

# 「内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラム」 (スターダストプログラム) により実施する戦略プ ロジェクトの進捗報告・評価について

令和5年12月12日

研究開発局 宇宙開発利用課

# 令和5年度実施プロジェクト一覧

プロジェクト番号	プロジェクト名称	連携省庁	予算配分額	事業期間
R2-01	衛星用の通信フルデジタル化技術開発	総務省	令和4年度(補正) 2.0億円	3年程度 (R2~R5)
R2-07	月面活動に向けた測位・通信技術開発	総務省	令和4年度(補正) 8.3億円	5年程度 (R3~R7)
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	経済産業省	令和4年度(補正) 2.0億円	3年程度 (R5~R7)
R4-02	衛星オンボードPPPの実証機開発	内閣府	令和4年度(補正) 1.0億円	3年程度 (R5~R7)
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	総務省	令和4年度(補正) 1.0億円	3年程度 (R5~R7)
R4-06	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	経済産業省 国土交通省	令和4年度(補正) 5.6億円	5年程度 (R5~R9)
R4-07	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	総務省	令和4年度(補正) 3.5億円	4年程度 (R5~R8)
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	経済産業省	令和5年度(当初) 2.0億円	5年程度 (R5~R9)
R5-02	次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討	経済産業省	令和5年度(当初) 2.2億円	2年程度 (R5~R6)
R5-03	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	環境省 林野庁	令和5年度(当初) 4.0億円	3年程度 (R5~R7)

# 令和4年度「宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）の進め方」 （令和5年2月10日宇宙開発利用部会承認）に関する対応状況

プロジェクト番号	プロジェクト名称	指摘事項 (必要な対応)	対応状況
R2-01	衛星用の通信フルデジタル化技術開発	<p>①世界の通信技術動向を常にモニタして、性能・コストのベンチマーク評価も実施しつつ、開発を進めていくこと。</p> <p>②開発に当たっては、特にセキュリティ対策に万全を期して開発を進めること。</p>	<p>①調査会社を通じて、<b>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</b>すると共に事業者とも意見交換を実施している。</p> <p>②JAXAのセキュリティ規定に則って適切に進めております。</p>
R2-07	月面活動に向けた測位・通信技術開発	<p>①宇宙実証の具体的な検討や、より低価格でより早期の月面実証を見据えた設計を進める上で、測位・通信アーキテクチャ検討について、日本としてメリットのある総合アーキテクチャの検討条件の整理・年度内の更新を確実に実施し、手戻りのないように進めること。</p> <p>②開発に当たっては、特にセキュリティ対策に万全を期して開発を進めること。</p>	<p>①<b>総合アーキテクチャの更新検討は令和4年度内に完了している</b>。（具体的には、月版 GNSS(LANS)におけるNASA 衛星・ESA衛星の暫定的軌道情報や衛星機数を基に、月周回JAXA衛星の、これら混合コンステレーションのコストミニマムかつ早期サービスインに繋がる最適化検討を実施し、JAXA衛星軌道はNASA衛星と同じ12時間周期のELFOをベースラインとした。）</p> <p>②JAXAのセキュリティ規定に則って適切に進めております。</p>

# 令和4年度「宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）の進め方」 （令和5年2月10日宇宙開発利用部会承認）に関する対応状況

プロジェクト番号	プロジェクト名称	指摘事項 (必要な対応)	対応状況
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	<p>①FPGA チップが出来た段階で、モジュール化まで仕上げるのを待たず早期にユーザ評価をしてもらうサンプルを供給するなどの方策を検討すること。軌道上実証については、JAXA や内閣府等の宇宙実証プログラムとの連携等を検討すること。</p> <p>②民間企業等へのヒアリングを行いながら、世界とのベンチマークを図り、開発を進めること。</p>	<p>①2024年1月に、<b>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。</b>(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<b>衛星コンポーネント搭載評価計画のすり合わせを数社の企業と実施中。</b></p> <p>②<b>宇宙市場の動向調査は、NASA/ESAの協力も得て進めている。</b>また、車載、防衛、IT機器等の<b>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。</b>なお、本研究で目指す超低消費電力と耐放射線の特徴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。</p>
R4-02	衛星オンボードPPPの実証機開発	<p>①事業実施に当たって、あらかじめ地球観測ベンチャー等をはじめとしたユーザ候補にヒアリングを実施し、ニーズを確認するとともに、国内外の市場動向についても注視しつつ研究開発を進めること。</p> <p>②グローバルなエリアで利用可能な方式についてあらかじめ検討し、グローバル利用を見据えた研究開発を進めること。</p> <p>③実証機の開発を進めるとともに、軌道上実証に向けた検討に努めること。軌道上実証については、JAXA や内閣府等の宇宙実証プログラムとの連携等を検討すること。</p>	<p>①JAXA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、<b>オンボードPPP技術に関する情報提供要請（RFI）を実施した。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。</b></p> <p>②<b>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。</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSS予測暦を使用したオンボードPPP</li> <li>・高精度力学モデルを使用した軌道伝播</li> <li>・Galileo HASの利用</li> </ul> <p>③JAXA研究開発部門が推進する「刷新P」の枠組みを利用して、<b>オンボードPPP技術に関するRFIを実施した。その活動の中で軌道上実証に向けた検討を進めている。</b></p>

# 令和4年度「宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）の進め方」 （令和5年2月10日宇宙開発利用部会承認）に関する対応状況

プロジェクト番号	プロジェクト名称	指摘事項 (必要な対応)	対応状況
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	<p>①準天頂衛星後継機での本運用に向けて、内閣府宇宙戦略推進事務局準天頂衛星システム戦略室との連携体制構築に努めるとともに、軌道上実証の機会確保に向けて、JAXA や内閣府等の宇宙実証プログラムとの連携等を検討すること。</p> <p>②衛星搭載用時計の国産化を達成できれば、日本の宇宙開発技術の自立性・安全保障の確保への貢献とともに、衛星搭載用時計の開発を行っていないプロバイダもしくは測位衛星に参入を進めているプロバイダ国などの市場の獲得に繋がる可能性があるため、国際動向にも注視しつつ検討を進めること。</p>	<p>① <u>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。</u> 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。</p> <p>② <u>国連関連GNSS委員会（ICG：International Committee on GNSS）など新規参入プロバイダ国が参加する国際会議資料から、韓国など新規参入プロバイダ国の動向を調査した。</u> 搭載時計に関する記述は確認出来なかったが、最初の衛星のメイン時計は実績のあるRAFSを搭載する計画と推察される。<u>今後もセカンドリもしくはアンサンブルクロックのひとつとして候補となり得るように本事業では宇宙用部品BBMの目標性能達成を最優先で取り組みつつ、引き続き国際動向に注視していく予定である。</u></p>

# 令和5年度戦略プロジェクトの進捗報告に対する 委員からの主な質問・コメント及び回答

プロジェクト番号	プロジェクト名称	主な質問・コメント	回答
R2-01	衛星用の通信フルデジタル化技術開発	<p>事業計画で、200Gbpsの通信容量、Gbps単価百万USドルを実現とありますが、<b>最終事業年度の本年度、計画の達成見込み</b>はいかがでしょうか。また、世界動向の中で、本計画値はどの位置にいますでしょうか。<b>事業終了後も、世界動向に注視し、継続的な競争力確保が大切</b>と考えます。</p>	<p>本事業を完了することで、事業者において次世代静止通信衛星にて、事業計画のとおり<b>200Gbpsの通信容量を達成する見込み</b>を得ています。一方、Gbps単価百万USドルは近年の世界情勢の変動や物価高を受けて非常に難しい課題となっており、世界の競合他社も達成目処を得ていないと調査会社より報告を受けておりますが、事業者においては競合他社を上回る高い競争力確保すべく努力を継続しています。そのため、<b>いずれの計画値も依然として世界市場の中で競争力を確保できる設定</b>となっているものと考えております。今後も、衛星市場での競争力確保に向けた支援を継続して検討してまいります。</p>
R2-07	月面活動に向けた測位・通信技術開発	<p>①月面測位・通信は、アルテミス計画の中でも重要なインフラになっていくと考えられるため、他参加国の技術動向や戦略を調査することが留意事項にあります。<b>NASA/ESAの共同実証スケジュールと、日本の実証スケジュール(FY2028打ち上げ目標)との整合性</b>は取れているでしょうか。<b>技術規格の共通化に向けた動き</b>などはあるでしょうか。</p>	<p>①<b>月測位・通信インフラ</b>について、これまでの調査により、<b>NASAでは、2025年に1機、2027年に1機、2028年想定で2機の衛星を打ち上げ、2028年までに計4機体制の構築</b>、また、<b>ESAでは、2027年に1機、2030年に3機の衛星を打ち上げ、2030年までに計4機体制の構築を予想</b>している。現在、<b>JAXAでは、2028年度中の打上げを目指して測位実証衛星に関する技術開発を進めており、将来のNASA衛星/ESA衛星/JAXA衛星による共同での実証実験に向けて、具体的な連携についてNASA/ESAと継続的に協議を進めているところ</b>である。また、<b>月測位・通信技術の規格の共通化については、「LunaNet」と呼ばれる測位・通信の国際相互運用を可能とする共通のフレームワークがあり、JAXAは、ここでNASA/ESAとともに標準化に関する議論に参加している</b>。その標準化文書(LunaNet Interoperability Specification)の中で「LANS」(Lunar Augmented Navigation Service)という測位サービス仕様が纏められており(継続議論中)、各国の衛星はこれに準拠することになる。これにより、ユーザーは月版GNSSとしての測位サービスをサービス提供の初期段階から受けることが可能となる。</p>

# 令和5年度戦略プロジェクトの進捗報告に対する 委員からの主な質問・コメント及び回答

プロジェクト番号	プロジェクト名称	主な質問・コメント	回答
R2-07 (続き)	月面活動に向けた測位・通信技術開発	<p>②「航法精度40m(水平)」「月―地球間的高速通信1Gbps」という目標を設定しているが、これらは、<b>実際の月の探査・開発に関する活動において、どのようなことを可能にするものとして設定されたものか</b>をお教えてください。</p> <p>③複数の要素技術の検討開発が並行して実施されているが、開発された各要素技術を組み合わせ合わせた場合や、更に大きなシステムとして組み上げた場合の実用可能性を、研究期間の最後に検討するアクティビティが計画されていない。これは、一つのプロジェクトの中で多様な技術開発を行っているメリットを減しているようにも感じられる。このようなプロジェクトの進め方となっていることについて、<b>将来どのようにより大きな測位・通信システムに統合していくのかの見直し</b>を含め、ご説明ください。</p>	<p>②「水平40m以下の航法精度」については、日本が開発を進めている有人と無人の両方からの要求に基づいて設定している。<b>有人と無人の両方により長期間に亘り月面の広域の探査が計画されており、その運用の高度化・効率化(地球地上局の運用制約を受けず、リアルタイムに航法値が得られ運用効率は飛躍的に向上)に資するものである。</b></p> <p>また、「月―地球間的高速通信1Gbps」については、<b>今後の月探査で必要となる国際競争力を持つ通信速度として設定している。有人と無人の両方の運用やサイエンスミッションの観測データ伝送、パブリックエンゲージメントを目的とする8Kハイビジョン映像のリアルタイム伝送といった、大型ミッションユーザの大容量データ伝送を可能にするものである。</b></p> <p>③5カ年計画となる本技術開発では、最初に測位・通信の総合アーキテクチャ検討を行っており、開発目標とする総合アーキテクチャを先ず設定している。その上で、システム要求の整理や必要なキー要素技術の研究を実施している。<b>大きな測位・通信システムへと統合する開発シナリオについては既に検討を進めており、当面の(2030年代半ばを目途とする)大目標として、ELFOの2軌道面に計8機の衛星コンステレーション及び月面基準局(相対測位機能の付加等)から構成される総合システムを構築し、月の南極域に数メートル級の測位サービス、及び1Gbps以上の高速大容量通信(地球へのリターンリンク)常時1回線のサービス提供を行うこと</b>を検討している。具体的には、そのファーストステップが、現在、JAXAが2028年度中の打上げを目指して技術開発を進めている測位実証衛星によるミッションであり、国際連携で相互運用性及び測位精度検証を行うことをNASA/ESAと継続的に協議を進めている。また、セカンドステップとして月-地球間長距離光通信実証や、サードステップとして国際協働を前提とした大きな測位・通信システムの構築についても検討を進めていくこととしている。</p>

# 令和5年度戦略プロジェクトの進捗報告に対する 委員からの主な質問・コメント及び回答

プロジェクト番号	プロジェクト名称	主な質問・コメント	回答
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	衛星搭載時計の国産化を目的としています。 <b>調達する宇宙用部品も国産</b> を念頭においているのでしょうか？	現在、電通大とJAXAで開発中の地上用部品モデルで使用している部品の多くは海外製であり、日本国内メーカーの製品も海外製造という部品が多いという状況です。これは性能面を考慮して部品を選択した結果でもありますが、そもそも光学系部品で本事業に使用できる部品が国内に少ないということも理由のひとつです。その上で宇宙用部品については、レーザー時計の目標性能達成を最優先と考えておりますので、本事業では <b>国産・海外製に拘らず、性能を出せる部品を選択して使用する予定</b> です。本事業終了後、 <b>将来的には調達自在性のリスク等を踏まえ、コアとなる部品の国産化</b> を目指し、国内メーカーに働きかけ等検討したいと思っております。
R4-06	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	利用省庁、地方自治体、研究機関、民間ユーザーに解析情報やツールの開発の提供をおこない、情報が評価される体制となっています。 <b>この体制はすでに構築されているのでしょうか？</b> 利用省庁などは <b>具体的にどのように情報を評価すればよいのか</b> 、周知されているのでしょうか？	実証評価の体制については、本業務の中で <b>研究開発と並行して構築していく計画</b> です。開発段階（初年度～二年目）では、先行して協力頂ける一部の政府系及び民間ユーザーと協力関係を構築して、意見を聞きながら、 <b>スピード重視でプロトタイプの開発</b> を進めます。実証段階（三年目）では、 <b>業務に組み込んで利用できるかの評価</b> を協力者と共に行います。実証サイクル段階（四年目以降）では、より広く情報を周知しつつ、利用モデルを展開する仕組みを作ります（実証評価サイクルを含む）。なお、実証数の増加等の展開については、事業の商用化等を伴いながら実施することを想定しております。



# 令和5年度戦略プロジェクトの進捗報告に対する 委員からの主な質問・コメント及び回答

プロジェクト番号	プロジェクト名称	主な質問・コメント	回答
R5-02	次世代の電源システム基盤技術獲得に向けた検討	超小型から大型までの衛星開発側との連携は①の要素技術開発に含まれていると考えてよいでしょうか。	衛星開発側（ユーザー側）との連携としては、 <b>ニーズ調査という形で①～③それぞれで実施</b> します。 なお、本事業は小型衛星～大型衛星向けの開発を対象としております。今後ニーズ調査を踏まえて、適切なターゲットとなるよう検討して参ります。
R5-03	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	<p>①森林カーボンクレジット算定の利用実証が、R7～R9とスケジュールされていますが、本事業期間3年間の間に（～R7）、<b>どの程度の実証レベルを計画</b>しているのでしょうか。関係府庁の政策、国際動向のスケジュールとの整合性を図ることが大切と考えます。</p> <p>②公開可能データにPi-SAR-L3の観測データは含まれていますか？</p> <p>③可能であれば本事業で整備予定である<b>Pi-SAR-L3</b>と打ち上げ予定の<b>ALOS-4/PALSAR-3</b>との<b>関連</b>をご教示ください。</p>	<p>①各クレジット制度において、衛星画像やバイオマスプロダクトの利用が認められるためには、現行方法論の改訂や方法論の新規追加が必要になります。本実証期間（～R7）においては、<b>初年度に国内・海外の動向調査および各ステークホルダーとの連携方法等の検討を含めた計画立案</b>を行ったうえで、<b>方法論の改訂・新設の議論に必要な精度や妥当性を評価するためのエビデンス等を揃えるための実証を環境省や林野庁と連携して実施</b>し、技術面・政策面の両面から検討をする予定です。</p> <p>②Pi-SAR-L3の観測データについて、校正や精度検証後、また処理手順の確立後、可能な範囲で公開予定です。</p> <p>③航空機SARである<b>Pi-SAR-L3</b>は、<b>衛星ALOS-2/4よりも高い分解能、画質、実験的機能</b>（バイオマス推定に有効とされる、多偏波による同一地点の短時間繰り返し観測＝PolInSAR観測など）を持っており、本事業の実証に必要なものです。この検討結果は、衛星による算定手法につなげるためであり、ALOS-4だけでなく将来のSAR衛星への適用可能性も視野に入れてます</p>

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打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

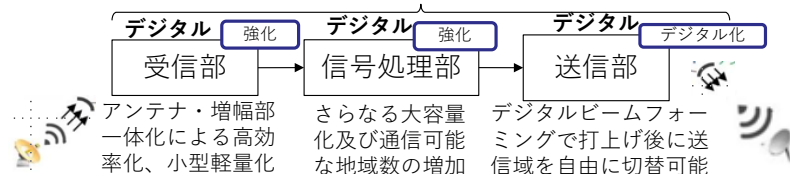
### 各省の役割

- 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。

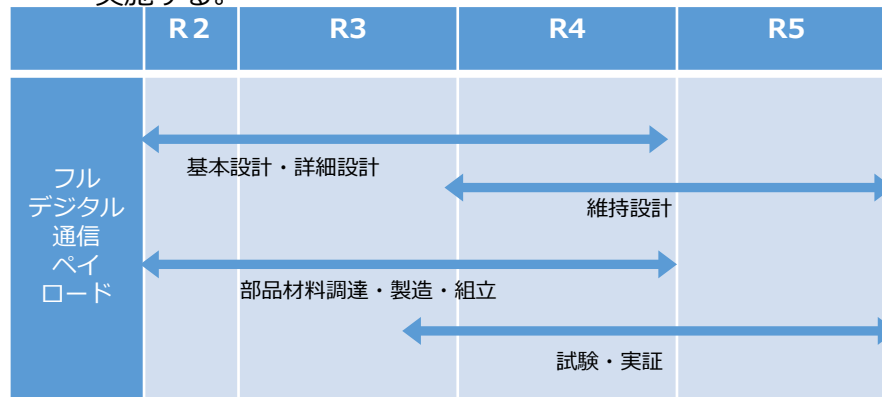
また、観測衛星等に将来幅広く適用可能なフルデジタル化技術に関する基盤技術を獲得する。

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。

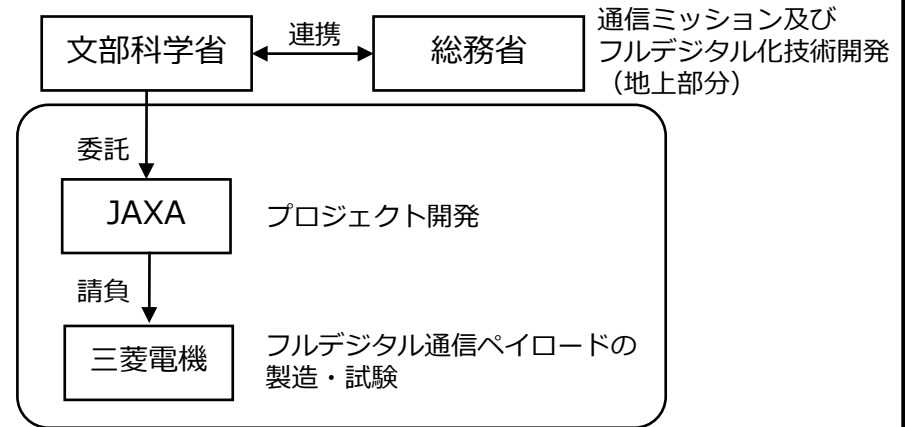
ETS-9バスに搭載するために必要な設計変更を開始する。また、部品・材料の調達・組立を開始すると共に、製造・試験に着手する。

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

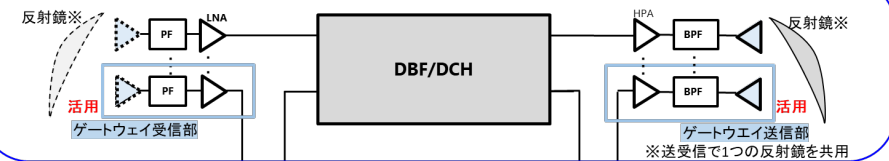
#### <対応状況>

- 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

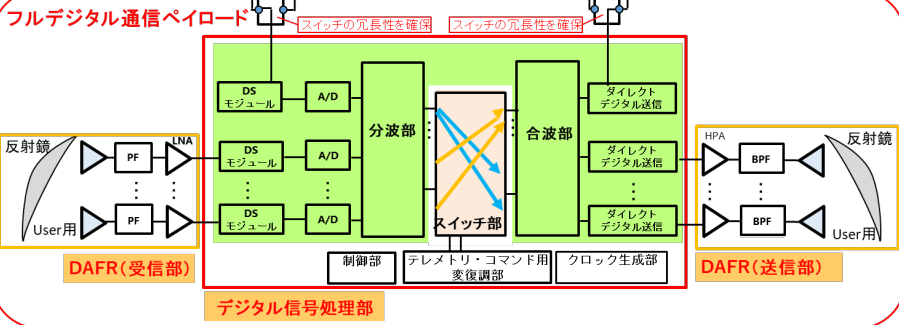
- ① フルデジタル通信ペイロード開発・実証
  - ▶ 過年度までの製造に対して、引き続き試験を実施している。
  - ▶ 過年度の成果をふまえ、年度末の事業完了に向けて、設計結果に基づく試験・実証完了までの作業を確実に実施している。

総務省 通信ミッション部(既存)



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



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

## 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、文科科学省が、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

- 文科科学省：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

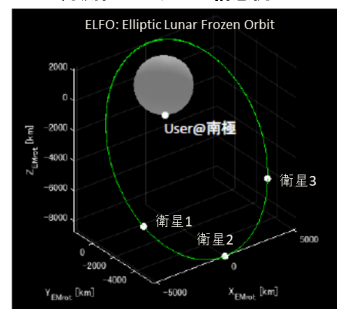
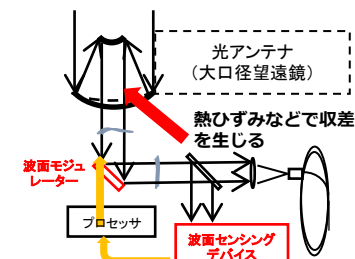


図2. ELFO上の3機配置例  
 (866km × 8742km × 56.2°, ΔM = 90°)



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ー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、**月一地球間の高速通信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。

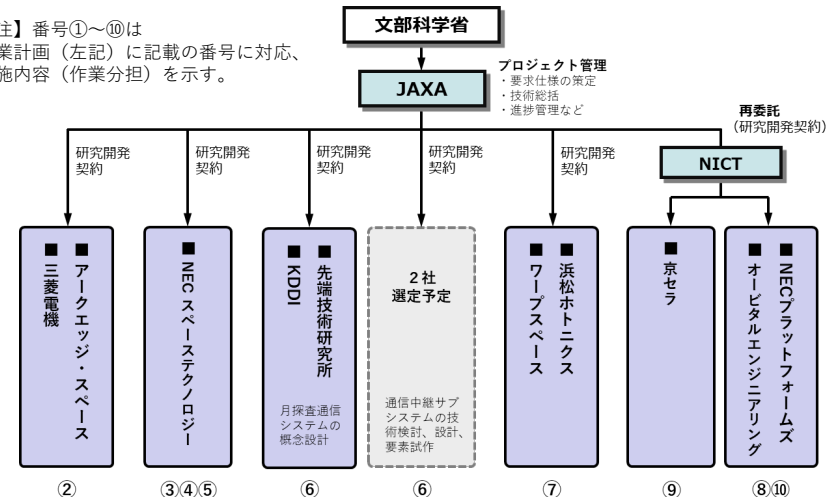
また、月探査測位・通信に係る標準(得られたアーキテクチャ)を国際調整の枠組みの中で提案し、NASA/ESA等との調整により、合意を得ることを本業務の目標とする。

		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<sup>※1</sup>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<sup>※2</sup>、FPGA<sup>※3</sup>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

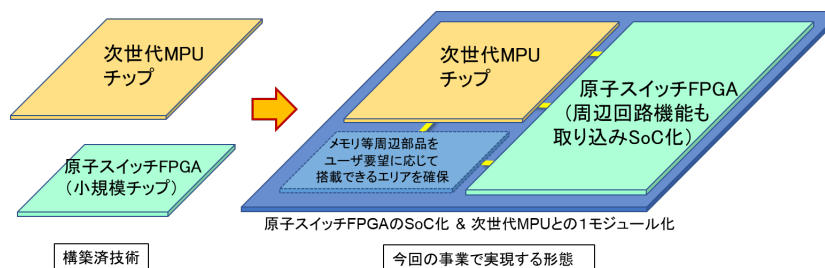
※3 Field-Programmable Gate Array、プログラマブルロジックデバイス的一种

## 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<sup>※4</sup>の構成を実現するために、国産次世代MPUチップ<sup>※5</sup>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)

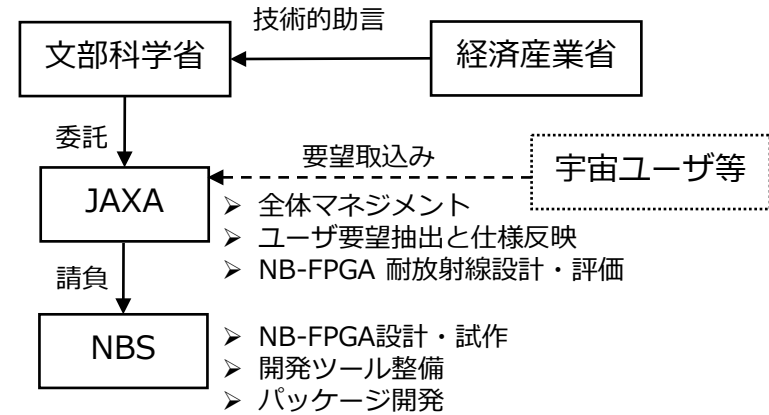
## 事業計画

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充足させ、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。

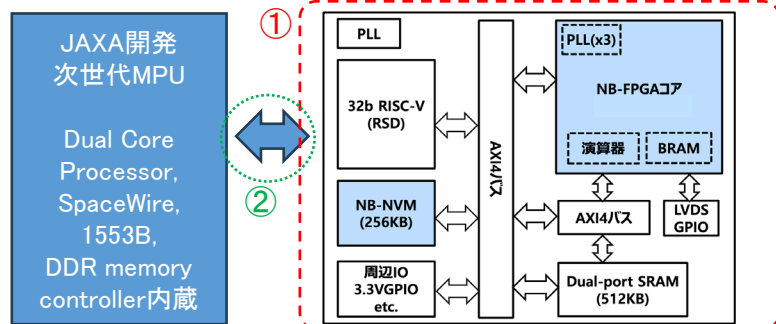


図1 SoC NB-FPGA機能およびマルチチップモジュール構成ベースライン案

## 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9mm x 9mm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。

## 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）

### 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

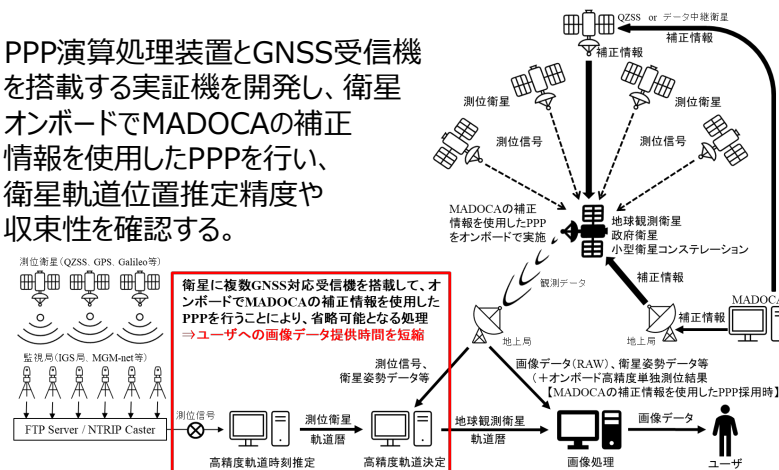
### 各省の役割

- 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

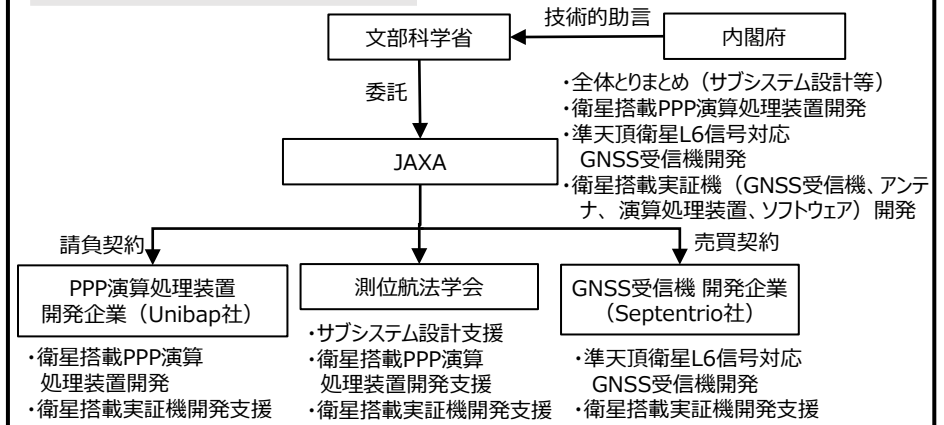
高分解能センサを搭載する地球観測衛星の撮像画像のユーザへの提供時間を大幅に短縮するために、①MADOCA※の補正情報を使用してPPP (Precise Point Positioning) を行うことができる演算処理装置と、②複数GNSS対応受信機を搭載し、③衛星オンボードでMADOCAの補正情報を使用したPPPを行って、リアルタイムにcmオーダ (3D\_RMS) の衛星軌道位置推定が行える実証機のサブシステムを設計・開発する。

※ 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MADCOCA-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MADCOCA-PPP実験
- ③サブシステム設計・開発
  - PPP精度解析  
MALIBに、力学モデルを実装して、L6信号 (MADCOCA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MADCOCA-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MADCOCA-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もち、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

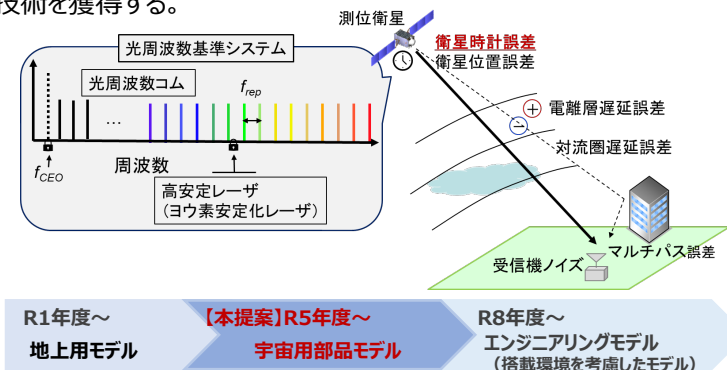
- 文部科学省：宇宙用部品に置き換えたモデルの設計、製作、試験、評価、エンジニアリングモデルへの反映事項の検討
- 総務省：時計の周波数安定度評価・技術的助言

### 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。



# 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。

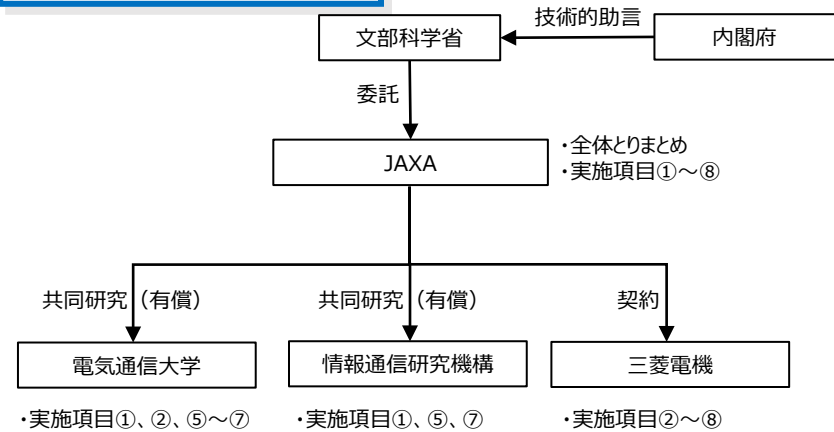
1年目は、①地上用部品モデルの性能評価、宇宙環境耐性評価を行う。並行して、地上用部品モデルの成果を基に②宇宙用部品のサーベイを行い、調達する部品を選定し、納期などサーベイ結果を研究計画に反映する。また、翌年度以降の③宇宙用部品BBM開発に向けた企業との協力体制の構築を行い、衛星搭載化に向けた熱設計など実現性検討を進める。

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に検討を進めること。

### <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、「ヨウ素セルフイ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日三菱電機と契約締結した。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。



# 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。

## 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

## 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（土地利用判読・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。

## 予算配分額

- 令和4年度（補正） 配分額：5.6億円

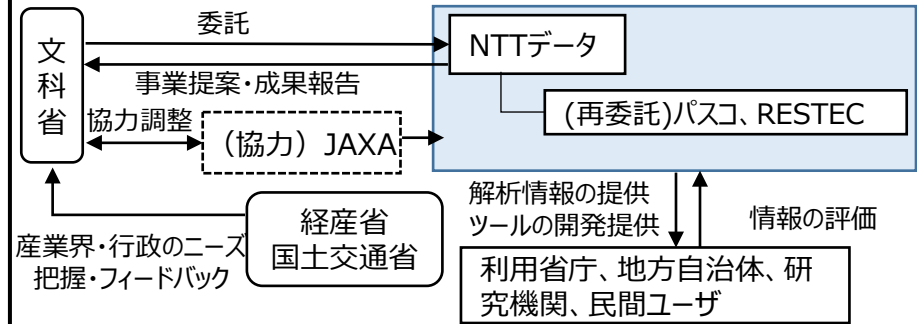
# スペース・トランスフォーメーション実現に向けた 高分解能光学衛星のデータ解析技術の研究と利用実証

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。

## 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化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活用すること。
- 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。

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			
		国内外での利用実証、主な利用分野での社会実装			
②		高分解能光学衛星データ収集・整備			
		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			

### 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。

# 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

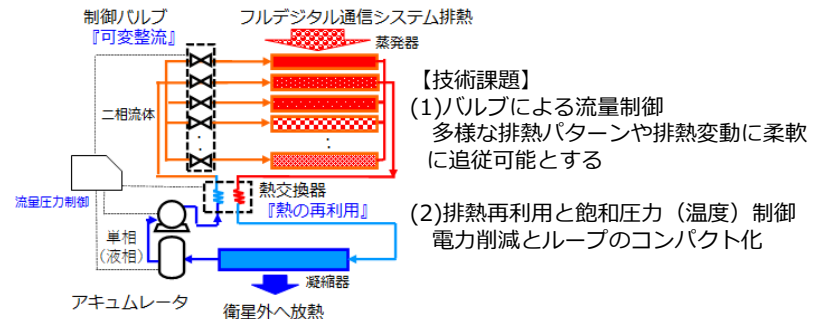
- 通信周波数や通信領域をフレキシブルに変更でき、従来よりも大幅に高速・大容量通信が可能なフルデジタル通信システムが市場に登場するとともに、欧米の企業では開発が急速に進展している。
- 通信性能の向上に伴い、高発熱を伴うフルデジタル通信システムを衛星に搭載するため、少ない電力で高い排熱に対応できることへのニーズが極めて高い。この排熱システムを搭載可能な質量・サイズ等で実現するものとして、機械式ポンプによる二相流排熱システムが採用されている。
- フルデジタル化の進展に伴い市場の要望も多様化、拡大が続いている。競争力強化のためには、高効率な排熱システムにより市場への対応能力を拡大し、国際競争力を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。

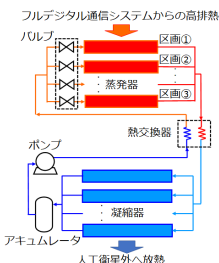
### ①高効率熱伝達技術の開発

- 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

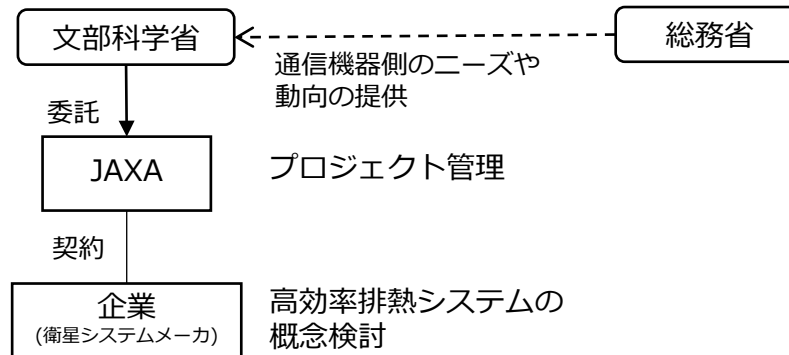
### ②高効率二相流排熱システムの開発

- 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

高効率二相流排熱システムイメージ



## 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。

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

# 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

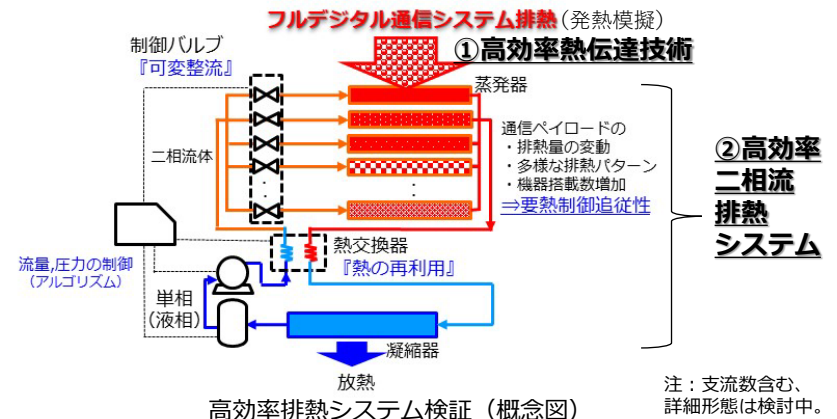
主担当庁：文部科学省  
連携省庁：総務省  
(事業期間4年程度)

## 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

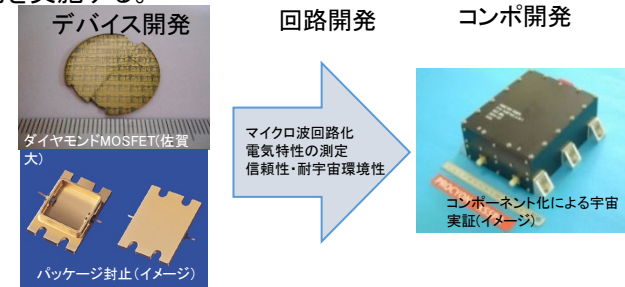
- マイクロ波帯の放送用送信機、各種レーダー送信機、衛星通信用送信機では、増幅素子にクライストロンやTWT(進行波管)といった、真空管が未だに利用されている。ところが近年、GaN HEMT素子の登場によって、信頼性向上を目的とする固体化が盛んに進められている。特に**宇宙用の地上局送信機や衛星搭載中継器では、高効率化実現のために、固体素子の高出力化が強く望まれている。**
- ところがGaN素子には絶縁耐圧に限界があり、これに代わる次世代パワー半導体の研究が世界中で進められている。中でも**ダイヤモンドは、高周波・大電力・高効率性能で最も優れる半導体材料として期待されている。**性能指数の比較(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の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。

## 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

## 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。



## 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)

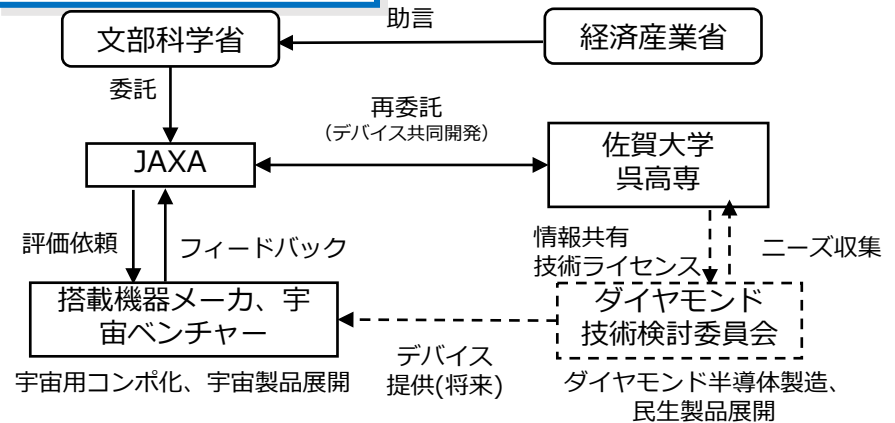
## 事業計画

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。

	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		信頼性、耐宇宙環境特性評価		
	マイクロ波回路、増幅器の設計試作、最適化				
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		

## 実施体制



## 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に情報収集、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

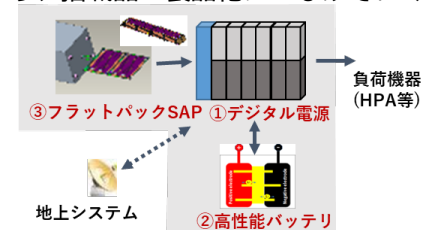
主担当庁：文科省  
連携省庁：経済産業省  
(事業期間 2 年程度)

### 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

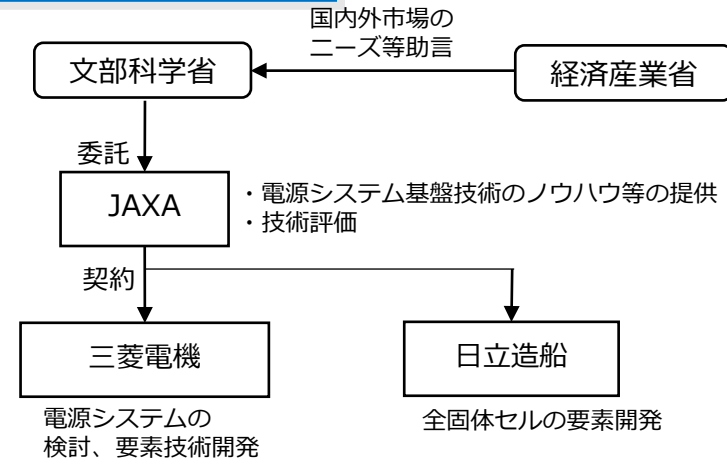
事業計画

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化のキー技術
- 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いくことが重要。
  - 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、カーボンプ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プ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 森林カーボンプ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プ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

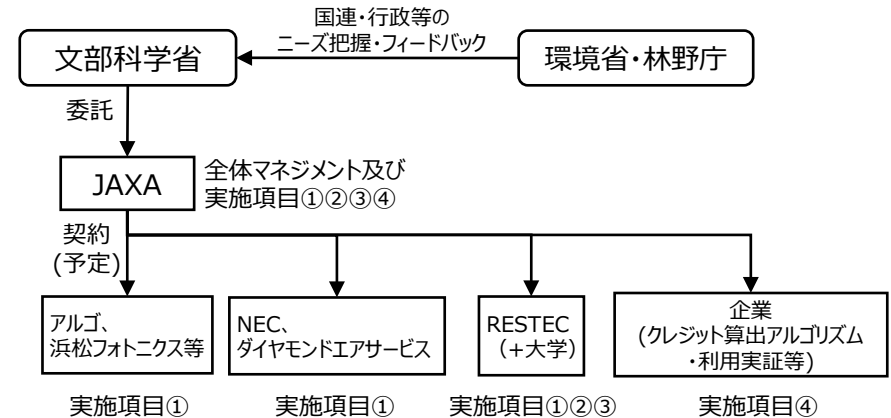
# カーボンニュートラルの実現に向けた 森林バイオマス推定手法の確立と戦略的実装

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マスマップ作成、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



## 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マスマップ作成取組みを紹介。
- 国内民間企業や環境省、林野庁、また海外ボランタリークレジット認証機関等と衛星データ・バイオマスマップ・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。

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マスマップの整備・検証	3-1)国内森林バイオマスマップの整備・検証	→	→	→
	3-2)海外森林バイオマスマップの整備・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)海外森林バイオマ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	→	→	→

## 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 森林カーボンのクレジット算定に係る利用実証
  - 国内外のカーボンの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)

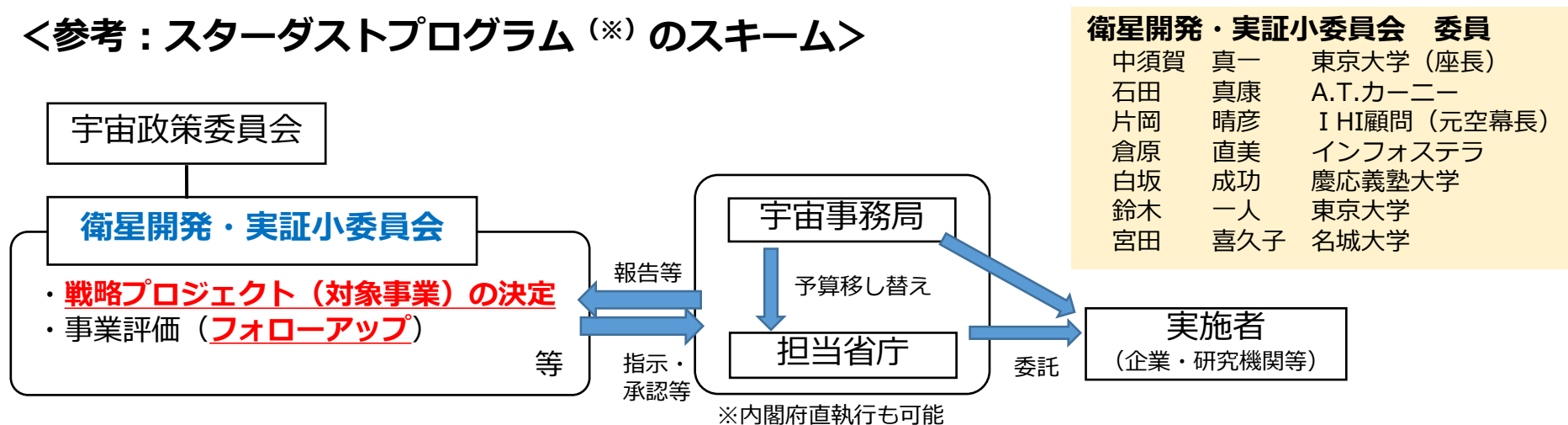
- ① 陸域炭素吸排出算定手法の開発
  - **初年度の成果をふまえ、Pi-SAR-L3及びGHG/SIF観測装置を実装した試験観測及び観測実行手順策定に早期に着手し、観測手法の高精度化を実施する。**この観測手法にて国内主要テストサイトでの観測フライトを実施する。
  - 初年度に取得した地上検証データの解析と並行し、継続的な地上検証データの取得と拡充を進める。
- ② 流域スケールでの炭素収支算定手法の開発
  - **初年度収集した地上計測データについて、品質管理や不足項目の追加計測等に早期に着手し、研究プラットフォームの機能強化、公開可能データの一般公開を進める。**
  - 対象流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 森林カーボンの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。**

# (参考) 宇宙開発利用推進費 (スターダストプログラム) の概要

## 宇宙開発利用推進費【R4補正107.5億円／R5当初23億円／R5補正96.9億円】

- ▶ 月面開発、衛星基盤技術の強化など、**各省の縦割りを排し、連携して取り組むべき研究開発プロジェクト**を推進する新規予算として、令和2年度補正予算より開始。
- ▶ 当該予算を原資として、**「宇宙開発利用加速化戦略プログラム (スターダストプログラム)」**を創設。**衛星開発・実証小委員会において対象となる戦略プロジェクトを選定**し、内閣府に一括計上した予算を各省に移し替えて執行。

### <参考：スターダストプログラム（※）のスキーム>



### 衛星開発・実証小委員会 委員

中須賀 真一	東京大学 (座長)
石田 真康	A.T.カーニー
片岡 晴彦	I HI顧問 (元空幕長)
倉原 直美	インフォステラ
白坂 成功	慶応義塾大学
鈴木 一人	東京大学
宮田 喜久子	名城大学

### ○基本方針のポイント

#### ◆ 戦略プロジェクト選定の視点

視点①：安全保障や経済成長などの観点から、自立性を維持・確保する上での優先度が高い

視点②：官民の共通基盤として活用が期待される技術、又は、月面開発など様々な要素技術の結集・発展が必要な技術

視点③：縦割りの打破、各省連携が必要

#### ◆ 衛星開発・実証小委員会の役割 (対象事業決定、採択承認、フォローアップ) 等

(出典) 内閣府宇宙開発戦略推進事務局