

担当省庁説明資料

衛星用の通信フルデジタル化技術開発	【文科省】
衛星データ等を活用したAI分析技術開発	【国交省(海上保安庁)】
小型衛星コンステレーション関連要素技術開発	【経産省】
宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術開発	【経産省】
ひまわりの高機能化技術開発	【国交省(気象庁)・総務省】

令和3年12月1日
第9回衛星開発・実証小委員会

プロジェクト番号：R2-01

衛星用の通信フルデジタル化技術開発

令和2年度配分額：文部科学省 30億円

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間3年程度)

背景・必要性

- 近年、欧米の企業により、通信周波数や通信領域を上げ後にフレキシブルに変更でき、従来よりも大幅に高速・大容量通信が可能なフルデジタル通信ペイロードを搭載した通信衛星の開発が急速に進展。
- これらの技術は、通信衛星に留まらない汎用技術として様々な衛星への適用が可能であり、これまで困難であった打ち上げ後の柔軟な機能変更等を可能とするほか、デジタル化に伴う小型・軽量化等を実現する上でも重要な技術。
- このため、我が国が通信衛星に限らず国際競争力を確保していく上で、海外衛星に対して通信速度当たりの価格での競争力を獲得する大容量通信を可能とするフルデジタルペイロードの開発・実証を進めることが急務。文部科学省・総務省の連携により、技術試験衛星9号機(ETS-9)の開発・実証機会を活用した取組を進めることが必要。



技術試験衛星9号機

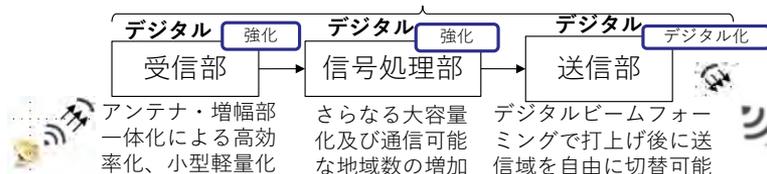
各省の役割

- 文部科学省：バス及びフルデジタル化技術開発(地上除く)
- 総務省：通信ミッション及びフルデジタル化技術開発(地上部分)

事業の内容

- 受信部、信号処理部、送信部の全てをデジタル化した大容量のフルデジタル通信ペイロードを開発する。
- 受信部は、構成する複数の機器(アンテナ・増幅器など)を一体化することで効率化、小型軽量化を図る。信号処理部は、大容量化・容量配分のフレキシブル化のため、高性能プロセッサや高速データ通信デバイス等を新規に採用した信号処理回路を開発する。送信部については、送信地域のフレキシブル化のため、増幅器を用いて複数のビームを形成するアンテナなどデジタル化のための新規開発を行う。

フルデジタルペイロード



- これらの技術を開発・実証することで、通信サービスのフレキシビリティを備え、通信速度当たりの価格での競争力を獲得する大容量通信が可能な次世代静止通信衛星を時期を逸することなく実現し、通信衛星市場における静止通信衛星の国際競争力の確保を目指すとともに、観測衛星等に幅広く適用可能なフルデジタルペイロードに関する基盤技術を獲得する。

留意点

- 迅速かつ効率的な技術獲得を実現するため、開発中のETS-9への追加搭載を前提としてプロジェクトを進めること。

衛星用の通信フルデジタル化技術開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間3年程度)

事業計画

我が国の通信衛星の国際競争力を確保するため、技術試験衛星9号機(ETS-9)において、フルデジタル通信ペイロードを開発することにより、通信フルデジタル化技術を実証する。

これにより、次世代静止通信衛星において、通信サービスのフレキシビリティを備え、200Gbpsの通信容量を有し、Gbps単価百万USドルを実現することについて時期を逸することなく実現し、通信衛星市場における静止通信衛星の世界シェア10%を目指す。

また、観測衛星等に将来幅広く適用可能なフルデジタル化技術に関する基盤技術を獲得する。

R2・R3：フルデジタル通信ペイロードの基本設計・詳細設計を実施する。

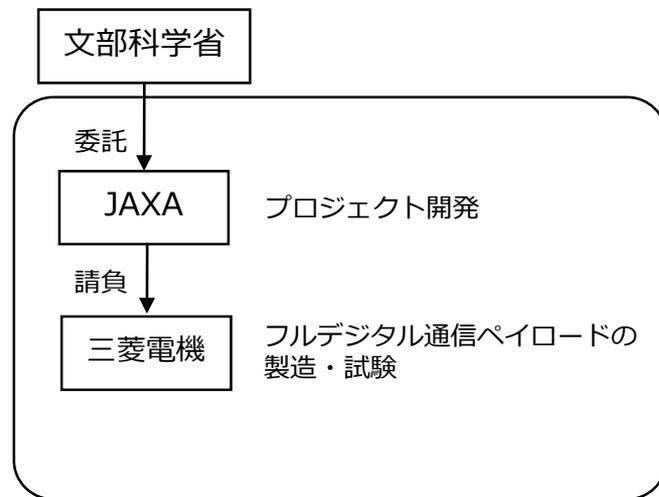
ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を開始する。
また、部品・材料の調達・組立を開始すると共に、製造・試験に着手する。

R4：R3に引き続き、部品・材料を調達すると共に、製造、試験を実施する。また、維持設計を実施する。

R5：R4に引き続き、試験・実証を実施すると共に、維持設計を実施する。



実施体制



留意事項への対応状況

○迅速かつ効率的な技術獲得を実現するため、開発中のETS-9への追加搭載を前提としてプロジェクトを進めること。

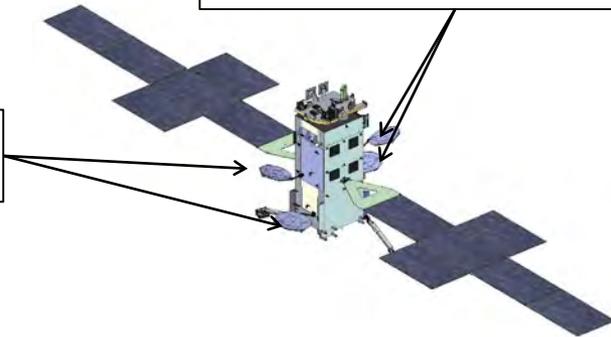
→ETS-9への追加搭載を前提として、JAXAにてプロジェクトの計画変更を実施し、フルデジタル通信ペイロードの開発を進めている。

当該年度の進捗状況

- ① フルデジタル通信ペイロード開発・実証
 - a. 令和3年度は、基本設計・詳細設計を完了させる計画
 - 基本設計は計画どおり完了。基本設計審査会を開催し、基本設計結果が妥当であることを確認済み。
 - 詳細設計は今年度末までに完了予定。完了後、詳細設計審査会を開催予定。
 - ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を今年度末までに完了させる予定
 - b. 令和3年度は、製造・試験を開始する計画
 - フルデジタル通信ペイロードの製造に必要な部品・材料の調達中
 - ※一部の部品の納品において新型コロナウイルスの影響を受けているが、製造に必要な時期を見計らって随時手配を開始
 - フルデジタル通信ペイロードの機器の製造・試験着手は、本年末(12月頃)を予定。

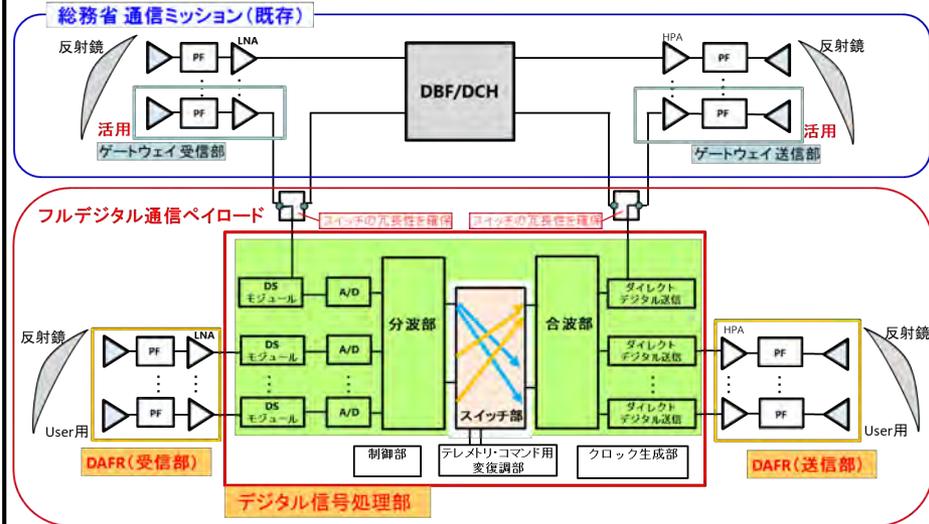
【既存】総務省 通信ミッション

フルデジタル通信
ペイロード



次年度の事業計画 (案)

- ① フルデジタル通信ペイロード開発・実証
 - 初年度の成果をふまえ、維持設計及びフルデジタル通信ペイロードの製造・試験を早期に実施し、打上げまでの作業を確実に実施する。
 - 製造・組立に必要な部品・材料を引き続き調達する。



フルデジタル通信ペイロード系統図

- ・DBF/DCH: デジタルビームフォーミング/デジタルチャネライザ
- ・DAFR: デフォーカス式アレー給電アンテナ
- ・PF: パス(帯域制限)フィルタ
- ・LNA: ローノイズアンプ(増幅器)
- ・HPA: ハイパワーアンプ(増幅器)
- ・DS: ダイレクトサンプリング
- ・A/D: アナログ/デジタル変換部

プロジェクト番号：R2-02

衛星データ等を活用したAI分析技術開発

令和2年度配分額：国土交通省（海上保安庁） 4.5億円

主担当庁：国土交通省
（海上保安庁）
連携省庁：海洋事務局
NSS
（事業期間4年程度）

背景・必要性

- 衛星リモートセンシングデータの利用拡大は宇宙産業の裾野を拡大し、経済成長とイノベーションを実現する上で重要な課題。宇宙基本計画においても、「衛星リモートセンシングデータの活用を加速するための実証事業を充実させ、社会実証につなげる」こととしている。
- 特に、海洋状況把握の分野は、我が国の安全保障の観点からも極めて重要であり、衛星データ利用の積極的な活用が求められ、これまでも各省における取組が進められてきた。
- 他方、近年の外国公船や海洋調査船の活動の活発化、密輸等の巧妙化、外国漁船による違法操業問題、北朝鮮制裁決議違反の船舶動静等の多種・多様な海上リスクが顕在している。このような中、従来以上に、リスクを早期に発見し、低減・縮小化を図っていくことが求められており、その方策として、AIを活用し、分析技術の一層の高度化を進めることが喫緊の課題。
- 安全保障・法執行関連の様々な省庁における共通的な課題であり、関係省庁が連携し、省庁横断的な基盤としての技術確立していくことが求められる。

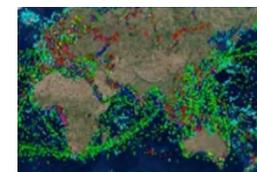
各省の役割

- 国土交通省（海上保安庁）：AI原理開発、省庁共有基盤システムの開発
- 内閣府（総合海洋政策推進事務局）
・国家安全保障局：利用省庁のニーズのとりまとめ、総合調整

事業の内容

- 衛星AIS、合成開口レーダ、電波監視衛星等を含めた国内外の最新衛星データや、その他、行政・民間の保有する情報をデータベースとして船舶の行動モデル（パターン）を作成し、これを分析するためのAIシステムを開発する。
- これにより、海上保安庁をはじめとする行政実務の効率的・効果的な遂行に資することで、我が国に対する不正行為の予見性を的確・迅速に示唆できるようにする。
- また、当該分析結果を関係省庁間で効率的に共有・利用するための基盤となるシステムを開発する。
- システム開発に当たっては、利用省庁のニーズを踏まえた設計を行うとともに、各省庁が実際に利用する中で得られた評価をフィードバックすることで、更なる改善を図り、効率的・効果的な開発を実現する。

衛星データのAI分析開発



留意点

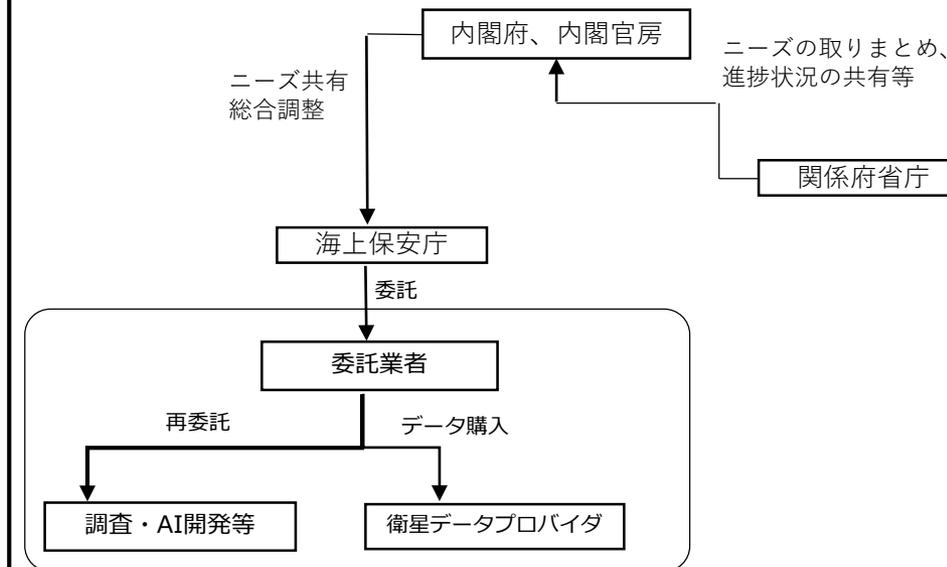
- 関係省庁共有基盤の開発にあっては、既存システム（海しる）を用いることで、効率的に進めること。

衛星データ等を活用したAI分析技術開発

事業計画

- ① 原理開発調査
 - ・利用を希望している省庁への概要説明及び要望調査
- ② プロトタイプAIシステム開発
 - ・上記調査にて把握した各省庁の業務ニーズに対応したプロトタイプを開発
 - ・開発の過程で、必要に応じ各省庁からの要望を再調査のうえプロトタイプに反映
- ③ 情報共有基盤構築
 - ・プロトタイプの試験運用を通じて、ユーザーとなる各省庁からニーズ充足度（使い勝手等）についてヒアリング実施
 - ・上記を踏まえ所要の修正
- ④ 評価・検証
 - ・試験運用を通じた所要の改修に取り組みつつ、中間評価を実施し更なる改善を継続
 - ・実用モデルの作成
- ⑤ 社会実装
 - ・令和7年度から実用モデルの展開を想定

実施体制



	R3	R4	R5	R6
①	原理開発調査			
②	プロトタイプAIシステム開発			
③		情報共有基盤構築		
④	評価・検証			

留意事項への対応状況

- 関係省庁共有基盤の開発にあつては、既存システム（海しる）を用いることで、効率的に進めること。
 - 効率性を高めるため、関係省庁共有基盤の開発にあつては、既存システム（海しる）を用いることで検討を進めており、プロトタイプの試行も海しるを活用予定

当該年度の進捗状況

① 原理開発調査

関係省庁二一ズ構築体制を構築

- 参加府省庁による第一回会合開催
- 年度内に第二回会合開催予定

関係省庁ヒアリング

- 8.27～9.17の間、参加府省庁からヒアリングを実施

② プロトタイプAIシステム開発

- R3.8.24 委託事業者と契約
- R3.11プロトタイプの試運用開始予定

次年度の事業計画（案）

① 情報共有基盤構築

初年度の成果を踏まえ、二一ズ充足度等に関するヒアリングに早期着手

参加府省庁からの意見聴取

- 初年度に試運用に参加した府省庁にヒアリングを実施

問題点の抽出

- ヒアリング結果及び技術調査の結果を踏まえ、問題点の抽出を実施

AIの再学習・ソリューションの改修

- 抽出された問題点解決のためのAIの再学習・ソリューションの改修を実施

② 評価・検証

- 再試運用
- ・次年度以降の評価・検証のため、再度の試運用を関係省庁に依頼

小型衛星コンステレーション関連要素技術開発

配分額：経済産業省 12.2億円

主担当庁：経産省
連携省庁：文科省
(事業期間3年程度)

背景・必要性

- 近年、大量の小型衛星を一体的に運用し、衛星データ量の増加と新たな付加価値の創造を目指す「小型衛星コンステレーション」を構築しようとする動きが活発化している。
- 民生や安全保障の様々な分野で、イノベーションを牽引することが期待されるとともに、宇宙産業のゲームチェンジにも繋がるものであり、宇宙基本計画においても、我が国の宇宙活動の自立性、競争力確保の観点から重要性が示されている。
- このため、部品・コンポーネント等の先端的な基盤技術を開発していくことが喫緊の課題であり、この際、中小・ベンチャーを含む産業界と、国やその研究機関が連携し、ニーズや出口を見据えた技術開発を、戦略的に取り組んでいくことが必要。

<衛星コンステレーション>



出典：NASA HP

各省の役割

- 経済産業省：全体プロジェクト管理、とりまとめ
- 文部科学省：JAXAの専門知識を含め、ニーズ等に係る要求・技術的助言

留意点

- 経済産業省の「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業(SERVISプロジェクト)」との連携等により、宇宙実証や実用化に向けた取り組みを確実に進めること。
- ユーザーとの連携の下で研究開発を進めるとともに、市場ニーズを踏まえたコスト低減、知財管理を含めた生産体制の構築、継続的な性能向上開発など、プロジェクト実施後の実装まで見据えた一体的な計画の下で遂行すること。

事業の内容

- 我が国の宇宙活動の自立性及び国際競争力確保の観点から、小型衛星に関連して戦略的に注力すべき重点技術として、以下の要素技術開発を行う。

①推進系技術の開発

100kg級程度の小型衛星コンステレーションの軌道制御に適した推力及び総推力を有し、多様な衛星に搭載が可能な、小型、軽量、安全、安価、モジュール型のスラスタの開発・実用化

②軌道・姿勢制御技術の開発

様々なセンサ等による高精度での軌道・姿勢制御が可能な6Uサイズ向けのADCS (Attitude Determination and Control Subsystem) 統合ユニットの開発・実用化

③電源系技術の開発

小型衛星を中心に、容量等の様々なニーズに迅速・柔軟に応えることができる、スケーラブル、軽量、安価なデジタル電源を開発・実用化

④高性能化に伴う設計課題に係るフィジビリティスタディ

数百kgクラスの高機能な小型衛星をコンステレーション化する上での課題・求められる機能等を抽出し、衛星設計への影響やその対応策等について研究

<スラスタ>



出典：宇宙システム開発利用推進機構 HP

<ADCSユニット>



出典：BlueCanyon社 HP

<電源(PCDU)>



出典：AAC Clyde Space HP

小型衛星コンステレーション関連要素技術開発 (推進系技術、軌道・姿勢制御技術、電源系技術、 衛星の高性能化に伴う設計課題に係るフェジビリティスタディ)

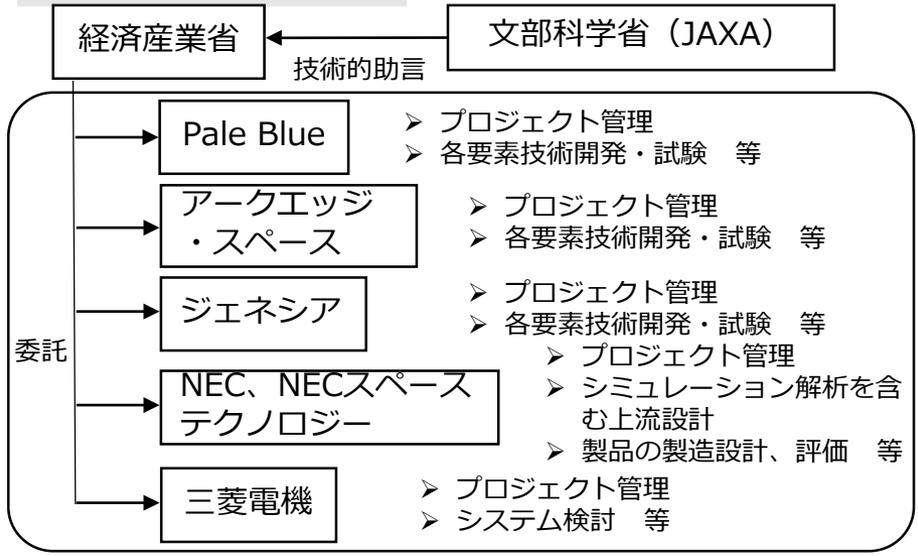
主担当庁：経済産業省
連携省庁：文部科学省
(事業期間3年程度)

事業計画

- ① 100kg級小型衛星コンステレーション用の高信頼性、電気推進の中でも高推力のレジストジェットスラスタの開発
- ② 多様なミッションへ対応可能な1U、3U、6U向けADCS統合ユニットの開発
- ③ 多機能化、高性能化、高信頼性化、低コスト化した量産可能なスタートラッカーの開発
- ④ MPPT(Maximum Power Point Tracking)方式の採用・デジタル化の導入により充放電の高効率化、小型・軽量化、スケーラビリティが確保された電源の開発
- ⑤ 安全保障向け、防災・海洋監視、通信のミッションを前提に、コンステレーション化する上での次世代小型周回バスの機能要求・個別技術要素課題の抽出

	R3	R4	R5
①	インフラ設備構築 各要素技術開発・試験		EM開発 FM開発 打上・実証
②	各コンポの要求性能の決定 3U・6U向け統合ユニットの開発・試験		EM開発・評価 FM開発・評価 打上・実証
③	アライメントキューブの開発、消費電力削減等 機能要素概念検討、画像出力機能、ジャイロ情報との連動、放射線耐性の向上、組み立て検査、出荷検査工程の自動化等		
④	基本設計・仕様制定・シミュレーション評価 試作モデル1の設計・製造・試験 試作モデル2の設計・製造・試験		
⑤	ミッション想定・要求の設定、コンステレーション化する上での要件・課題検討、次世代高性能小型周回バス開発課題検討、求められる機能の抽出等		

実施体制



※経済産業省では、プロジェクト管理を行い文部科学省 (JAXA) では、各要素技術開発への技術的な助言を行う。

留意事項への対応状況

- 経済産業省の「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業 (SERVISプロジェクト)」との連携等により、宇宙実証や実用化に向けた取り組みを確実に進めること。
⇒SERVISプロジェクトにおいて採択した事業者との連携によって宇宙実証機会の確保を検討中。
- ユーザーとの連携の下で研究開発を進めるとともに、市場ニーズを踏まえたコスト低減、知財管理を含めた生産体制の構築、継続的な性能向上開発など、プロジェクト実施後の実装まで見据えた一体的な計画の下で遂行すること。
⇒実用化に向け、ユーザーニーズを反映する形で開発を実施中。

小型衛星コンステレーション関連要素技術開発 (推進系技術、軌道・姿勢制御技術、電源系技術、 衛星の高性能化に伴う設計課題に係るフェージビリティスタディ)

当該年度の進捗状況

① 推進系技術

- レジストジェットの1次設計は完了し系統図や電氣的な仕様が確定。これをもとに、タンク・気化室・流路・ノズルの構造的な設計を実施中。回路基板の設計は完了しており、回路基板のパターン・製造・部品実装の工程は社外に再委託し実施予定。また、電気部品については、性能評価試験を行う。

② 軌道・姿勢制御技術（うちADCS統合ユニット）

- 超小型リアクションホイール、小型リアクションホイール、高精度ジャイロセンサ、磁気トルカ、搭載制御基板のEM開発に向けて、要求仕様を決定。各再委託先企業と連携し、EM開発に着手。併せて、搭載ソフトウェア・シミュレータの開発を実施中。

③ 軌道・姿勢制御技術（うちスタートラッカー）

- アライメントキューブの開発、恒星カタログの改良、自動アライメントシステムの自動化アルゴリズム策定等を実施中。

④ 電源系技術

- 試作モデル1の基本設計を実施すると共に、開発の短納期化を目標にシミュレーション評価を活用して実施予定。また、低コスト・短納期を実現する安価で高性能な民生デバイスの候補を選定中。

⑤ 衛星の高性能化に伴う設計課題に係る

フェージビリティスタディ

- ミッション前提の設定、コンステレーションシステム検討、オンボードコンピューティング・衛星ネットワーク構想に必要な技術要素の検討、量産に向けたプロセスの最適化・低コスト化の検討を実施中。

次年度の事業計画（案）

① 推進系

- 初年度の成果を踏まえ、構成部品の評価試験、EMの開発作業に早期に着手する。また、FMの開発作業にも早期に着手する。特に搭載衛星との機械的・電氣的・通信機能的なインターフェイス調整を早期に進める。

② 姿勢制御系（ADCSユニット）

- 初年度の成果を踏まえ、超小型リアクションホイール、小型リアクションホイール、高精度ジャイロセンサ、磁気トルカ、搭載制御基板のEM開発に早期に着手する。また、評価試験を実施し、FMの設計・開発に着手するとともに、磁気トルカ、搭載制御基板についてはFM開発・試験を完了させる。

③ 姿勢制御系（スタートラッカー）

- 初年度の成果を踏まえ、画像出力機能、座標出力機能の実装作業に早期に着手するとともに、ジャイロ情報、高速旋回情報との連動機能を付加する。また、星像検出のアルゴリズムのさらなる改良にも早期に着手するとともに、撮像素子とFPGAの冷却、消費電力削減、太陽および地球回避角の縮小を企図したバッフル2種を試作・性能CubeSatへの適合性を向上させる。

④ 電源系

- 初年度の成果を踏まえ、試作モデル1の製造・評価作業に早期に着手し、将来ユーザの意向を反映するため、国内ベンダへの貸出・評価を実施する。また、得られた国内ベンダからの評価等を活かし、試作モデル2の小型・軽量化、短納期化、低コスト化、スケーラビリティを確保した電源の開発を実施する。

宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術開発

令和2年度配分額：経済産業省 2.7億円

主担当庁：経産省
連携省庁：文科省
(事業期間3年程度)

背景・必要性

- 衛星の寿命延長(修理・推進力付与)等のための「軌道上サービス」の開発は、今後、世界的に需要が拡大する可能性があり、諸外国でも検討が進められている。
- 宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術はその中核をなす要素技術であり、我が国が培ってきた遠隔・自律制御技術による強みを活かすことが期待される分野。また、アルテミス計画に伴う月面での探査・拠点建設活動や、地上技術としての波及も期待される。
- 各国とも、自律制御での船外実証等を含めた技術確立には至っておらず、我が国が世界に先んじて確立していくことで、国際標準の主導や、国際競争において重要な地位を占めていくことが必要。この際、各省連携によりユーザー側のニーズも踏まえた開発を進めていくことが求められる。

事業の内容

- 軌道上や月面の船外環境で複数種類の複雑な作業を自律的に遂行できる宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術を開発する。当該技術には以下の要素技術を含む。
 - ①複数の複雑な作業を遂行可能な自由度及び手先位置精度を持つロボットアーム・ハンド技術
 - ②低性能な宇宙用計算機上で、精密な認識・位置推定を踏まえたリアルタイムでのモーションプランニングを可能とする自律制御技術
 - ③複数の複雑な作業に対応するため、ロボット手先の転換を可能とするインターフェイス技術

軌道上サービスと
ロボットアームのイメージ



(C)NASA

各省の役割

- 経済産業省
:全体プロジェクト管理、とりまとめ
- 文科省
:JAXAの専門知識を含め、ニーズ等に係る要求・技術的助言

留意点

- 軌道上サービスの市場動向について、継続的に把握・分析し、プロジェクト評価の際に報告するとともに、事業実施計画に反映していくこと。

事業計画

船外環境で複数種類の複雑な作業を自律的に遂行できる宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術を開発する。

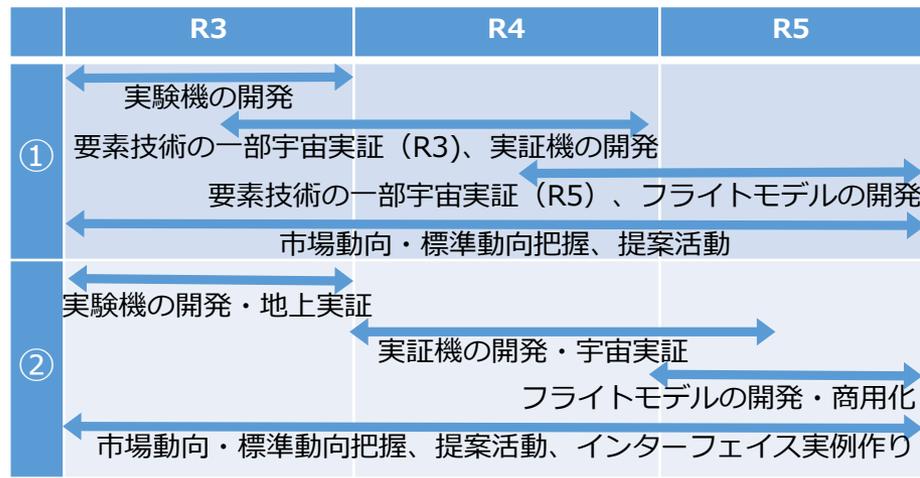
※委託事業者名は五十音順

①アストロスケール

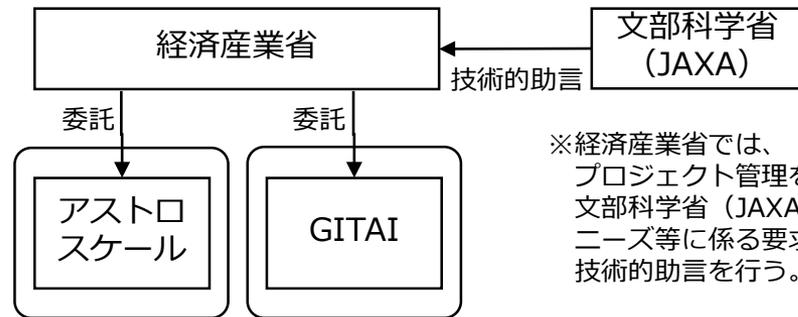
- 軌道上サービス提供者としての知見を活用し、様々なサイズに対応できるシステム開発を実施する。要素技術の一部について自社ミッション機会を含めた宇宙実証を行い、3年度目にフライトモデル開発を目標とする。
- 国際標準化団体でのプレゼンスを活用し、動向把握、提案を開発と並行で実施。

②GITAI

- 顧客ニーズを踏まえつつ設計・試作・検証のサイクルを迅速に繰り返す開発手法及び民生品の最大限活用等による低コスト化により、2年度目に宇宙実証に向けたエンジニアリングモデルの開発、3年度目にフライトモデルによる商用化を目標とする。
- 市場動向把握、標準化機関への提案活動、インターフェイスの実例づくり等を開発と並行で実施。



実施体制



※経済産業省では、プロジェクト管理を行い文部科学省 (JAXA) では、ニーズ等に係る要求・技術的助言を行う。

※2社並行での委託。
※左から五十音順

留意事項への対応状況

- 軌道上サービスの市場動向について、継続的に把握・分析し、プロジェクト評価の際に報告するとともに、事業実施計画に反映していくこと。
 - ①アストロスケール
 - 英国やニュージーランド等の軌道上サービス事業を着実に進捗させ、様々な顧客ニーズを満たす汎用システムを開発仕様として設定している。
 - ②GITAI
 - 主に米国の顧客候補やパートナー候補のニーズ情報を取り込みながら、迅速な実装と評価を繰り返す開発手法により仕様反映させている。

当該年度の進捗状況

※委託事業者名は五十音順

①アストロスケール

- 初年度は、実験機の開発を行う計画
 - 様々な顧客ニーズを満たす必要十分な汎用システムを定義した。アームハンド技術について、軌道上運用シナリオ - 衛星システム - アームハンドシステムと一貫通貫した要求を整理した。これらをふまえ、3月までに、耐宇宙環境性能を考慮したアームハンド実験機の製造・機能試験を実施する。
 - 実験機開発を通じて、自律制御技術に係るソフトウェア仕様の整理及び課題抽出を行う。ロボット手先の転換を可能とするインターフェイス技術については、既存技術より小型軽量の仕様を検討する。
- 市場動向・標準動向把握、提案活動を行う計画
 - 同社COOがCONFERS(軌道上サービス業界団体)の議長としてリード。CONFERS起点の標準化活動に参画。軌道上サービス用のインターフェイス開発企業とのパートナーリングも進め標準化とベストプラクティスの両面から積極的に活動した。
 - 英国宇宙庁デブリ除去プログラムへの選定、ニュージーランド政府とのMOU締結等、軌道上サービス事業を着実に進捗。

②GITAI

- 初年度は、実験機の開発と地上実証を行う計画
 - 宇宙環境対策済みのモジュールを用いた試作試験モデルのロボットアーム、手先カメラを搭載したロボットハンドを設計製造し、動作確認を行った。3月までに大型真空チャンバ中での動作試験を行う予定。
 - 軌道上サービスの模擬タスクが自律制御によって遂行できることを確認した。また、冗長計算機システムの設計、ツールチェンジャの設計製造を完了している。
- 市場動向・標準動向把握、提案活動を行う計画
 - 軌道上サービスの共同実証とISS船外実証について、それぞれ米国企業と行うことで各社と合意した。3月までに契約締結の見込み。
 - CONFERS Policy Working Group (CPWG) に参加し、軌道上サービスの議論動向を把握した。

次年度の事業計画 (案)

①アストロスケール

- 初年度の成果をふまえ、アームハンドの各種耐環境性の評価作業に早期に着手し、宇宙曝露環境にて衛星搭載可能な実証機の製造・機能試験、軌道上サービスや月面の運用シナリオ動作評価を行う。
- 実証機開発を通じて、自律制御技術に係るソフトウェアを構築する。サービスレベルの標準化活動や、軌道上サービス用インターフェイス開発企業との協業検討成果も加えて、より汎用性のある小型軽量インターフェイス仕様の検討・設計を進める。
- 市場動向・標準動向把握、提案活動
 - 初年度の各標準化文書・活動に対して本事業に関連したインプット、適切なアクションを継続する。また適時に開発計画に反映することで将来の標準化に向けた活動としていく。
 - 軌道上サービス用インターフェイス開発企業とのパートナーリング成果や、サービス仕様検討成果を活用し技術的な標準化仕様の検討を進める。
 - 国際・国内学会への途中経過の戦略的な論文報告等を検討する。

②GITAI

- 初年度の成果をふまえ、実験機での各種検証を継続実施するとともに、実証機の設計、製造作業に早期に着手し、ハードウェア・ソフトウェアの両面を改善する。迅速な実装と評価を繰り返すことによって、宇宙環境対策の深化とタスク実施能力のさらなる向上を進める。また、初年度に合意した米国企業との契約に基づく船外実証に向け、安全審査対応を含むインテグレーションを行う。
- 市場動向・標準動向把握、提案活動
 - 米国内での事業開発、案件獲得にむけて米国拠点の立ち上げを本格化し、顧客候補やパートナー候補との商談をより頻度高く行う。こうした提案活動を通じて、2023年の契約獲得にむけた基本的合意を得ることを目指す。
 - CPWGにおける軌道上サービスの国際的な議論に注視するとともに、標準化動向についても継続的に把握する。

プロジェクト番号：R2-05

ひまわりの高機能化技術開発

～宇宙環境観測機能と気象観測機能の同時搭載～

令和2年度配分額：気象庁 1. 3億円、総務省 1. 2億円

主担当庁：気象庁・総務省
(事業期間3年程度)

背景・必要性

- 宇宙状況把握や衛星の運用、地上での通信・放送、衛星測位等の安定的な利用には、太陽活動、電離圏、磁気圏の状況に関するより精度の高い宇宙天気予報が重要。
- 気象データは防災、交通、産業等の多様な分野での活用が進められているが、他データと連携した高度な分析を促進させるためには、より精度が高い気象観測・予測データが重要。
- 宇宙天気予報や気象予測の精度向上には、宇宙空間での宇宙環境観測データやアジア太平洋地域の気象データを常時取得・解析することが極めて有効。
- 静止軌道位置は限られた資源であり、日本を常時監視するために最も適した位置(東経140.7度の赤道上空)にあるひまわりを活用し、宇宙環境観測を担当する総務省と、気象観測を担当する気象庁が、連携して検討を進めることが必要。



事業の内容

- 静止軌道からの宇宙環境観測技術と気象観測技術に係る調査研究を実施
 - 静止軌道からの宇宙環境観測を実現する新たな観測センサ技術の開発を実施
 - 静止衛星への宇宙環境観測機能と気象観測機能の同時搭載に関する技術調査を実施
- 気象庁と総務省が連携して、ひまわり8号・9号の後継機による“地球の天気”と“宇宙の天気”の高機能同時監視の実現を目指す

宇宙環境は衛星の開発・運用や地上での通信・放送、衛星測位にも大きく影響

地球の天気(雲の様子等)を観測

宇宙の天気(太陽フレア由来の高エネルギー粒子等)を監視



静止軌道から
➢ 地球の天気
➢ 宇宙の天気
を同時に観測

宇宙環境は将来的な人類の月面活動にも大きく影響

各省の役割

- 気象庁：ひまわりでの同時搭載性に関する技術調査
- 総務省：静止衛星での宇宙環境観測技術の開発

留意点

- 後継ひまわりへの同時搭載及び令和10年度(2028年度)の打ち上げに向け、着実に技術開発を実施

ひまわりの高機能化技術開発

事業計画

日本と日本上空の宇宙空間を常時監視するために最も適した位置（東経140.7度の赤道上空）にあるひまわりを活用し、宇宙環境と気象の高機能同時監視を実現するため、以下の研究開発事業に取り組む。

【総務省】宇宙放射線監視技術、衛星帯電量計測技術及び気象衛星に関する研究開発

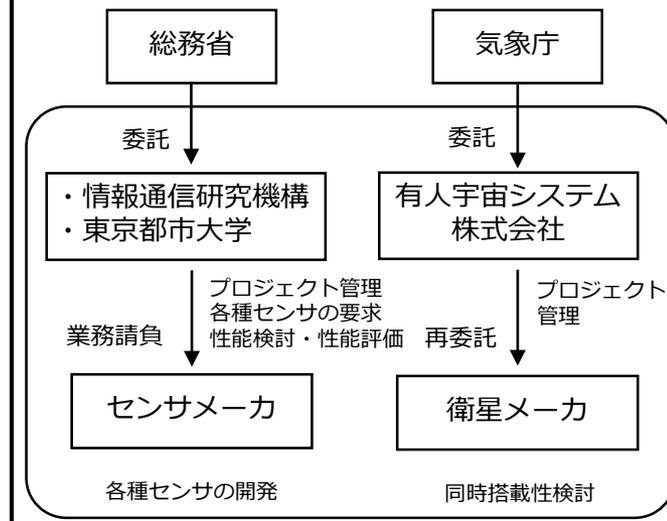
- ▶ 静止軌道から宇宙環境観測を実現する新たなセンサを開発する。
 - ①電子センサ R3:基本設計、R4・R5: EM製造・試験
 - ②陽子センサ R3:概念検討・要素試験、R4:基本設計、R5:EM製造・試験
 - ③帯電モニタ R3:基本設計、R4・R5: EM製造・試験
- ▶ 気象衛星バスと接続するための統合インタフェース機能をもつ共通回路部を開発する。
 - ④共通回路部 R3:予備設計、R4: 基本設計、R5:EM製造・試験

【気象庁】宇宙環境観測機能及び気象観測機能の同時搭載性に関する調査研究

- ▶ 総務省の下で開発が進められる宇宙環境センサについて、開発状況に合わせ、以下の調査研究を実施する。
 - ⑤インタフェース要件の整理（概ね共通回路部開発と並行して実施）
R3:予備設計段階、R4:基本設計段階、R5:EM製造段階 の要件整理を行う。
 - ⑥同時搭載性評価（宇宙環境センサ開発と並行して実施）
R3:基本設計段階、R4:EM製造段階、R5:最終段階 の評価を行う。
 - ⑦製造工程で必要な業務要件等の必要な資料の整理
(インタフェース要件整理、同時搭載性評価を踏まえて実施)
R3:業務要件案の作成、R4:業務要件案の精査、R5:業務要件確定

		R2	R3	R4	R5
総務省	①③		基本設計	EM製造・試験	
	②		概念検討・要素試験	基本設計	EM製造・試験
	④		予備設計	基本設計	EM製造・試験
気象庁	⑤		評価（予備設計段階）	評価（基本設計段階）	評価（EM製造段階）
	⑥		評価（基本設計段階）	評価（EM製造段階）	評価（最終段階）
	⑦		業務要件案の作成	業務要件案の精査	業務要件確定

実施体制



留意事項への対応状況

- 後継ひまわりへの同時搭載及び令和10年度（2028年度）の打ち上げに向け、着実に技術開発を実施

→ 令和5年度めどに後継衛星の製造に着手すべく、本調査研究の結果に基づき、宇宙環境センサのインタフェース要件を整理し、設計への反映、EM製造を行う。また、令和5年度にかけて宇宙環境センサについて情報収集を進め、宇宙環境センサの後継衛星への確実な同時搭載に繋げる。

ひまわりの高機能化技術開発

当該年度の進捗状況

【総務省】宇宙放射線監視技術、衛星帯電計測技術及び気象衛星への搭載性に関する研究開発

- 電子センサの基本設計
11月末までに静止軌道の電子環境計測に適した機能性能要求を決定する。3月末までに基本設計を完了する。
- 陽子センサの概念設計・要素試験
12月末までにチェレンコフ検出器の要素試験と概念設計を完了する。3月末までにブレッドボードモデル（BBM）を試作・試験しセンサシステム全体の概念設計を完了する。
- 帯電モニタの基本設計
11月末までに静止軌道の電子環境計測に適した機能性能要求を決定する。3月末までに基本設計を完了する。また来年度の評価試験のための試験装置の設計を3月までに完了する。
- 共通回路部の概念設計
宇宙環境計測装置のインタフェース初期条件案を11月に気象庁に提出。変更の必要が生じた場合は、12月以降に調整し、3月末までに予備設計を完了する。

【気象庁】宇宙環境観測機能及び気象観測機能の同時搭載性に関する調査研究

- 宇宙環境センサの技術開発を進めている総務省と技術打合せを実施。宇宙環境センサのインタフェースに関する情報を総務省より受領。
- 設計段階の宇宙環境センサの情報をもとに、設計段階における宇宙環境センサのインタフェース要件の整理や同時搭載性に関する評価を、2月末までに完了する。
- 宇宙環境センサ搭載にあたり製造工程で必要となる業務要件並びに、実際の製造に必要な資料及び要件の整理を3月上旬までに完了する。

次年度の事業計画（案）

【総務省】宇宙放射線監視技術、衛星帯電計測技術及び気象衛星への搭載性に関する研究開発

- 電子センサのエンジニアリングモデル（EM）製造
初年度の成果を踏まえ、EMの製造に早期に着手し、12月までに製作、電気試験による動作確認を完了する。
照射試験の評価結果を踏まえ、3月までに設計上の課題を整理する。
- 陽子センサの基本設計
初年度に試作したBBMの評価結果を踏まえ、3月までに基本設計を完了する。
- 帯電モニタのEM製造
初年度の成果を踏まえ、EMの製造に早期に着手し、12月までに製作、電気試験による動作確認を完了する。
照射試験の評価結果を踏まえ、3月までに設計上の課題を整理する。
- 共通回路部の基本設計
初年度の成果を踏まえ、3月までに基本設計を完了する。

【気象庁】宇宙環境観測機能及び気象観測機能の同時搭載性に関する調査研究

- 初年度の成果を踏まえ、EM製造段階の宇宙環境センサと気象観測センサの同時搭載性に関する評価に早期に着手し、3月までに評価を完了する。また、共通回路部の基本設計の進捗に合わせて、インタフェース要件に関する情報収集作業を実施する。

