

スターダストプログラム継続事業 R5年度進捗報告 担当省庁説明資料

令和5年12月13日
第25回衛星開発・実証小委員会

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

主担当庁：国土交通省
(海上保安庁)
連携省庁：内閣府
内閣官房
(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」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



予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額：4.5億円
- 令和3年度(補正)配分額：3.0億円
- 令和4年度(補正)配分額：2.0億円

衛星データ等を活用したAI分析技術開発

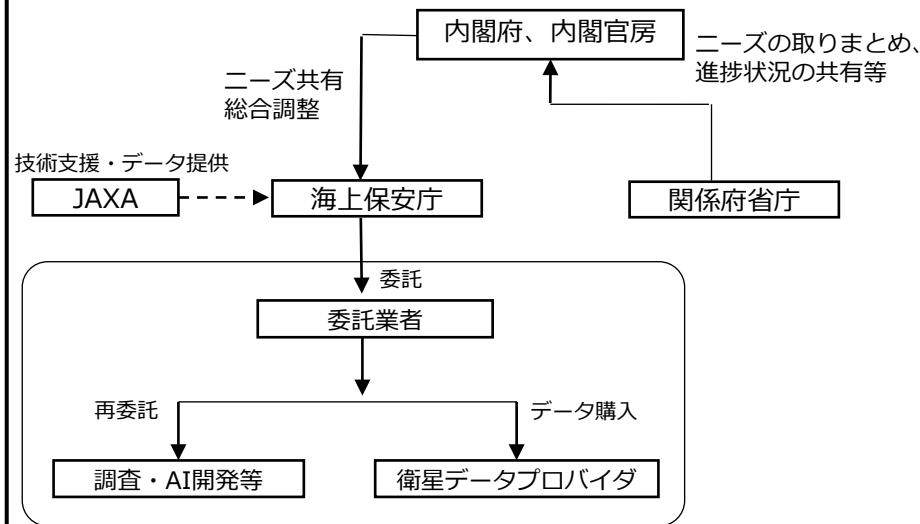
主担当庁：国土交通省
(海上保安庁)
連携省庁：内閣府
内閣官房
(事業期間4年程度)

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用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

	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			

実施体制



留意事項への対応状況

<指摘事項>

○開発が終了し実用化された際には、我が国において重要なインフラ技術となるため、技術の陳腐化を防ぐために、担当省庁において継続的に技術向上や予算の工面を検討していくことが必要。

<対応状況>

○令和6年度末で開発を終了し実用モデルを作成するが、海外展開も視野に入れ技術向上の継続を図るため、内閣府（海洋事務局）・内閣官房を中心とし、予算の工面を検討していく

当該年度の進捗状況

- ① 関係省庁ヒアリング
 - 7月、利用省庁からヒアリングを実施
- ② 関係省庁へ開発状況等説明
 - 7.28、利用省庁等へプロトタイプ試験運用状況及び開発状況等を説明
- ③ 情報基盤構築
 - 海する上での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を継続実施中
 - 関係省庁からの改善要望の反映（継続中）

次年度の事業計画（案）

- ① 参加府省庁からの意見聴取
(第1四半期)
 - 試運用参加府省庁にヒアリングを実施
- ② 問題点の抽出
(第2四半期)
 - 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
- ③ AIの再学習・ソリューションの改修
(第3四半期)
 - 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
- ④ 実用モデルの作成
(第4四半期)
 - 実用モデルを作成するとともに、開発した同モデルの海外展開等に向けた検討を実施

月面等における長期滞在を支える 高度資源循環型食料供給システムの開発

担当当庁：農林水産省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- 人類が月面等に長期滞在をし、探査や開発などの持続的な活動を行う上で、食料関連技術はその基盤となる重要な要素である。
- 従来の宇宙食は、地球上で加工・製造し、完成品として持ち込んでいたが、長期間の宇宙活動を支えるためには、月や火星等での食料供給システムの構築が必要。
- 宇宙空間では、作物の成長に必要な水や空気、栄養素が供給されないことから、月面等における施設内で、地球から持ち込む資源を最大限に循環再生し、再利用しながら自律的・効率的に食料を生産するシステムの構築が必要。
- また、長期間にわたる閉鎖空間での集団生活においては、心身や人間関係等の問題が顕在化しやすいため、持続的に心身の健康や健全な人間関係を維持できるようなQOLを確保できる食システムを提供することが必要。
- このような宇宙での現地生産型食料供給システムは、他国では構築されておらず、我が国が国際的なイニシアティブを発揮できる分野であり、これまでの地上における最新の研究成果を結集し、発展・統合していくことで、新たなイノベーション、宇宙ビジネスの創出が図られるとともに、地上の課題解決にも貢献。

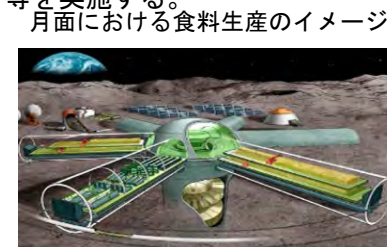
留意点

- 農林水産省「新・食料産業の創造に向けた宇宙食の開発・実用化促進事業」の調査・実証との連携を図ること。
- 事業の進捗や海外の動向などをふまえ、事業の絞り込みを含め、不断の見直しを進めること
- 有人活動の経験、ノウハウを持つJAXAの協力を得つつ、開発を進めること。
- 月面での宇宙科学活動での利用も見据え、宇宙科学の専門家を参画の下、そのニーズを踏まえたプロジェクト運営を進めること

事業の内容

- 月や火星での長期滞在を可能とする、QOLを重視した高度資源循環型食料供給システムを構築する。
- ① 高等植物や微細藻類、培養肉などの高効率食料生産技術並びに生物及び物理化学的アプローチによる高効率な有機物等の資源再生技術を組み合わせた、高度資源循環型食料供給システムを開発する。
- ② 閉鎖隔離環境における心身や人間関係等に関するリスクの軽減を目的として、各種センシング技術等を用いたQOLの観察機能及びQOLの維持・向上のための食ソリューション機能を有するQOLマネジメントシステムを開発する。
- ③ ①及び②のシステム統合実証や①に係る宇宙空間での実験を行うため、地上における月面基地模擬施設や宇宙実験モジュール等の共創型実証基盤の構築に向けた設計等を実施する。

極小閉鎖空間における食事イメージ
(心身の健康維持に必要なQOL提供)



予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額：3.1億円
- 令和3年度(補正)配分額：3.5億円
- 令和4年度(補正)配分額：5.1億円

継続事業_進捗報告フォーマット

月面等における長期滞在を支える 高度資源循環型食料供給システムの開発

主担当庁：農林水産省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

事業計画

月及び火星等における長期滞在に必要な①高度資源循環型食料供給システムと②QOLマネジメントシステムの実証モデルを開発すると共に、それらの実証のために必要となる③共創型実証基盤の設計等を実施する。

①高度資源循環型の食料供給システムの開発

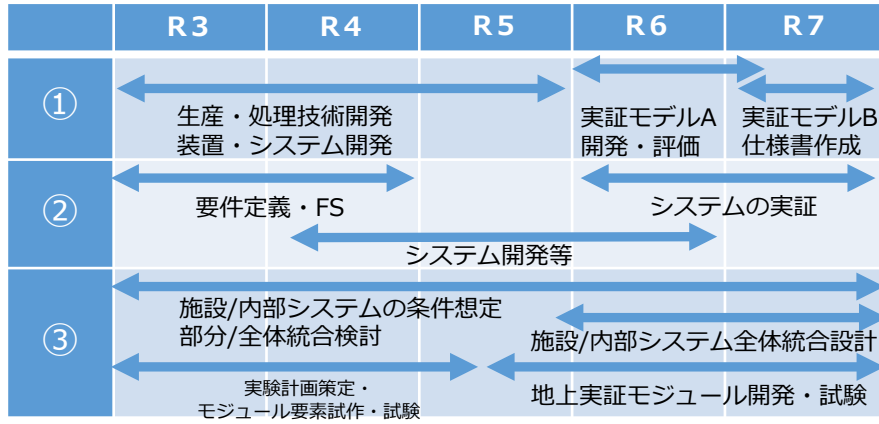
- R3:食料生産・資源再生技術の向上のための初期開発・試験
 - R4:食料生産・資源再生技術の向上に向けた高度化開発・最適化開発
 - R5:食料生産・資源再生技術の向上に向けた高度化開発・最適化開発
 - R6:実証モデルA(サブスケール)の開発・評価
 - R7:実証モデルAの評価、実証モデルB(フルスケール)の仕様書作成
- 目標:4人以上が必要とするほぼ全ての栄養素とQOLを持続的に確保するシステムの実証モデルの開発

②QOLマネジメントシステムの開発

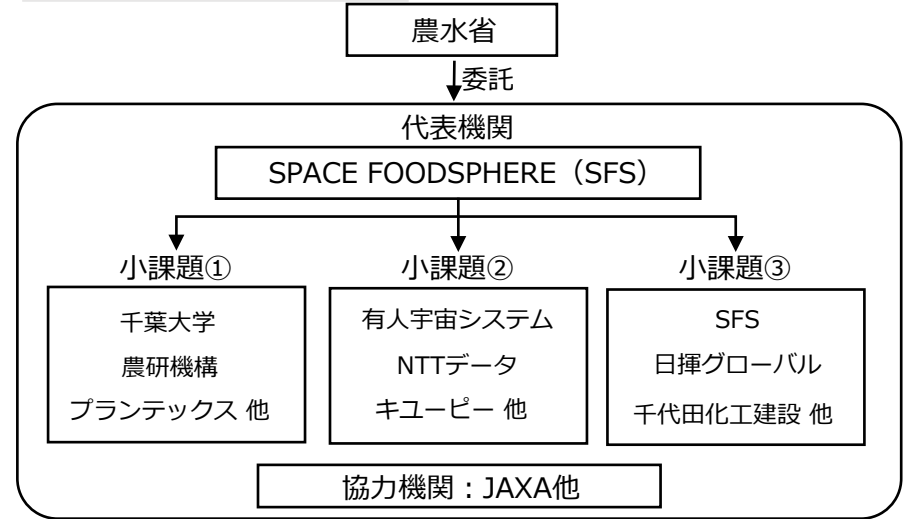
- R3:システムの要件定義・FS
 - R4:システムの要件定義・初期開発
 - R5:システムの開発
 - R6:システムの開発・実証
 - R7:システムの実証
- 目標:4人以上のクルーの心身の健康や健全な人間関係の維持支援

③共創型実証基盤の設計

- R3:条件想定、要素試作・試験
 - R4:部分統合検討、要素試作・試験
 - R5:部分統合検討、開発・試験
 - R6:全体統合設計、開発・試験
 - R7:全体統合設計、開発・試験
- 目標:4人が滞在可能な閉鎖実験施設ISS/月面での実験モジュール設計等



実施体制



留意事項への対応状況

○月面での循環型食料供給は、月面活動の規模や期間が拡大した段階で必要となるため、他の月面インフラ技術に比べれば、必要となるタイミングは遅い。他方、開発には時間を要するため、一層加速して取り組むことが必要なのは、他のプロジェクトと変わるものではない。
→引き続き、本プロジェクトの研究開発計画及び進捗の管理を行う運営委員会において、プロジェクトの進捗管理を適切に行っていく。

○民間が長期にわたって開発を継続する上でも、地上や商業宇宙ステーションでのビジネス化と両輪でプロジェクトを進めていくことが重要になる。また、衣食住に係る技術は、国際的なインターフェースが標準化されていくことが想定されるため、海外動向調査や標準化活動の取組も進めること。

→食料供給システム及びQOLマネジメントシステムについて、各要素技術や部分統合したシステムの地上転用を積極的に推進する計画である。①高等植物生産技術、高等植物の新品種、培養食料生産技術、資源再生技術については、生産物の高付加価値化や既存システムの生産効率向上、コスト低減、環境負荷低減、インフラ未整備地域での利用等を、②QOL観察システムや食の支援ソリューションについては、様々な組織・チームの組織マネジメントや、災害時等の避難所・シェルターなどの閉鎖隔離環境におけるQOL改善などを計画している。海外の動向や標準化等については、本事業着手に際して実施した海外動向調査の情報アップデートを進めるとともに、標準化等について本事業の中においても調査を計画している。

継続事業_進捗報告フォーマット

月面等における長期滞在を支える 高度資源循環型食料供給システムの開発

主担当庁：農林水産省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

当該年度の進捗状況

① 高度資源循環型の食料供給システムの開発

①-1 高等植物生産システムの開発

主要作物の生育制御技術の開発、トマト・ダイズのプロトタイプシステムの栽培試験、自動化栽培装置を用いた栽培技術開発、イネ栽培による再生培養液の評価、レゴリス多孔体を用いたイモ類の予備栽培試験を実施。

①-2 高等植物の品種開発

イネ・ダイズ・トマトで矮性・良食味等を兼ね備えた宇宙作物プロトタイプシステムが完成。新たにイチゴで複数品種の比較栽培試験を開始。

①-3 培養食料生産システムの開発

藻類培養条件の改良による生産性向上と培養装置の自動化が進捗。動物細胞の培養では、藻類の栄養抽出方法の改良とスケールアップを検討。

①-4 資源再生システムの開発

食品残さ及び糞尿を無機化し、さらに窒素・リン・カリウム資源の回収率を向上させる前処理ならびに環境制御条件の検証を実施。

② QOLマネジメントシステムの開発

②-1 QOL観察システムの開発・実証

保守・省力化等の観点からシステムの各構成要素の最適化、運用手順の詳細検討を進めるとともに、アーカイブ機能の初期検討を実施中。

②-2 食の支援ソリューション開発

長期献立メニューを栄養面等から更新、食のサポートシステムのプロトタイプを構築の上で日常環境での実証を合計3回実施中。

③ 共創型実証基盤の設計等

③-1 月面基地模擬施設的设计

シミュレーションによる気密要件の確認と安価な気密建材の模索、本システムの経済合理性検討、各装置のシステム要求書作成などを実施中。

③-2 宇宙実験モジュール的设计等

開発プロセスの宇宙実証に向け、高等植物栽培実験モジュール設計と検証実験の推進及び物質循環プロセスの宇宙実証試験を検討。

次年度の事業計画(案)

① 高度資源循環型の食料供給システムの開発

①-1 高等植物生産システムの開発

実証モデルAを開発・評価すると共に、ゲノム編集・交配で作出した矮性のイネ、ダイズ、トマトの好適生育条件の探索、自動化栽培装置を用いる再生培養液の栽培試験、受粉方法の開発、レゴリス多孔体を用いたイモ類の栽培実証を行う。

①-2 高等植物の品種開発

プロトタイプシステムの世代促進と増殖を進めつつ、機能強化のための更なるゲノム編集・交配を行う。宇宙栽培に適した形質を持つイチゴ品種の選抜を進める。

①-3 培養食料生産システムの開発

藻類培養装置の実証モデルAを開発し、実証モデルBに向けて培養時の気体・培養成分の測定データを収集。培養肉は動物細胞の培養液改良とスケールアップを実施。

①-4 資源再生システムの開発

今年度の成果を踏まえ、食品残さと人糞尿を無機養分化して窒素・リン・カリウムの3大肥料要素を回収して供給・利用できる高度化システム(実証モデルA)を開発・評価し、実証モデルBにむけた知見を蓄積する。

② QOLマネジメントシステムの開発

②-1 QOL観察システムの開発・実証

基地内に加えて、基地の外(船外活動)まで拡張した集団の行動把握に資する観察システムの開発、実検証を進める、また、アーカイブ機能の要件定義を実施する。

②-2 食の支援ソリューション開発

ソリューションの各構成要素のアジャイル開発を進めるとともに、長期献立メニュー・食料供給プランを更新の上、より制約ある環境下での実証を実施する。

③ 共創型実証基盤の設計等

③-1 月面基地模擬施設的设计

今年度の成果を踏まえ、各研究機関と共に、全体統合の課題解決を進める他、基盤設備のプロセスフロー図など設備設計の基礎段階にも着手する。

③-2 宇宙実験モジュール的设计等

高等植物栽培実験モジュールのフライト品設計完了と各栽培品種で生産性目標の達成、及び物質循環プロセスの宇宙実験実施。

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～

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。



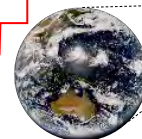
事業の内容

- 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

予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額:1.3億円(気象庁)、1.2億円(総務省)
- 令和3年度(補正)配分額:0.8億円(気象庁)、2.0億円(総務省)
- 令和4年度(補正)配分額:0.3億円(気象庁)、2.5億円(総務省)

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

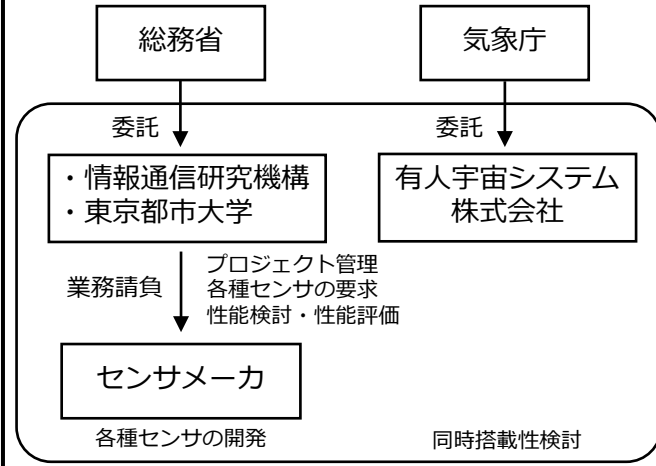
- ▶ 静止軌道から宇宙環境観測を実現する新たなセンサを開発する。
 - ①電子センサ R3:基本設計、R4・R5: EM製造・試験
 - ②陽子センサ R3:概念検討・要素試験、R4:基本設計、R5:EM製造・試験
 - ③帯電モニタ R3:基本設計、R4・R5: EM製造・試験
- ▶ 気象衛星バスと接続するための統合インタフェース機能をもつ共通回路部を開発する。
 - ④共通回路部 R3:予備設計、R4: 基本設計、R5:EM製造・試験

【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、開発状況や後継衛星の整備状況に応じて、製作や運用に必要な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製造工程に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

<指摘事項>

引き続き、後継ひまわりの全体検討と整合を図りつつ本プロジェクトを進めるとともに、後継ひまわりのスケジュールも踏まえ、利用者の開拓を一層加速していくことが必要である。その際には、宇宙天気予報の利用ユーザ候補との調整を充分に進め、実用に資する開発を進めることが必要であり、目標を明確にして進めていくこと。

<対応状況>

本調査研究で整理した業務要件及び同時搭載性評価に基づき、気象センサと同時に宇宙環境センサを搭載可能な後継衛星の製作をスケジュールどおり令和5年3月に開始した。宇宙天気ユーザーフォーラムやユーザー協議会衛星分科会を通じて、国内の宇宙天気データ利用事業者からの情報収集を実施し、ビジネス検討やガイドラインの制定にむけた調整を進めた。

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

➤ 電子センサのエンジニアリングモデル (EM) 試験
昨年度製造したEMを用いて、JAXAおよび京都大学の加速器による電子ビーム照射試験を実施し、計測性能を満たすことを確認した。今後、環境試験を3月までに終えEM開発を完了する見込み。

➤ 陽子センサのEM製造・試験
昨年度完成した基本設計に基づきEMを製造した。性能評価のため量子科学技術研究機構において陽子ビームの照射試験を実施し、計測性能を満たすことを確認した。今後、環境試験を3月までに終えEM開発を完了する見込み。

➤ 共通回路部のEM製造・統合試験
昨年度完成した基本設計に基づきEMを製造した。今後、電子センサ・陽子センサとの噛み合わせ試験を経て、衛星搭載に向けた環境試験を3月までに実施しEM開発を完了する見込み。

➤ 帯電モニタのEM製造・試験
昨年度製造したEMを用いて東京都市大学にて校正試験や装置の改良等を進めた。今後、環境試験を3月までに終えEM開発を完了する見込み。

【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

➤ 令和3年度より宇宙環境センサと気象センサの同時搭載性に関する調査研究を委託している有人宇宙システム株式会社より、同時搭載性に関する評価等を取りまとめた報告書を受領した。

➤ 宇宙環境センサと気象センサの同時運用については、地上とのデータ送受信の成立性、各センサが相互に与える影響（擾乱等）を評価し、同時搭載時における運用が実現可能であるという結論が得られた。

次年度の事業計画（案）

当該プロジェクトは今年度で終了予定。

次世代衛星光通信基盤技術の研究開発

主担当庁：総務省
連携省庁：文部科学省、
内閣府(準天室)
(事業期間3～4年程度)

背景・必要性

- 米国において、SpaceX社が「Starlink」の第2世代システムに衛星間光通信を導入する計画や、SDA（宇宙開発庁）が軍事衛星ネットワーク「PWSA」の要求仕様において衛星光通信を規定するなど、衛星光通信の実用化に向けた動きが加速している。
- 我が国においては、JAXAが光データ中継衛星によるGEO-LEO間1.8Gbpsの通信実証を行ったり、これまで衛星-地上間の光通信で実績を有するNICTが10Gbpsの光通信を技術試験衛星（ETS-9）にて実証を計画しているなど、世界トップレベルの技術力を保有している。さらに、Space Compass社が衛星光通信を利用した宇宙データセンター事業を計画するなど、社会実装に向けた取組が進んでいる。
- 今後、衛星光通信技術の実用化に伴い、更なる高速・大容量・長距離化が求められることから、そのキー技術となる以下の次世代衛星光通信に関する基盤技術の研究開発を実施し、国産技術を開発することにより、我が国の自立性確保及び国際競争力強化に資する衛星光通信技術を実現する。
 - ① 高出力・高効率な光増幅器
 - ② 衛星光通信用次世代補償光学デバイス

各省の役割

- 総務省：10W級国産光増幅器及び次世代補償光学デバイスの技術開発の実施
- 文部科学省：利用ニーズに応じた要求仕様・性能に関する助言
- 内閣府（準天室）：準天頂衛星後継機等への適用に向けた光HPAの目標仕様・性能に関する助言

事業の内容

- 次世代衛星光通信基盤技術の研究開発として、以下の事業を行う。
 - ① 宇宙用10W級国産高出力光増幅器の技術開発
光衛星間通信の高速化や長距離化に供する重要な要素である高出力光増幅器を国産にて実現するため、既存の10W級光増幅技術をベースに、衛星搭載化に必要な要素を追加することで、衛星搭載用10W級光増幅器の開発を実施する。加えて、衛星搭載に向けて必要な各種環境試験を実施することで、品質レベルとしても衛星搭載水準を達成する。
 - ② 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発
衛星-地上間におけるTbpsクラスの光通信を実現するため重要となる補償光学技術について、高速制御が可能な2次元光位相変調による補償光学デバイスを開発する。また、ASIC等のコントローラ開発とモジュール化を行い、2次元光位相変調器を用いた波面補償光学デバイス技術を確立する。



(参考) 光データ中継衛星搭載品



補償光学用2次元光位相変調デバイス

予算配分額

- 令和4年度（補正）配分額：5.0億円

次世代衛星光通信基盤技術の研究開発

主担当庁：総務省
連携省庁：文部科学省
内閣府（準天室）
（事業期間3～4年程度）

事業計画

○ 今後、衛星光通信技術の実用化に伴い、更なる高速・大容量・長距離化が求められることから、そのキー技術となる以下の次世代衛星光通信に関する基盤技術の研究開発を実施し、国産技術を開発することにより、我が国の自立性確保及び国際競争力強化に資する衛星光通信技術を実現する。

① 宇宙用10W級国産高出力光増幅器の技術開発

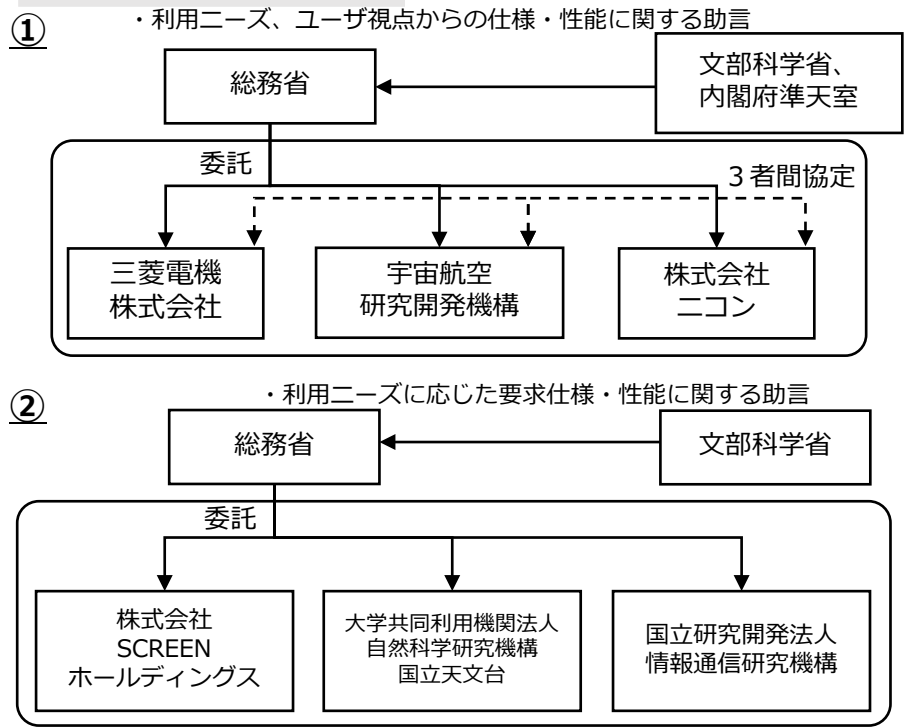
長距離用光衛星間通信ターミナルの各種将来用途に共通的に使用可能な高出力光増幅器について、エンジニアリングモデル（EM）を早期に開発し、環境試験を含む試験を行うことで、開発を効率化する。

② 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

Tbpsクラスの光通信を実現するため、高速位相変調が可能な1次元回折型光変調素子を基礎とし、これを2次元に拡張した光位相制御による補償光学デバイス技術の開発を実施する。

	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度
①	光学レイアウト検討 駆動回路、熱・構造設計	製造、単体試験	EM組立、全体試験	
②	MEMSミラー、CMOS回路の設計・試作	補償光学システムの開発	二次元光位相変調器の設計・製作	システムの試験 評価環境構築・実評価

実施体制



留意事項への対応状況

- 民間小型衛星コンステレーション事業者やシスルナ通信等のニーズを調査し、応用先を明確化し、開発を進めること
- ⇒ ① シスルナ通信や国内外のLEO衛星コンステレーション計画について調査を行い、伝送速度や光出力に係る情報を基に、光増幅器に求められる仕様を推定している。引き続き、ニーズ調査を実施する。
- ② 現在、小型衛星コンステレーションに光通信機器を搭載することを想定している複数の民間企業を選定し、1月末までに2社へのヒアリングを完了予定である。

当該年度の進捗状況

① 宇宙用10W級国産高出力光増幅器の技術開発

- ▶ 光増幅器光部の開発について、光学系統およびレイアウトの設計、電気部とのインタフェース設計について実施している。
- ▶ 光増幅器電気部の開発について、電源回路の高効率化を含む回路設計、制御回路の設計、光学系とのインタフェース設計について実施している。
- ▶ 光部・電気部間のインタフェース設計、組立性や電磁適合性(EMC)対応、耐放射線性設計を含めて、熱・構造設計を実施している。

② 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

- ▶ MEMSプロセスを用いた微細なミラー構造のデザイン案を複数検討し、それらに優先順位をつけ、実物のMEMSミラー試作の段階まで進捗した。
- ▶ 1次元素子の制御技術を拡張したCMOS回路単体の設計作業に着手し、回路シミュレーションを並行して実施している。
- ▶ デバイスの高速制御を実現するための補償光学システム設計および制御ソフトウェアの開発を進め、性能評価方式を決定した。
- ▶ MEMSおよび補償光学制御ソフトウェアの研究開発状況を踏まえ、最終的な目標である通信への適用をどのように行うかの概念検討を進めている。

次年度の事業計画（案）

① 宇宙用10W級国産高出力光増幅器の技術開発

- ▶ 光増幅器光部の開発について、光学系の構成部品の調達および信頼性評価試験に着手する。また、光学系の製造作業を実施する。
- ▶ 光増幅器電気部の開発について、電気系の構成部品の調達を行う。また、電気部の製造作業を実施する。
- ▶ 本年度の成果を踏まえ、試験モデル筐体の製造に着手する。
- ▶ 各作業の進捗に応じ、光部と電気部間を組み合わせた全体組立作業等に着手する。

② 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

- ▶ 本年度の成果を踏まえ、10,000素子以上を目標にMEMSミラーを配置できるプロセス条件を確定する。
- ▶ MEMSミラーを動作させるためのCMOS回路のモデリングを完了する。また、10,000素子以上を動作させる目標に向けて、検証用のCMOS回路を製作しCMOS回路単体の動作を確認する。
- ▶ 本年度の成果を踏まえ、補償光学システムの詳細設計に着手し、必要な機器、および制御ソフトウェアの基本部分の製作を行う。
- ▶ 本年度の光通信補償光学系の概念設計に基づき光学系詳細設計を完了する。

月面におけるエネルギー関連技術開発

主担当庁：経済産業省、総務省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- 我が国は2019年に米国提案のアルテミス計画への参画を決定。当該計画への参画に当たっては、民間事業者等とも協働しつつ、月・月以遠での持続的な探査活動に必要な基盤技術の開発・高度化を進めることとしている。
- 月面での宇宙飛行士の常時滞在、それに先立つ短期間の有人月面探査、居住施設の設置・建設等、月面でのあらゆる活動において、電力の確保・安定供給が必要となる。
- また、月の極域、永久影等のレゴリス土壌には一定量の水氷が存在すると考えられており、水氷から水を抽出し、月面離着陸機等の燃料(水素・酸素)等として利用することは、地球の資源に依存しない持続的な月面活動を可能とする上で重要である。
- 本事業では、こうした月面活動に必要なエネルギー関連技術の開発・高度化を進める。

各省の役割

- 経済産業省：月面エネルギーシステム全体に関するF/S、無線送電技術及び水電解技術開発の実施
- 総務省：水資源探査技術開発の実施
- 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

事業の内容

- 月面活動におけるエネルギーの確保・供給に必要な技術の開発・高度化のため、以下の事業を行う。
 - ①月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理
月面での発電、蓄電、送電(無線電力送電等)を含む電力供給システムや、エネルギーとしての水素の確保・利用のためのシステム等、必要なエネルギーシステムの全体構造について実現可能性を検討し、将来的に開発が必要とされる要素技術等について整理する。
 - ②テラヘルツ波を用いた月面の水エネルギー資源探査技術開発
テラヘルツ波による水・氷検出の有効性の検証、複数周波数対応センシング機器の開発、軌道上データ処理技術を開発するとともに、小型衛星への搭載、月面における水資源探査の実証を検討。
 - ③月面利用を見据えた水電解技術開発
水を電気分解して水素と酸素を生成する水電解装置について、
 - ・月面での活用を見据えた水電解装置の開発(小型化、軽量化、真空・放射線試験等)
 - ・月面等の低重力下で正常に作動する気液分離機構、ガス排出機構等の技術開発を行う。
 - ④無線送電技術開発
月周回軌道から月面への無線エネルギー伝送技術の確立に向け、超長距離無線伝送の可能性を確認するための技術開発・実証実験等を実施する。

予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額：2.2億円(経産省)、2.2億円(総務省)
- 令和3年度(補正)配分額：2.4億円(経産省)、9.0億円(総務省)
- 令和4年度(当初)配分額：5.5億円(経産省)
- 令和4年度(補正)配分額：2.8億円(経産省)、17.4億円(総務省)
- 令和5年度(当初)配分額：11.5億円(経産省)

月面におけるエネルギー関連技術開発

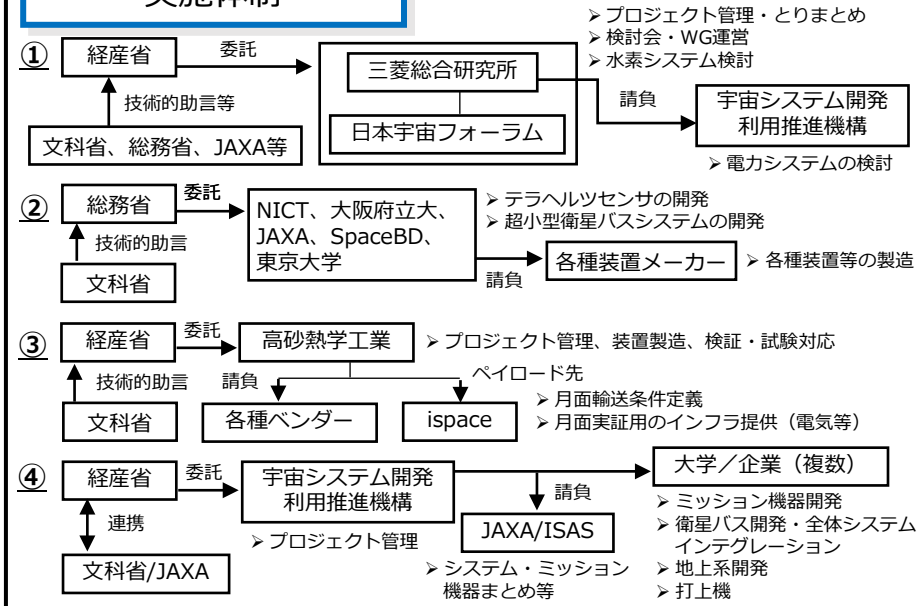
主担当庁：経済産業省、総務省
連携省庁：文部科学省
(事業期間 5年程度)

事業計画

○月面活動におけるエネルギーの確保・供給に必要なとなる技術の開発・高度化のため、以下の事業を行う。

- ①月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理**
月面での電力供給システムやエネルギーとしての水素の確保・利用のためのシステム等、必要なエネルギーシステムの全体構造について実現可能性を検討し、将来的に開発が必要とされる要素技術等について整理する。
- ②テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査**
テラヘルツ波による水・氷検出の有効性の検証、複数周波数対応センシング機器の開発、軌道上データ処理技術を開発するとともに、小型衛星への搭載、月面における水資源探査の実証を検討する。
- ③月面利用を見据えた水電解技術開発**
水を電気分解して水素と酸素を生成する水電解装置について、
・月面での活用を見据えた水電解装置の開発（小型化、軽量化、真空・放射線試験等）
・月面等の低重力下で正常に作動する気液分離機構、ガス排出機構等の技術開発を行う。
- ④無線送電技術開発**
月周回軌道から月面への無線エネルギー伝送技術の確立に向け、超長距離無線伝送の可能性を確認するための技術開発・実証実験等を実施する。

実施体制



留意事項への対応状況

- より定量的な海外動向の調査を進め、我が国としての定量的な目標設定に取り組む必要がある。
→ 各国の動向を調査し、特に米国や欧州における関連技術の開発状況について、日本と比較できるような形で情報整理を行っている。その成果も踏まえ、我が国としての定量的な目標設定につなげる。
- 衛星バスが大型化する可能性があるところ、開発計画の遅延及び打上費用の増大を招かぬよう、善処すべき
→ 2-3年程度の短期間における小型軽量衛星開発を6機以上成功させた実績を持つ衛星バス開発メーカーを再選定することにより、衛星バスの小型化と費用規模の維持を担保すると共に計画全体で遅れが出ないようスケジュール開発を担保
○水資源の獲得に向けて、各国の競争が激化しており、遅滞なく開発を継続していくべき
→ 上記により、世界でも初となるテラヘルツリモートセンシングによる地表面直下の資源探査に向けて、センサ・衛星・データ解析アルゴリズム開発等を推進。R7年度末にこれらを統合したPFMの完成を予定
- 早期の月面実証に間に合わせるべく、より一層の加速が必要である。
→ 令和6年冬頃の打上げ、その後の令和7年春頃の月面実証に向けて必要な準備を早期から進めてきたことにより、ispace社及びSpaceX社と合意済みのスケジュールに問題なく間に合う見込み。
※打上げ・実証スケジュールは流動的に変更するため、時期は確定ではない
- 将来的な宇宙太陽光発電の計画に繋げていくか、を明確にし、その達成に注力する必要がある。また、複数の多様な事業者が関わる事業となるところ、コスト増、開発期間延長、信頼性低下などに至らないよう、事業を執行、管理する必要がある。
→ 最重要目的であるマイクロ波ビーム制御技術の実証を優先させる開発となるよう、J-spacesystem15のマネジメント体制を強化させた。

	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
①	基本構成検討	詳細構成検討	システム検討対象の拡充、個別技術のベンチマーク		
②	基本設計 伝搬モデル開発	BBM開発	EM開発	PFM開発	統合検証
③	装置要求仕様作成 システム設計	詳細設計	水電解装置 地上支援装置製作	機能検証・環境試験 地上・月面実証 (予定)	打上・月面実証 (予定)
④	ミッション 機器/衛星バス	全体システム概念 設計・部分試作・ システム要求設定	バス/ミッション システム基本/詳細 設計・一部機器調達	機器/システム 製造試験	全体システムインテ グレーション・打上・運 用・実証評価
		地上系整備	基本・詳細設計	調達・製造・ 運用計画策定	整備・手順書準備 ・実験運用

当該年度の進捗状況

①月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理

- ▶ 水資源採取を行うクレータ等の様々な仮定を置いたうえで、各エネルギーシステムの詳細検討を行い、月面への必要輸送量・施設配置・必要電力・技術課題等について検討し、とりまとめを行う。
- ▶ 欧米、中国、インド、UAE等の技術開発の最新動向について、IAC等の関連会合にも参加しながら調査。特に米国と欧州について、日本で行われている技術開発とレベルを比較し、日本に優位性のある技術を明確化できるような形で情報を整理中。

②テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査

- ▶ センサ、デジタル処理技術の開発について、前年度のBBM開発結果等を踏まえEM開発を実施し、またPFMの検討を開始した。
- ▶ 衛星バスシステムの詳細設計を実施し、システム成立性の確認を行い、また、並行してEMの検討を行った。

③月面利用を見据えた水電解技術開発

- ▶ 水電解装置のフライトモデルを製作し、各種試験を実施中。次年度の打上げ・月面実証に向けて、1月末頃にispace社へのフライトモデルの引き渡しを行う予定。
- ▶ 月面での水電解装置の稼働状況をモニタリングするためのソフトウェアについても、1月頃に完成予定。

④無線送電技術開発

- ▶ 前年度の概念設計結果を踏まえ、衛星システム開発仕様を設定。
- ▶ 詳細設計では、基本設計及び試作試験による評価結果を基に、フライトモデル製造に必要な製造図面、試験計画を作成。
- ▶ ミッション機器である送電パネルの設計見直しにより、開発進捗に若干の遅れがみられるが、設計体制を強化（プロジェクト管理、宇宙機器システム設計の経験が豊富な2名を増員）するなどによりリカバリーする計画。
- ▶ 衛星システム運用に必要な運用管制システム及びビーム制御性能評価に必要な地上計測システムについて、概念設計結果に基づきシステム構成の詳細検討を実施。

次年度の事業計画（案）

①月面エネルギーシステム全体に関する技術課題整理

- ▶ 当該年度の成果を踏まえ、コスト、成熟度、優位性、ビジネス性等の複数の評価軸により、抽出された技術課題を整理する。
- ▶ 内閣府の「月面活動に関するアーキテクチャ検討会」での議論に必要な情報を整理する。

②テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査

- ▶ センサ、デジタル処理技術のEM開発結果等のCDRを実施し、その結果を踏まえたPFM開発に着手する。
- ▶ 当該年度に引き続き、衛星バスシステムの詳細設計を継続し、システム成立性の確認を行う。また、EM開発結果等のCDRを実施し、その結果を踏まえたPFM開発に着手する。

③月面利用を見据えた水電解技術開発

- ▶ 令和6年冬頃の打上げに向けて、ispace社のランダーへのフライトモデルの据え付け及び相互システム検証等を完了する。
- ▶ 令和6年冬頃に打上げを予定。令和7年春頃の月面着陸後、月面環境での水電解装置の稼働・水素製造実証を行い、地上支援装置を通じた実証データの取得、分析及び評価を実施する。

※打上げ・実証スケジュールは流動的に変更するため、時期は確定ではない。

④無線送電技術開発

- ▶ 熟・構造モデルによるシステム開発試験を行い、機器が耐環境条件と齟齬がないことを確認する。必要な場合、設計に評価結果を反映する。
- ▶ 詳細設計に基づく図面や手順書に基づいて、フライトモデルの機器調達や製造、コンポーネント環境試験、噛合せ試験、フライトモデルの組立をバス機器から実施する。
- ▶ 運用管制システムにおいて必要な装置の購入、地上局の整備や契約準備を実施する。

小型衛星コンステレーション関連要素技術開発

主担当庁：経産省
連携省庁：文科省
(事業期間5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

予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額：12.2億円
- 令和3年度(補正)配分額：10.6億円
- 令和4年度(補正)配分額：10.0億円

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

⑤超小型CMGの開発

小型観測衛星の姿勢制御能力を向上し、撮像の高頻度化を可能とするため、従来のリアクションホイールよりも角運動量やトルクを大幅に改善した超小型コントロール・モーメント・ジャイロ (CMG) を開発

<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)

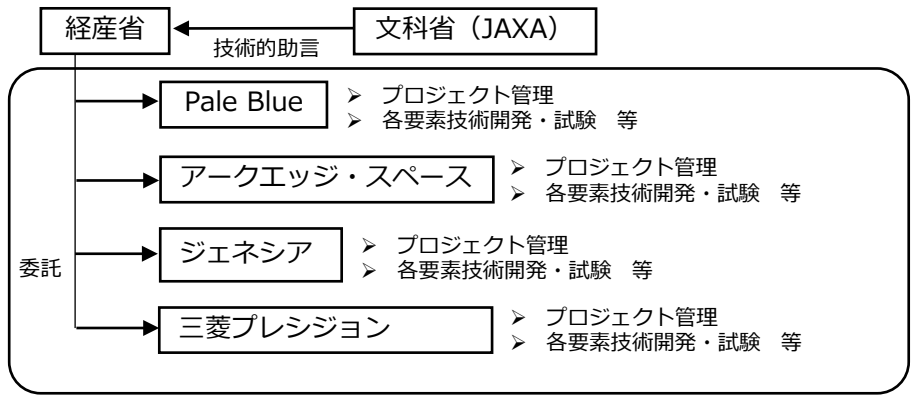
主担当庁：経済産業省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

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3U及び6U CubeSat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、低コスト化を実現した量産可能なスタートラッカーの開発
- ⑥ 従来のリアクションホイール(RWA)よりも大幅に角運動量やトルクを改善させた超小型コントロール・モーメント・ジャイロ(CMG)の開発

	R3	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
①		インフラ設備構築 各要素技術EM開発 開発・試験	FM開発	打上・実証(繰越の可能性あり)	
②		各コンポの要求性能の決定 EM開発・評価	3U・6U向け統合ユニットの開発・試験 FM開発・評価		
③		アライメントキューブの開発、振動試験評価、ドキュメントの整備等 SiLSエミュレータの開発、高性能化に係るアルゴリズムの改良、出荷検査工程の自動化	多機能化に係るアルゴリズムの改良、バッフルの改良、光学レンズの長焦点化、HiLSエミュレータの開発等		
⑥			超小型CMGの成立性 衛星システムとのI/F調整	EM電気・機構設計 EM部品手配	EM製造・試験 耐環境性評価試験 実証モデル製造・試験 加速寿命試験

実施体制



※ 経産省ではプロジェクト管理を行い、文科省(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

○ 激しい国際競争で優位に立つべく、継続的な海外とのベンチマークをもとにした価格目標や更なる実証機会の創出等の工夫により信頼性を高める施策を検討する必要があり、本プロジェクトをより一層加速して進めていく必要がある。
→ 事業者においては、国内の衛星事業者にヒアリングを実施しながら本プロジェクトを進めている。加えて、本プロジェクトで開発したコンポーネントを政府事業で使用することの検討を行い、活用機会を提供して利用実績を増やすことで、国際競争での優位性確保を図る。

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)

主担当庁：経済産業省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

当該年度の進捗状況

① 推進系

- ▶ 今年度は、これまでの要素技術開発、EM開発で得た成果を踏まえて、FMの設計、製造、試験を行った。
- ▶ 当社推進機を搭載して軌道上実証を担う衛星事業者とのI/F調整を完了し、製造したFMの引き渡しを完了。

② 姿勢制御系 (ADCSユニット)

- ▶ 今年度は、**低価格版ADCS統合ユニット**については環境試験を終え、一部のSW改修項目の対応を実施しており、事業終了後に実証用衛星に合流する予定。
- ▶ **高精度版ADCS統合ユニット**については、各搭載コンポーネント (RW、ジャイロ等) のEM開発が完了し、並行してFM開発を実施。今後、EMの環境試験を行い、2月目途にFMのインテグレーションを目指す。スタートラッカーの実装については、現在、搭載ソフトウェア (アルゴリズム) を中心にEMの開発中で、すみやかにFM製造に移行予定。

③ 姿勢制御系 (スタートラッカー)

- ▶ 今年度は、**発展型STT**に求められる機能要素に関する概念検討、撮像素子およびFPGAまわりの冷却、消費電力の削減、光学レンズの長焦点化等を実施した。また、さらなる高性能化に向けて、**迷光を極小化するための特殊なバツフルの製作・評価を行うとともに、迷光発生パターンを考慮したマッチングアルゴリズムを実装、評価し、アルゴリズムの改良を進めている。**

⑥ 姿勢制御系 (超小型CMG)

- ▶ 既存RWAから高角運動量化及び高出力トルク化を図るため、**各構成要素 (ホイール、ジンバル、角度検出機構、CMG制御回路等) について全体最適設計検討を実施した。**
- ▶ また、超小型CMGのシステム搭載性を向上させるため、**国内の地球観測小型衛星コンステレーション事業者**にI/Fに関するヒアリングを実施した。

次年度の事業計画 (案)

① 推進系

- ▶ 当該テーマは今年度で終了予定。(繰越の可能性あり)

② 姿勢制御系 (ADCSユニット)

- ▶ 当該テーマは今年度で終了予定

③ 姿勢制御系 (スタートラッカー)

- ▶ 当該テーマは今年度で終了予定

⑥ 姿勢制御系 (超小型CMG)

- ▶ **当該年度の成果をふまえ、EM電気・機構設計及びEM・実証モデル部品手配に早期に着手する。**

宇宙船外汎用作業ロボットアーム・ハンド技術開発

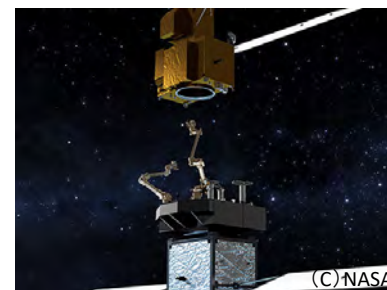
主担当庁：経産省
連携省庁：文科省
(事業期間3年程度)

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

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

予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額:2.7億円
- 令和3年度(補正)配分額:3.6億円
- 令和4年度(補正)配分額:3.0億円

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。

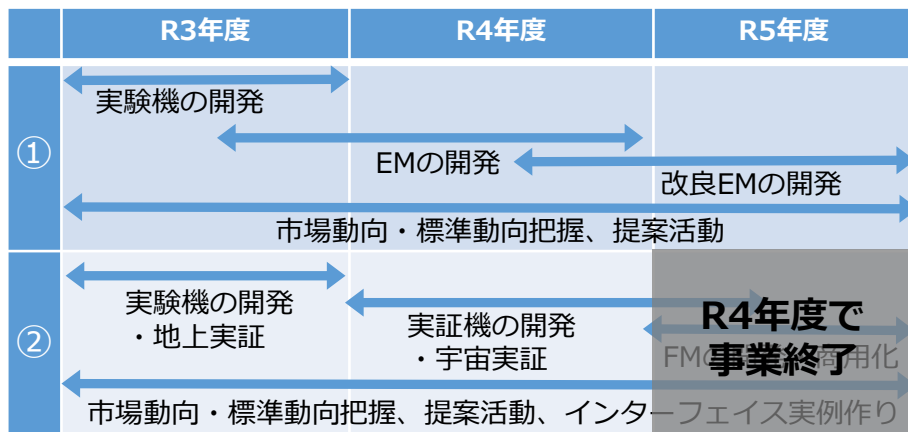
※委託事業者名は五十音順

①アストロスケール

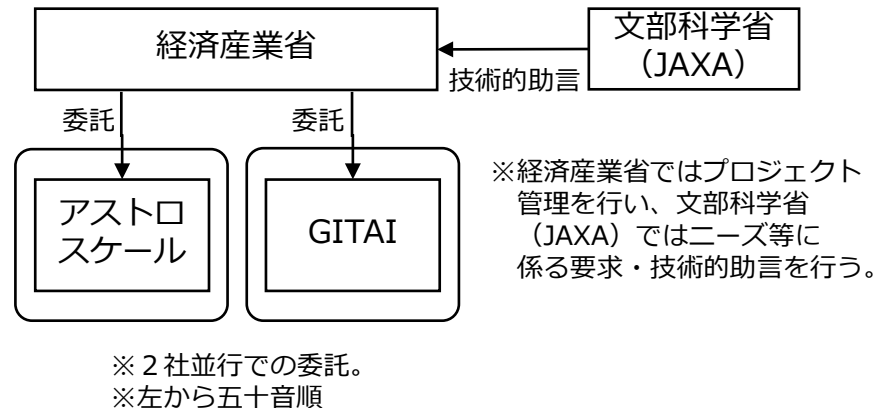
- 軌道上サービス提供者としての知見を活用し、様々なサイズの対象物に対応できるシステム開発を実施する。要素技術の一部について自社ミッション機会を含めた宇宙実証を睨み、3年度目にフライトモデルに繋がる改良エンジニアリングモデルの開発を目標とする。
- 国際標準化団体でのプレゼンスを活用し、動向把握、提案を開発と並行で実施。

②GITAI ※R4年度で事業終了

- 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、インターフェースの実例づくり等を開発と並行で実施。



実施体制



留意事項への対応状況

- プロジェクトの一層の加速により技術開発を進めるとともに、担当省庁は国際標準化に向け事業者に対する必要な協力を継続的に進めていくことが重要である。
→ R5年度は当初の1.5億円から3.0億円に増額し、技術開発を加速した（アストロスケール）。また、国際標準化を含む各種国際ルール等についても、事業者と定期的にコミュニケーションを取り情報交換・議論を実施している。
- 競争力を維持するためには継続的な投資と実証の機会が必要であり、軌道上サービスの利用分野を如何に開拓できるかが重要となる。担当省庁は、引き続き市場拡大が期待される利用分野の把握に努め、事業者を支援していくとともに、実証機会を増やす検討を、他省庁との連携を含め進める必要がある。
→ 関係省庁とも連携し、軌道上サービスに関する研究開発や事業者支援を進める。

当該年度の進捗状況

- ① アストロスケール
 - 全体状況
 - 耐宇宙環境性の評価作業、衛星搭載の可能性を見据えた実証機の製造、部分的な機能試験及び自律制御技術に係るソフトウェアの開発を実施。
 - 特に新たに開発している**関節部分は大幅なコストダウンと小型/軽量化**を実現すべく改良EMを製造中。今後、機能/環境評価を行う。
 - ADR
 - **JAXA商業デブリ除去実証(CRD2)に向けたデブリ捕獲グリッパーの改良設計を実施中。**
 - 再補給
 - **再補給を想定したエンドエフェクタとのインターフェース、補給用配管との組み合わせ等を想定したアーム関節開発を実施。**
 - 機器脱着補修
 - **機器脱着補修を想定した動力源、電氣的インターフェースを具備したハンドの開発を実施。**
 - ビジョンシステム
 - ADR使用時に必要となる高視野角ハードウェア対応のための認識ソフトウェア改良開発を実施。
 - 市場動向・標準動向把握、提案活動
 - CONFERS(軌道上サービスの国際標準化等を目的とした業界団体)の活動に積極的に参画し、同社の成果紹介も実施。
 - 標準化動向把握について最新の特許状況を把握。

次年度の事業計画(案)

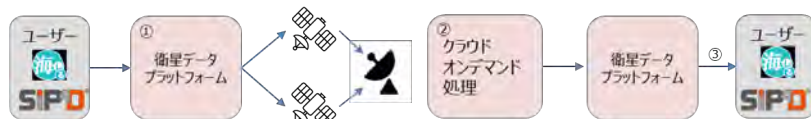
当該テーマは今年度で終了予定

多種衛星のオンデマンドタスキング 及びデータ生産・配信技術の研究開発

主担当庁：経済産業省
連携省庁：内閣府等
(事業期間4年程度)

背景・必要性

- 現在、観測衛星データのユーザは、複数の衛星データプロバイダから見積もりをとり、最適な商用衛星を選択し、当該衛星による撮像、受信、固有システムでのデータ処理が行われてからデータ配信を受けるため、多種衛星の最適利用には時間・コスト・ノウハウを要する。
- 関係省庁・自治体・企業等の一般ユーザが、撮影位置、データの種類等を選択するだけで、必要な衛星データがオンデマンド・低遅延で生産・配信される基盤システムを開発すれば、災害対応等の即時性を求めるユーザや、多種衛星を組み合わせて利用するユーザの広がりが見込まれる。
- また、当該システムは、衛星データプラットフォームと連携することで、高次処理されたアーカイブデータ及び新規撮像データを用いた変化抽出なども可能となる。



各省の役割

- 経済産業省：右記のシステムの研究開発
- 内閣府、国土交通省等：プラットフォーム間API連携の調整、アプリケーション開発への助言・評価
- 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

予算配分額

- 令和4年度(補正)配分額：5.7億円

事業の内容

- ①多種衛星のオンデマンドタスキングシステムの研究開発
ユーザからの観測要求を整理し、複数の商業衛星への最適な観測要求を受け付けるクラウド上インタフェースシステムを衛星データプラットフォーム上に構築するための研究開発を行う。
- ②多種衛星のオンデマンド衛星データ生産・配信システムの研究開発
現在は衛星ごとの固有システムにより高いコストをかけて補正・画像化等を行い生産・配信している衛星データについて、クラウド上のGPUによる並列処理によりオンデマンド生産・配信ができるようにすることで、衛星データ生産・配信コスト及びデータ配信までのリードタイムの大幅削減を目指す。
また、リアルタイムでの衛星データのオンデマンド生産・配信に向けて、将来の衛星間光通信ネットワーク統合制御システムとの接続に向けた研究開発も行う。
- ③様々な地理空間データプラットフォーム等とのAPI連携
上記システムはALOS-3等の様々な衛星のアーカイブデータを搭載した衛星データプラットフォームと連携することで、オンデマンドでの変化抽出なども可能とする。
また、即時性の高い多種衛星データを必要とする様々な地理空間データプラットフォーム(例. SIP4D、海しる等)や、他の地理空間データプラットフォーム(PLATEAU、G空間情報センター、eMAFF等)とのAPI連携を実施するとともに、こうした様々な地理空間データを活用した行政の高度化・効率化に資するアプリケーションの開発・実証を行う。

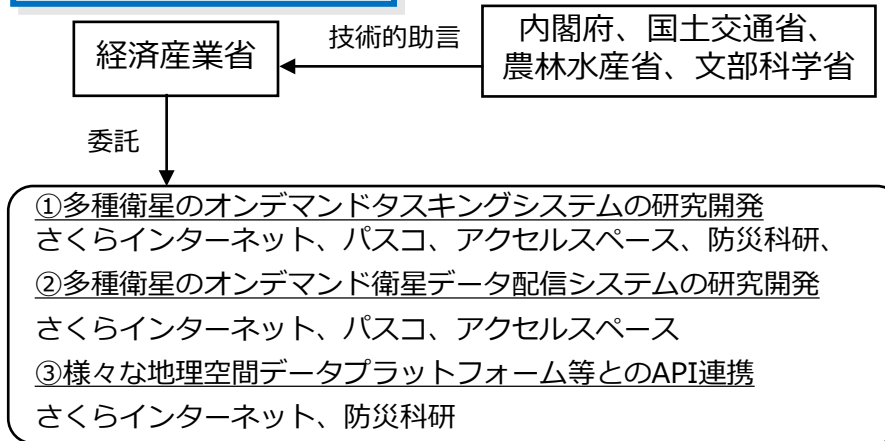
多種衛星のオンデマンドタスキング及び データ生産・配信技術の研究開発

主担当庁：経済産業省
連携省庁：内閣府等
(事業期間4年程度)

事業計画

- ①多種衛星のオンデマンドタスキングシステムの研究開発
ユーザからの観測要求を整理し、複数の商業衛星への最適な観測要求を実施するクラウド上インタフェースシステムの研究開発を行う。
- ②多種衛星のオンデマンド衛星データ配信システムの研究開発
現在は衛星ごとの固有システムにより高いコストをかけて補正・画像化等を行い生産・配信している衛星データについて、クラウドコンピューティングによりオンデマンド生産・配信ができるようにすることで、衛星データ生産・配信コスト及びデータ配信までのリードタイムの大幅削減を目指す。
また、リアルタイムでの衛星データのオンデマンド生産・配信に向けて、将来の衛星間光通信ネットワーク統合制御システムとの接続に向けた研究開発も行う。
- ③様々な地理空間データプラットフォーム等とのAPI連携
上記システムは様々な衛星のアーカイブデータを保持する衛星データプラットフォームと連携することで、オンデマンドでのデータの高次処理及び変化抽出なども可能とする。また、即時性の高い多種衛星データを必要とする様々な地理空間データプラットフォーム(例、SIP4D等)や、他の地理空間データプラットフォーム(G空間情報センター、eMAFF等)とのAPI連携を実施するとともに、こうした様々な地理空間データを活用した行政の高度化・効率化に資するアプリケーションの開発・実証を行う。

実施体制



※次年度以降、SAR衛星事業者としてQPS、Synspective、日本地球観測衛星サービス(JEOSS)が加わる予定。

留意事項への対応状況

- ユーザが必要な時期に実用に供するシステムとして開発を進めること。
- ユーザの掘り起こし(ヒアリング)を実施することにより、オンデマンドタスキングのニーズを明確化し、最低限必要な実用に供するシステムの仕様を特定していく。
- 特定したオンデマンドタスキング機能について、**四年のプロジェクト期間を待たずに、先行して一部機能の提供を試験的に開始することを検討する。**

	R5年度	R6年度	R7年度	R8年度
①	要求の整理・設計	研究開発・評価	追加の衛星データに関する要求の整理・設計	追加の衛星データに関する研究開発・評価
②	要求の整理・設計	処理設備の研究開発・評価		評価・運用
③	要求の整理・設計	APIの設計・実装・評価		

多種衛星のオンデマンドタスキング及び データ生産・配信技術の研究開発

主担当庁：経済産業省
連携省庁：内閣府等
(事業期間4年程度)

当該年度の進捗状況

- ① 多種衛星のオンデマンドタスキングシステムの研究開発
 - タスキング機能についての他社動向調査と潜在顧客へのニーズヒアリングをプラットフォームで複数衛星にタスキングできることの価値や現状のタスキングにおける課題といった観点から**実施済み**
 - 調査結果を元に、**光学衛星のタスキングについての概念検討および詳細検討および設計を年度末までに完了予定**。
 - **SAR衛星については予定を前倒し、実現性・概念検討を着手**。年度内に実現可能性については判断する。
- ② 多種衛星のオンデマンド衛星データ配信システムの研究開発
 - クラウドコンピューティングによりオンデマンド生産・配信に関して、**衛星プロバイダの要求の整理、生産システムの基本設計を実施中。今年度中に完了予定**。
 - 衛星プロバイダの要求の整理を実施し、**小規模なPoC環境を整備した上で衛星プロバイダにより技術検証、有効性・課題の確認**を実施している。
- ③ 様々な地理空間データプラットフォーム等とのAPI連携
 - より即時性の高い**地理空間データプラットフォーム連携において要求の整理**を行った。連携に必要な**IF調整、構成の設計**を実施している。
 - **SIP4Dとのプラットフォーム連携に際し、データフォーマットのIF調整を完了し、プラットフォーム連携の設計**を実施している。G空間情報センターにおいてはAPI連携の幅を広げ、利用促進施策を実施する。
 - Copernicus連携は、日欧協力の枠組みの趣旨を踏まえ、データ交換を実現するために、欧州宇宙機関との契約面及びインタフェース条件の確認を実施している。
 - Tellusの実環境を用いて、Tellusの概要、衛星データの基本知識の講習とともに、及びQGISを利用した衛星データの解析方法を実体験できるハンズオンセミナーを開催した。

次年度の事業計画（案）

- ① 多種衛星のオンデマンドタスキングシステムの研究開発
 - **光学衛星について**、初年度の設計結果を踏まえ、**システム開発を開始し、次年度内に第一次開発を完了**させる。
 - **SAR衛星については継続して詳細検討および設計を実施**、令和7年度に開発着手予定。
 - なお、開発の進捗によって見えてきた改善事項や、SAR衛星について検討を進める中で見えてきた開発項目は適宜開発仕様をアップデートしていく。
- ② 多種衛星のオンデマンド衛星データ配信システムの研究開発
 - 初年度の成果を踏まえ、より効率的な生産システムの構築、GPU設備でのデータ生産の研究開発を実施する。
 - **実運用環境に近いPoC環境を整備し、より詳細な技術検証、有効なデータ生産プロセスの研究開発**を実施する。
- ③ 様々な地理空間データプラットフォーム等とのAPI連携
 - 初年度の成果を踏まえ**即時性の高いプラットフォーム連携においてはインフラ設備を含めシステム構成についてPoC環境を整備、検証**を実施する。
 - Copernicus連携は、欧州宇宙機関（ESA）とのインタフェース調整を実施の上、実装に向けて推進する。
 - ハンズオンやTellusCafeなどのイベントを通じてTellusの利用者増大と利用促進を進める。
 - 国内外で実施される地理空間・宇宙ビジネス系のカンファレンスに出席し、最新の情報を収集するとともに、連携の可能性を模索する。

スペース・トランスフォーメーション実現に向けた 高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証

主担当省庁： 文部科学省
 連携省庁： 経済産業省
 国土交通省
 (事業期間 5年程度)

背景・必要性

○宇宙空間における活動を通じてもたらされる経済・社会の変革（スペース・トランスフォーメーション：SX）において、衛星データ利用は、地球上の様々な課題の解決に貢献し、より豊かな経済・社会活動を実現する重要な技術であり、特に高分解能光学衛星によるデータは、多様な情報の基盤となる。

※例えば我が国では、陸域観測技術衛星（ALOS、2006～2011）を開発運用し、2万5千分の1地図作成や東日本大震災後に津波浸水被害を観測する等、災害対策等での有用性を示してきたほか、運用終了後は、全球の観測データを活用した研究開発によって世界の3次元地形情報を開発する成果を上げている。

○ALOSの実績等を踏まえた次期光学ミッションを見据え、地図作成等のより幅広い分野での利用に向けた下記の研究開発に早期に着手する必要がある。

- ① 行政DXにおける衛星データ利用の幅広い分野での定着化に向けた、データ処理から解析までの一体的かつ汎用性の高いデータ利用サービスの構築
- ② デジタルツイン分野における衛星データの活用・社会実装及び関連市場における国際競争力の維持・発展に向けた高度な研究開発
- ③ 多様な分野で有効と考えられる、光学衛星と合成開口レーダ（SAR）データとの組合せによる複合的な解析技術の構築

○本活動により、2022年度先進光学衛星（ALOS-3）の喪失による我が国の光学衛星データの利用推進の停滞、エンジニアや研究者離れの対策を進めつつ、高精度3次元観測等の革新的な技術開発やデータ分析技術開発に向けた活動を行う事で、観測衛星データ市場での優位性獲得、及びSX実現に向けた取組みを推進する。

事業の内容

①光学衛星データを活用した行政DX等の国内外の利用実証

高分解能光学衛星データを基盤としたAIや超解像などの技術を活用した土地利用判読ツールなど、以下のテーマをはじめとする衛星データの実利用拡大のための自動解析技術を研究開発し、全国・アジア地域等へ展開するための業務の標準化に資するパッケージ（データ、アルゴリズムなどツール、手順書等）を整え、行政DXを推進する。

1. 農業（スマート農業・農作物分類・圃場基盤整備）
2. 都市（固定資産にかかる土地利用分類・インフラ管理等）
3. 防災（都市・河川・砂防にかかる防災計画の更新）
4. 森林（松枯れ・ナラ枯れ等の予報に向けた森林状況把握）
5. 土地利用（土地判読・地形基盤情報）

②光学衛星等による3次元地形データを活用したデジタルツイン生成技術の開発

我が国が強みを有する高分解能光学衛星による3次元地形データをもとに、デジタルツインの試験プラットフォームを構築する。また、今後はデジタルツインがリアルタイムに更新されることを想定し、衛星コンステレーション等を活用した4D化技術の開発を進める。これらを通じて構築したデジタルツイン試験プラットフォームについて、災害や建設土木、森林資源、ドローン交通制御、再生可能エネルギー等の分野における国内外での利用実証を目指す。

③光学とSARの融合による衛星観測情報の高度化技術の開発

高分解能光学衛星とSAR等で得られるデータの性質の違いを生かし、農業（ため池管理）や災害、都市、インフラ等の分野における多様なデータの複合利用によるデータとその利用の高度化を目指した技術開発を行う。

各省の役割

- 文部科学省：事業とりまとめ
- 経済産業省・国土交通省：利用実証にかかる助言

予算配分額

- 令和4年度（補正） 配分額：5.6億円

スペース・トランスフォーメーション実現に向けた 高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証

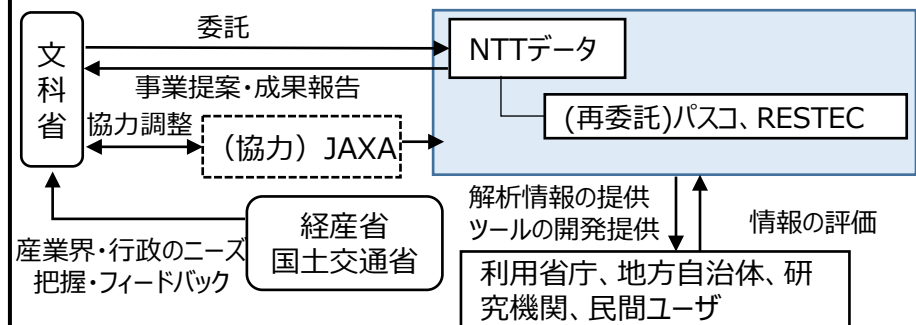
主担当省庁： 文部科学省
連携省庁： 経済産業省
国土交通省
(事業期間 5年程度)

事業計画

- ①～③の事業内容を実施するにあたり、行政や海外ユーザに提供する高分解能光学データを活用したソリューション提供、及び衛星データを活用した3次元地形情報のデジタルツイン構築にかかる優れた解析・システム開発技術を持つ民間事業者等に委託する。
- 本提案では、これまで実証や研究等で有用性が確認されたテーマや分野を中心に、社会定着・商用化のために必要となる研究開発・実証を行うため、商業化までしっかりと実施する事業者等に委託する。
- 年度毎の計画は以下の通りであり、実証とパッケージの改良を繰り返してブラッシュアップしていきつつ、海外動向も踏まえてながらスピード感を持って取り組む。

テーマ	R5	R6	R7	R8	R9
①		高分解能光学衛星データ収集・整備			
	ニーズ調査に基づく衛星データ活用パッケージの開発と改良				
②		高精度な三次元データ解析技術の開発と検証			
		デジタルツイン試験PFの構築	デジタルツイン試験PFの機能拡張、利用実証		
③		SAR等の衛星データ収集・整備			
	光学とSAR等のデータ融合技術の開発、検証、高度化				国内外での利用実証、衛星システムと連携した検証

実施体制



留意事項への対応状況

<指摘事項>

- 海外の動きを念頭に、スピード重視で実装を進めながらユーザーとともに改善していくこと。
- 衛星は可能な限り国内のものを利用すること。
- 実証の先の商業化まで実施する意思のある事業者を選定すること。
- 商業化に向けて作成したガイドラインやデータ仕様等について、他企業等も利用できるように検討すること。

<対応状況>

- 世界の市場・技術動向を調査し、プロトタイプ開発をスピード重視で進め、ユーザ実証・改良のサイクルを繰り返す計画である。
- 3次元観測が可能な国産衛星を活用し、機数増加に伴って活用を増やす計画である。観測頻度等について海外衛星で補完する。
- 事業者は、本実証成果を基に、国産衛星等を活用したデジタルツインビジネスをグローバルで商業化する計画である。
- 本研究で作成したガイドラインやデータ仕様は公開し、関連する業界での利用促進を図る計画である。

当該年度の進捗状況

①光学衛星データを活用した行政DX等の国内外の利用実証 実施計画

- 衛星データ利用が期待される5つの分野（農業、都市、防災、森林、土地利用）において国内と海外に実証地域を設定し、ユーザ機関のニーズを基に衛星データ閲覧環境等を整備し、AI等のデータ解析技術の利用条件を整理する。

進捗状況

- 国内は「岡山、名古屋、広島、長野」、海外は「タイ、インドネシア、ベトナム、ウガンダ、ケニア」に実証地域を設定し、実証ユーザと調整を開始した。

②光学衛星等による三次元地形データを活用したデジタルツイン生成技術の開発 実施計画

- 国内の小型衛星等を活用した高精度三次元データ生成技術、衛星コンステ等を活用した高頻度4D化技術を開発し、デジタルツインプラットフォームの要件を定義する。

進捗状況

- 小型衛星による三次元観測方式及び補正手法の検討を行い、衛星コンステ等のデータ観測計画を立案した。デジタルツインについて、国内外の先行事例、利用技術、解析機能等の整理、及びシステム要件の整理を開始した。

③光学とSARの融合による衛星観測情報の高度化技術の開発 実施計画

- 災害、地理空間、沿岸環境等の分野において光学とSAR等のセンサ融合技術を開発する。

進捗状況

- 災害時の建物被害状況把握、悪天候下でのSARによる3D補完、航空機搭載センサとの融合手法の開発に着手した。

次年度の事業計画（案）

①光学衛星データを活用した行政DX等の国内外の利用実証

- 初年度の実証ユーザとの利用モデル設計の成果をふまえ、早期に、衛星データとAIモデル等を活用する業務手順、解析データ活用ツールの設計を行う。
- 農業分野では三次元地図を用いた農業機器運行、都市分野では固定資産と都市計画、防災分野ではステレオ計測、森林分野では森林資源・炭素吸収量判読、土地利用分野では海外での地図作成のツールを開発し、実証する。

②光学衛星等による三次元地形データを活用したデジタルツイン生成技術の開発

- 初年度の小型衛星を活用した高精度三次元データ生成技術の成果をふまえ、早期に国内外の都市・森林等の多様な地域において適用評価を行う。三次元の変化解析・予測シミュレーションの技術を開発し、性能検証する。
- 初年度のデジタルツイン技術の調査結果及びシステム要件に基づいて、早期に試験プラットフォームを開発する。

③光学とSARの融合による衛星観測情報の高度化技術の開発

- 初年度の技術開発成果を踏まえ、時系列分析等の機能拡張を行い、早期に農業、都市等の他の利用分野へ適用性を拡張する。
- 農業ため池管理や農作物状況把握のためのマルチソース分析技術の開発、都市等を対象とした光学とSARのデータ融合技術の検証・高度化、衛星画像と航空ライダー等による沿岸域深淺データの補完・更新等に関する技術の開発を実施する。

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

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

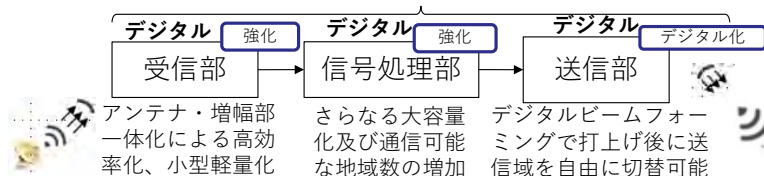
各省の役割

- 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。

予算配分額

- 令和2年度(補正)配分額：30.0億円
- 令和3年度(補正)配分額：12.0億円
- 令和4年度(補正)配分額：2.0億円

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。

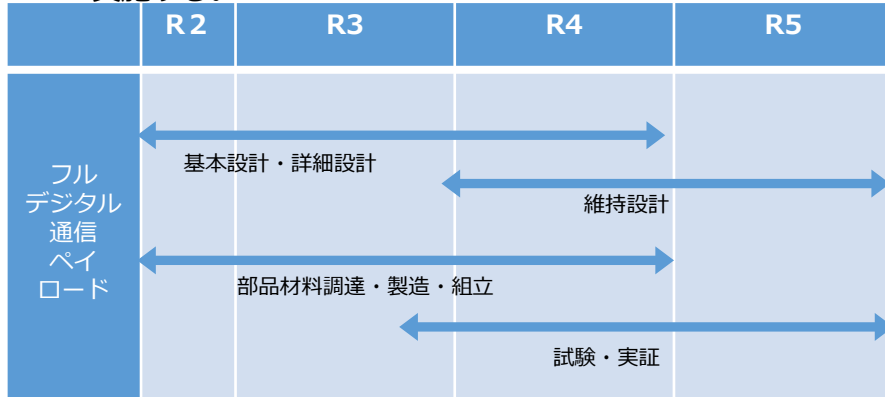
また、観測衛星等に将来幅広く適用可能なフルデジタル化技術に関する基盤技術を獲得する。

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。

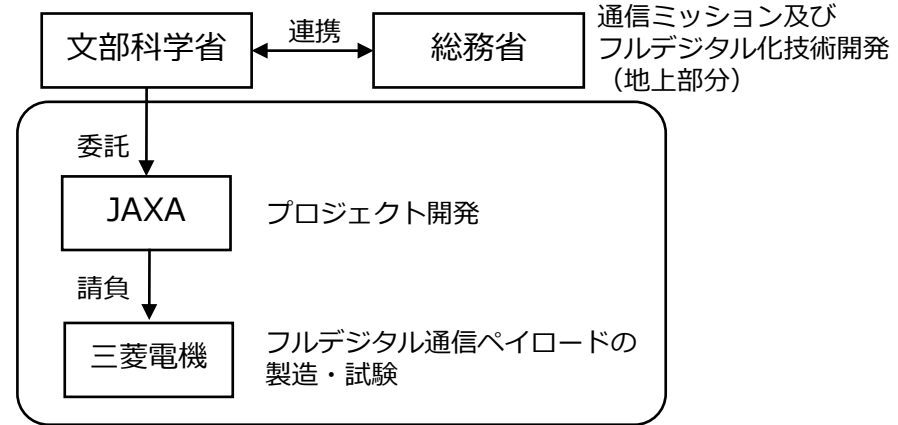
ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を開始する。また、部品・材料の調達・組立を開始すると共に、製造・試験に着手する。

R4：R3に引き続き、新型コロナウイルスの影響により長納期化した部品等の調達を含めた部品・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

<指摘事項>

- 技術動向の海外調査を継続しつつ、事業者自身の努力により他の必要な技術についても高度化していくとともに、本プロジェクト終了後も、継続的な投資により技術をブラッシュアップし、競争力を維持・強化していくことも必要
- 本技術が世界に通じるものになるよう、商業化を目指す民間事業者の取組を継続的に支援していくことが必要

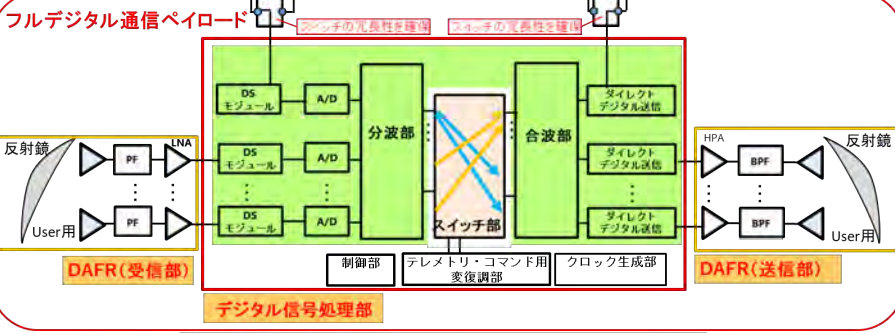
<対応状況>

- 調査会社を通じて、次世代静止通信衛星の先の競争力強化を見据えた海外の技術動向についても調査を継続して実施すると共に事業者とも意見交換を実施している。
- 高発熱を伴うフルデジタル通信システムを搭載するためには、少ない電力で高い排熱に対応できる必要があるため、令和5年度より「デジタル信号処理に対する高効率排熱システムの研究開発(R4-07)」を開始し、継続的に技術開発を支援している。

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
- ▶ 過年度までの製造に対して、引き続き試験を実施している。
 - ▶ 過年度の成果をふまえ、年度末の事業完了に向けて、設計結果に基づく試験・実証完了までの作業を確実に実施している。

総務省 通信ミッション部(既存)



フルデジタル通信ペイロードシステム図

- ・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

次年度の事業計画(案)

本プロジェクトは今年度で終了予定

背景・必要性

- 米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)などにより、今後、月の探査・開発に関する活動が拡大していくことが見込まれ、これらの活動を支える基盤整備が必要となってくる。
- その中でも、測位や通信といった基盤は、比較的初期の活動から必要とされると考えられる。具体的には、LNSS(月ナビゲーション衛星システム)や、月-地球間の超長距離の光通信システムといった基盤が想定され、諸外国においても検討が進められている。
- 今後、国際連携、標準化と言った議論も視野に、我が国がこれらの基盤整備に貢献し、リーダーシップを発揮していく上でも、文部科学省が、総務省の協力の下、月面活動に向けた測位・通信の在り方を早期に検討するとともに、コアとなる要素技術を獲得していくことが必要。

各省の役割

- 文部科学省：アーキテクチャ検討、実現手段、技術課題の整理要素技術開発
- 総務省：技術的な知見の提供、助言

予算配分額

- 令和3年度(当初)配分額：2.0億円
- 令和3年度(補正)配分額：9.0億円
- 令和4年度(補正)配分額：8.3億円

事業の内容

月面活動に向けた測位・通信システムに係る以下の事業を行う。

○測位システム関連

- ・ 月における測位システムの構築のためのアーキテクチャ検討を行い、実証機に対する要求を検討。
- ・ 上記を踏まえたシステムの実証に向けた開発・設計。
- ・ 国際動向を踏まえ、統一規格の検討に係る調査を行う。

月測位システムの構想例

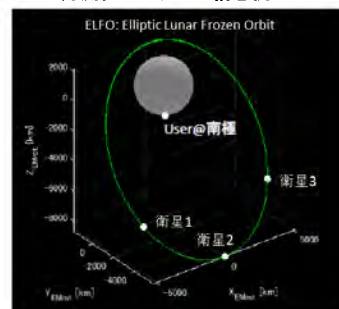
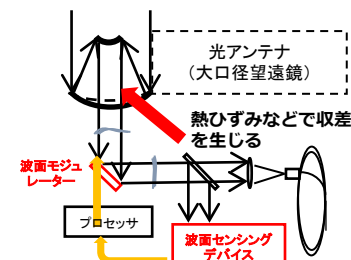


図2. ELFO上の3機配置例
 (866km × 8742km × 56.2°, ΔM = 90°)



波面センシングデバイスで収差を検出し、その情報から波面モジュレータを使って収差を補正することで効率よくファイバーに光を入射する

(要素技術の例)衛星補償光学系

○通信システム関連

- ・ 月面活動に向け、月-地球間や月近傍などでの通信アーキテクチャの検討、実現手段、技術課題の整理 等。
- ・ アーキテクチャ検討に基づく月-地球間での高速・大容量通信の実現に必要な研究開発の実施(例:高速高感度復調技術、遠距離高感度捕捉追尾技術、衛星搭載用大口径光アンテナ、衛星補償光学系などの要素技術の開発等)

月面活動に向けた測位・通信技術開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間5年程度)

事業計画

JAXAで行ってきたアーキテクチャ検討をベースにしつつ、関連企業と共同でより詳細なトレードオフ等を行い、まず国際的な技術調整の場で提案できるアーキテクチャを設定するとともに、アーキテクチャに必要と考えるキー要素技術の研究開発を行う。

本事業の最終目標として、**航法精度40m(水平)を目標**として、測位に係る以下のキー要素技術(③~⑤)の開発を行い、成熟度TRL4(実験室環境レベルでの有効性確認)まで上げる。また、**月一地球間的高速通信1Gbpsを目標**として、通信に係る以下のキー要素技術(⑥~⑩)成熟度TRL4を目指す。

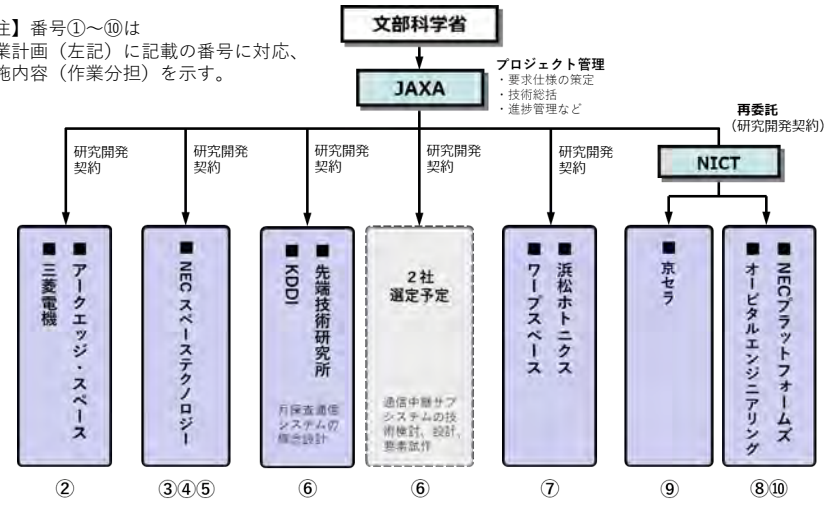
また、月探査測位・通信に係る標準(得られたアーキテクチャ)を国際調整の枠組みの中で提案し、NASA/ESA等との調整により、合意を得ることを本業務の目標とする。

		R3	R4	R5	R6	R7	
総合	①	総合検討		更新検討			
測位	②	概念設計		設計・試作試験			
	③④⑤	要素試作試験					
通信	⑥	詳細検討・BBM試作					
	⑦	設計検討	要素試作	地上検証モデル試作			
	⑧	BBM試作			地上検証モデル試作		
	⑨	基礎検討	設計	要素試作	試作	評価	
	⑩	基礎検討	概念設計	設計・試作・地上検証モデル試作			

- 注1) ①測位・通信アーキテクチャ検討 ⑥国際インターオペラビリティ方式の研究
 ②LNSS実証機システムの検討 ⑦遠距離捕捉追尾技術の研究
 ③マルチGNSS化 ⑧通信用高感度送受信技術の研究
 ④月近傍航法機能 ⑨軽量大口径光学系の研究
 ⑤航法高精度化 ⑩搭載補償光学技術の研究

実施体制

【注】番号①~⑩は
事業計画(左記)に記載の番号に対応、
実施内容(作業分担)を示す。



留意事項への対応状況

- <指摘事項>
- 他国に後れを取らないよう早期に実証することが肝要であり、本プロジェクトの一層の加速が必要
 - 引き続き世界の技術動向や各国の戦略を調査し、宇宙実証の具体的な検討を進める等、日本が優位を持つための戦略を練って開発を進めることが重要
- <対応状況>
- LNSS実証衛星のFY2028打上げを目指し、実証衛星ミッション部の要素試作を実施中。今年度末までに試作試験を完了させ、TRL4の達成度を確認する予定。
 - 国際学会等で最新技術動向を把握するとともに、NASA/ESAとの協働による宇宙実証に関する協議の場において、日本の強みとするキー技術を示しつつ、協働の開発シナリオ案を提案し、継続的に国際協働に向けた協議を実施中。

当該年度の進捗状況

- ② **LNSS実証機のシステム概念設計、要素試作及び評価**
実証機測位ペイロード部の要素試作設計は完了し、試作品製作中。年度内までに評価試験を行い、TRL4の達成度を確認する予定。
- ③ **マルチGNSS化**
マルチGNSS対応コアチップのBBM試作中。チップ試作後、機能性能評価を行う予定。また、対応航法ソフトウェアの改良検討を実施中。シミュレーションにて性能評価を行う予定。
- ④ **月近傍航法機能**
月近傍航法ソフトウェアについてシミュレーションによる性能評価を通じ、改良検討中。また、月近傍で利用する高指向アンテナを試作中。機能性能評価を年度内までに行う予定。
- ⑤ **航法高精度化**
オンボード精密単独測位アルゴリズムを用いたソフトウェアの試作評価を実施中。年度内までにマルチGNSS対応コアチップの開発仕様に反映する予定。
- ⑥ **国際インターオペラビリティ方式の研究**
月面から月-地球間通信への中継サブシステムネットワーク技術の設計、簡易テストベッドの試作評価を行う予定。
- ⑦ **遠距離捕捉追尾技術の研究**
冷却型及び小型InGaAs四分分割アバランシェ光検出器の試作品製作中。今後、性能評価を行い、実現性を見極める予定。
- ⑧ **月-地球間通信用高感度送受信技術の研究(⑩含む)**
光学系・センサ等で構成する光学系の試作品製作中。これに制御アルゴリズムを実装し、年度内に検証評価を行う予定。また、高感度復調部(デジタル信号処理部)の試作設計を年度内に完了予定。
- ⑨ **軽量大口径光学系の研究**
セラミックス素材を用いた大口径光学系の要素試作を実施中。年度内に要素試作を完了させる予定。

次年度の事業計画(案)

②～⑥の実施項目は令和5年度で終了予定

- ⑦ **遠距離捕捉追尾技術の研究**
今年度の成果(試作評価)を踏まえ、遠距離捕捉追尾技術の地上検証モデル設計に早期に着手し、次年度中に当該設計を完了させる。
- ⑧ **月-地球間通信用高感度送受信技術の研究(⑩含む)**
今年度の成果を踏まえ、高感度復調部(デジタル信号処理部)の要素試作を早期に着手し、次年度中に当該要素試作を完了させる。また、軽量大口径光学系と組み合わせる地上検証モデルの設計についても早期に着手し、次年度中に当該設計を完了させる。
- ⑨ **軽量大口径光学系の研究**
今年度の成果(試作評価)を踏まえ、大口径光学系全体に係る試作を早期に着手し、次年度中に試作試験を完了させる。また、搭載補償光学系と組み合わせる地上検証モデルの設計についても早期に着手し、次年度中に当該設計を完了させる。

プロジェクト番号：R4-01

宇宙機のデジタル化を実現するマイクロ プロセッサ内蔵FPGAモジュールの研究開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間3年程度)

背景・必要性

- 通信・観測・測位を中心に、多様化する宇宙ニーズに対応するため、軌道上での画像処理、AI処理、柔軟な機能変更等の、**高度なデジタル機能をもつ人工衛星の研究開発が進んでいる。**
- デジタル化の中核となる半導体デバイスは、**ユーザ利便性向上のため、モジュール化**(必要な機能を一つのチップに実装する形態、SoC※1化)**が業界標準的な形態**となりつつある。
- 一方、宇宙用半導体モジュールは**海外製品しか選択肢がない状況**であり、宇宙活動の自立性を維持・確保する観点から、**国産高機能製品の開発が強く望まれている。**
- 低消費電力性能と耐放射線性能を高い水準で満足する革新的な国産MPU※2、FPGA※3の開発が進んでおり、**競争力の高い国産製品を実現することが可能な段階にある。**
- 高機能計算機モジュールの国産化により、**宇宙機の高度なデジタル化を安定的に支える共通技術基盤の保持が可能となる。**また、車載、原子力、IoT等の地上製品への波及も期待できる。

※1 System on a Chip、システム・オン・チップ

※2 Micro Processor Unit、マイクロプロセッサユニット

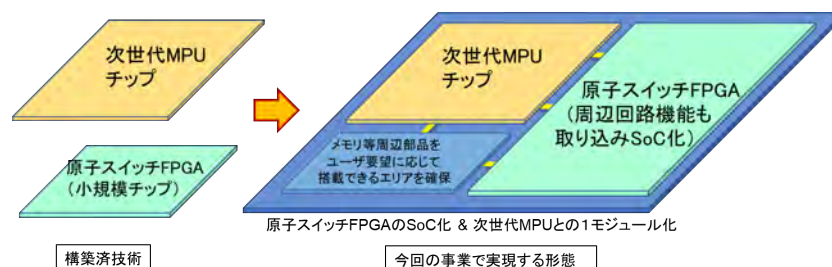
※3 Field-Programmable Gate Array、プログラマブルロジックデバイスの一種

事業の内容

- 本事業では、まずユーザ要望に基づきFPGAに実装する周辺機能を抽出し、国内企業が保有する原子スイッチ技術と、JAXAが保有する耐放射線強化技術を適用した、SoC化FPGAの回路設計、チップ試作、機能確認を行う。
- 次に、ヘテロジニアスコンピューティング※4の構成を実現するために、国産次世代MPUチップ※5と上記SoC用FPGAチップの1パッケージ化を行い、マイクロプロセッサ内蔵FPGAモジュールの試作と耐宇宙環境性の評価を行う。
- さらに、本技術普及のため、デバイス開発ツールの利用環境整備等のユーザニーズ反映の活動を実施する。

※4 MPUやFPGA等の異なる種類のプロセッサを組み合わせ、用途に応じて適したプロセッサに演算を分担させることで処理効率を高めた計算機システム。

※5 JAXAにて開発しているHR5000Sの後継MPU



各省の役割

- 文部科学省：次世代FPGA及びMPUを用いたSoCの開発
- 経済産業省：将来的な実装に向けた産業界のニーズの把握・フィードバックなど

予算配分額

- 令和4年度(補正)配分額：2.0億円

宇宙機のデジタル化を実現するマイクロ プロセッサ内蔵FPGAモジュールの研究開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間3年程度)

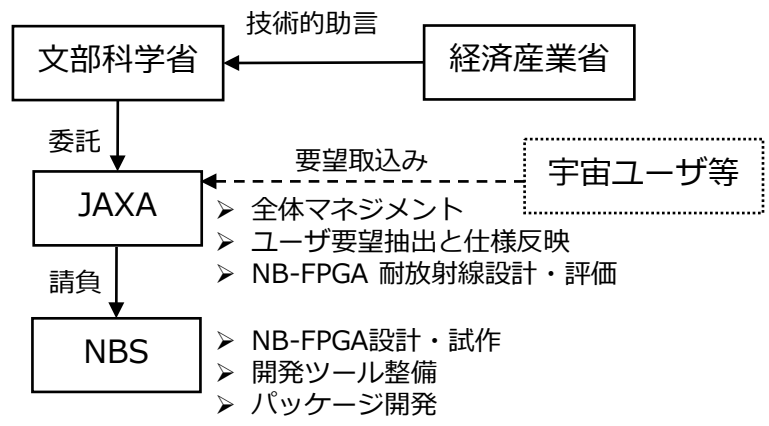
事業計画

宇宙機の高度なデジタル化を安定的に支えるため、国産高性能計算機モジュールの開発を実施する。本事業では、①大規模版16nmNB-FPGA試作、②NB-FPGA、次世代MPU、周辺機能を統合したマルチチップモジュール(MCM)のエンジニアリングモデルの試作と耐宇宙環境評価、③開発ツール(設計SWと評価ボード)の整備を行う。

- ①大規模版SoC 16nmNB-FPGAの試作
R5：NB-FPGA設計
R6：NB-FPGA試作、単体性能評価
- ②マルチチップモジュールの試作と評価
R5：仕様検討、次世代MPU-FPGA間接続I/F設計
R6：MCMモジュール詳細設計
R7：MCMモジュール試作、電気性能と耐宇宙環境性の評価
- ③開発環境と計算機ボード(宇宙実証想定)の整備
R5-6：既存NB-FPGA設計ツールの16nm向け改修
R7：開発ツール設計・製造

実施項目	R5	R6	R7
①大規模版SoC 16nmNB-FPGAの試作 SoC NB-FPGA設計 SoC NB-FPGAチップ設計、下地半導体部製造 SoC NB-FPGA製造、単体性能評価	→		FPGA単体 評価サンプル ▲
②マルチチップモジュールの試作と評価 仕様検討、次世代MPU-FPGA間接続I/F設計 MCM設計 MCM試作、電気性能の評価	→		モジュール 評価サンプル ▲
③開発ツール(設計SWと評価ボード)整備 既存NB-FPGA設計ツールの16nm向け改修 開発ツール設計・製造	→		開発ツール α版 ▲

実施体制



留意事項への対応状況

- <指摘事項>
- 地上でのユーザへのサンプル供給や軌道上実証機会の創出など、早期にユーザの試行回数を増やす取組を検討すること。
 - 他産業への展開を含め、国内外の市場動向を調査して進めること。
- <対応状況>
- 2024年1月に、NB-FPGAに関心を持つ企業を集めたユーザ会を発足させ、65nmNB-FPGAと開発ツールのユーザ試行を開始する予定。(NB-FPGAの特性をユーザに早期に把握してもらうことが狙い。)また、本事業で進める16nm NB-FPGAに関しては、R7評価サンプル供給に向けた衛星コンポーネント搭載評価計画のすり合わせをNewSpace企業2社と実施中。
 - 宇宙市場の動向調査は、NASA/ESAの協力も得て進めている。また、車載、防衛、IT機器等の非宇宙市場への展開は、部品企業を通じ継続して市場動向調査を実施中。なお、本研究で目指す超低消費電力と耐放射線の特性は依然他社を凌駕しており、意義価値は失われていないと判断している。

宇宙機のデジタル化を実現するマイクロ プロセッサ内蔵FPGAモジュールの研究開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間3年程度)

当該年度の進捗状況

①大規模版SoC 16nmNB-FPGAの試作(NB-FPGA設計)

- 初年度は、SoC NB-FPGAの仕様（機能構成）を具体化し回路設計を完了させる計画。
- ユーザ要望が強く汎用性の高い回路機能を配置したSoCのベースライン構成を具体化した（図1赤破線部）。これをユーザと共有し設計詳細化中（年度未完了見込）。

②マルチチップモジュールの試作と評価(仕様検討、I/F設計)

- 初年度は、モジュールを構成する2つの半導体チップ（SoC NB-FPGAとMPU）の接続方式を決め、I/F回路設計を完了させる計画。
- 現在、MPU開発元からMPU設計情報入手を進めている。得られ次第、下図緑点線部を設計する（年度未完了見込）。

③開発ツールの整備

- 初年度は16nm NB-FPGAに対応した設計ツールと評価ボードの仕様を具体化する計画。
- 上記作業進行中で年度未完了見込。またユーザ要望と試行を目的としたNB-FPGAユーザ会を2024年1月開始予定。

次年度の事業計画（案）

①大規模版SoC 16nmNB-FPGAの試作

- 初年度の成果をふまえ、SoC NB-FPGAのチップ設計作業に早期に着手し、設計結果の妥当性検証を終えた後、半導体製造を実施する。（現時点では8mm x 8mmの半導体チップ上にSoC NB-FPGAを搭載することを計画。）

②マルチチップモジュールの試作と評価

- 初年度の成果をふまえ、早期に検討した接続方式を実現するためのマルチチップモジュール(MCM)パッケージの設計を行う。（試作評価はR7年度予定）

③開発ツールの整備

- 初年度の成果を踏まえ、NB-FPGA向け設計ツールの16nm NB-FPGA対応改修と、このS/Wとセットで使用する16nm NB-FPGA評価ボード（H/W）の設計を速やかに開始する。（評価ボードの製造と評価はR7年度予定。）
- また、初年度に開始したNB-FPGAユーザ会活動を継続し、設計ツールのユーザ試行や、NB-FPGAの利便性をより高めるために必要なH/WやS/Wの抽出、それらの実現方法の具体化を継続的に進める。

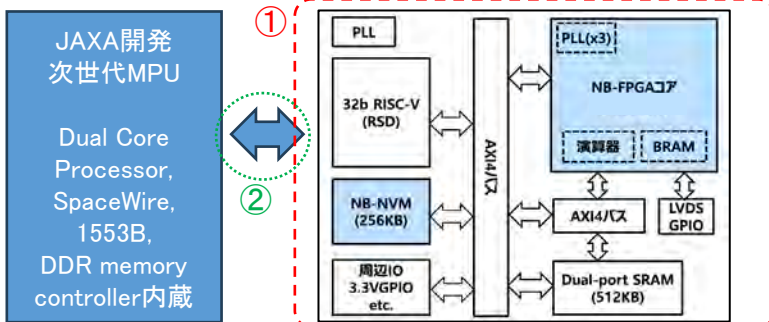


図1 SoC NB-FPGA機能およびマルチチップモジュール構成ベースライン案

背景・必要性

- **高分解能な衛星画像は、画像処理のために高精度な衛星軌道暦が必要**となる。高精度な衛星軌道暦の生成には、「測位衛星の高精度軌道暦」と「衛星が受信した測位衛星からの測位信号」が必要であり、**現状は、数時間から数日の処理時間が必要**である。（処理時間は測位衛星の高精度軌道暦の生成時間による）
- 衛星に複数GNSS対応受信機を搭載し、衛星搭載演算処理装置上（オンボード）でMADOCAの補正情報を使用したPPP（Precise Point Positioning: 高精度単独測位）を行うことができれば、**リアルタイムにcmオーダ（1σ）の衛星軌道位置を計算できるため、ユーザへの画像データ提供時間を大幅に短縮することが可能**となる。（官民の多様な利用ニーズを踏まえた共通基盤として活用が期待される技術）
- 本技術は政府衛星や小型衛星コンステレーションにも適用可能であり、かつ、準天頂衛星からの補正信号に基づく技術であるため、安全保障の観点からも、我が国の宇宙活動の自立性を維持・確保するために戦略的に取り組むべき優先度の高い技術開発であると考えられる。

注) MADOCA (Multi-GNSS ADvanced Orbit and Clock Augmentation) : 高精度測位補正技術

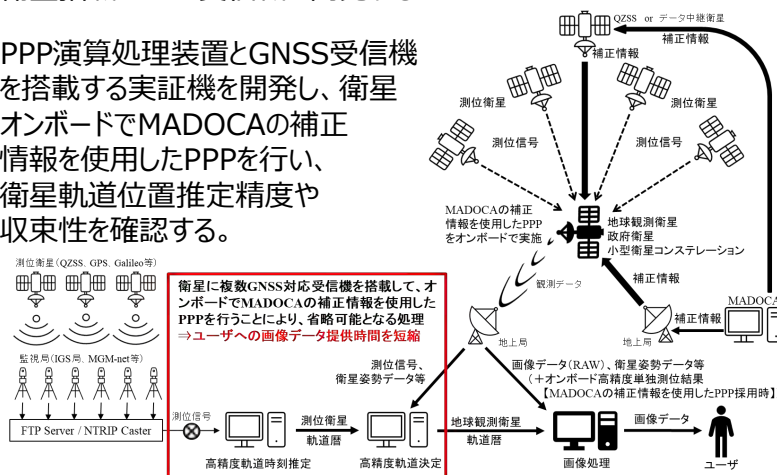
各省の役割

- 文部科学省：衛星オンボードPPP技術の開発、及び軌道上実証実験の実施
- 内閣府：準天頂衛星からのMADOCA補正情報の配信

事業の内容

「MADOCAの補正情報を使用してPPPを行うことができる演算処理装置」及び「複数GNSS対応受信機」を搭載し、衛星オンボードでMADOCAの補正情報を使用したPPPを行ってリアルタイムにcmオーダ（1σ）の衛星軌道位置推定が行える実証機を開発することを目的とする。

- MADOCAの補正信号を使用してPPPを行うソフトウェアをベースに、衛星オンボードPPP演算処理装置を開発する。
- 準天頂衛星L6信号対応GNSS受信機（地上用）をベースに、衛星搭載GNSS受信機を開発する。
- PPP演算処理装置とGNSS受信機を搭載する実証機を開発し、衛星オンボードでMADOCAの補正情報を使用したPPPを行い、衛星軌道位置推定精度や収束性を確認する。



予算配分額

- 令和4年度（補正）配分額：1.0億円

衛星オンボードPPPの実証機開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：内閣府
(事業期間 3年程度)

事業計画

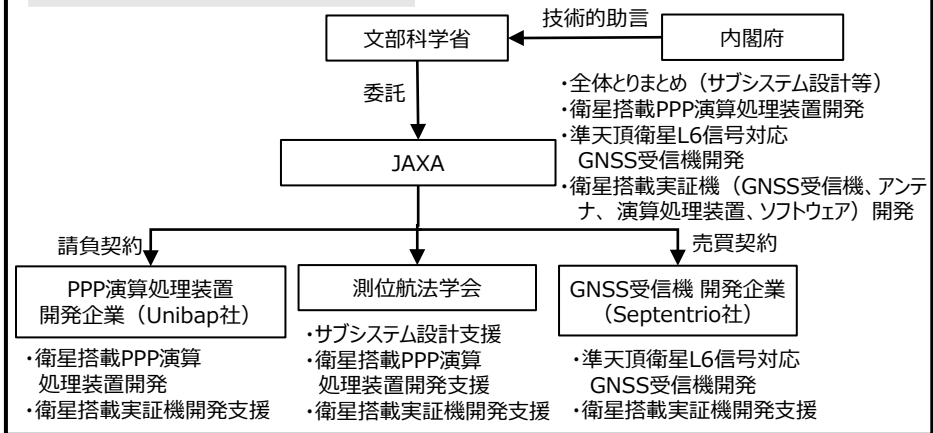
高分解能センサを搭載する地球観測衛星の撮像画像のユーザへの提供時間を大幅に短縮するために、①MADOCA※の補正情報を使用してPPP (Precise Point Positioning) を行うことができる演算処理装置と、②複数GNSS対応受信機を搭載し、③衛星オンボードでMADOCAの補正情報を使用したPPPを行って、リアルタイムにcmオーダ (3D_RMS) の衛星軌道位置推定が行える実証機のサブシステムを設計・開発する。

※ Multi-GNSS Advanced Orbit and Clock Augmentation : 高精度測位補正技術

- ①衛星オンボードPPP演算処理装置開発
 - R5 OBC (EM, FM) 調達
 - R6 OBC (FM) 調達、S/W実装、コンポーネント試験
 - ②準天頂衛星L6信号対応GNSS受信機開発
 - R5 搭載機器選定、調達、コンポーネント試験 (FM)
 - R6 コンポーネント試験 (FM)
 - ③サブシステム設計・開発
 - R5 アルゴリズム開発 (PPP精度解析、収束性解析)、衛星搭載検討・調整
 - R6 アルゴリズム開発
 - ④衛星搭載PPP実証機(※)の開発
 - R6 衛星システムとの事前I/F試験 (EM)
 - R7 衛星実証機開発 (FM)、サブシステム試験 (FM)
- ※ GNSS受信機、アンテナ、演算処理装置、ソフトウェアで構成される実証機 (搭載機器)

	R5年度	R6年度	R7年度
①	OBC(EM)調達	OBC(FM)調達	S/W実装 コンポーネント試験
②	搭載機器選定	調達、コンポーネント試験	
③	衛星搭載検討・調整		アルゴリズム開発 (PPP精度解析、 収束性解析)
④	衛星システムとの事前I/F試験		衛星実証機開発・サブシステム試験

実施体制



留意事項への対応状況

<指摘事項>
○ユーザへのヒアリングを実施し、ニーズを取り込んで進めること。

○準天頂衛星システムのサービスエリアはアジア・太平洋地域であるが、グローバルな利用を念頭に開発を進めること。

<対応状況>
○JAXA研究開発部門が推進する「小型技術刷新衛星研究開発プログラム (刷新P)」の枠組みを利用して、オンボードPPP技術に関する情報提供要請 (RFI) を実施中であり、その活動の中で、具体的ユーザのニーズの把握を行っている。

○グローバルなエリアでの利用に関して、以下の方式について検討を進めている。

- ・GNSS予測暦を使用したオンボードPPP
- ・高精度力学モデルを使用した軌道伝播
- ・Galileo HASの利用

当該年度の進捗状況

- ①衛星オンボードPPP演算処理装置開発
 - OBC電気モデル (BBM) 上での確認
MALIB、及び、PocketSDRが正常に動作することを確認した。GNSS受信機からのデータを使用して、MALIBでMADOCA-PPPが行えることを確認した。
 - OBCフライトモデル (FM) の調達
EM、FMの調達を2023年10月に開始した。EMは2023年12月末までに納入される予定である。FMの納入時期は2024年度を予定している。確実な開発を行うために、EMを使用して、搭載S/W開発、および、衛星との事前I/F確認試験を次年度以降に実施する計画である。
- ②準天頂衛星L6信号対応GNSS受信機開発
 - GNSS受信機・アンテナ等の調達
EM (地上試験モデル) を使用した宇宙環境試験結果に基づき、フライトに供する機器の選定を行っている。試験結果と各機器のリードタイムを考慮し、調達を進めている。
 - 宇宙環境試験の実施
EMを使用して、以下の試験を完了した。2023年度中に、トータルドーズ試験を行う計画である。
 - a. 機械環境試験 (ランダム、正弦波、衝撃)
 - b. 熱真空試験
 - c. アンテナパターン測定
 - d. シングルイベント試験
 - e. GNSSシミュレータを使用したL6信号受信確認試験
 - f. PPP演算処理装置 (BBM) を使用したMADOCA-PPP実験
- ③サブシステム設計・開発
 - PPP精度解析
MALIBに、カ学モデルを実装して、L6信号 (MADOCA補正情報) アーカイブデータを使用した精度解析を行った結果、8.6cm (3D_RMS) という結果が得られた。
 - 収束性解析
PPP解が収束するまでに、30分程度の時間を要しているため、引き続き短縮検討を行う。
 - 衛星搭載検討
JAXA研究開発部門が推進する「小型技術刷新衛星研究開発プログラム (刷新P)」の枠組みを利用して、オンボードPPP技術に関する情報提供要請 (RFI) を実施した。

次年度の事業計画 (案)

- ①衛星オンボードPPP演算処理装置開発
 - 2023年度に調達した「OBCフライトモデル (FM)」と「衛星オンボードでMADOCA-PPPが行えるソフトウェア (プロトタイプ)」をJAXAからソフトウェア開発企業に支給し、フライトに供する衛星オンボードPPPソフトウェアの製作、および衛星搭載PPP演算処理装置としての試験を行い、正常動作を確認する。
- ②準天頂衛星L6信号対応GNSS受信機開発
 - 2023年度に調達したGNSS受信機・アンテナ等を使用して、宇宙環境試験 (振動、衝撃、熱、放射線等) を行い、フライトに供する機器を選定する。
- ③サブシステム設計・開発
 - 2023年度の検討結果に基づき、衛星搭載PPP実証機の衛星搭載に関する詳細設計を行い、搭載可能な衛星プラットフォームを明確にする。
 - 2023年度に調達した「OBCエンジニアリングモデル (EM)」に「衛星オンボードでMADOCA-PPPが行えるソフトウェア (プロトタイプ)」を実装し、衛星システムとの事前I/F試験を行う。
- ④衛星搭載PPP実証機 (GNSS受信機、アンテナ、演算処理装置、ソフトウェア) の開発
 - 開発が完了した「衛星搭載PPP演算処理装置」と、選定した「衛星搭載GNSS受信機」を組み合わせた「衛星搭載PPP実証機 (GNSS受信機、アンテナ、演算処理装置、ソフトウェア)」を製作し、動作確認を行う。

プロジェクト番号：R4-03

高安定レーザーを用いた 測位衛星搭載時計の基盤技術開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間 3年程度)

背景・必要性

- 各国では衛星測位システムの測位精度向上を目的とした研究開発が継続して進められており、日本でも宇宙基本計画において「測位能力の維持・向上」に取り組むこととしている。測位能力の維持・向上のためには、**測位誤差の原因の1つである衛星搭載時計の高精度化、高安定化が必須**であるとともに、現状では海外から調達している**衛星搭載時計の国産化を進めていく必要**がある。
- 原子時計を凌駕する安定度を持ち、小型で堅牢性が高いことから宇宙応用が期待されている、**高安定レーザーを用いた測位衛星搭載時計を開発**することにより、衛星測位システムの精度・信頼性の向上や抗たん性の強化等を進め、日本の宇宙開発技術の自立性・安全保障の確保に貢献する。
- 2030年度以降に打ち上げ予定の準天頂衛星への搭載を目指し、今後 早急にエンジニアリングモデル（搭載環境を考慮したモデル）の設計・製作・試験を行うため、宇宙用部品を使用したモデルでも性能が変わらないことを確認するとともに、R7年度までにエンジニアリングモデルへの反映事項の検討を完了する。

各省の役割

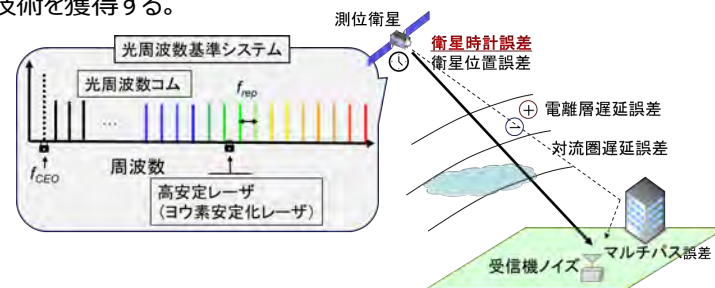
- 文部科学省：宇宙用部品に置き換えたモデルの設計、製作、試験、評価、エンジニアリングモデルへの反映事項の検討
- 総務省：時計の周波数安定度評価・技術的助言

予算配分額

- 令和4年度(補正)配分額: 1.0億円

事業の内容

- 大学・研究機関等において、原理的に高精度化・高安定化が見込まれるヨウ素安定化レーザー等の高安定なレーザーと光周波数コム（モードロックレーザー）を組み合わせた時計の研究開発が進められている。
- 高安定レーザーを用いた時計の測位衛星への搭載を実現するためには、これらの先行事例（地上用モデル）において使用している部品を宇宙用部品に置き換えても性能が変わらない事を確認する事が重要。本事業において宇宙用部品に置き換えたモデル（以下、「宇宙用部品モデル」）を設計・製作し、宇宙環境耐性および衛星搭載環境での時計の周波数安定度を評価する。（目標： 10^{-15} 程度）
- システム開発に当たっては、開発を担うメーカーの協力が不可欠であり、協力なしに実現は困難である。このため、民間との協力体制を構築し、搭載化に向けた熱設計など実現性検討を進める。
- 宇宙用部品モデルの宇宙環境試験および周波数安定度の評価結果を考慮し、エンジニアリングモデルへの反映事項を検討し、高安定レーザーを用いた測位衛星搭載時計のエンジニアリングモデル開発に向けた知見と技術を獲得する。



R1年度～
地上用モデル

【本提案】R5年度～
宇宙用部品モデル

R8年度～
エンジニアリングモデル
(搭載環境を考慮したモデル)

高安定レーザーを用いた 測位衛星搭載時計の基盤技術開発

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

エンジニアリングモデル開発に進むための事前検討として、事業計画3年間で地上用部品モデルを基に宇宙用部品BBMを製作し、性能および宇宙環境耐性の評価を行う。

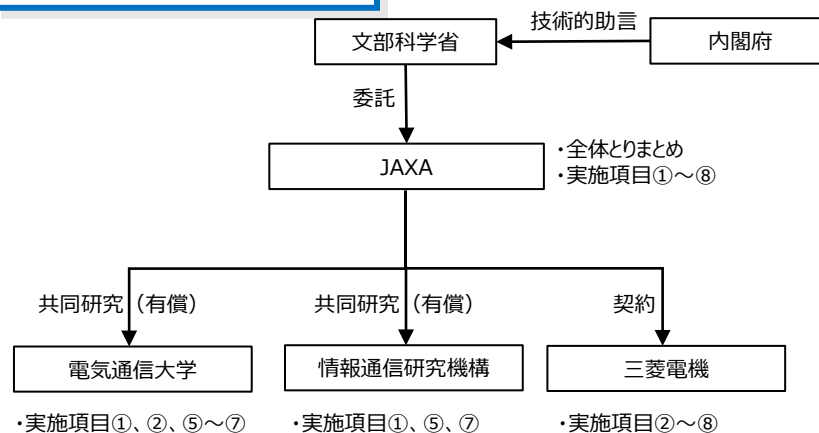
1年目は、①地上用部品モデルの性能評価、宇宙環境耐性評価を行う。並行して、地上用部品モデルの成果を基に②宇宙用部品のサーベイを行い、調達する部品を選定し、納期などサーベイ結果を研究計画に反映する。また、翌年度以降の③宇宙用部品BBM開発に向けた企業との協力体制の構築を行い、衛星搭載化に向けた熱設計など実現性検討を進める。

2年目は、1年目の宇宙用部品サーベイ結果を基に④宇宙用部品の調達を行い、納品された宇宙用部品を用いて⑤地上用部品モデルを宇宙用部品に置き換えた性能評価を行う。また、⑥宇宙用部品BBMの設計・製作を進める。

3年目は、宇宙用部品BBMを完成させ、⑦宇宙用部品BBMの宇宙環境耐性および周波数安定度の評価等を行うとともに、評価結果を考慮し⑧エンジニアリングモデルへの反映事項の検討を行い、衛星搭載用のエンジニアリングモデルを開発するための知見と技術を獲得する。

	R5年度	R6年度	R7年度
①	性能評価・宇宙環境耐性評価		
②	宇宙用部品調査・検討		
③	協力体制の構築、実現性検討		
④		宇宙用部品の調達	
⑤		宇宙用部品への置き換え、性能評価	
⑥		設計・製作	
⑦			宇宙環境耐性評価、安定度評価
⑧			反映事項の検討

実施体制



留意事項への対応状況

<指摘事項>

○準天頂衛星後継機での本運用に先立ち、軌道上実証の機会を確保できるよう検討を進めること。

<対応状況>

○JAXAきぼう利用センターと国際宇宙ステーション「きぼう」での実証機会について打合せを行った。きぼう利用の具体的な案件選定基準・スケジュールは、JAXA有人宇宙技術部門で検討中。

高安定レーザーを用いた 測位衛星搭載時計の基盤技術開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間3年程度)

当該年度の進捗状況

① 地上用部品モデルの性能評価、宇宙環境耐性評価

- 地上用部品モデルの性能評価と宇宙環境試験を行うと共にその結果をもとに改修を行う計画

⇒電気通信大学と情報通信研究機構とそれぞれ共同研究（有償）を締結した。昨年度情報通信研究機構に持ち込む方法で行った性能評価結果をもとに、「ヨウ素セルフィンガー部の精密温度制御」と「セル周辺の磁場対策」の改修を実施した。年度末までに、ビート測定方式および情報通信研究機構に持ち込む方法で性能評価を実施する。また、モードロックレーザーの放射線試験を実施した。耐放射線ファイバーを使用し、アルミ厚を厚くすることで、準天頂衛星の要求を満足する見込みを得た。

② 宇宙用部品BBMに使用する部品の調査・検討

- 宇宙用部品リストの詳細化と具体的な調達計画を作成する計画

⇒波長変換モジュールの調査とドイツ航空宇宙センター（DLR）と宇宙用部品について情報交換を行った。年度末までに契約企業と宇宙用部品リストの詳細化、調達計画の作成を進め、業務計画に反映させる見込み。

③ 宇宙用部品BBMの製作を担う民間企業等との協力体制の構築、実現性検討

- 本事業を実施する民間企業との協力体制を構築し、実現性検討を実施する計画

⇒10月30日 三菱電気と契約締結した。年度末までに、熱設計など搭載化に向けた課題を解決するための実現性検討を行う。また、R6年1月までに、来年度以降も協力体制を継続可能である旨の回答を得る見込み。

次年度の事業計画（案）

④ 宇宙用部品の調達

- 今年度の成果をふまえ、宇宙用部品BBMに使用する部品の調査・検討において作成した調達計画をもとに、宇宙用部品の調達作業に早急に着手する。

⑤ 地上用部品モデルを宇宙用部品に置き換えた性能評価

- 地上用部品モデルの部品を、上記①により納品された宇宙用部品と置き換えて性能評価を行う。
- 部品の置き換えと評価は、再現性を考慮し、最初は1つの部品毎に行う。その後、複数の部品について組み合わせを考慮して置き換えと評価を行い、結果をまとめる。

⑥ 宇宙用部品BBMの設計・製作

- 今年度実施した実現性検討と上記②で行った検討をもとに宇宙用部品BBMの設計を行う。
- その後、宇宙用部品BBMの製作を開始する。
- 宇宙用部品BBMの製作は、引き続き令和7年度も継続して行う。

デジタル信号処理に対する 高効率排熱システムの研究開発

主担当庁：文部科学省
 連携省庁：総務省
 （事業期間4年程度）

背景・必要性

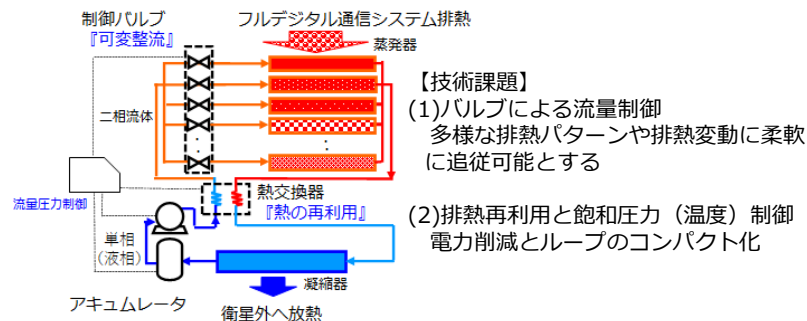
- 通信周波数や通信領域をフレキシブルに変更でき、従来よりも大幅に高速・大容量通信が可能なフルデジタル通信システムが市場に登場するとともに、欧米の企業では開発が急速に進展している。
- 通信性能の向上に伴い、高発熱を伴うフルデジタル通信システムを衛星に搭載するため、少ない電力で高い排熱に対応できることへのニーズが極めて高い。この排熱システムを搭載可能な質量・サイズ等で実現するものとして、機械式ポンプによる二相流排熱システムが採用されている。
- フルデジタル化の進展に伴い市場の要望も多様化、拡大が続いている。競争力強化のためには、高効率な排熱システムにより市場への対応能力を拡大し、国際競争力を強化する必要がある。そのため、発熱量の変動に対応して冷媒の制御を行うインテリジェントシステムを構築することが必要である。
- また、排熱技術はミッションや衛星の大きさに限らず、人工衛星における基盤技術であり、本研究開発により、将来的には様々な高排熱要求に対して対応が可能となる。

各省の役割

- 文部科学省：高効率排熱システム開発
- 総務省：通信機器側のニーズや動向の提供

事業の内容

- 市場動向に基づく、衛星システムの質量及びサイズ等に対応可能な、リアルタイム制御システム及び機械ポンプ式二相流排熱システムのテストベッドを含む、高効率排熱システムを研究開発する。
- リアルタイム制御システムで発熱量/温度リソース等を管理し、機械ポンプ式二相流排熱システムのリアルタイム・フィードバック制御を行う。テストベッドで、電力/質量サイズを抑制した高効率な排熱を実現する。



- これらの技術を開発することで、デジタル化等の変化の早い通信衛星市場における競争力の維持・強化のための、高効率排熱システム検証技術を獲得する。

予算配分額

- 令和4年度（補正） 配分額：3.5億円

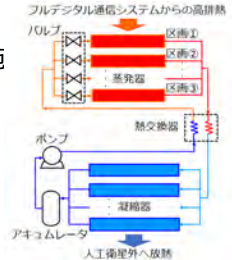
デジタル信号処理に対する 高効率排熱システムの研究開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間4年程度)

事業計画

通信衛星のデジタル化に伴い計算機の負荷の増加による排熱が課題として識別されたため、高排熱能力を有する排熱システムとして二相流による排熱システムの採用が行われている。人工衛星に搭載するにあたり衛星としての競争力を保持するためには質量、サイズ制約のもとでの高効率なシステムとすることが求められる。そのため、FPGAやASIC等の発熱の大きい素子の効率的な熱伝達技術の確立、及び衛星システムとしての効率的な排熱システムの構築が必要である。
商用静止通信衛星で実機化し、受注拡大につなげる。

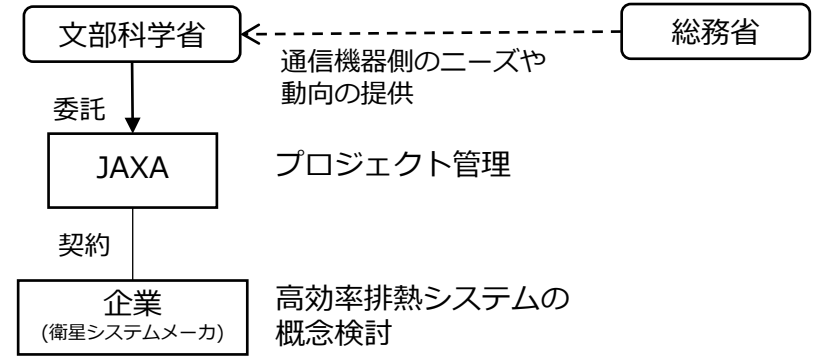
高効率二相流排熱システムイメージ



- ①高効率熱伝達技術の開発
 - R5：概念検討及び検証計画を具体化
 - R6,7：設計、調達、供試体製造及び検証試験を実施
- ②高効率二相流排熱システムの開発
 - R5：概念検討、機能・性能要求及び仕様を具体化
 - R6,7,8：設計、検証計画の具体化、調達、テストベッド製造・検証試験・評価及び仕様の規格化

実施項目		R5	R6	R7	R8
技術 ①高効率熱伝達	概念検討(R5)/設計(R6-R7)	←→	←→	←→	
	調達		←→	←→	
	製造・組立		←→		
	試験・評価			←→	成果反映
排熱システム ②高効率二相流	概念検討(R5)/設計(R6-R8)	←→	←→	←→	←→
	調達		←→	←→	←→
	製造・組立			←→	←→
	試験・評価		←→	←→	←→

実施体制



留意事項への対応状況

- <指摘事項>
 - 二相流排熱システムにおいて排熱効率が良い衛星サイズに、適宜開発スコープを調整することも検討すること。
- <対応状況>
 - 衛星の熱制御方式の特徴・能力分析を進めている。また、小型・中型衛星に二相流排熱システムを適用するためには、キー技術である気液分離（気相・液相分離）・液相保持を行うアキュムレータ等の小型化が必要なため、地上用装置にて特性確認及び課題抽出を行う準備を進めている。これらの評価結果から、衛星サイズに対する二相流排熱システムの適用可能性を検討し来年度以降の計画に反映する予定である。

デジタル信号処理に対する 高効率排熱システムの研究開発

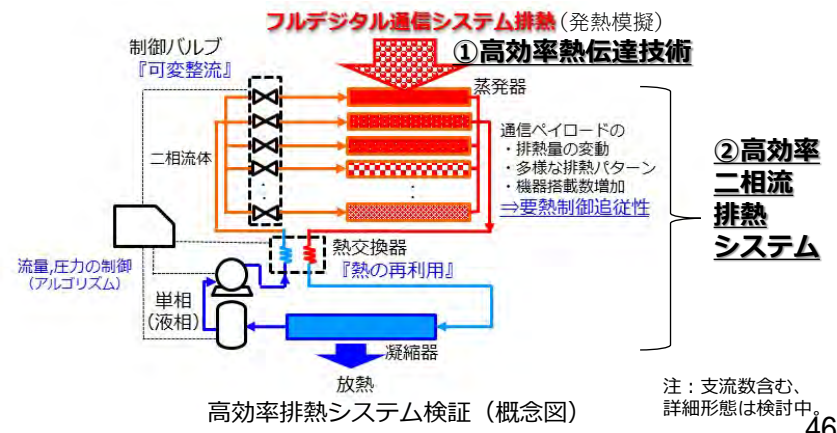
主担当庁：文部科学省
連携省庁：総務省
(事業期間4年程度)

当該年度の進捗状況

- ① 高効率熱伝達技術の開発
初年度は概念検討を完了する計画。
➢ 通信機器で用いる高発熱素子から衛星バスの排熱システムまでの熱伝導特性を分析し、機器の排熱設計を含む効果的な排熱方法の検討等の概念検討及び検証計画検討を実施中。
- ② 高効率二相流排熱システムの開発
初年度は概念検討を完了する計画。
➢ フルデジタル通信システムの特性を踏まえた排熱バリエーションを見積もり、質量・サイズ・電力・熱輸送能力の最適化をコンパクトに実現する高効率二相流排熱システムの概念検討を実施しており、その検討結果に基づく仕様要求及び検証計画を立案予定。
➢ 必要な要素技術(バルブ、熱交換器、流量制御アルゴリズム等)に対する個別仕様の具体化及び、概念検討を実施しており、各構成部品に対する仕様要求を立案予定。
➢ 小型・中型衛星への適用可能性検討を実施中。衛星サイズに対する二相流排熱システムの適用可能性を整理し、来年度以降の計画を提案する予定。
- ③ 通信領域分解能向上に関する動向調査及び実現性検討
➢ 通信機器に要する高発熱部品における発熱と関連する、通信機器の運用上の使用状況の観点から、通信領域分解能に関する動向調査及び実現性について検討を実施中。

次年度の事業計画(案)

- ① 高効率熱伝達技術の開発
➢ 初年度の成果をふまえ、設計作業に早期に着手し、設計及び検証計画を確定させる。
➢ 調達含めた試験用供試体の製造及び試験準備を実施する。
- ② 高効率二相流排熱システムの開発
➢ 初年度の成果をふまえ、設計作業に早期に着手し、設計及び検証計画を確定させる。
➢ 調達含めたテストベッド(含む、制御アルゴリズム)の製造及び試験準備を実施する。
➢ 小型・中型衛星への適用可能性検討については、初年度の成果に基づき概念検討を実施する。
- ③ 通信領域分解能向上に関する動向調査及び適合性確認
➢ 動向調査を継続し開発仕様の有効性が維持されていることを確認する。



プロジェクト番号：R5-01

ダイヤモンド半導体デバイスの宇宙通信向け マイクロ波電力増幅デバイスの開発 ～Beyond 5Gに向けた宇宙通信の大容量化等の実現～

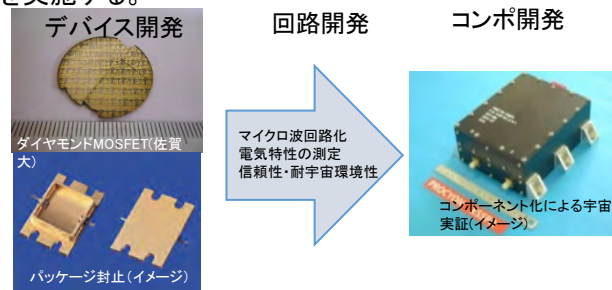
主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間5年程度)

背景・必要性

- マイクロ波帯の放送用送信機、各種レーダー送信機、衛星通信用送信機では、増幅素子にクライストロンやTWT(進行波管)といった、真空管が未だに利用されている。ところが近年、GaN HEMT素子の登場によって、信頼性向上を目的とする固体化が盛んに進められている。特に**宇宙用の地上局送信機や衛星搭載中継器では、高効率化実現のために、固体素子の高出力化が強く望まれている。**
- ところがGaN素子には絶縁耐圧に限界があり、これに代わる次世代パワー半導体の研究が世界中で進められている。中でも**ダイヤモンドは、高周波・大電力・高効率性能で最も優れる半導体材料として期待されている。**性能指数の比較(ジョンソン指数)では、GaN素子と比較して、数倍以上の優位性があり、**置き換えによる小型高効率化に寄与すると考えられる。放射線耐性の高い半導体材料としても注目されている。**
- ダイヤモンド半導体の開発では試作に不可欠な大口径ウェハが存在せず、またダイヤモンドウェハへの安定したドーピング技術も確立していないという、2つの大きな技術課題が存在していたが、**近年、この課題を克服し、世界で初めて高温状態で安定動作が確認される**といった研究成果が出つつある。
- ダイヤモンドMOSFETは 過去に遮断周波数 $f_T=45[\text{GHz}]$ $f_{\text{MAX}}=120[\text{GHz}]$ を報告しており、これらの技術の組み合わせによって、**マイクロ波増幅素子が実現できる。**宇宙用の競争力の高い国産製品の実現に止まらず、地上製品への波及も期待できる。
- 初期段階のダイヤモンド半導体は高コストとなり、量産化・一般流通までに時間を要するため、まずは**少量生産の宇宙用として信頼性を確保しつつ、民生展開に向けた技術基盤(低コスト化)の獲得を図ることが重要。**

事業の内容

- 本事業では、5年間で宇宙向けの人工衛星搭載の送信用マイクロ波電力増幅デバイスの実用化を目指す。この中でダイヤモンド半導体デバイスを試作し、回路設計、電気特性評価を行う。後半では信頼性および耐宇宙環境性の評価を実施し、最終的に搭載用固体増幅器の試作を行い、超小型衛星を用いて宇宙実証を行う。
- 具体的には、最初の3年間でダイヤモンドMOSFETチップの、ゲート電極をサブミクロン化し、マイクロ波帯周波数で動作可能なデバイスを開発する。また、チップをパッケージ化し、基板に実装してマイクロ波特性を測定するとともに、電力増幅回路を試作する。後半2年間で信頼性評価、向上及び宇宙環境での動作確認をし、搭載コンポーネントを開発して宇宙実証を行う。その他、地上用アプリケーション開発やユーザーニーズ反映の活動を実施する。



各省の役割

- 文部科学省：ダイヤモンド半導体デバイスの開発
- 経済産業省：社会実装に向けた産業界のニーズの把握・フィードバックなど

予算配分額

- 令和5年度(当初) 配分額：2.0億円

ダイヤモンド半導体デバイスの宇宙通信向け マイクロ波電力増幅デバイスの開発

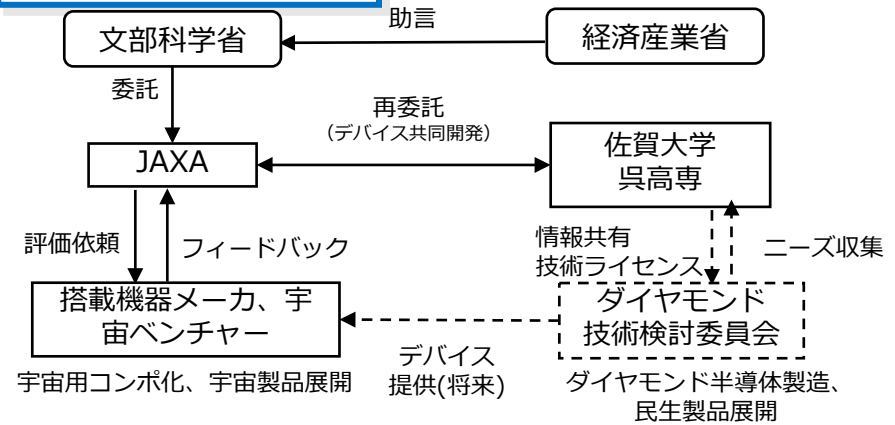
主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間5年程度)

事業計画

宇宙用の地上局送信機や衛星搭載中継器では、小型高効率化実現のために、超高出力化が必要とされており、次世代パワー半導体の1つであるダイヤモンド半導体を用いた宇宙用マイクロ波電力増幅デバイスを開発し、コンポーネント化による宇宙実証を実施する。

本事業の最終目標として、①ダイヤモンド半導体を用いた宇宙用マイクロ波電力増幅デバイスの試作評価を完了する。②マイクロ波回路を開発し、信頼性および耐宇宙環境性を確認する。③コンポーネントの試作によって超小型衛星等の飛翔機会を利用した宇宙実証をおこなう。

実施体制



	R5	R6	R7	R8	R9
①	デバイス作製技術の開発				
		パッケージ化技術			
	サブミクロンゲート作製技術の開発				
②		マイクロ波回路開発			
		マイクロ波回路、増幅器の設計試作、最適化		信頼性、耐宇宙環境特性評価	
③			搭載コンポーネント試作		
			コンポーネント化設計・EM試作	PFM品の試作・宇宙実証	

留意事項への対応状況

<指摘事項>

- 非宇宙（防衛も含む）での利用に繋がるよう、ユーザーや商業化を担う民間企業とコミュニケーションを図りながら、コストダウン・事業化に向けた計画を検討すること。
- 海外に追いつかれないようスピード感をもって実施すること。

<対応状況>

- デバイス開発のスピードを加速するため、サブミクロンゲート製作技術開発に不可欠な国産高速電子露光装置を初年度に導入する。
- 早急な普及、市場育成を目的として、想定宇宙ユーザーからの協力を仰ぐ他、ダイヤモンド技術委員会において情報共有や宇宙以外の業界からのユーザーニーズを収集し、将来デバイスや製品製造を担うことのできる企業等の参画団体を積極的に増やす。本業務の開始3年以内を念頭に技術移転先候補企業との共同開発や技術指導を開始できるよう情報収集、意見交換を行っている。
- 佐賀大学において毎年開催している国際ダイヤモンドデバイスワークショップを通じ、国内外から最新の学術成果発表、情報交換を実施することで、海外機関の開発状況について確認を行っている。

ダイヤモンド半導体デバイスの宇宙通信向け マイクロ波電力増幅デバイスの開発

主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間5年程度)

当該年度の進捗状況

(1) ダイヤモンド半導体を用いた宇宙用マイクロ波電力増幅デバイスの開発

①ダイヤモンド半導体デバイス作製技術の開発

- ▶ 試作を予定しているダイヤモンド基板上に、MOSFETを形成し、世界最高の事業者の報告値と同程度の電流値を得た。さらにゲートリーク電流などの課題を解決する方法が見出された。

③サブミクロンゲート作製技術の開発

- ▶ 大型設備(電子露光装置)の入札準備を開始した。またダイヤモンド基板や電子露光に必要なレジストやダイヤモンド基板等の消耗品等の手配に着手。
- ▶ 超微細加工する上で、高精度なアライメントおよび電子線フォーカスが不可欠であるので、正確な位置での基板固定および基板表面の高さ検出が可能な試料ホルダーの設計検討を開始し、装置メーカーによる最終確認中。
- ▶ 電子線(EB)リソグラフィによる高精度アライメントのための、アライメントマークの材質および膜厚の設計検討を開始。電子線露光装置で検出でき、かつナノオーダーの座標再現性があるかどうかを購入候補の装置メーカーにデータと試料を渡して確認依頼中。
- ▶ EBリソグラフィによるダイヤモンドFET素子作製のための電子線レジストの選定および露光条件(Dose量, 現像液)および寸法精度の評価検討を開始。電子線レジストは、高感度かつ解像性に優れたレジストと、サブミクロンゲート電極形成時のリフトオフプロセスで容易に剥離可能なレジストともに、シリコン基板での露光条件は確認済み。ダイヤモンドなどの非導電性基板での条件確認を開始。

次年度の事業計画(案)

(1) ダイヤモンド半導体を用いた宇宙用マイクロ波電力増幅デバイスの開発

①ダイヤモンド半導体デバイス作製技術の開発

- ▶ ゲートリーク電流を減少させ、FETのドレイン電流および増幅率を向上させるために、ダイヤモンド成長CVD装置を改良し原子層堆積膜の高品質化を行う。ドーピングガスの高純度化を行うことで、マイクロ波動作に必要なキャリア移動度を改善する。

②パッケージ化技術(素子封止技術)

- ▶ 外部整合回路と接続するために、ウェハの電極上にワイヤーボンディングし、チップのパッケージへの実装性を評価する。

③サブミクロンゲート作製技術の開発

- ▶ 本年度の成果をふまえ、条件出し作業とダイヤモンドFET素子を試作回数を増やして、製作技術の完成度を高める。

(2) マイクロ波回路開発

①マイクロ波回路,増幅器の設計試作

- ▶ マイクロ波測定システムを構築し、増幅器の試作を開始する。

次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討

主担当庁：文科省
連携省庁：経済産業省
(事業期間2年程度)

背景・必要性

- 近年、電気推進搭載化、高速大容量通信ペイロードの搭載等により、中大型衛星の電力規模は増加傾向（～20kW）にある。また、複数同時打上に対応した通信衛星等の小型化に伴い、電力規模の小さい電源（約3kW）の需要も大幅に拡大しており、多様な電力ニーズへの対応が必要となってきた。
- 小型コンステレーションの台頭により、電源系に対する小型化、高い収納性などが求められてきている。
- また、電源系構成コンポーネントであるバッテリー、パドルについては、国内企業が国際市場のシェアを獲得していたが、ESA等の支援を受けた欧州企業の台頭などにより市場競争力を失いつつある。
- 電源システムに関する上記動向を踏まえ、我が国の衛星電源システムの自立性・自在性および国際競争力を確保するため、小型～大型衛星に広く活用できるフレキシブルなデジタル電源システムの実現が必要となる。

事業の内容

- 本事業では、小型～大型衛星に広く活用できるフレキシブルなデジタル電源システムの実現に向け、電源システムの主構成要素であり、性能・コストドライバとなる下記コンポーネントの技術開発に取り組む。
 - ✓ 電源制御器：小型軽量かつ多様な電力ニーズに対応するモジュール化、高周波スイッチング技術、デジタル電源技術の確立
 - ✓ バッテリー：液式Li-ionをベースとした高性能かつ低コストなバッテリーアセンブリの確立。また、次世代電池として高いポテンシャルを有する全固体電池の宇宙適用検討
 - ✓ パドル：高収納効率を達成しつつ、多様な電力ニーズに対応するスケーラブルな構造・機構設計
- 国内外の市場ニーズに対応するため、需要調査を行い、開発仕様への反映を行う。
- 本事業実成果をもとに、その後製品の認定や技術実証等の実用化開発を行うことにより、搭載品・製品化につなげていく。



各省の役割

- 文部科学省：次世代電源システムの実現に向けた基盤技術の研究開発
- 経済産業省：国内産業ニーズ、海外市場動向や海外市場獲得に向けた助言

予算配分額

- 令和5年度（当初）配分額：2.2億円

次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討

主担当庁：文部科学省
連携省庁：経済産業省
(事業期間2年程度)

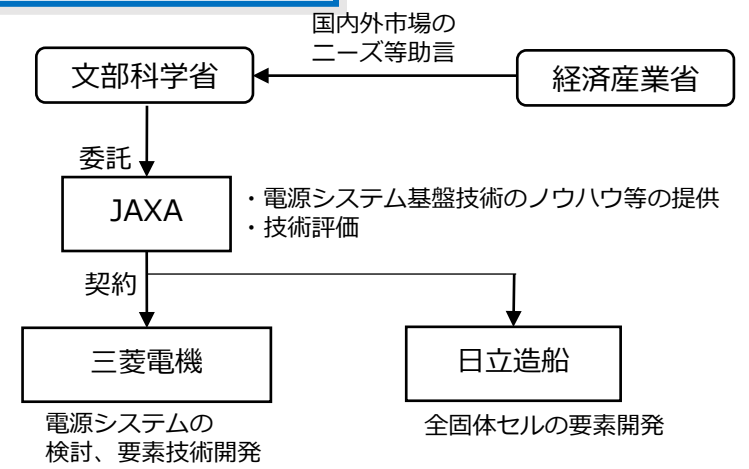
事業計画

電源システムの主構成要素であり、性能を左右する電力制御器、バッテリー、太陽電池パドルについて、R5、R6において、国内外の需要調査及び下記の検討、要素技術開発を実施し、その後の実用化開発の実現案を提示する。

- ① デジタル電源の検討、要素技術開発
モジュール化、高周波スイッチング化に係る設計検討(仕様・構成検討)および要素技術開発(双方向コンバータ*)を行う。
*双方向コンバータ:バッテリー充放電を1モジュールでおこなう小型低コストのキー技術
- ② 高性能バッテリーの検討、要素技術開発
液系バッテリーセルを前提に低コスト化を実現するバッテリーアセンブリの設計検討(構造簡素化・保護機能検討)及び試作評価を行う。並行して全固体電池セルの高容量化に向けた要素試作を行う。
- ③ フラットパック太陽電池パドルの検討、要素技術開発
機構系部品試作・薄型パネルのBBM基礎評価*を行う。
*BBMは機構品とパネル要素からなる試験体。機構品/パネルの組み合わせ要素として部分的なインテグレーション及び熱環境等の評価を実施。

実施項目	R5	R6
① デジタル電源 ・ 概念検討、基礎検討 ・ 要素技術開発(双方向コンバータ)	→	→
② 高性能バッテリー ・ 概念設計、基礎検討 ・ 低価格液系バッテリー組立開発 ・ 全固体電池セル開発	→	→
③ フラットパック太陽電池パドル ・ 基本設計、要素試作品の仕様検討 ・ 要素試作、基礎評価	→	→
①～③共通 ・ 実用化開発の実現案の提示		

実施体制



留意事項への対応状況

- <指摘事項>
- 海外競合他社の性能向上トレンドを適宜調査・把握し、目標設定値の最新化を検討すること。
 - 低～高供給電力をスコープにしているため、どのレベルの供給電力で最適化設計するか、サイズ・コスト・ニーズを踏まえ検討すること。
- <対応状況>
- 海外競合他社の情報を適宜調査・把握しており、①デジタル電源においては、現時点では目標設定を変更する必要はないことを確認している。引き続き調査を継続し、今年度末までに②バッテリー、③パドルの調査結果も踏まえて、目標設定値の変更要否を含め、最新化を実施する予定。
 - ターゲットとしている電力範囲全般にわたって、ニーズがあることを確認している。供給電力の最適化については、電力回路及び電力回路以外の共通部の設計検討を進め、サイズ・コストも踏まえて来年度計画に反映する。

当該年度の進捗状況

- ①デジタル電源の検討、要素技術開発
 - 新規方式である双方向コンバータについて、GaNデバイスを用いた要素試作や、高発熱表面実装部品の排熱構造評価などの要素技術開発を行う計画
 - 上記要素試作に係る設計・検証に着手。電力範囲への最適化設計検討の結果も合わせ、今年度末までに標準スライス※の設計方針を得る見込み。 ※モジュール化した電源の最小構成
- ②高性能バッテリーの検討、要素技術開発
 - 低コスト化を実現する液系バッテリーアセンブリの設計検討と全固体セルについて高容量化に向けた評価検討を行う計画
 - 低コスト化に向けた方策として、要求仕様に対して個別設計を省略する機能モジュール化の検討に着手。軽量ながら機械強度を確保したバッテリー構造の設計検討結果も合わせ、今年度末までにバッテリーアセンブリの基本設計を完了する見込み。並行して全固体電池の高容量・軽量化に向けて電極設計に着手。要素試作結果を踏まえて、今年度末までに高容量・軽量化設計の方針を得る見込み。
- ③フラットパック太陽電池パドルの検討、要素技術開発
 - 展開機構、薄型パネルを実現するための要素試作を実施し、評価を行う計画
 - 基本構成要素である機構ユニット及び太陽電池ユニットの設計検討に着手。太陽電池ユニットは、従来のリジット方式に変えて、太陽電池フィルム+枠体を基本構成としてモジュール化する。今年度末までに基本設計を完了し、要素試作の仕様を決定するとともに、一部試作の見込み。

次年度の事業計画（案）

- ①デジタル電源の検討、要素技術開発
 - 今年度の成果を踏まえ、早期に標準スライスの設計に着手し、設計結果をもとに試作モデルの製造、評価試験を実施する。目標とする質量出力比の実現性を確認するとともに、電力範囲の最適化設計結果も踏まえ、デジタル電源全体の仕様策定と設計方針を得る。
- ②高性能バッテリーの検討、要素技術開発
 - 今年度の成果を踏まえ、早期に液系バッテリーアセンブリのモジュールレベルの試作を行い、評価試験により設計方針の妥当性を確認する。全固体電池はサブスケール（2-5Ah級）を試作し、評価試験を通じて実用レベルの10Ah超級及び軽量化の設計製造指針を獲得する。また10Ah超級の電池形状を検討し、上述の液系バッテリーアセンブリ設計を全固体電池に適用するための基本仕様を策定する。
- ③フラットパック太陽電池パドルの検討、要素技術開発
 - 今年度成果を踏まえ、早期に機構ユニット及び太陽電池ユニットの試作を完了し、基礎評価を実施することで各要素技術の実現性を獲得する。両ユニットを組合せて、部分的なインテグレーションによる評価も実施し、次検証フェーズ（展開検証モデル/小型衛星向けフルサイズ検証モデル）に向けた設計方針を得る。

上記成果と国内外のニーズ調査、海外競合他社の性能向上トレンドの調査結果を踏まえ、目標仕様の策定、技術課題の抽出と対策案の明確化を行い、その後の実用化開発の実現案を提示する。

カーボンニュートラルの実現に向けた 森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装

背景・必要性

- 2023年の国連におけるグローバルストックテイク（GST）の開始等、近年、炭素収支に係る情報把握の重要性は高まっており、なかでも森林バイオマスや植生活性度（SIF）、大気中の温室効果ガス（GHG）の把握に係る衛星観測の活用に向けた動きが国際的に加速している。
 - こうした中、我が国はLバンド合成開口レーダ（SAR）による全球森林・非森林マップを世界に先駆けて整備し、こうしたプロダクトがUNEPにおける公式指標として採用されている等、本領域において一定の優位性を有している。今後はこうした強みを一層強化しつつ、例えば次回GST（2028年）での衛星データの標準化等、国際的枠組みの中に組み込んでいくことで、国際社会での我が国のプレゼンス向上や社会・経済的優位性へ繋げてゆくことが重要。
 - また、2021年に政府が定めた「グリーン成長戦略」では、観測・モデルに係る科学基盤の充実として人工衛星等の観測網を活用したデータ利活用や経済社会システムのイノベーションが不可欠とされているほか、カーボンクレジット市場への早急な対応が求められている。
 - しかし、衛星データを活用したクレジット算定には課題があり、
 - (1) 算定のガイドライン・方法論に衛星データを定義した上で、
 - (2) 市場に通用する方法論に従った実証 が必要な状況
- ⇒ カーボンニュートラルに係る国際的枠組みでの衛星データの標準化及びカーボンクレジット市場への参入・価値創出を戦略的に推進するため、炭素収支に係る高精度な算定手法の確立に向けたLバンドSAR観測技術や、GHG観測によるSIF計測データも活用した高精度なバイオマス推定技術に係る初期の開発・実証を進める。

事業の内容

① 陸域炭素吸排出算定手法の開発

陸域炭素固定量のベースとなる森林バイオマスや、炭素排出量推定のベースとなる水田・湿地等の情報をSARデータから時間変化を含め高精度に推定する手法を開発することを目的に、まず航空機搭載SAR（Pi-SAR-L3）を活用し、国内テストサイトにおける多偏波（・多周波）・マルチベースライン観測及び総合的な炭素吸排出把握のためのGHG・SIF観測を行いつつ、検証データ取得のための地上計測を実施する。

② 流域スケール※での炭素収支算定手法の開発

①の空間スケールを流域・地域レベルに拡張し、炭素収支を定量的に評価する手法、及び航空機観測から衛星観測へシフトしつつ時間変化にも整合する手法を開発する。開発の検証には、長期で地上観測が継続されている大学演習林や研究機関と連携した各種データの収集や、クラウド型研究プラットフォームの構築・利用も想定。

※ 林野庁は流域を基本的単位として「森林の流域管理システム」を推進。

③ 国レベルの森林バイオマスマップの整備・検証

検証した森林バイオマス算定手法を衛星搭載SARに適用し、国レベルの高精度な森林バイオマスマップの整備に着手する。日本及び東南アジアの数ヶ国を対象に、PDCAを重ねつつ複数年に渡るマップを作成し、森林炭素動態（吸排出量）の把握を行うとともに、国連気候変動枠組条約の国別報告等への利用検討を実施する。

④ 森林カーボンクレジット算定に係る利用実証

国レベルの森林バイオマスマップを広域・安価な算定手法としてカーボンクレジット市場に利用する。クレジット市場への参入は、国内民間企業等と連携しながら精度検証及び利用実証を実施する。

各省の役割

- 文部科学省：事業とりまとめ
- 環境省・林野庁：利用実証にかかる助言

予算配分額

- 令和5年度（当初）配分額：4.0億円

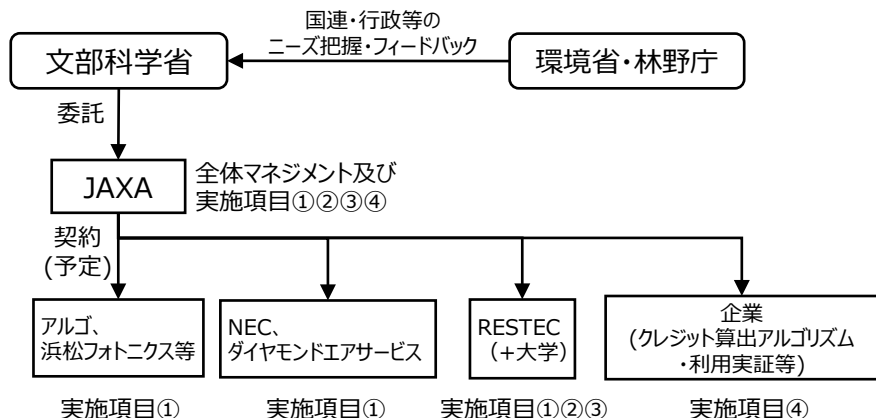
カーボンニュートラルの実現に向けた 森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装

主担当省庁：文部科学省
連携省庁：環境省・林野庁
(事業期間 3年程度)

事業計画

- ①～④の事業内容を実施するにあたり、航空機搭載SAR(Pi-SAR-L3)の機能追加、GHG/SIF観測センサ開発や観測、研究プラットフォーム構築・運用、衛星データを利用した森林バイオスマップ作成、カーボンクレジット算定に係る優れた技術を有する民間事業者または大学等に委託する。
- 年度毎の計画は以下の通り。①で航空機及び地上観測によりデータを取得して手法を開発し、②で衛星にシフトして流域・地域スケールに拡張しつつ実証を行い、さらに③では国レベルで高精度な森林バイオマス推定手法を確立する。並行して①～③で開発した手法をカーボンクレジット市場で活用すべく、事業者との連携検討や実証を行う。
- R8年度以降は、本提案の進捗状況を勘案しつつ、さらに改良・社会実装定着に向けた取組の実施・支援方策を検討する。

実施体制



実施項目		R5	R6	R7
①陸域炭素吸排出算定手法の開発	1-1)航空機搭載SAR多偏波・多周波同時観測機能改修 (Pi-SAR-L3)	→	→	→
	1-2)航空機搭載GHG/SIF観測センサ開発	→	→	→
	1-3)試験観測	→	→	→
	1-4)観測フライト	→	→	→
	1-5)炭素吸排出算定手法の開発・検証	→	→	→
	1-6)地上検証データの取得	→	→	→
②流域スケールでの炭素収支算定手法の開発	2-1)空間スケールアップ手法の検討	→	→	→
	2-2)大学演習林等の地上観測データ等収集	→	→	→
	2-3)研究プラットフォームの構築・管理	→	→	→
	2-4)炭素収支算定手法の開発・検証	→	→	→
③国レベルの森林バイオスマップの整備・検証	3-1)国内森林バイオスマップの整備・検証	→	→	→
	3-2)海外森林バイオスマップの整備・検証	→	→	→
	3-3)炭素収支の算出	→	→	→
④森林カーボンクレジット算定に係る利用実証	4-1)民間事業者との連携構築	→	→	→
	4-2)クレジット算出アルゴリズム検討	→	→	→
	4-3)海外森林バイオスマップの利用実証	→	→	→
	4-4)森林カーボンクレジットに関する利用実証	→	→	→

留意事項への対応状況

<指摘事項>

- 特化したある分野では日本の技術が優れており、海外からも技術使用の引き合いが来るよう留意の上、事業を進めること。
- カーボンニュートラル実現のため、民間を含めた国内外の動向を踏まえながら環境省・林野庁等と密に連携して事業を進めること。
- SAR データだけでなく、他衛星センサによる観測情報も組み合わせたバイオマス推定精度の向上についても検討すること。

<対応状況>

- COP28の公式サイドイベント（共催：JAXA、ESA、RESTEC、Jena大学）において、本プロジェクトを含む日本のバイオスマップ作成取り組みを紹介。
- 国内民間企業や環境省、林野庁、また海外ボランティア・クレジット認証機関等と衛星データ・バイオスマップ・炭素収支算定の活用可能性について対話を実施。来年度以降も継続する予定。
- LバンドSARデータに加え、欧州Sentinel-2や米国Landsatシリーズ等の光学衛星や、宇宙機搭載ライダーGEDI等を組み合わせた森林バイオマス推定の検討に着手した。検討結果を来年度以降の開発に反映予定。

カーボンニュートラルの実現に向けた 森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装

当該年度の進捗状況

- ① 陸域炭素吸排出算定手法の開発
 - JAXAが所有する航空機搭載SAR (Pi-SAR-L2) に対して多偏波・多周波同時観測できるよう機能追加を実施 (Pi-SAR-L3) 及び航空機搭載GHG/SIF観測装置整備に着手した。今年度末までに国内主要テストサイトを対象に地上観測準備を実施予定。
 - 森林バイオマスの地上計測手法のマニュアル化に着手した。今年度末までにテストサイトにおける計測・SIFの地上検証データ取得を開始予定。
- ② 流域スケールでの炭素収支算定手法の開発
 - 森林バイオマスに係る地上計測・航空機計測データの収集に着手した。今年度末までに、収集するデータを管理・共有する研究プラットフォームをクラウド上に構築予定。
 - 対象流域において、衛星データ (SAR、光学、ライダー) から森林バイオマスを高精度に推定する手法検討に着手した。今年度末までに、水田や湿地を対象とした炭素収支算定に関する予備検討を実施予定。
- ③ 国レベルの森林バイオマスマップの整備・検証
 - 日本全域の森林バイオマスマップの作成に着手した。今年度末までに初版を作成予定。
 - 東南アジアにおける数ヶ国の対象国の選定、及び対象国政府や研究機関との連携構築に着手した。今年度末までに今後の海外展開における技術的検討を実施予定。
- ④ 森林カーボンクレジット算定に係る利用実証
 - 国内外のカーボンクレジット算定に係る事業者との連携体制の検討に着手した。今年度末までに、現状では航空機計測の利用までしか認められていない算定手段について、方法論への衛星データ活用の位置づけに向けた実証にかかる計画を検討予定。
 - 今年度末までに、J-クレジット制度の制度管理者である環境省及び林野庁と連携し、行政等のニーズ整理や利用実証の計画に関する意見交換を実施予定。

次年度の事業計画 (案)

- ① 陸域炭素吸排出算定手法の開発
 - **初年度の成果をふまえ、Pi-SAR-L3及びGHG/SIF観測装置を実装した試験観測及び観測実行手順策定に早期に着手し、観測手法の高精度化を実施する。この観測手法にて国内主要テストサイトでの観測フライトを実施する。**
 - 初年度に取得した地上検証データの解析と並行し、継続的な地上検証データの取得と拡充を進める。
- ② 流域スケールでの炭素収支算定手法の開発
 - **初年度収集した地上計測データについて、品質管理や不足項目の追加計測等に早期に着手し、研究プラットフォームの機能強化、公開可能データの一般公開を進める。**
 - 対象流域で森林バイオマス推定モデルの高精度化を行うとともに、2時期の森林バイオマスの差分を利用した炭素収支算定手法の検討を行う。
- ③ 国レベルの森林バイオマスマップの整備・検証
 - **初年度の成果を踏まえ、日本全域の森林バイオマス推定モデルの高精度化と、東南アジアの対象国での地上プロット計測等の参照データ整備に早期に着手し、少なくとも1カ国を対象に森林バイオマスマップを作成する。**
- ④ 森林カーボンクレジット算定に係る利用実証
 - **初年度で検討した実証計画に基づき、衛星データからのバイオマス算定及びクレジットの算出アルゴリズムに関する検討に早期に着手し、海外域における森林バイオマスマップの利用実証を実施する。**


宇宙無人建設革新技術開発

主担当庁：国土交通省
 連携省庁：文部科学省
 （事業期間5年程度）

背景・必要性

- 宇宙利用探査において世界に先駆けて月面拠点建設を進めるためには、遠隔あるいは自動の建設技術（無人化施工等）は、重要な要素。我が国では、これまで風水害・火山災害を克服するため無人化施工技術が培われ、国際的にも強みを有する。
- 近年、激甚化する災害対応・国土強靱化に加え、人口減少下において、無人化施工技術の更なる高度化と現場への普及は喫緊の課題。（国交省では令和3年4月、インフラDX総合推進室を発足し、本省・地方・研究所が一体で無人化施工等を推進）
- この建設技術を、アルテミス計画等を通じて月面環境に係るノウハウを有する文部科学省と連携して、月面拠点建設へ適用するための技術開発を進めるとともに地上の事業へ波及させる。

（月面無人化施工イメージと地上の無人化施工）




② 掘削


© 2019 KAJIMA CORPORATION

↑

高度化



H28熊本地震
（施工現場と
操作室）

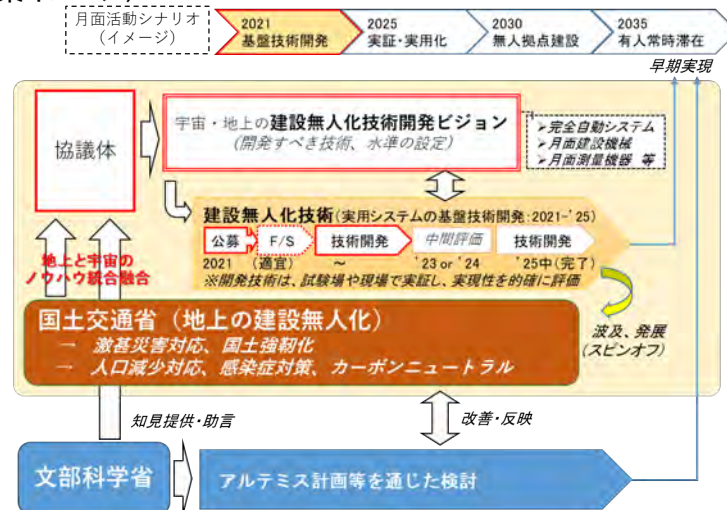


Spin off

事業の内容

- 月面開発に資する無人建設技術（施工、建材製造、建築等）の開発を重点化・加速化するため、月面と地上のノウハウを集結。
- 地上の建設事業で導入・開発されている無人建設技術を、月面拠点建設に適用するため、地上建設への展開も考慮しつつ、優先的に開発すべき技術・水準を明確化し、集中投資を図る。
- その際、無人建設に係る各種技術の水準、達成見込みを的確に見極めるために、実験室、試験場、建設現場で実証を行う。

（施策イメージ）



各省の役割

- 国土交通省： 無人建設（無人での施工、建材製造、建築等）の開発・現場適用検証、事業展開推進
- 文部科学省： 専門的知見の提供及び技術的助言

予算配分額

- 令和3年度（当初）配分額：1.2億円
- 令和3年度（補正）配分額：3.9億円
- 令和4年度（補正）配分額：5.7億円

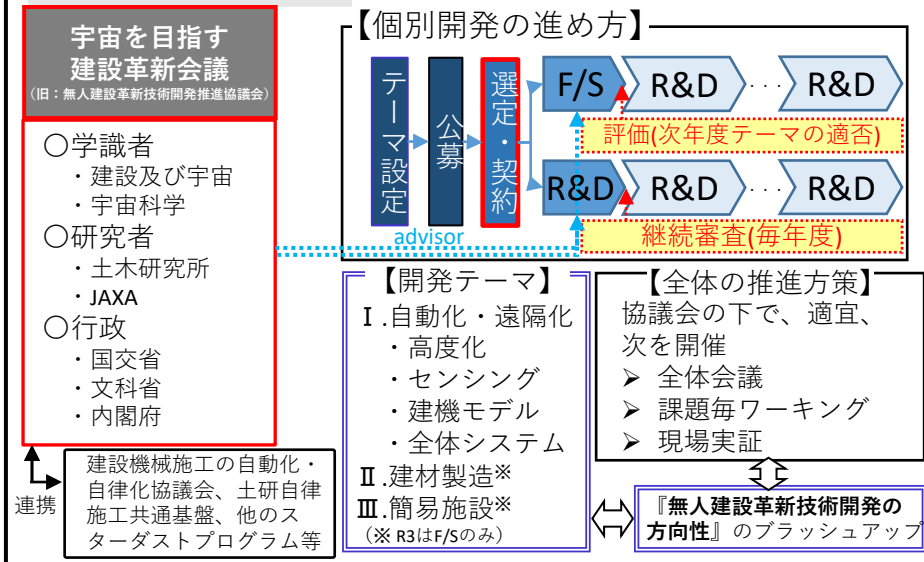
継続事業_進捗報告フォーマット 宇宙無人建設革新技術開発

主担当庁：国土交通省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

事業計画

- 将来の月面等での建設活動に資するため、地上の建設技術の高度化を目指し、令和3年7月に宇宙と建設の分野横断的な協議会(無人建設革新技術開発推進協議会※)を設置し、**開発テーマを設定した上で、民間企業や大学等研究機関を対象に実施者を公募**。
※令和5年4月からは「宇宙を目指す建設革新会議」に改称。
- 次の3つの技術分野において、F/S及びR&Dを公募。初年度はF/Sを中心に実施。(初年度は、F/S:7百万、R&D:25百万)
技術Ⅰ:無人建設(自動化、遠隔化)に係る技術
技術Ⅱ:月面で使用する建材の製造に係る技術
技術Ⅲ:月面における簡易施設の建設に係る技術
- **応募技術を協議会で審査・選定し、選定者と委託契約を締結**。
- 技術研究開発の実施にあたっては、無人建設に係る**各種技術の水準、達成見込みを的確に見極めるために、実験室、試験場、建設現場で実証**を行う。また、**共通課題毎のWG**を実施。

実施体制



留意事項への対応状況

- 月での利用をモチベーションとしながらも、地上で十分に実証し、枯れた技術として無人建設技術の宇宙実証に進むべきと考える。
→ 将来的に月面等での建設活動に発展しうることを視野に入れつつ、建設事業の基盤技術としての確立を目指して取り組んでいる。
また、現場実証や継続審査等の段階においても地上事業への発展性等を考慮し推進している。
- 毎年度ごとにステージゲートを設ける等により、廃止や担い手の絞り込みを含めた不断の見直しを実施し、戦略的に必要な技術に絞って進めていく必要がある。
→ 毎年度末に学識者、研究者及び行政からなる会議を開催し、各技術の評価・審査を行い、次年度の研究開発対象としての是非を決定するとともに、プロジェクト内に3つのWGを設置し、技術間の連携や月面施工プロセスの検討・議論をする等、戦略的に必要な技術の研究開発を推進する体制を構築している。

	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度	
技術Ⅰ	F/S R&D	F/S R&D	F/S R&D	R&D	R&D	
技術Ⅱ	F/S	F/S R&D	R&D	R&D	R&D	
技術Ⅲ	F/S	F/S R&D	R&D	R&D	R&D	
推進体制	協議会 設置	宇宙・地上の無人建設革新技術開発の方向性審議 → プロジェクト全体会議、各課題WG、現場実証確認				

継続事業_進捗報告フォーマット 宇宙無人建設革新技術開発

主担当庁：国土交通省
連携省庁：文部科学省
(事業期間5年程度)

当該年度の進捗状況

- 令和4年度に実施したF/S 4件およびR&D 9件で得られた成果を踏まえ、**産学官の協議会における継続審査を経て、適宜、条件を付して選定**(R&Dは9件全て継続、F/Sは3件をR&Dに移行)し、**4月に委託契約を締結した。**

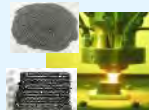
技術Ⅰ：無人建設（自動化、遠隔化）

- 令和5年度は地表と地中センシング、地中杭打、掘削・運搬、敷均し、索道、建機自動化シミュレーションについて、**R&D8件実施**



技術Ⅱ：建材製造

- 令和5年度はレゴリスを活用した建材製造について、**R&D 1件実施**



技術Ⅲ：簡易施設建設

- 令和5年度はインフレーターブル構造物、展開構造物に関する技術について、**R&D3件実施**



- 令和5年度より全ての技術がR&Dへ移行したことを踏まえ、4月に「無人建設革新技術開発推進協議会」を「宇宙を目指す建設革新会議」へ改名。5月18日には**第1回「宇宙を目指す建設革新会議」**を開催。また、7月31日には**居住モジュール無人施工WG**(新設)、8月1日には**月面無人施工プロセスWG**(新設)・**自律施工WG**(R4年度より継続)を開催。以後、WGメンバーによる議論や情報共有を適宜実施。

- 11月20,21日には、国交省の建設DX実験フィールドにて、**会議委員及び産学官の関係者600名参加のもと「遠隔施工等実演会」**を開催し、最新の遠隔施工技術等の実演とともに**当プロジェクトの進捗成果報告(全12件)**を行い、実事業での活用を見据えた開発状況を確認した。

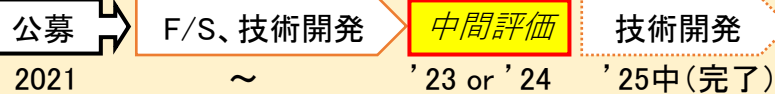
- また、11月から翌年1月にかけて、各研究開発選定者の実験場等において、**会議委員の学識者やJAXA等の立会のもと現場実証**を行い、**各研究開発の進捗状況を確認し、必要な助言**を行う。

- 年度末、**会議にて今年度の成果を評価・審査**する予定。

次年度の事業計画（案）

無人建設革新技術開発

(実用システムの基盤技術開発:2021-'25)



※開発技術は、**現場・試験場・シミュレータ**で実証し、**実現性を的確に検証**

- 今年度成果を踏まえ、次のステップとなる研究開発に早期に着手する。各分野の件数及び金額規模は次を想定。

技術Ⅰ：無人建設（自動化、遠隔化）

- R&Dは**R5からの継続8件選定**

技術Ⅱ：建材製造

- R&Dは**R5からの継続1件選定**

技術Ⅲ：簡易施設建設

- R&Dは**R5からの継続3件選定**

(R&Dは基本45百万/件を見込み、評価結果で上下)

- **全体会議及び各WGを通じ、個々の研究開発とともに事業全体を推進**する。また、**各技術間の連携(協調領域・競争領域)や、研究開発において共有化・標準化する技術・項目等の整理を図り、無人建設革新技術開発の方向性のブラッシュアップ及び月面施工プロセスへの反映を進める。**

- **測位・通信等他プログラムの開発の進捗に応じ定期的に情報交換**を行い、**技術の相互利用**を図る。

- **月面での無人建設技術**を目指すとともに、**地上での建設技術の高度化**の観点も含め、引き続き研究開発に取り組む。

プロジェクト番号：R3-04

小型SAR衛星コンステレーションの 利用拡大に向けた実証

主担当庁：内閣府
連携省庁：関係各省
(事業期間4年程度)

背景・必要性

- 近年、リモートセンシング衛星の分野においても、高頻度観測が可能な小型衛星コンステレーションへのニーズが高まっている。
- 特に、夜間、天候を問わず観測が可能である等の特徴を持つSAR衛星(レーダー衛星)は、災害対応、海洋監視、安全保障、国土管理など様々な分野での利用が期待されており、政府関係機関において継続的に利用していくことが望ましい。
- 国内にも優れた技術を有する民間事業者が登場しているが、現時点では衛星機数が少なく、増機に向けた更なる投資が必要。この際、行政機関が利用を拡大し、民間投資の呼び水となることが期待されている。
- こうしたことから、本格的な利用を拡大していくため、様々な行政分野において、小型SAR衛星コンステレーションを試用し、早期にその有効性、実用性や課題等を評価、整理することが必要。

各省の役割

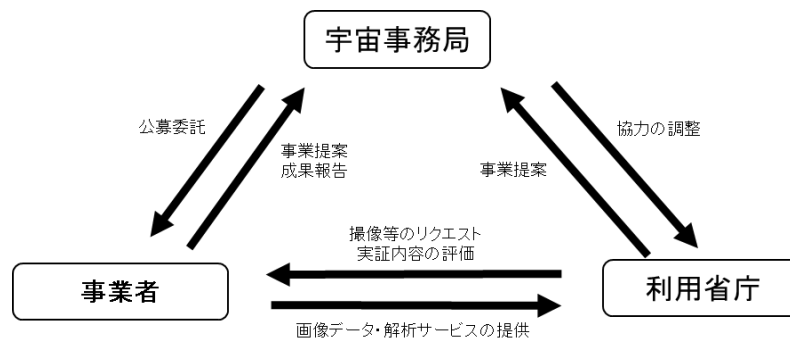
- 内閣府：全体のプロジェクト管理、とりまとめ。
- 関係各省：データの利用、評価

予算配分額

- 令和3年度(補正)配分額：11.0億円(令和3年度当初予算を一部含む)
- 令和4年度(補正)配分額：30.1億円(令和4年度当初予算を一部含む)

事業の内容

- 小型SAR衛星コンステレーションについて、潜在的な利用ニーズを有する行政分野において利用実証を行い、行政実務利用の観点からの有効性、実用性を検証・評価するとともに、改善すべき課題等を整理する。
- 利用実証を行う分野は、関係省庁のニーズや事業者提案を踏まえ、内閣府において取りまとめる。
- また、衛星機数が徐々に増加していくことによるコンステレーション全体としての能力向上や、できる限り多くの分野で実証を行う観点から、4年程度に渡り利用実証を行う。
- 利用実証の結果を踏まえ、各省においても本格的な利用(調達)に向けた検討を進める。



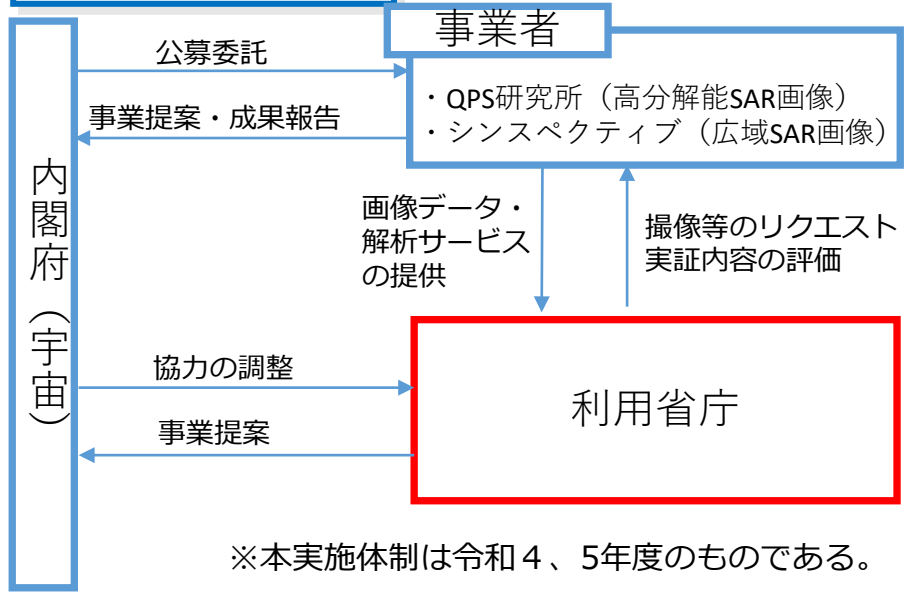
小型SAR衛星コンステレーションの 利用拡大に向けた実証

主担当庁：内閣府
連携省庁：関係各省
(事業期間4年程度)

事業計画

- 我が国において、優れた技術を持つ複数の民間事業者が、小型SAR衛星コンステレーションの構築を構想しており、QPS研究所とシンスペクティブに委託。
- 実証を実施するにあたっては、実証テーマごとに以下の内容等を取りまとめる。
 - ・利用機関の業務の効率化
 - ・質の向上にどのような効果があったかの評価
 - ・本格的な業務利用を拡大するうえでの課題等の整理
 - ・今後の改善に向けた具体的な対応計画
- 衛星開発・実証小委員会において、実証状況や本格調達に向けた課題等を踏まえ、次年度の実証継続等について審議。

実施体制



	R3	R4	R5	R6	R7		
国土インフラ管理		実証	委員会での評価	実証	委員会での評価	実証	委員会での最終評価
海洋監視		実証	委員会での評価	実証	委員会での評価	実証	委員会での最終評価
安全保障		実証	委員会での評価	実証	委員会での評価	実証	委員会での最終評価
農林水産			実証	委員会での評価	実証	委員会での評価	実証

↑ 実証状況や本格調達に向けた課題等を踏まえ審議

留意事項への対応状況

○事業者の国際競争力を維持発展していくためには、令和4年度の実証の成果を踏まえ、関係省庁とコミュニケーションを図りながら、政府が令和6年度以降の早期にアンカーテナントとなりうるテーマを重点的に支援することにより、商業化を加速することが重要。
→関係省庁とコミュニケーションを図り、ニーズや実証の課題を把握しつつ、早期にアンカーテナントとなりうる実証テーマを重点的に支援しているところ。

小型SAR衛星コンステレーションの 利用拡大に向けた実証

主担当庁：内閣府
連携省庁：関係各省
(事業期間4年程度)

当該年度の進捗状況

【高分解能SAR画像】

● 以下の実証テーマについて関係省庁と定期的に意見交換をしつつ、実証事業を実施中：

- ① 浸水氾濫域把握解析手法の高度化
- ② 海岸線モニタリング技術の開発
- ③ 土砂流出箇所調査技術の開発
- ④ 道路密度モニタリング技術の開発
- ⑤ 道路土構造物の点検手法開発
- ⑥ 地域・産業の課題解決へのソリューション開発及び実証
- ⑦ 海洋状況監視実証
- ⑧ 衛星ワンストップシステムの実証

【広域SAR画像】

● 以下の実証テーマについて関係省庁と定期的に意見交換をしつつ、実証事業を実施中：

- ①～⑤ 河道・堤防、土砂災害、港湾等、被災道路、流域治水モニタリング実証
- ⑥ 災害発生時における鉄道インフラの変状把握
- ⑦ 地域行政・産業の課題解決への利活用実証
- ⑧ 高分解能・高頻度な洋上風力推定実証
- ⑨ 海洋監視モニタリング実証
- ⑩ 森林域および伐採エリアの特定実証
- ⑪ 災害時の森林補償に向けた被災状況調査
- ⑫ 森林における不法伐採監視
- ⑬ 農地における中干モニタリング実証
- ⑭ 衛星ワンストップシステムの実証

次年度の事業計画（案）

【高分解能SAR画像】

● 今年度の成果を踏まえ、以下のようにテーマを継続実証：

- ① 浸水氾濫域把握解析手法の高度化
 - ② 海岸線モニタリング技術の開発
 - ③ 土砂流出箇所調査技術の開発
 - ④ 道路密度モニタリング技術の開発
 - ⑤ 道路土構造物の点検手法開発
 - ⑥ 地域・産業の課題解決へのソリューション開発及び実証
 - ⑦ 海洋状況監視実証
 - ⑧ 衛星ワンストップシステムの実証
- 新規実証テーマとして以下の実証を検討：
- ⑨ 流域治水対策における衛星活用実証事業
 - ⑩ 農作物の育成状況モニタリングによる農地活用状況把握
 - ⑪ 間断灌漑モニタリング実証

【広域SAR画像】

● 今年度の成果を踏まえ、以下のようにテーマを継続実証：

- ①～⑤ 河道・堤防、土砂災害、港湾等、被災道路、流域治水モニタリング実証
 - ⑥ 災害発生時における鉄道インフラの変状把握
 - ⑦ 地域行政・産業の課題解決への利活用実証
 - ⑧ 高分解能・高頻度な洋上風力推定実証
 - ⑨ 海洋監視モニタリング実証
 - ⑩ 森林域および伐採エリアの特定・不法伐採監視実証
 - ⑪ 農地における中干モニタリング実証
 - ⑫ 衛星ワンストップシステムの実証
- 新規実証テーマとして以下の実証を検討：
- ⑬ 転作地の検知実証