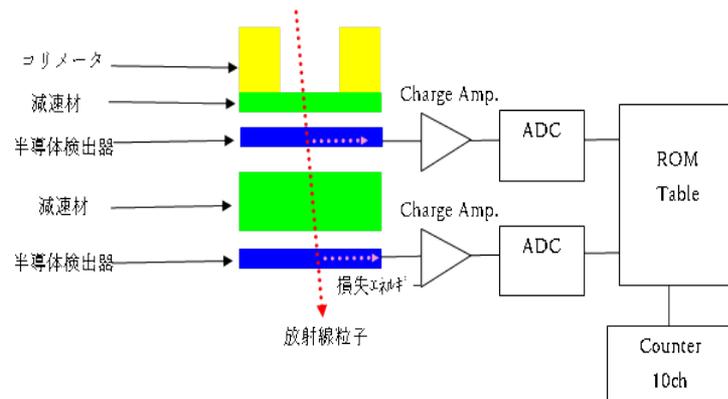
- ・電子、陽子、重イオン
- ・それぞれのエネルギーレベル及びカウント数を計測する。

★搭載ターゲット

・国内外の衛星コンステレーションや、準天頂衛星、気象・通信衛星等のシリーズ衛星に加え、大学やベンチャーが製作する小型衛星もターゲット。

★軌道上実証

従来型の放射線計測装置であり、同じく小型実証衛星1号機に搭載されている宇宙環境計測装置 (TEDA) で取得されたデータとの比較を行うことで、性能の実証を行う。



ADC: A/D Converter
ROM: Read Only Memory



深層学習を応用した 革新的地球センサ・ スタートラッカの開発

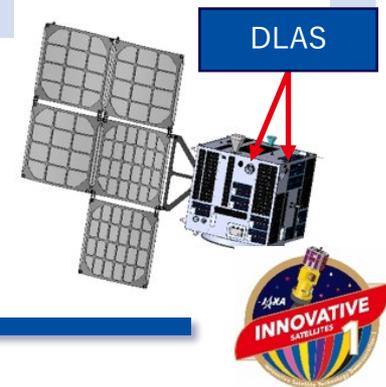
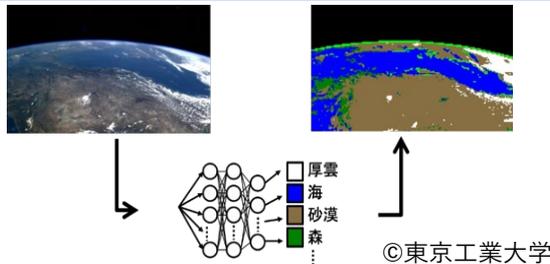
東京工業大学
理学院物理学系
助教 谷津 陽一





革新的地球センサ・スタートラッカー

実証テーマ名	深層学習を応用した革新的地球センサ・スタートラッカーの開発
提案機関	東京工業大学
ミッション概要	東京工業大学河合研・松永研は民生品を用いて安価なスタートラッカーおよび地球センサを開発した。本スタートラッカーは超小型衛星での使用を想定しており、軌道上にて較正観測、動作実証実験、長期性能モニタを行う。地球カメラは独自に開発したシンプルなAIを用いて、衛星軌道上という”エッジ”での画像認識を行い土地利用・植生分布の識別を行う。さらに、識別した地形データを応用して、全く新しい3軸姿勢推定法の実証実験を実施する。
寸法	コントローラユニット：245×195×45 mm カメラユニット：107×193×116 mm
重量	一式：約2.15 kg (カメラ2台を含む) コントローラユニット：0.91 kg カメラユニット：0.62 kg
実施責任者	理学院 谷津 陽一 助教
共同実施者	株式会社天の技（旧社名：株式会社Stray Cats' Lab）、東京大学、公益財団法人 若狭湾エネルギー研究センター





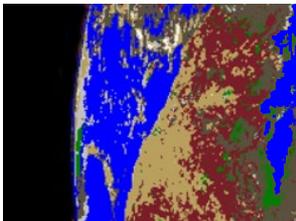
革新的地球センサ・スタートラッカー

地球センサを用いた姿勢決定

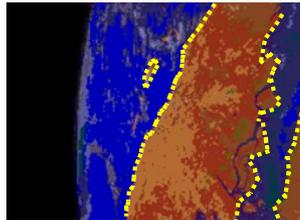
撮影画像



画像識別



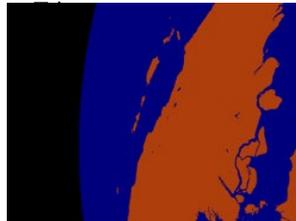
マッチング, 3軸姿勢決定



エッジ検出, 2軸姿勢決定

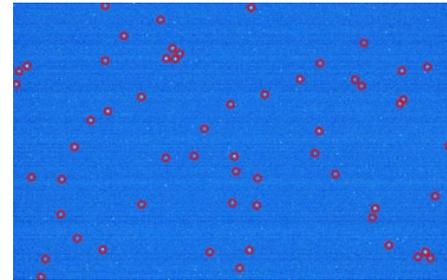


地図データ投

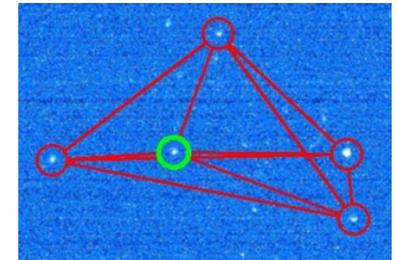


スタートラッカー

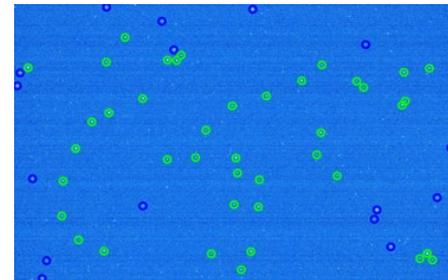
点源抽出



幾何パターン
マッチング



恒星同定→3軸姿勢決定



軽量太陽電池パドル 機構

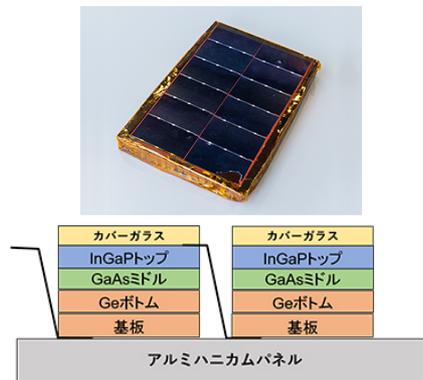
宇宙航空研究開発機構
研究開発部門第一研究ユニット
主任研究開発員 住田 泰史



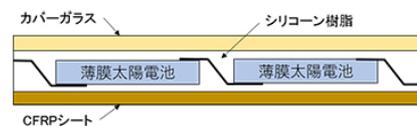


軽量太陽電池パドル

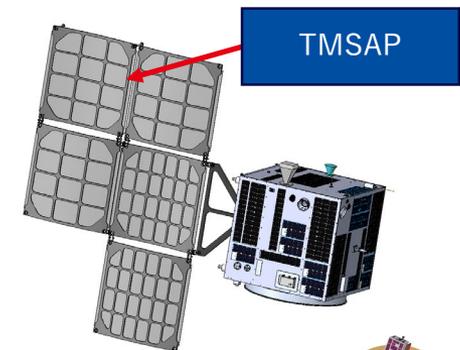
実証テーマ名	軽量太陽電池パドル機構
提案機関	JAXA
ミッション概要	JAXA開発中の薄膜電池を採用し、従来のハニカムリジッドパネルと比較して1/3に軽量化した太陽電池パネル5枚を用いたパドル機構の軌道上での展開実証を行う。
寸法	展開時：2269×2829×252 mm
重量	12.2 kg
実施責任者	研究開発部門第一研究ユニット 今泉 充、住田 泰史
共同実施者	日本電気株式会社、株式会社シャープ



従来の太陽電池パネル



今回実証する薄膜太陽電池パネル



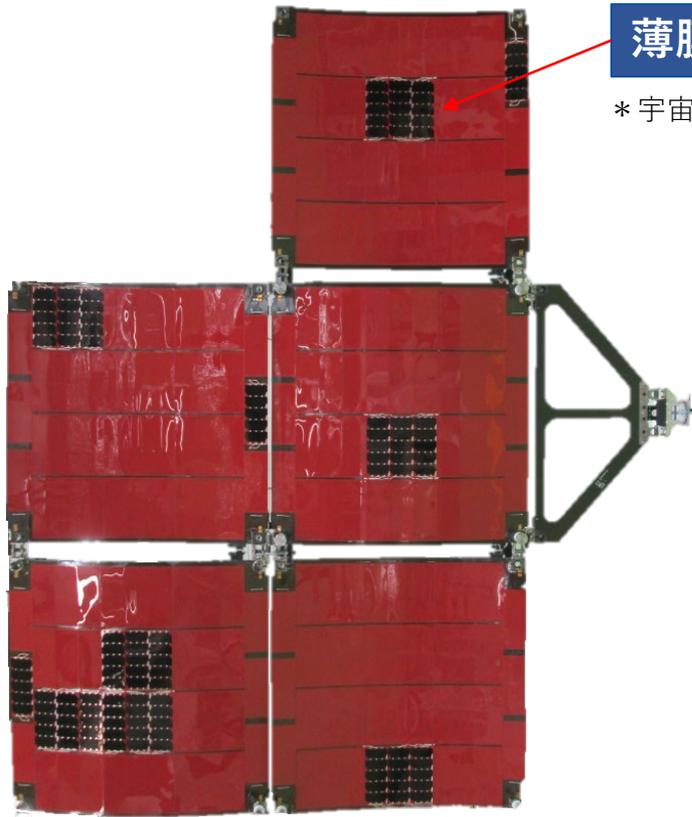
TMSAP



軽量太陽電池パドル

薄膜3接合太陽電池

* 宇宙用太陽電池として変換効率32%を実現



* 薄型と軽量化を実現しつつ機械的な強度を向上させるため
パネルを湾曲させている

軽量太陽電池パドル外観

超小型・省電力 GNSS受信機の 軌道上実証

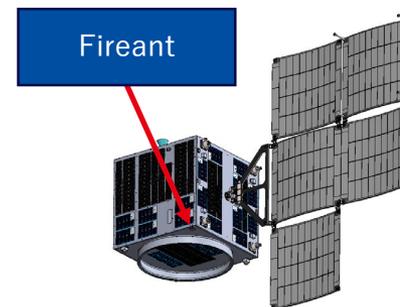
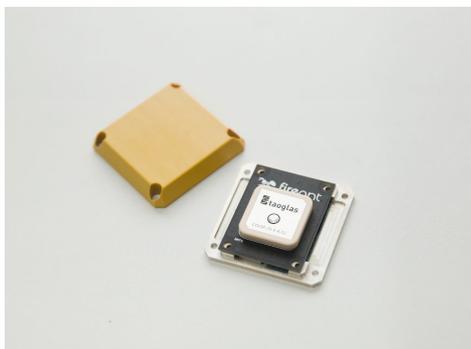
中部大学
工学部宇宙航空理工学科
准教授 海老沼 拓史





超小型・省電力GNSS受信機 Fireant

実証テーマ名	超小型・省電力GNSS受信機の軌道上実証
提案機関	中部大学
ミッション概要	最新の車載用GNSS受信機アーキテクチャをベースに、超小型衛星での利用に最適化した切手大のGNSS受信機を宇宙環境で動作することを実際に確認する。
寸法	52×52×11 mm
重量	45 g
実施責任者	工学部宇宙航空理工学科 海老沼 拓史 准教授
共同実施者	株式会社センサコム



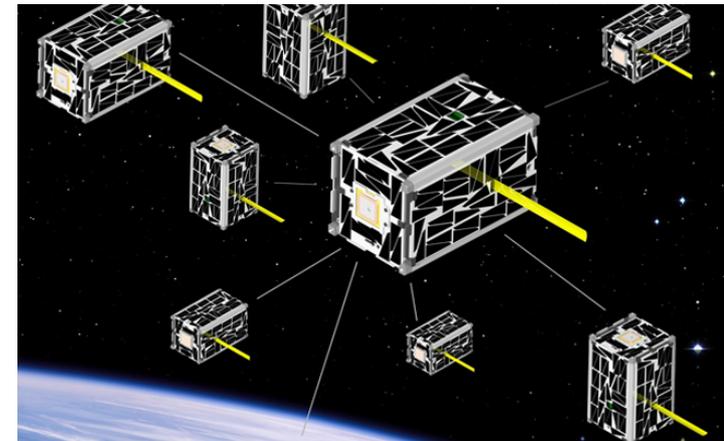


超小型・省電力GNSS受信機 Fireant

CubeSatに代表される超小型衛星のミッションは、従来の大型衛星では例のない数十機から数百機以上の衛星からなる「swarm」がひとつのトレンドとなっている。

Swarmは小型・低コストである超小型衛星の特徴が生きるアプリケーションである一方、これほど多数の衛星を一度に運用するためには、衛星側の高度な自律化が求められる。

衛星の自律化において、その位置・速度情報と精密な時刻を提供できるGNSS受信機は、将来の宇宙開発におけるキーコンポーネントのひとつである。



Swarmのコンセプトイメージ (Credit NASA)

Fireantは、最新の車載用GNSS受信機のアーキテクチャをベースに、超小型衛星での利用に最適化した超小型・省電力GNSS受信機である。小型実証衛星1号機では、GNSS受信機としての機能面だけではなく、民生品をベースとしたGNSS受信機のハードウェアが宇宙環境で正常に動作することを確認する。

これまでにない小型・低消費電力・低コストなFireantの宇宙実証をいち早く実施することで、超小型衛星におけるGNSS受信機の利用が促進され、swarmなどの大規模な衛星群による新しいミッションの創出に繋がることが期待される。

