

産業基盤の振興について

-軌道上実証機会の拡大-

平成29(2017)年11月1日

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
新事業促進部 部長 松浦直人



1. 政策文書における位置付け



■ 宇宙基本計画（工程表（平成28年度改訂版））

費用低減活動の支援及び軌道上実証機会の提供等（工程表31）

- ✓ H-IIA ロケットの相乗りやISS「きぼう」モジュールからの衛星放出など、様々な宇宙実証ツールの充実、複数の実証ツールの一体運用（ワンストップサービス化）等の戦略的な運用を平成29年度中に開始し、平成30年度にその充実を図る。
- ✓ 新しい技術の実証を行う革新的衛星技術実証プログラムを推進し、平成30年度に革新的衛星技術実証1号機の打上げを行う。また、革新的衛星技術実証プログラムにおいて、イプシロンロケットでの相乗り機能の活用等による小型衛星の打上げ機会の拡大を検討する。

■ 宇宙産業ビジョン2030

新規参入者への支援（軌道上実証機会の充実、射場）（4.2.3項）

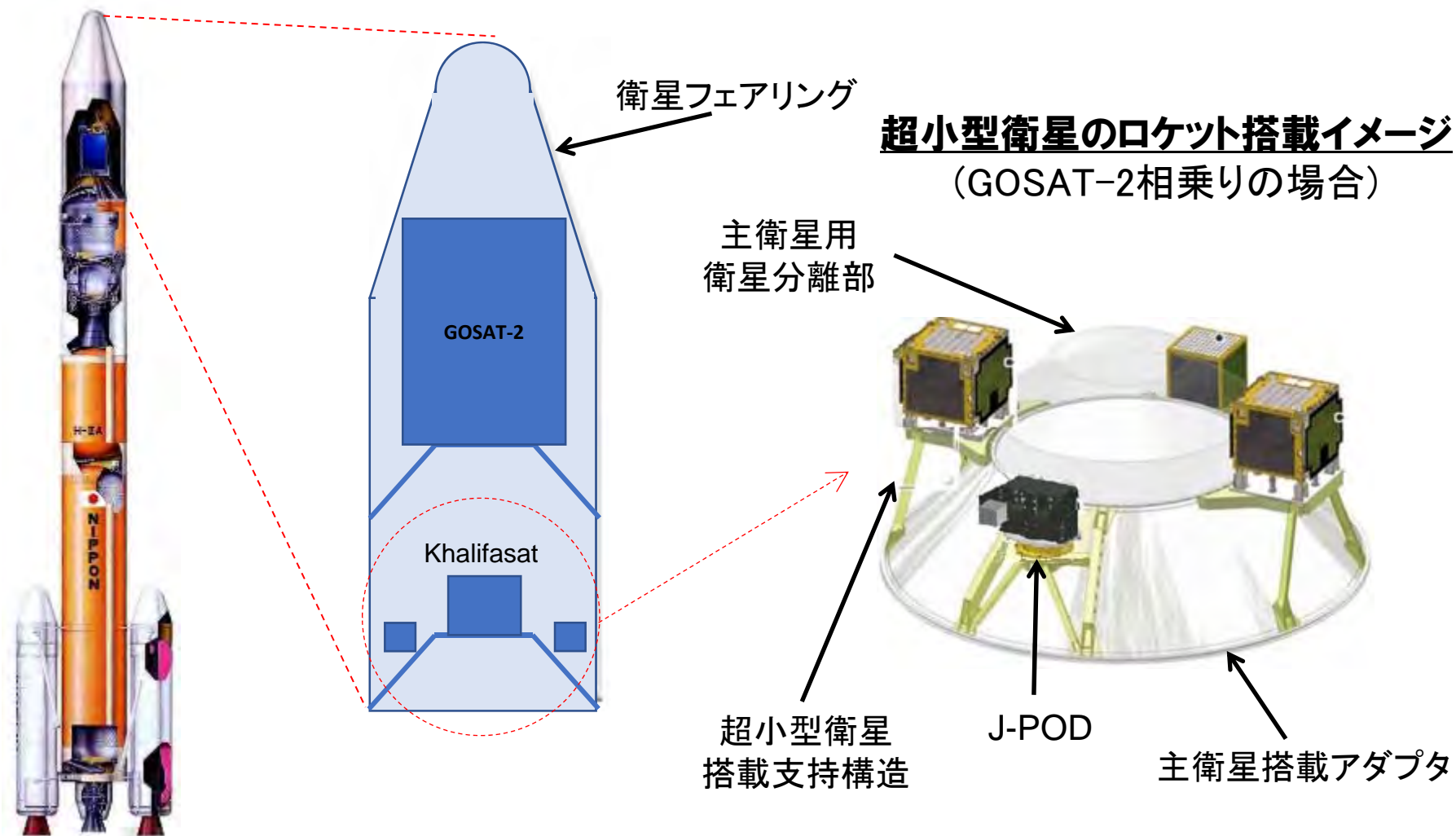
＜軌道上実証機会の充実＞

宇宙機器産業分野への新規参入を促すためには、実用化・商業化に求められる宇宙空間での実績づくりの確保が重要である。このため、新規参入者や既存の事業者への軌道上実証機会を充実させるべく、H-IIAロケットの相乗りやISS「きぼう」モジュールからの小型衛星放出、ISS等での曝露実験など、JAXAの様々な宇宙実証ツールの充実、複数の実証ツールの一体運用（ワンストップサービス化）を図るとともに、対象となる衛星・部品等の迅速な事業化、実用化が図られるよう、戦略的な運用を行う。



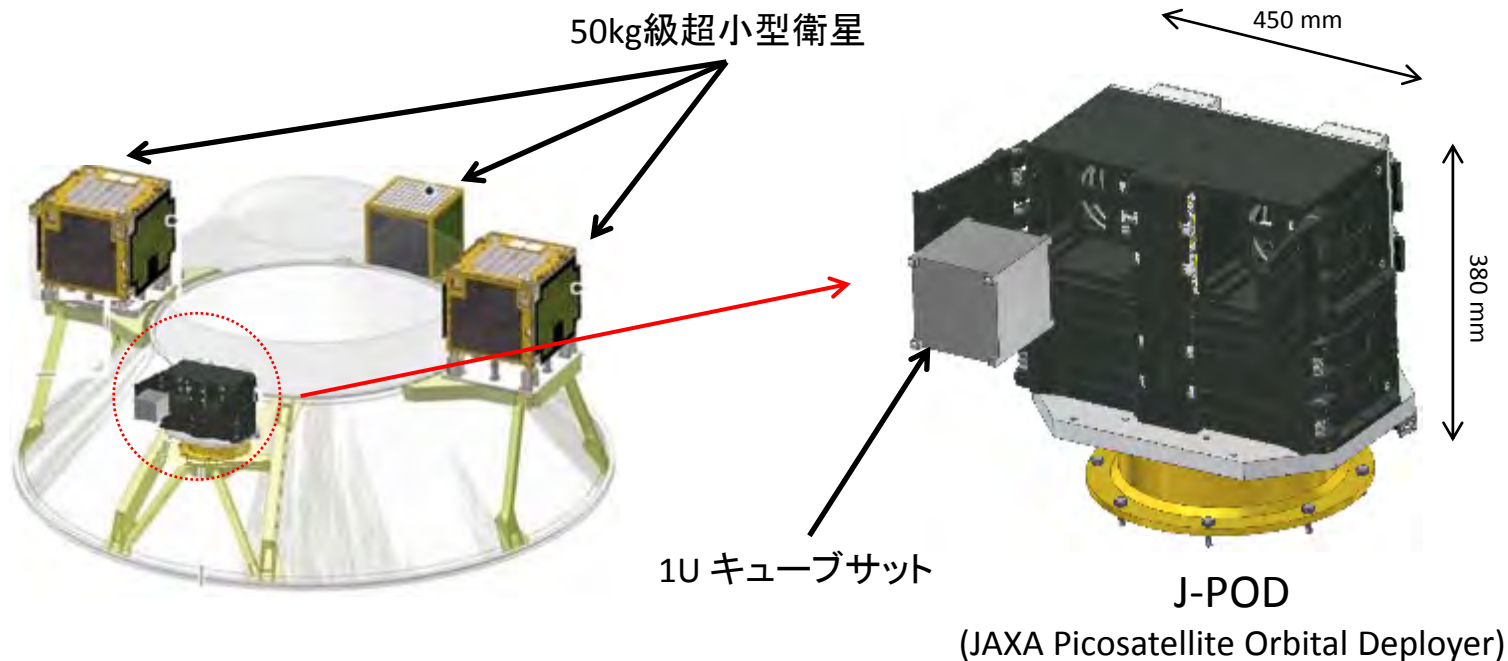
2. H-IIAロケットにおける超小型衛星相乗り公募の概要

- H-IIAロケットでJAXAの衛星（主衛星）を打ち上げる際、ロケットに余剰能力がある場合に限り、そのロケットに小型の人工衛星を相乗りさせることができる。
- JAXAでは、平成18年から相乗りによる衛星放出機会を公募により提供。（平成26年からは有償によりビジネス利用にも機会を提供）



H-IIAロケットにおける超小型衛星相乗り公募の概要

- J-PODは、4機の1Uキューブサットを放出することが可能。50kg級衛星の代わりに超小型衛星搭載支持構造に取り付けられる。



- GOSAT-2(平成30年度打上げ予定)への相乗りに向け、資材調達、インタフェース調整を実施中。
- 平成32年度打上げ予定のALOS-3への相乗り可能性について調査中。
- H3ロケットへの相乗り形態について検討するとともに、相乗り事業の民間への移管についても準備中。

(参考)H-IIAロケットにおける超小型衛星の打上げ実績



平成18年5月

H-IIAロケットに相乗りする公募超小型衛星の募集を開始。

平成21年1月23日

H-IIAロケット15号機により温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)との相乗りで、公募超小型衛星6機とJAXAによる超小型衛星1機を地球周回軌道に打上げ。H-IIAロケットの公募超小型衛星としては初めての打上げ。

平成22年5月21日

H-IIAロケット17号機により金星探査機「あかつき」(PLANET-C)との相乗りで、公募超小型衛星4機を打上げ。地球周回軌道に3機、金星パーキング軌道に1機をそれぞれ軌道投入。

平成24年5月18日

H-IIAロケット21号機により水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W)と韓国多目的実用衛星3号機(KOMPSAT-3)との相乗りで、公募超小型衛星1機とJAXAによる超小型衛星1機を打上げ。

平成26年2月28日

H-IIAロケット23号機により全球降水観測(GPM)計画の主衛星との相乗りで、公募超小型衛星7機を打上げ。

平成26年5月24日

H-IIAロケット24号機により陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)との相乗りで、公募超小型衛星4機を打上げ。

平成26年12月3日

H-IIAロケット26号機により小惑星探査機「はやぶさ2」(HAYABUSA2)に相乗りする公募副ペイロード3機を打上げ。

平成28年2月17日

H-IIAロケット30号機によりX線天文衛星「ひとみ」(ASTRO-H)に相乗りする公募超小型衛星3機を打上げ。

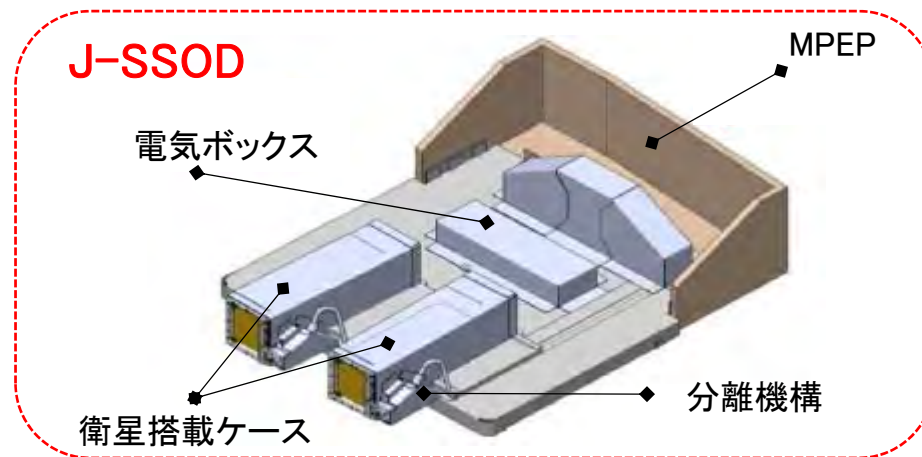


※H-IIBロケットについては、これまで相乗りを実施した実績は無い。

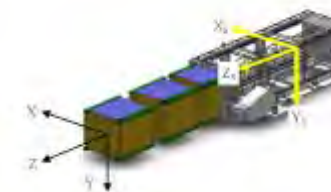
3. 「きぼう」からの超小型衛星放出

軌道高度約400kmにて地球を周回する国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟から、超小型衛星を軌道へ放出可能な「小型衛星放出機構（J-SSOD）」を開発・運用している。

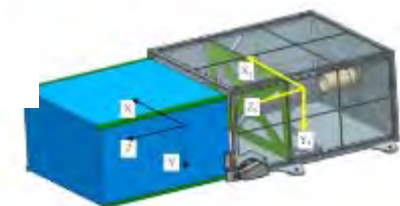
- ◆ 小型衛星放出機構（J-SSOD : JEM Small Satellite Orbital Deployer）
きぼう船内にて親アーム先端取付型プラットフォーム（MPEP）上に、衛星搭載ケース分離機構、電気ボックス等を配置、その後ロボットアームによりMPEPを把持し、地上もしくは宇宙飛行士によるコマンド操作にて小型衛星放出を実施。



Cubesat搭載ケース



50kg級衛星搭載ケース



| 項目 | 諸元 |
|---------|-------------------------------|
| 搭載可能サイズ | 1U、2U、3U (*1) または50kg級衛星 (*2) |
| 軌道高度 | 380~420km程度の円軌道 |
| 軌道傾斜角 | 51.6° |
| 弾道係数 | 100kg/m ² 以下 |
| 投入方向 | ISS軌道面内、鉛直下向きから後方45度方向 |
| 投入速度 | 1.1 - 1.7 m/sec |
| 軌道周回寿命 | 100日~250日程度 |

➡ 9月末時点で198機を「きぼう」から放出。(うち、J-SSOD利用は25機)

*1) CubeSat規格衛星: 縦10cm × 横10cm
(1U: 高さ10cm, 2U: 高さ20cm, 3U: 高さ30cm)
*2) 55cm × 35cm × 55cm

「きぼう」からの超小型衛星放出

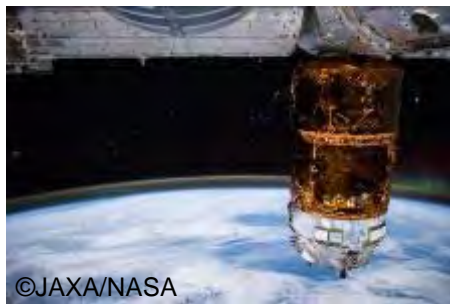
「きぼう」日本実験棟からの超小型衛星の放出機会は、H-IIA等のロケットで打上げられる衛星に比べて、以下の利点がある。

(1) 打上げ時の機械環境条件緩和

衛星搭載ケースは、ISS向けの船内貨物としてCTB (Cargo Transfer Bag) と呼ばれる、衝剤を詰めたバッグに入れて打上げられるため、ロケット打上げ時のランダム振動や準静的加速度等の機械環境条件が緩和されている。

(2) 多数の打上げ機会を高頻度に確保

衛星搭載ケースのISSへの輸送は、JAXAが開発した「こうのとり」だけでなく、各国が開発しているISS向け輸送手段を用いることができるため、打上げ機会を多く確保することが可能である。



©JAXA/NASA

(a) HTV (JAXA)



(b) Dragon (Space-X)



©JAXA/NASA

(c) Cygnus (Orbital-ATK)

「きぼう」からの超小型衛星放出【最新状況】 アジアを含む世界に向けた取り組み



【搭載衛星】 BIRDS-1

【プロジェクト名】 Joint Global Multi Nation Birds

プロジェクト取り纏め：九州工業大学

参加国：日本、ガーナ、モンゴル、バングラデシュ、ナイジェリア、タイ、台湾の7ヶ国/地域

概要：2年間で、九州工業大学に留学している各国の学生（日本、ガーナ、モンゴル、バングラデシュ、ナイジェリア）が超小型衛星を設計・製作し、衛星開発から運用までを一連の技術を習熟。

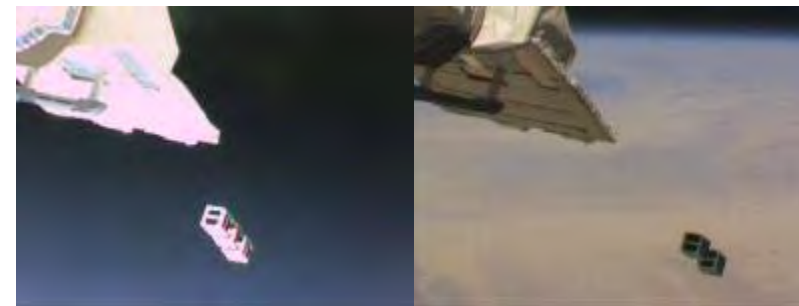
✓ 各国が各々1基、計5機の1UサイズCubeSatを開発。

※**ガーナ、モンゴル、バングラデシュは自国初の衛星**

✓ 衛星の運用には、タイ、台湾も参加し、7つの国と地域からなる国際地上局ネットワークを形成。

打上げ：平成29年6月4日（日本時間）米国SpaceX社Dragon補給船：Spx-11にてISSへ輸送
放出：**平成29年7月7日**（日本時間）小型衛星放出機構（J-SSOD）により放出

有償制度を利用



2017年7月7日、筑波宇宙センターでは、BIRDSプロジェクトに関わる九州工業大学、アジア・アフリカ諸国の関係者が、5基の超小型衛星の放出を見守りました。



■ 放出性能・機能の増強 ～量的・質的改善～

- 超小型衛星放出の需要の高まりを受け、今後、一度に放出可能な衛星数の能力を向上させていく予定。
(現在の12U放出を、48Uまで順次増強)



放出能力向上 (イメージ図)

■ 利用顧客の開拓～多様性向上～

有償制度を中心に、以下の取り組みで利用顧客拡大を図る。

- 国内の大学や企業との戦略的なパートナーシップによる国内外需要の積極的な取り込み。(九州工業大学、北海道大学/東北大学と締結済)
- 民間企業等と共同で、利用促進。(事業化)
- 国連宇宙部との連携や国レベルでの国際協力を実施。

■ 我が国の研究開発基盤 (プラットフォーム) としての定着化

- 「きぼう」からの放出を超小型衛星の打上げ手段のスタンダードに。

4. 革新的衛星技術実証プログラム

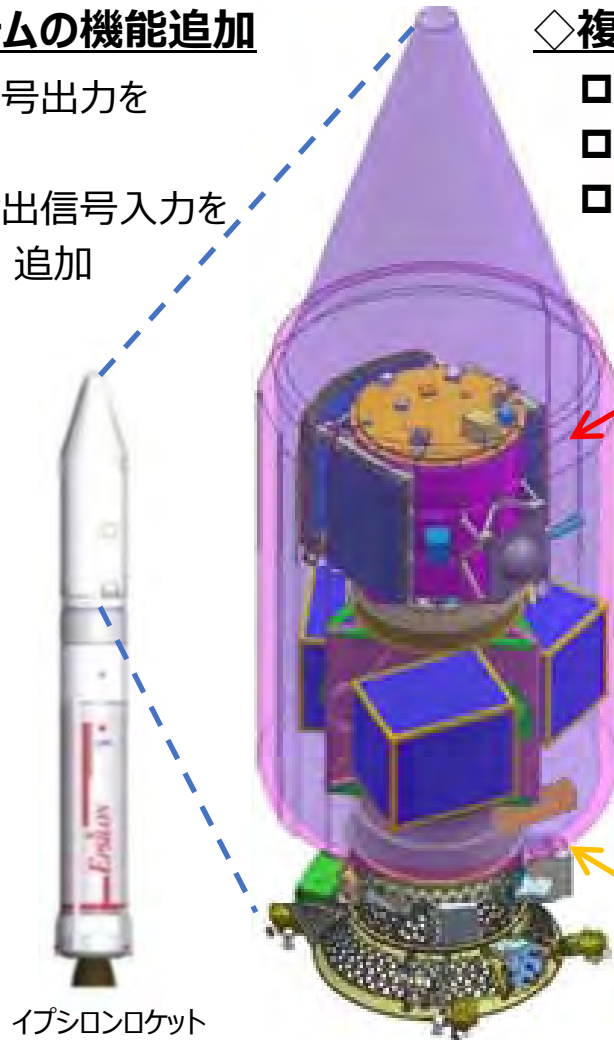
革新的衛星技術実証プログラムにより、選定された複数衛星の搭載を可能とする搭載構造を実現。

◆アビオニクスシステムの機能追加

- ペイロード分離信号出力を5ch追加
- ペイロード分離検出信号入力を5ch×2（冗長）追加

◆複数衛星搭載構造の新規開発

- 200kg以下の小型衛星 × 1
- 60kg以下の超小型衛星 × 3
- 最大3U（10×30cm）サイズのキューブサット × 2



◆小型実証衛星（200kg以下）

- 機器・部品を実証する小型の人工衛星
- JAXAが（株）アクセルスペースに発注して開発
- 公募により部品・コンポを選定し、小型実証衛星に搭載

◆超小型衛星（60kg以下）

- 小型実証衛星の下部に超小型衛星を搭載

◆キューブサット（最大3Uサイズ）

- キューブサット放出機構により放出

革新的衛星技術実証1号機に搭載する実証テーマ



JAXAは、革新的衛星技術実証1号機に搭載する実証テーマ（計13件）を選定。

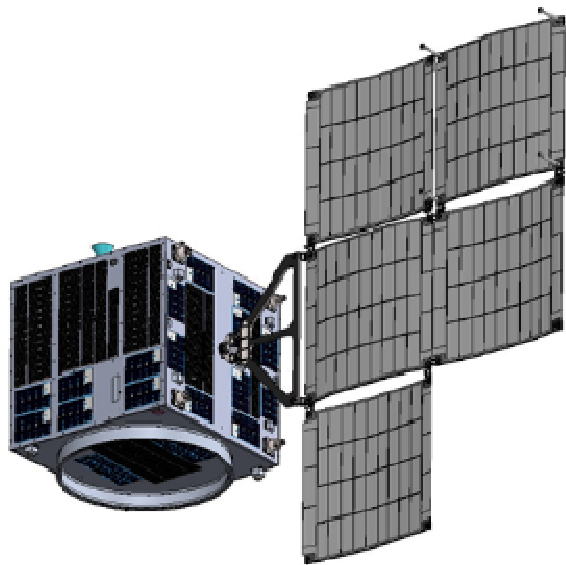
| 区分 | テーマ名称 | 機関名 |
|--------------------------------|---|--|
| <p>JAXA が 開発する小型実証衛星1号機に搭載</p> | 部品 | 革新的FPGA（Field-Programmable Gate Array）の耐宇宙環境性能軌道上評価 日本電気（株） |
| | コンポーネント | X帯2-3Gbpsダウンリンク通信の軌道上実証 慶應義塾大学 |
| | | グリーンプロペラント推進系（GPRCS）の軌道上実証 （一財）宇宙システム開発利用推進機構 |
| | | 粒子エネルギースペクトロメータ（SPM）の軌道上実証 |
| | | 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 |
| | | 軽量太陽電池パドル機構 JAXA |
| | | 超小型・省電力GNSS（Global Navigation Satellite System）受信機の軌道上実証 中部大学 |
| <p>提案者が50～60kg級の衛星を開発</p> | 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 慶應義塾大学 |
| | 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 東北大学 | |
| | 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 （株）ALE | |
| <p>提案者が3～4kg級の衛星を開発</p> | 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 東京工業大学 |
| | ルナ-ホライゾン-撮影を目指した、パルスプラズマスラストによる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 九州工業大学 | |
| | 次世代アマチュア衛星通信技術の実証 日本大学 | |

※キューブサット：縦10cm×横10cm、1U：高さ10cm、2U：高さ20cm、3U：高さ30cm、数キログラム程度の超小型人工衛星。

革新的衛星技術実証プログラム 小型実証衛星1号機の概要



- 衛星技術刷新や産業振興・イノベーションに繋がる宇宙実証を目的とする。
 - ① 衛星搭載機器の価格競争力・性能・機能などの格段な向上
 - ② 衛星の利用拡大およびイノベーション創出
 - ③ 新たなビジネス構想・市場創造
- JAXAがベンチャー企業を衛星製造及び運用の業者として選定した初の事例。



- 設計・製造・運用 : 株式会社アクセルスペース
- 重量 : 200kg以下
- 寸法 : 1辺約100cmの立方体 (突起物、展開物除く)
- 電力 : 200W以下
- 軌道 : 太陽同期軌道 (高度約500km)
- 姿勢制御方式 : 地球指向三軸姿勢制御方式
- 通信 : テレメトリ・コマンド UHF (Ultra High Frequency)
ミッション伝送系 Xバンド
- 打上げ : 平成30年度 (予定)
- ロケット : イプシロンロケット
- ミッション : 選定された部品 (1件)、コンポーネント (6件)
- 打上げ形態 : 小型実証衛星1号機 + 超小型衛星3機
+ キューブサット3機

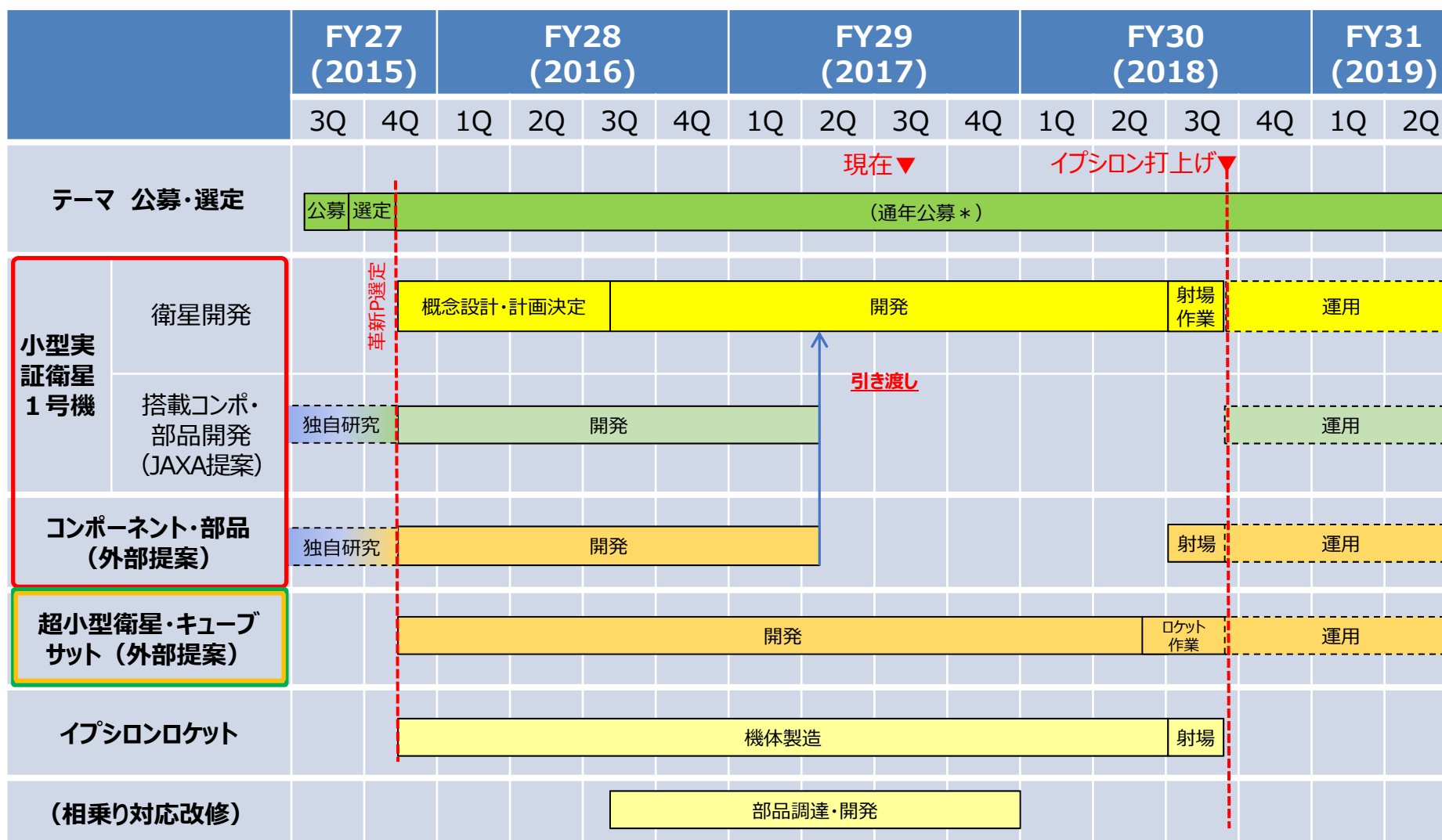
※現状の設計検討による



開発スケジュール



革新的衛星技術実証1号機は平成30年度に打上げ（予定）



* 2号機以降の通年公募に対して既に複数の開発機関から応募が来ている (29年9月末時点) 13

5. まとめ



■ ISS・「きぼう」からの超小型衛星放出

- ✓ 平成24年10月の運用開始から本年9月末までに198機を放出(うちJ-SSODから25機)。
- ✓ 一度に放出可能な衛星数の能力を向上させる(現在の12U放出を、48Uまで順次増強)。
- ✓ 有償制度を中心に、以下の取り組みで利用顧客拡大を図る。
 - 国内の大学や企業との戦略的なパートナーシップによる国内外需要の積極的な取り込み。
 - 民間企業等と共同で、利用促進(事業化)を図る。

■ H-IIAロケットにおける超小型衛星相乗り機会の提供

- ✓ 平成18年の公募開始からこれまで7回の相乗り機会により28機の超小型衛星を打上げ。
- ✓ GOSAT-2(平成30年度打上げ予定)への相乗りに向け、資材調達、インタフェース調整を実施中。
- ✓ 平成32年度打上げ予定のALOS-3への相乗り可能性について現在調査中。
- ✓ H3ロケットへの相乗り形態について検討するとともに、相乗り事業の民間への移管についても準備中。

■ 革新的衛星技術実証プログラム(イプシロンロケットによる打上げ)

- ✓ 1号機の平成30年度打上げに向け、開発中。
- ✓ 2号機以降の通年公募に対して複数の機関から応募申込あり。
- ✓ 複数衛星の搭載等、打上げ機会の拡大について本プログラムの中で検討中。

