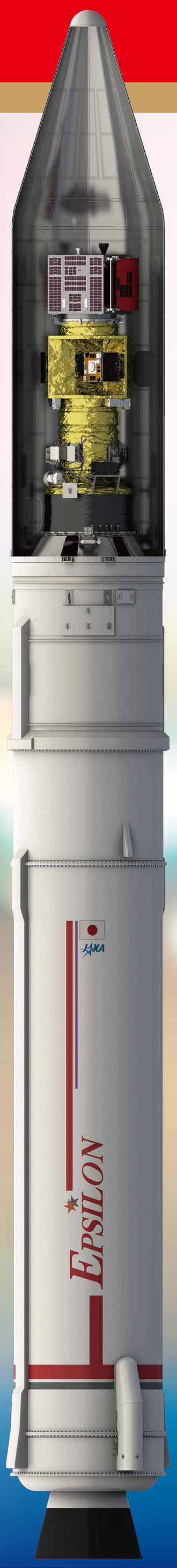
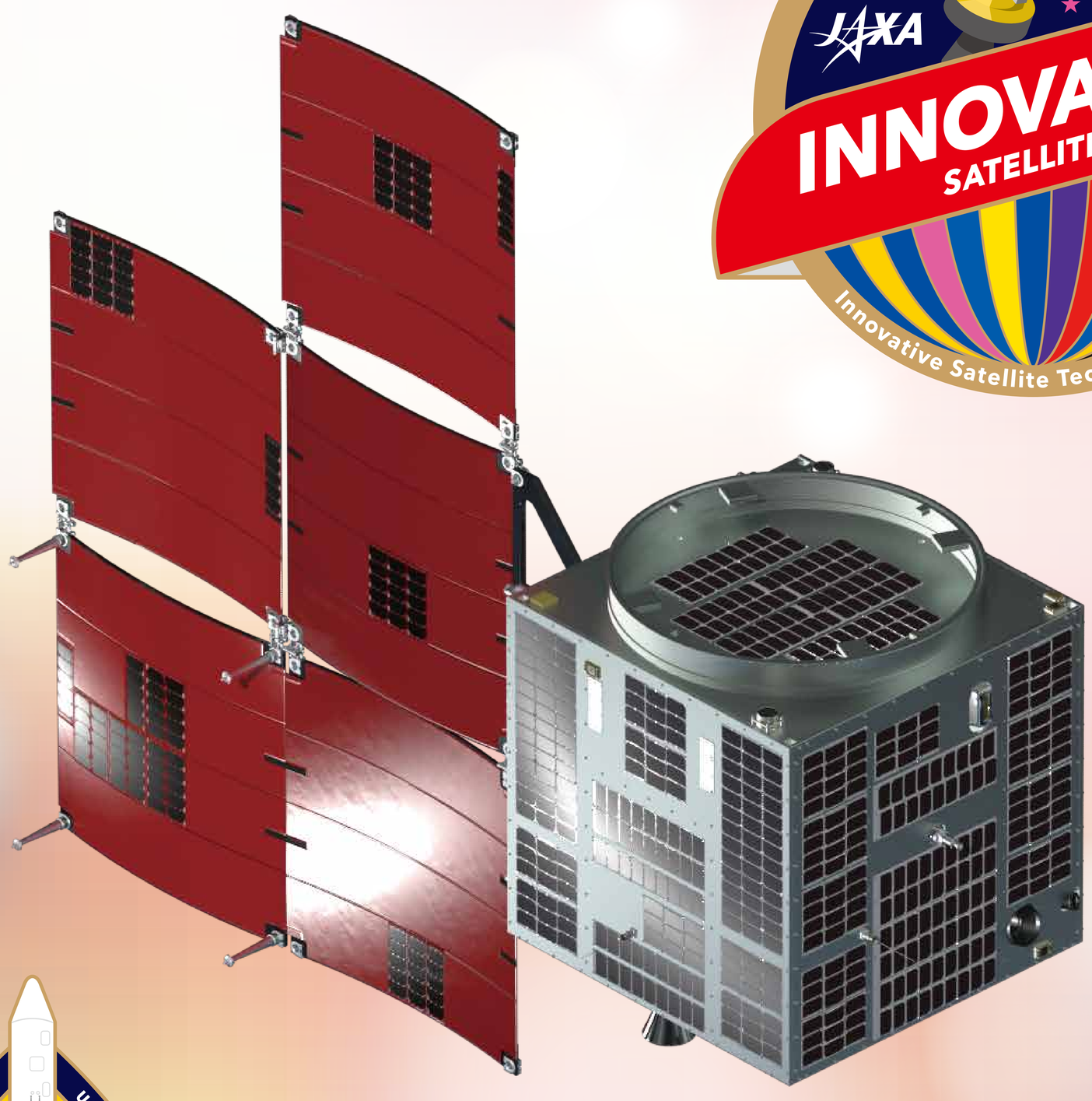
13のチャレンジ
イプシロンに載る

～革新的衛星技術実証1号機＆イプシロン4号機展～

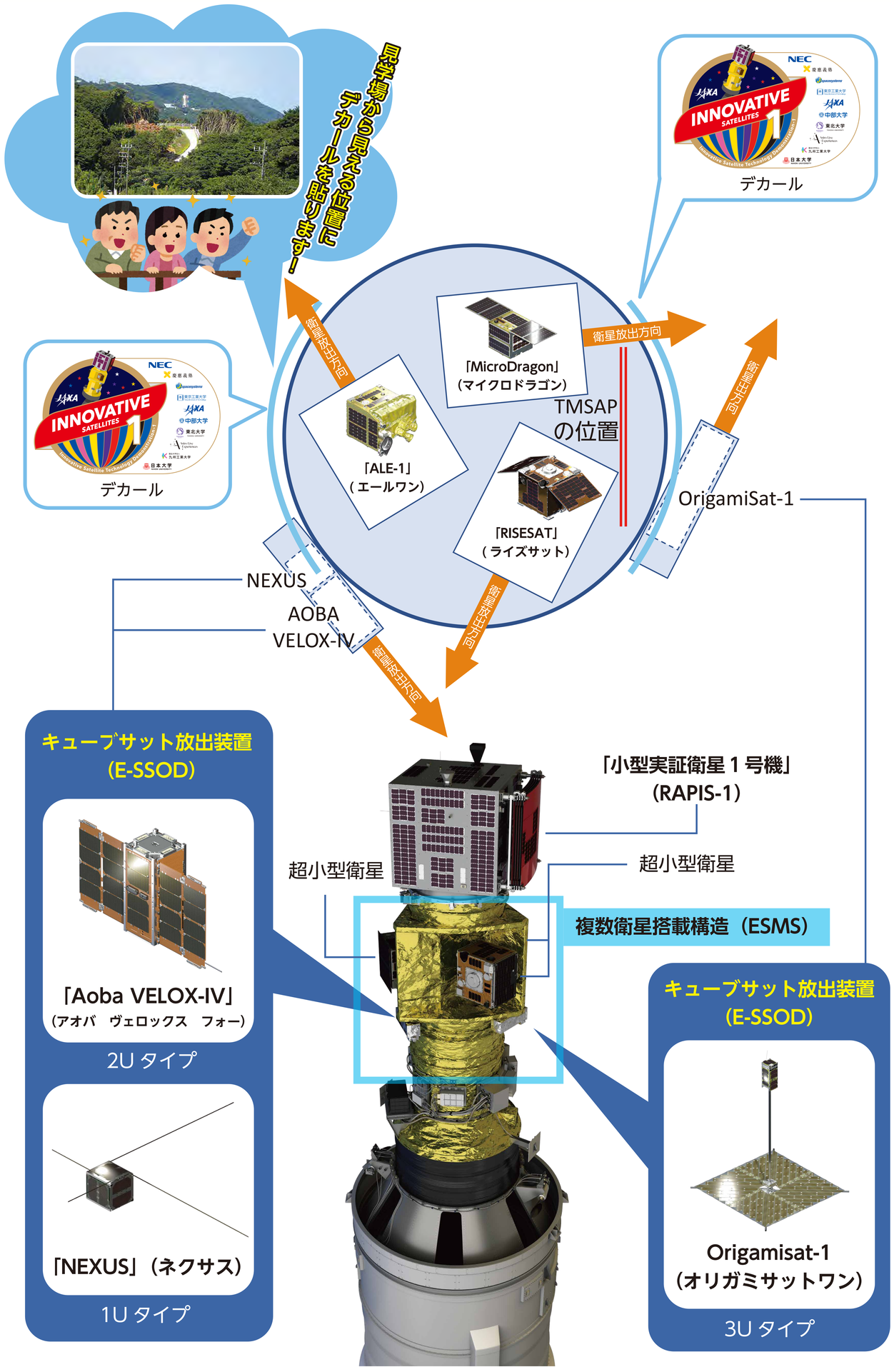




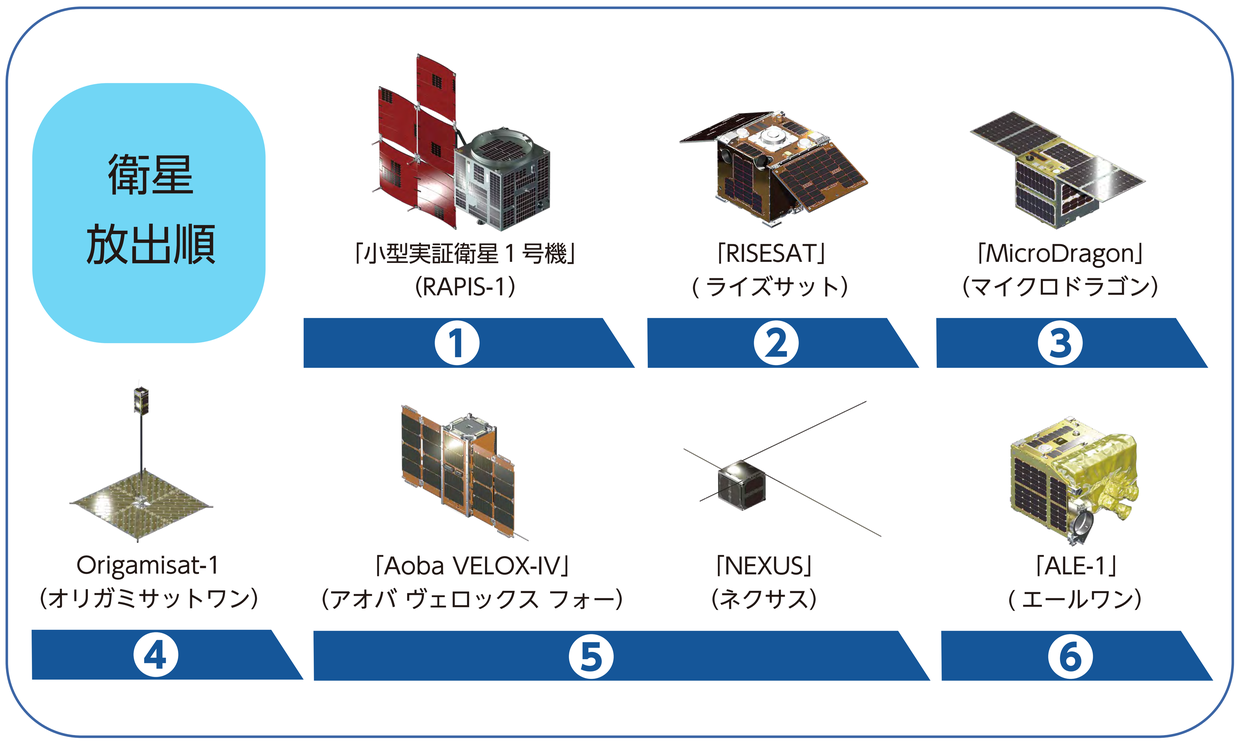
今年度、内之浦宇宙空間観測所からの打上げを予定している
「革新的衛星技術実証１号機／イプシロンロケット４号機」
をご紹介します。

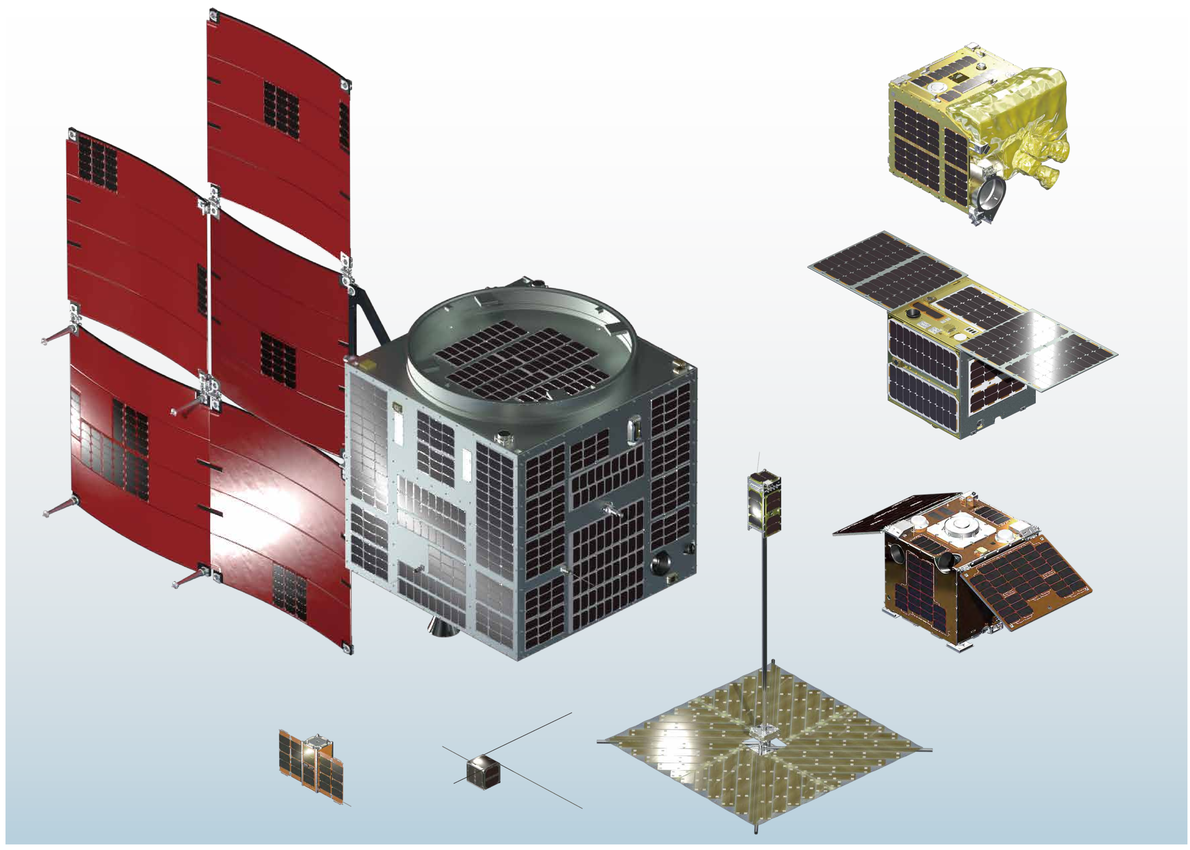
INNOVATIVE SATELLITES TECHNOLOGY DEMONSTRATION-1
EPSILON LAUNCH VEHICLE No. 4

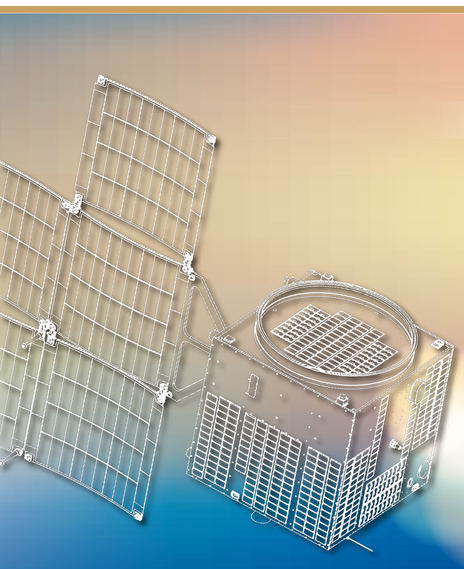
「革新的衛星技術実証　１号機」ってなに？



革新的衛星技術実証1号機は、JAXAが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「革新的衛星技術実証プログラム」の1号機です。
7つの機器・部品の実証テーマを搭載した「小型実証衛星1号機（RAPIS-1）」と超小型衛星3機・キューブサット3機の計7機の衛星で構成されています。







「革新的衛星技術実証プログラム」紹介ページを見る➡

革新的衛星技術実証プログラムとは？

JAXA 研究開発部門

インタビューを読む➡

日本の宇宙産業の発展に繋げていく環境を。

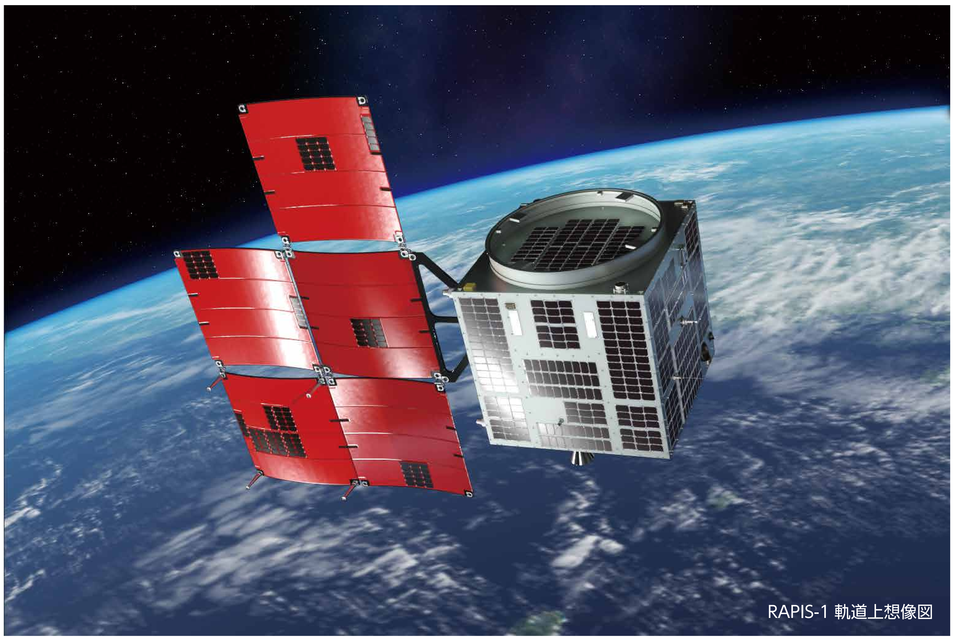
香河 英史
JAXA 研究開発部門
革新的衛星技術実証グループ長

小型実証衛星 1 号機（RAPIS-1）とは

RAPid Innovative payload demonstration Satellite 1

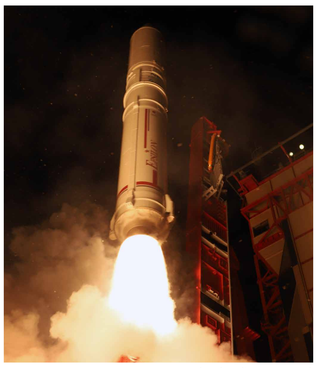
公募により選定された 7 つの部品・コンポーネント（機器）の実証テーマを軌道上で実証するための衛星。

実証テーマ提案者からの要求を受けて衛星の運用を行い、実証機器の実験データおよび実験実施時の環境データを提供します。
衛星は、部品・機器の実証のための「ミッション系」と人工衛星としての機能を維持する「バス系」から構成されますが、革新的、かつ目的も様々なミッションが同じ衛星に搭載されることを考慮し、可能な限りミッション系とバス系を独立にするよう設計していることが特徴です。
また、本衛星は JAXA 衛星で初めてベンチャー企業が開発を担当しています。



RAPIS-1 軌道上想像図

打上げロケット	イプシロンロケット 4 号機
射場	内之浦宇宙空間観測所
打上げ時期	平成 30 年度
軌道	太陽同期軌道 高度 500±20km
衛星質量	約 200kg
衛星サイズ	1022mm×1082mm×1060mm （衛星構体のみ。分離部／突起部除く）



打上げイメージ

インタビューを読む➡

自社で宇宙インフラを構築 サービス提供を目指す

中村 友哉
株式会社アクセルスペース
代表取締役 CEO

部品・コンポーネント

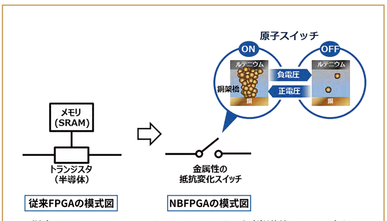
信頼性の高さを宇宙をつかって証明したい 自動車・医療分野等への適用を目指す 革新的FPGA NBFPGA

日本電気株式会社

NEC で開発した「ナノブリッジ FPGA」は、日本独自の技術「原子スイッチ」を用いた電子部品です。
「原子スイッチ」とは、金属原子を動かすことで配線をスイッチングする技術です。小型化、低消費電力化を実現し、耐放射線性が高いという特徴を有しています。

RAPIS-1 ではそれを軌道上で動作確認することを目的としています。また、カメラの部品として、画像圧縮処理にも使用する予定です。

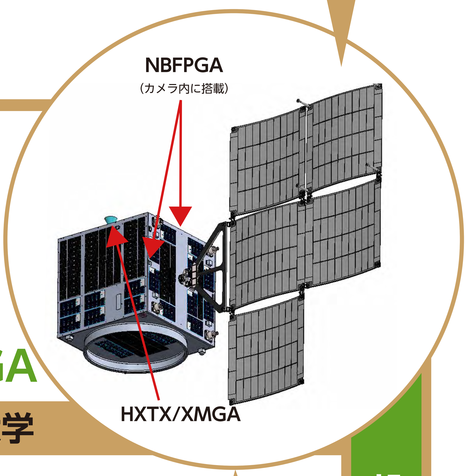
現在、FPGA には国産部品がありません。宇宙での軌道上実証実験の結果を基に、国産化を実現し、宇宙用途のほか、車載機器、ロボット、通信機器、医療などへの適用に向けて信頼性の高い FPGA の実用化をめざしていきます。



従来のFPGAはメモリによってトランジスタ(半導体スイッチ)を制御しているが、NBFPGAでは、「原子スイッチ」(化学反応を利用した抵抗変化スイッチ)により電流を制御することで、小型化・低消費電力化を実現

NEC提供

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



高速ダウンリンク通信機の実証でオンデマンド型人工衛星実用化への第一歩を Xバンド高速通信機 HXTX/ Xバンド中利得アンテナ XMGA

慶應義塾大学

部品・コンポーネント

衛星での観測を行う場合、重要な技術の一つが、撮った画像データを地上に高速で送信する通信技術です。

慶応義塾大学と JAXA 宇宙科学研究所では、小型軽量化と高速通信を両立させた画期的な送信機を開発しました。

RAPIS-1 では、今後、小型衛星での利用拡大が見込まれる X バンド帯を用いて、地球周回衛星からでは世界最大通信速度の 2-3Gbps 以上のダウンリンク通信を実証します。

小型衛星での高速通信実現により、大規模災害発生時にも宇宙からの観測データを速やかに伝送することができ、災害状況把握に役立ちます。

©ImPACTプログラム 慶應義塾大学／東京大学／宇宙科学研究所

信頼性の高さを宇宙をつかって証明したい
自動車・医療分野等への適用を目指す
革新的 FPGA

日本電気株式会社
杉林 直彦　システムプラットフォーム研究所　技術主幹
宮村 信　システムプラットフォーム研究所　主任研究員

インタビューを読む

高速ダウンリンク通信機の実証で
オンデマンド型人工衛星実用化への第一歩を

慶應義塾大学 大学院
システムデザイン・マネジメント研究科
白坂 成功　教授

インタビューを読む

部品・コンポーネント

革新的な低コスト・低毒の推進システムで世界の宇宙産業に切り込む
グリーンプロペラント推進系 GPRCS

(一財)宇宙システム開発利用推進機構

ロケットや衛星などにはガスを噴射して推力を得るスラスタ（推進システム）が取り付けられています。
これまで衛星には、主にヒドラジンという推進薬が用いられてきました。

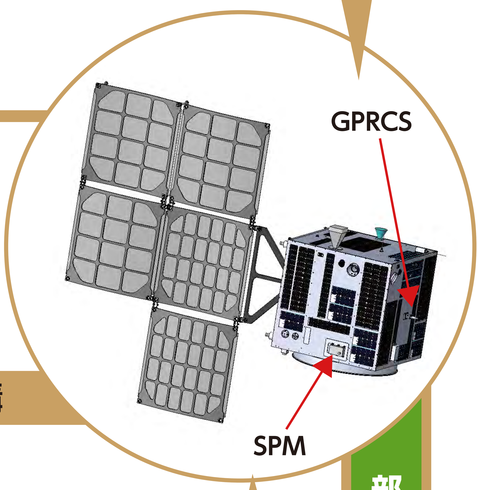
ヒドラジンは発がん性があり、毒性も高いため、衛星に充填するためには特別な安全対策が必要でした。

今回実証する「グリーンプロペラント推進系」（GPRCS)は、毒性の低い推進薬「グリーンプロペラント」を使用し、特別な安全対策が不要で扱いやすく低コストの推進システムを実証します。

最終的にはヒドラジンよりも高い推進性能をめざします。

©JSS

©JSS



小型軽量の放射線計測装置の世界展開への大きなステップに
粒子エネルギースペクトロメータ SPM

(一財)宇宙システム開発利用推進機構

部品・コンポーネント

軌道上の放射線環境は、人工衛星の運用や有人宇宙活動など、宇宙空間の利用にあたり、極めて重要です。本装置は、超小型衛星にも搭載可能な小型軽量の放射線計測装置（SPM) です。
民生部品や技術を活用することで、低コスト化、短納期化を実現しています。

RAPIS-1 には、JAXA の放射線計測装置も搭載しており、SPM のデータとの比較検証を行います。

©JSS

革新的な低コスト・低毒の推進システムで世界の宇宙産業に切り込む

一般財団法人
宇宙システム開発利用推進機構
今井 孝司　事務管理本部長　兼　宇宙産業本部長
岡 範全　研究開発本部システム開発部　担当部長

インタビューを読む

小型軽量の放射線計測装置の世界展開への大きなステップに

一般財団法人
宇宙システム開発利用推進機構
今井 孝司　事務管理本部長　兼　宇宙産業本部長
岡 範全　研究開発本部システム開発部　担当部長

インタビューを読む

部品・コンポーネント

深層学習を用いた画像認識技術と低コストのスタートラッカーで防災や気象、科学など幅広い分野での活用を目指す
革新的地球センサ・スタートラッカー DLAS

東京工業大学

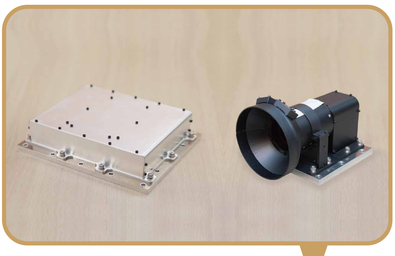
RAPIS-1では２つの実証を行います。

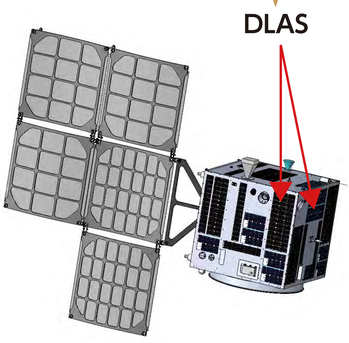
1 ディープラーニングの手法を用いた画像認識技術

衛星から撮影した画像から陸地パターンを識別する技術を実証します。この技術は衛星の姿勢制御や、有効な観測画像の軌道上での選別に役立つことが期待されています。

2 民生品を用いた低コストのスタートラッカーの軌道上実証

スタートラッカーは、星の位置から自身の姿勢を計測するセンサーで、多くの人工衛星に搭載されています。この技術実証によって、超小型衛星にも搭載可能な国産スタートラッカーの実現をめざしています。





部品・コンポーネント

超小型衛星のスタンダード機器を目指して超小型・省電力 GPS 受信機の宇宙実証
超小型・省電力 GNSS 受信機 Fireant

中部大学

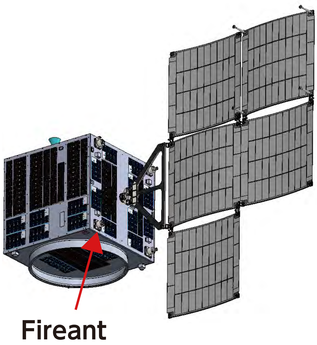
GNSS(Global Navigetion Satellite System) 受信機は、多くの衛星に搭載され、衛星の現在地を計測しています。

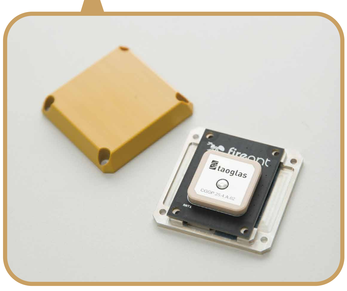
キューブサットや超小型衛星による宇宙利用拡大への期待が高まる中、小型で安価なデバイスの供給が求められています。

中部大学では、民生品を使って、切手サイズでアンテナと一体型の人工衛星用 GNSS 受信機「Fireant」を開発しました。

本受信機では、GPS のほか、GLONASS も受信して衛星の位置を計測します。

今後、国内外のキューブサットに標準的に搭載されることを目指しています。





深層学習を用いた画像認識技術と低コストのスタートラッカーで防災や気象、科学など幅広い分野での活用を目指す

東京工業大学 理学院 物理学系
谷津 陽一　助教

インタビューを読む

超小型衛星のスタンダード機器を目指して超小型・省電力 GPS 受信機の宇宙実証

中部大学 工学部 宇宙航空理工学科
海老沼 拓史　准教授

インタビューを読む

部品・コンポーネント

太陽電池パドルの大幅な小型軽量化で宇宙産業の活性化を狙う
軽量太陽電池パドル機構 TMSAP

JAXA

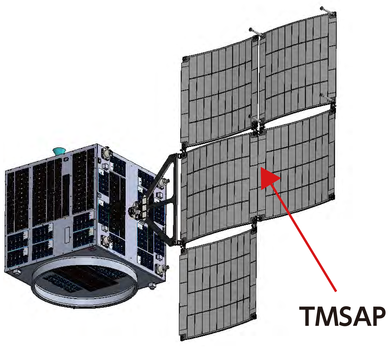
多くの衛星は、太陽電池により発電した電気を使って動いています。

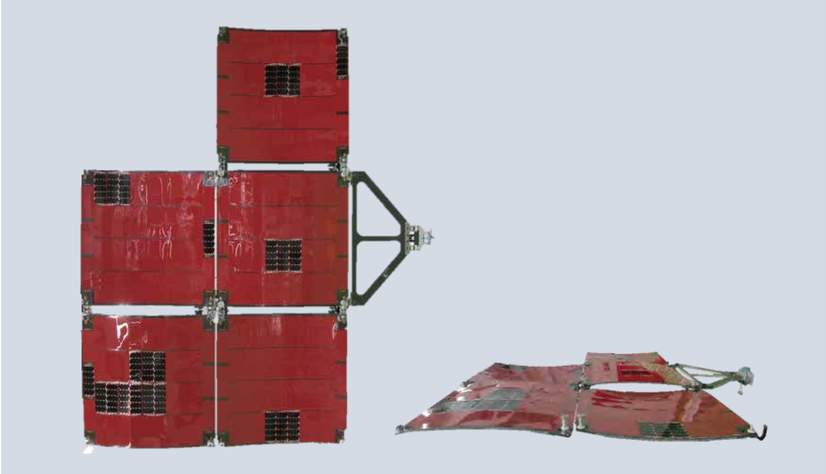
衛星の大電力化に伴い、太陽電池パネルの軽量化と高出力化が求められています。これに応えるために、JAXAでは薄くて軽い薄膜太陽電池を開発しました。

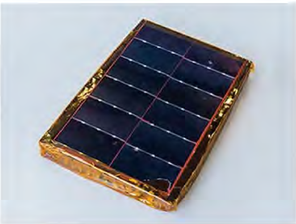
RAPIS-1では、この薄膜太陽電池を用いた、軽量太陽電池パドル機構（TMSAP)の実証を行います。

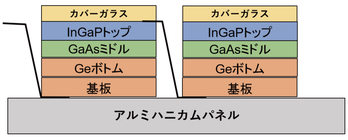
このパドルは、太陽電池シートを障子紙のようにフレームパネルに貼り付けてあります。薄膜太陽電池に加え、展開機構もすべて新規開発し、従来のハニカムリッジドパネルに比べて1/3の軽量化、1/２の収納率を実現しました。

将来的には、大電力を利用する人工衛星に活用されることを期待しています。

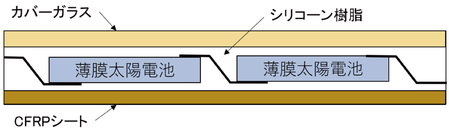




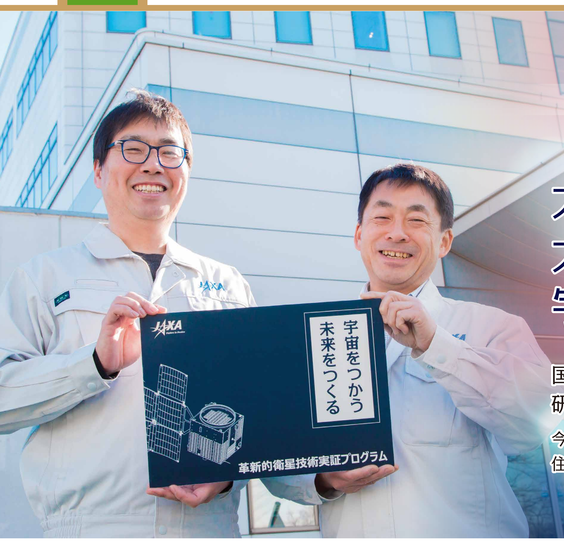




＜従来の太陽電池パネル＞



＜今回実証する薄膜太陽電池パネル＞



インタビューを読む➡

太陽電池パドルの大幅な小型軽量化で宇宙産業の活性化を狙う

国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構
研究開発部門第一研究ユニット
今泉 充　　研究領域主幹
住田 泰史　主任研究開発員

超小型衛星

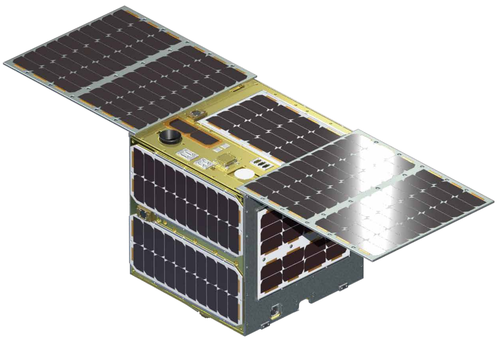
「宇宙開発ビギナー」の宇宙業界参入のモデルケースにしたい
MicroDragon

慶應義塾大学

日本とベトナムが協力して、50kg級の超小型衛星を作り、利用に繋げるという実証プロジェクト「MicroDragon(マイクロドラゴン）」

バス系は内閣府最先端研究開発支援プログラム「ほどよしプロジェクト」で開発された「ほどよしバス」を採用。

海洋の色情報から海中に含まれる物質や粒子の量を測定し、漁業・養殖業への貢献を目指す「海色リモートセンシング」と、遠隔地の環境情報の取得・利用を可能にする「ストア＆フォワード」をミッションとして搭載します。



衛星質量	50.5kg
衛星サイズ	50cm×50cm×50cm

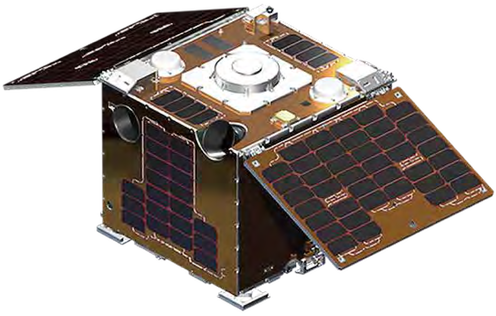
超小型衛星

高分解能スペクトル観測技術を確立し、農林水産業のスマート化に貢献する
超小型理学観測衛星 RISESAT

東北大学

東北大学と北海道大学の共同プロジェクトである「RISESAT(ライズサット）」

衛星の高精度姿勢制御技術と、それに基づく高分解能マルチスペクトル観測技術の実証を行います。



マルチスペクトル観測技術では約5mの空間分解能で地球表面を観測することができ田んぼや畑の様子が細かく識別できます。その他に、地表の植生や海洋のプランクトン分布などを観測することによって、林業や漁業での活用も可能です。

また、秒速約8kmで通過する人工衛星から観測地点をさまざまな色で撮影しようとすると、一定時間、目標対象物に向けて搭載カメラを指向し続けるために、非常に高精度な衛星の姿勢制御技術が必要です。今回はその技術もあわせて実証します。

衛星質量	59.3kg
衛星サイズ	50cm×50cm×50cm

「宇宙開発ビギナー」の宇宙業界参入のモデルケースにしたい

慶應義塾大学 大学院
システムデザイン・マネジメント研究科
平松 崇　特任講師

インタビューを読む

高分解能スペクトル観測技術を確立し、農林水産業のスマート化に貢献する

東北大学 大学院
工学研究科 航空宇宙工学専攻
桒原 聡文　准教授

インタビューを読む

超小型衛星

世界初、人工流れ星の実証実験
新たな宇宙利用ビジネスの創出へ
人工流れ星実証衛星 ALE-1

株式会社 ALE

世界初となる人工衛星を用いた人工流れ星の実証実験を行う「ALE-1(エールワン)」

新しい宇宙利用であるエンターテイメント分野で人工流れ星がビジネス化できるかどうかを検証します。そのための技術的な実証として、流れ星の素である流れ星の粒を高い精度で安全に放出できること、そして地上から流れ星が確認できることを目標としています。

衛星質量	68.0kg
衛星サイズ	60cm×60cm×80cm

キューブサット

宇宙大型構造物構築の時代を見据え
多機能薄膜の展開技術を宇宙で実証
多機能展開膜実証 3U キューブサット OrigamiSat-1

東京工業大学

3U サイズのキューブサットで高機能展開膜構造物の宇宙実証を行う OrigamiSat-1(オリガミサットワン)」

10×10×34cm の超小型衛星「OrigamiSat-1」には折り紙技術で小さく折りたたんで収めた 1m×1m の薄膜の構造物が入っています。

衛星質量	4.1kg
衛星サイズ	10cm×10cm×34cm

薄膜上には太陽電池やアンテナを載せており、そのようなデバイスが載ったままでもきれいにたたまれ、軌道上で開くかを実証します。

また、「OrigamiSat-1」にはカメラを計 5 台搭載し、この膜の宇宙での挙動や形状を計測するほか、アマチュア無線帯での高速通信ミッションも行います。

本衛星による実証は、今後、宇宙空間での太陽発電システムや有人活動拠点の建設など巨大構造物が必要となる時代を見据えたものです。

世界初、人工流れ星の実証実験
新たな宇宙利用ビジネスの創出へ

株式会社 ALE
岡島 礼奈　代表取締役
蒲池 康　チーフエンジニア

インタビューを読む

宇宙大型構造物構築の時代を見据え
多機能薄膜の展開技術を宇宙で実証

東京工業大学 工学院 機械系
坂本 啓　准教授
中西 洋喜　准教授

インタビューを読む

キューブサット

キューブサットへのスラスタ搭載と高感度カメラへの挑戦
月探査技術実証衛星 Aoba VELOX-IV

九州工業大

九州工業大学とシンガポールの南洋理工大学が共同開発した「Aoba VELOX-IV（アオバ ヴェロックス フォー）」

キューブサットに搭載可能な軽量でコンパクトなスラスタ（衛星の姿勢制御や軌道制御に使われる小型の推進器）と、暗いところでも撮影できる高感度カメラの実証を目的としています。

今回実証するパルス・プラズマ・スラスタと、高感度カメラの 2 つの技術は、キューブサットの商業利用を拡げるとともに、月や火星の観測・探査を行う際に必要となる技術です。キューブサットの新しい利用を開拓することが期待されます。

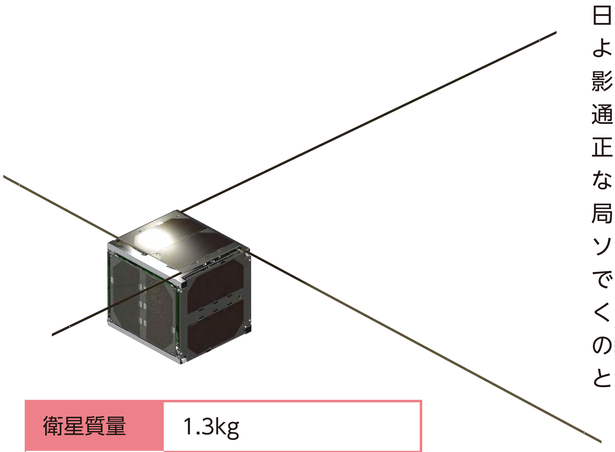
衛星質量	2.6kg
衛星サイズ	10cm×10cm×22cm

アマチュア無線通信機の実証を成功させ、国内外へのビジネス展開につなげる
アマチュア通信技術実証衛星 NEXUS

日本大学

キューブサット

1Uサイズの「NEXUS（ネクサス）」は、日本アマチュア衛星通信協会（JAMSAT）が開発する通信機を搭載し、アマチュア無線通信機の宇宙実証を行うことを目的としています。



日本では違法無線による妨害電波などの影響でアマチュア無線通信の地上局における正味の通信速度が低くなりがちですが、地上局のソフトや衛星搭載ソフトを工夫することでエラーを起こしにくくし、正味の通信速度の向上を図ることも目的としています。

衛星質量	1.3kg
衛星サイズ	10cm×10cm×11cm

キューブサットへのスラスタ搭載と高感度カメラへの挑戦

九州工業大学大学院 工学研究院
先端機能システム工学研究系
趙 孟佑　教授

インタビューを読む

アマチュア無線通信機の実証を成功させ、国内外へのビジネス展開につなげる

日本大学 理工学部 航空宇宙工学科
宮崎 康行　教授

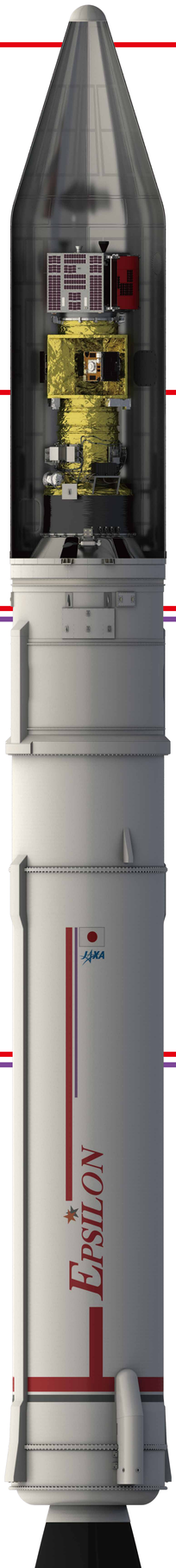
インタビューを読む

イプシロンロケットとは

EPSILON LAUNCH VEHICLE No.4

伝統を受け継ぎ、革新を続ける。

イプシロンロケットはこれまで「特別」だった宇宙の敷居を下げ、誰もが積極的に宇宙を使える時代の実現を目指した固体ロケットです。組立・点検などの運用を効率化し、コンパクトな打ち上げシステムを構築しました。衛星にとっての乗り心地を快適なものにすることで、搭載できる衛星の可能性を広げます。



進化し続けるイプシロンロケット

2013年の試験機打ち上げ以降、機体性能の最適化を図るために更なる改良開発に取り組みました。これを強化型開発と言います。各号機の主な取り組みをご紹介します。

2 号機（2016 年）

より重い衛星を積めるように

試験機ではフェアリングの中に覆われていた２段モータを大型化してフェアリングの外に出すことで燃料を約 1.4 倍多く搭載できるようになりました。従来より重い衛星を載せることができるようになりました。

より大きな衛星が搭載できるように

フェアリング内部に衛星と３段のみを格納することで、より大きな衛星が搭載できるようになりました。

3 号機（2017 年）

より精度の高い軌道投入ができるように

試験機に比べシンプルな液体推進系（PBS）を搭載することで、固体エンジンだけでは難しい精度の高い軌道投入を実現しました。これによりイプシロンとして初めて太陽同期準回帰軌道に衛星を投入することができました。今後打上げ需要の拡大が見込まれる地球観測分野での活躍も期待されます。

より衛星に優しい分離ができるように

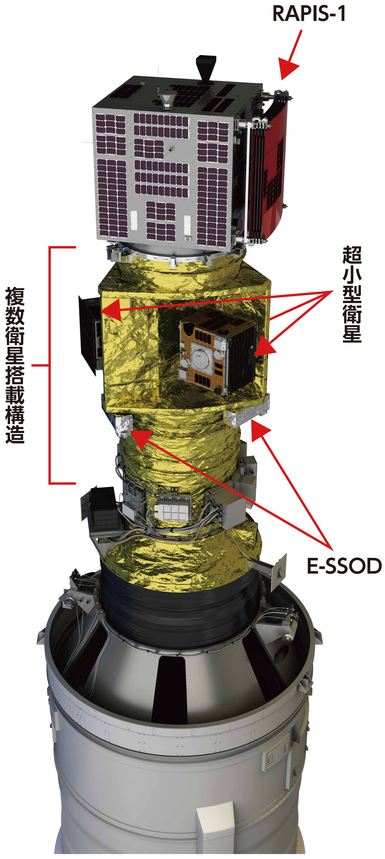
従来の火薬を使ったものから、新たにリンク機構を使った分離方式を採用することで、衛星が放出される際の衝撃を小さく抑えることができました。

「革新的衛星技術実証1号機」と「イプシロンロケット4号機」のことがよくわかる特設サイトはこちら➡

http://fanfun.jaxa.jp/countdown/kakushin-epsilon4/

イプシロンロケット４号機のみどころ

４号機では、ベンチャー企業や大学等が開発した「小型実証衛星１号機」(RAPIS-1）や超小型衛星等、７機の人工衛星を打ち上げるため、新たに複数衛星搭載構造（ESMS）やキューブサット放出装置（E-SSOD）を開発しました。これにより今後、需要の拡大が見込まれる超小型衛星にとっても快適な「乗り心地」を実現、複数の衛星を 1 機のイプシロンロケットで打ち上げられるようになりました。それぞれの開発品をご紹介します。



複数衛星搭載構造（ESMS）

複数衛星搭載構造には MicroDragon、RISESAT、ALE-1 の 3 つの超小型衛星を 120 度ずつ配置し搭載します。下部には 2 つのキューブサット放出機構が取り付けられます。衛星放出の際は、ロケットの軌道と姿勢変え、放出後の衛星にぶつからないように順番に超小型衛星を分離します。

キューブサット放出装置（E-SSOD）

国際宇宙ステーションで利用実績のある放出機構「J-SSOD」をもとに、1Uタイプキューブサットを最大3機搭載可能な機構として開発し、複数衛星搭載構造の下部に２式搭載します。1式には1Uの「NEXUS」と2Uの「Aoba VELOX-IV」を、もう1式には3Uの「OrigamiSat-1」を格納します。ロケットからの信号により衛星ロックドアを解放しキューブサットを放出します。

キューブサット放出装置（E-SSOD）

複数衛星搭載構造（ESMS）

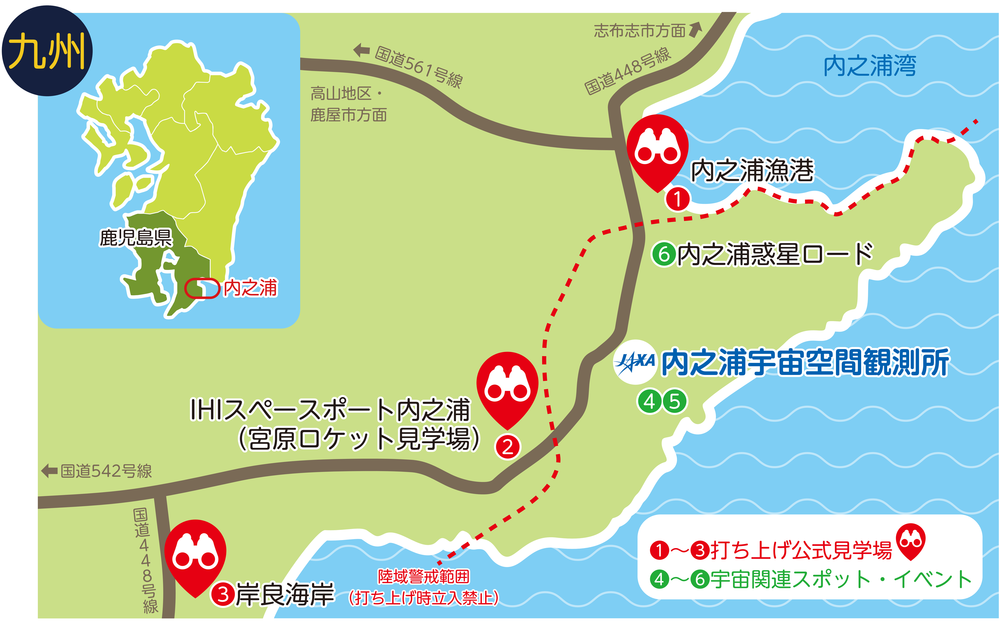
ロケットの情報を掲載！

ロケットナビゲーター

http://www.rocket.jaxa.jp/

革新１号＆イプシロン４号機の打ち上げを見に行こう！

革新的衛星技術実証1号機を載せたイプシロン4号機は鹿児島県大隅半島の肝付町に位置する「内之浦宇宙空間観測所」から打ち上げられます。地元の肝付町では、見学場所を3つ用意していますが、事前抽選制や混雑緩和のため自家用車の乗り入れが禁止されている見学場もあります。



1 内之浦漁港

射点から直線距離で約3.1km離れており、山の向こうから上昇するロケットを見ることができます。

2 IHIスペースポート内之浦（宮原ロケット見学場）

射点から約2.8kmに位置しており射点が視認できるためリフトオフの瞬間を見ることができます（事前抽選制）。

3 岸良海岸

射点から約8km離れておりリフトオフの瞬間は見えませんが、穴場的な見学場です。

4 宇宙科学資料館

イプシロンロケットに連なる歴史を物語る“実物”が多く展示されています。打ち上げ当日は閉館の可能性があるため事前にウェブで確認してください。

5 糸川博士の像

「日本の宇宙開発の父」糸川英夫像は、生誕100周年となる2012年に建立されました。目線の先には太平洋、腕時計は「おおすみ」の打ち上げ時刻を指しています。

6 内之浦惑星ロード

市街地から内之浦宇宙空間観測所に向かう国道448号線に架かる5橋には惑星の名前が付けられ、過去打ち上げた衛星がモチーフとして付けられています。