

Ⅲ. 3. 8 ISSを含む地球低軌道活動

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>Ⅲ. 3. 8</p> <p>ISSを含む地球低軌道活動に関して以下の取組を行う。</p> <p>(1) 地球低軌道利用の拡大と事業化及び国際宇宙探査に向けた技術獲得等の取組</p> <p>我が国の科学技術政策や民間ニーズを踏まえ、重点化した分野の「きぼう」利用サービス（新薬設計支援、健康長寿研究支援、革新的材料研究支援、超小型衛星放出及び船外ポート利用）について、定時化（決まった時間間隔で利用できること）・高頻度化・定型化等を進める（プラットフォーム化）。プラットフォーム化した利用サービスについては、利用能力や技術の量的・質的な機能向上、新たな実験手法の開発及び地上の実験設備との連携により実験技術の適用範囲を広げ、利用機会を大幅に拡大する。</p> <p>さらに、社会的インパクトの大きい研究への協力や支援を通じ、新たな概念・価値を創出する利用サービスを確立し、新たなプラットフォームとして整備する。</p>	<p>Ⅰ. 1. 8.</p> <p>ISSを含む地球低軌道活動に関して以下の取組を行う。</p> <p>(1) 地球低軌道利用の拡大と事業化及び国際宇宙探査に向けた技術獲得等の取組</p> <p>我が国の科学技術政策や民間ニーズを踏まえ、超小型衛星放出やたんぱく質結晶化実験などプラットフォーム化した利用サービスについては、利用能力や技術の量的・質的な機能向上、膜タンパク質結晶化技術などの新たな実験手法の開発及び地上の実験設備との連携により実験技術の適用範囲を広げ、利用機会の拡大を図ると共に、市場動向や技術の成熟度を踏まえつつ、2024年度までに段階的に整備することを旨とする新たなプラットフォームについて構想案をまとめる。</p>	<p>－</p> <ul style="list-style-type: none"> • クラウドによる外部運用化を実現した「きぼう」の「中型曝露実験アダプタ」（i-SEEP）の船外ポート利用事業は、10月にソニーグループが低消費電力化に向けた無線装置の宇宙実証に成功。 • 宇宙のみならず地上でも様々な活用が期待される全固体リチウムイオン電池に関し、i-SEEP上に取り付けた「船外小型ペイロード支援装置」（SPySE）を用い、日立造船と世界初となる宇宙での充放電に成功（8月）。 • KIBO宇宙放送局による年越しライブ（12/31、1/1）を行い、Twitter、YouTubeを通じ広く配信。 	<ul style="list-style-type: none"> • i-SEEPの外部運用化は、「きぼう」利用のリモートワーク化」をもたらし、ISSから電力、通信等必要なリソースを直接供給することにより人工衛星と比べ迅速、安価、低リスクでの実験がJAXA外部から可能となり、宇宙実証のハードルを下げることに成功するとともに、事業者からも高い評価を獲得。 • 全固体リチウムイオン電池は、より多様な実験環境の提供に向け開発したSPySEを活かすことで実用化の目途が立ち、将来に繋がる貴重な成果を獲得。 • KIBO宇宙放送局は、Twitter、YouTube併せ、約500万回の再生を獲得。持続的な民間事業として定着し、若年層を中心にISSへの理解増進を拡大。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>加えて、人材育成機能及び超小型衛星開発能力・経験、並びに国の科学技術・イノベーション政策に基づく活動や海外との共同研究等の経験が豊富な大学や国の研究機関等との戦略パートナーとしての連携を強化し成果の最大化を図るとともに、長期的な市場が見込まれるプラットフォームの利用サービスを事業としてエンドユーザーに提供する民間事業者を選定し、ノウハウ等を含む技術移転を行うことで、国内のみならず海外のユーザーを開拓し、ISS及び将来の地球低軌道における利用の拡大を図る。</p> <p>これらの活動により、2020年までに「きぼう」が科学技術イノベーションを支える研究開発基盤として産学官で幅広く利用される姿を実現する。その実績を基に、我が国の課題解決や科学技術の発展に資する宇宙環境利用研究の拡大と、持続可能な利用を見据えた自動・自律運用の実現に取り組むとともに、民間事業者主体による「きぼう」利用事業を開始し、2024年を目標に「きぼう」利用の一部について事業の自立化を目指す。</p> <p>また、「きぼう」を将来の地球低軌道活動や国際宇宙探査に必要な技術獲得の場として最大限活用するため、民間企業による利用も含め軌道上技術実証を積極的に推進する。</p>	<p>加えて、きぼう利用の成果最大化に向けて、人材育成機能及び超小型衛星開発能力・経験、並びに国の科学技術・イノベーション政策に基づく活動や海外との連携の経験が豊富な大学や国の研究機関等、新たな戦略パートナーを獲得する。また、ISS 及び将来の地球低軌道における利用の拡大に向け、海外も含めた新たなユーザーを開拓するとともに、民間事業者主体による「きぼう」利用の一部の事業の自立化を目指し、長期的・国際的な市場需要が見込まれる利用プラットフォームおよびノウハウ等を含む技術の移転により民間活用や事業化を推進する。そのため本年度は、これまでに選定した民間企業への技術移管を継続し進展させる。</p> <p>さらに、科学技術イノベーションを支える研究開発基盤としての「きぼう」を活用し、我が国の課題解決や科学技術の発展に資する宇宙環境利用研究として、小動物飼育ミッションによる健康長寿研究や静電浮遊技術による革新的な材料研究などを通じて、優れた成果を創出する。</p> <p>また、「きぼう」を将来の地球低軌道活動や国際宇宙探査に必要な技術獲得の場として最大限活用するため、民間企業による利用も含め軌道上技術実証を実施するとともに新たな実証計画を立案する(新型小型曝露ペイロード取付アダプタおよび「きぼう」機能向上に繋がる民生機器活用に関する技術：令和4年度軌道上実証目標、CO2除去技術：令和5年度軌道上実証目標)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 民間（SpaceBD社）へ技術移管したタンパク実験サービスは、民間パートナーのアイデアやノウハウを取り入れるべく構築した「パートナー枠」も積極的に活用し、国内外から幅広い利用を獲得。 官民連携の月着陸ミッション（HAKUTO-R）は、ispace社のランダーとともにJAXAの変形型月面ロボット、放出機構を搭載し、12月に打上げを実施。 材料研究（ELF）は、マントルを構成する主鉱物の熱物性測定や企業の有償利用による宝飾品材料に関するデータ取得に成功。 細胞培養装置（CBEF-L）では、1GとμG環境を模擬し、モデル生物（線虫）を用いライブイメージングシステム（COSMIC）での観察を含め微小重力が生命に及ぼす影響に関しデータを取得。 新規に開発した固体燃焼実験装置（SCEM）による燃焼実験では、世界で初めて微小重力環境下における固体材料の燃焼限界酸素濃度（火炎の燃え広がりが維持される最低の酸素濃度）への定量評価を実施。（6月） 	<ul style="list-style-type: none"> タンパク実験サービスは、JAXAの技術支援やきめ細かなサポート、マーケティング協力（例：イベントや問合せ時の事業者紹介）と相まって基本協定締結から1年間に国内のみならず海外を含め5社の利用を獲得。民間との相乗効果によりそれぞれ単独ではアクセスが困難な顧客にもリーチでき、国内外でユーザが拡大。 HAKUTO-Rに搭載したJAXAの変形型月面ロボットには民間やアカデミア（株式会社タカラトミー、ソニーグループ株式会社、同志社大学）も参画し、官民の取組みが地球低軌道を超え探査にも拡大。 ELF利用は、産業利用に向けた従来型の熱物性データに加え惑星科学や企業のビジネス実証にも拡大。新たな利用の可能性を提示。 線虫の加齢研究は、地上の高齢者が抱える骨や筋萎縮、代謝不全等の疾患原因や発症メカニズムの分子基盤解明にも役立つ貴重なデータを獲得。 SCEMは、世界初のデータ取得となり、アルテミス計画を含め重要課題とされる将来探査に向けた宇宙船の火災安全に関する研究を加速。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>上述の取組及び国際的動向を踏まえ、2025年以降のISSを含む地球低軌道における宇宙活動の在り方について検討を進めるとともに、地球低軌道利用に関するニーズや需要喚起策調査の結果等を踏まえ、我が国の地球低軌道における経済活動等の継続的な実施と拡大を支えるシステムの具体的検討及び必要な要素技術・システムの研究開発を進める。</p>	<p>2025 年以降の ISS を含む地球低軌道における宇宙活動の在り方に関する政府の議論の結果を踏まえ、2030 年代以降を見据えた我が国の地球低軌道における経済活動等の継続的な実施と拡大を支えるシステムの在り方やその実現に向けた課題への対応策等の検討を実施するとともに、必要な要素技術・システムの研究開発を進める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 地球低軌道活動の継続、拡大に向け、文部科学省宇宙開発利用部会国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会や内閣府の WG、ISS多数者間調整会合（MCB）において政府を支援。 	<ul style="list-style-type: none"> 国際情勢を注視しつつ、JAXAとしての探査を見据えた低軌道のビジョン、ISSにおける実績、民間による広がりを含む成果、及び、延長した場合に得られる価値や費用対効果等を取りまとめ、政府によるISSへの2030年までの運用参加継続表明（11月）につなげることが出来た。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(2) ISS計画を通じた国際的プレゼンスの維持・向上に資する取組</p> <p>ISS計画における国際約束に基づく基幹的な役割を果たすとともに、我が国を通じたISS利用機会の提供を海外に広げること、ISS参加各極のみならず、アジア・アフリカ諸国等の「きぼう」利用国、国連等との関係を強化する。</p> <p>具体的には、日米関係の強化に貢献するため、日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム(JP-US OP3)に基づいた、国際宇宙探査等に資する技術の共同研究、ISSやHTV-X等を用いた実証、日米研究者による共同実験の実施、実験装置の相互利用、実験試料の交換等の協力を通じて新たに得られた知見により、ISS計画への両国の貢献から生み出される成果を最大化する。</p>	<p>(2) ISS計画を通じた国際的プレゼンスの維持・向上に資する取組</p> <p>日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム(JP-US OP3)に基づいた日米関係の強化に資するため、静電浮遊炉等や小動物飼育装置を用いた軌道上共同実験を、日米協力により進める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ISS上のJAXAの全天X線監視装置「MAXI」とNASAの高精度X線望遠鏡「NICER」による連携を通じ、X線天体の連続観測に成功(10月にプレスリリース)。両装置による長期観測の成果は論文にも掲載(Astrophysical Journal 誌、IF:5.87)。 日米連携の下、第3回「きぼう」ロボットプログラミング競技会(RPC)を実施。前回(286チーム)を大幅に上回る351チームが応募。 	<ul style="list-style-type: none"> MAXIとNICERは、これまで地上を経由し行っていた解析、追観測依頼をISS上で直接行うことにより、追観測までの時間を3時間以上→10分以内に短縮。日米連携によるISS初の国際連携天文台により、タイムリーな広域観測と追観測を実現。実際、9月にはMAXIがペガスス座のM15球状星団からのX線バーストを発見し、5分30秒後にNICERが自動観測に成功。短時間での自動連携観測を実証。 RPCでは、参加希望者の要望に応えインターナショナル枠を新設の結果、域外からも18チームが応募。初めて米国の参加も得、全体で前回(11か国・地域)を上回る12か国・地域が参加し、日米連携による「きぼう」利用が進展。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>また、「きぼう」、宇宙ステーション補給機（HTV）「こうのとり」を安定的かつ効率的に運用するとともに、日本人宇宙飛行士の活動を安全・着実に進行。さらに「こうのとり」を高度化させ、将来への波及性の高いHTV-Xを開発し、着実な運用をすることで、ISSへの輸送能力の向上と運用コストの低減を実現するとともに、ISS物資輸送機会を活用した技術実証機会の提供を実現することで、我が国の効率的な有人宇宙活動の実現及び産業の振興等に貢献する。</p>	<p>また、「きぼう」を安定的かつ効率的に運用するとともに、ISS長期滞在（打上げ・帰還等）をはじめとする日本人宇宙飛行士の活動を安全・着実に進行。その際、宇宙食や生活用品等の宇宙飛行士健康管理運用については、民間への事業移管を目指した取組を検討する。加えて、月面探査も視野に入れた新たな宇宙飛行士候補者の選抜を行い、基礎訓練の準備を進める。</p> <p>新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）1号機、2号機、3号機については、維持設計及びPFM製作を継続するとともに、HTV-XのISSへの物資輸送機会を活用した自動ドッキング技術の実証機会の提供に向けた準備を実施する。（開発中の補給機は宇宙基本計画工程表に則ったスケジュールで打ち上げる）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • コロナ禍の中、関係者と緊密に連携しつつ対面訓練も交え、10/6に若田飛行士が搭乗したクルードラゴン宇宙船5号機の打上げを成功。日本人として3年連続、かつ、Crew-5クルー唯一の飛行経験者として約5か月間ISSに滞在し、日本人初の宇宙累積滞在期間1年超を達成。岸田総理等とのVIPコール等アウトリーチを通じた理解増進活動も積極的に実施。 • 新たな飛行士募集は、コロナに最大限配慮しつつ対面医学検査を含め第0次選抜から最終選抜まで一連の選抜活動を行い、合格者2名を決定。 • 星出宇宙飛行士は、ISS第65/66次長期滞在を含め日米相互理解の促進に向けた取り組みが評価され、外務大臣表彰を受賞。 • 若田飛行士に次ぐ古川飛行士は、USCV-7で同乗予定のNASA、ESA飛行士と対面を含め訓練を行い、ISS搭乗に向け準備を継続。 • HTV-Xは、自動ドッキング技術を含め、計画に基づき着実に実施。 	<ul style="list-style-type: none"> • 若田宇宙飛行士は、低重力環境下での月面探査機の駆動系に使用する最適な潤滑選別のための液体挙動に関する実験(LBPGE)、地上にサンプルを持ち帰り行っていた有人宇宙機内の飲料水中に含まれる微生物モニタリングを軌道上でリアルタイムに行う技術実証（Micro Monitor）、自身初のEVA(船外活動)によるISS新型太陽電池アレイ設置用架台取付及びケーブル敷設等を通じ、利用拡大や探査等に不可欠な成果の創出、ISSのアップグレード、人材育成、SDGsへの貢献等を通じ地球低軌道の持続的発展を推進。 • 飛行士選抜は、応募要件の緩和や民間との連携、落選者への飛行士メッセージを含む応募者ケア等、過去にない取組を通じ、過去最多となる前回比約4.3倍、4,127名からの多数の応募を獲得（予備登録者数は13,453名）。探査時代を担う人材を確保するとともに、選抜中民間連携を含め積極的にPRも行い有人活動への理解増進に繋げることが出来た。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>加えて、アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）等を通じた活動、国連及び人材育成等で海外と連携している大学等との協力の枠組みの活用を推進し、アジア・アフリカ等の新興国等による「きぼう」利用を更に拡大する。</p> <p>さらに、有人宇宙活動も含めた国際宇宙探査や将来の地球低軌道宇宙活動等に資するため、水・空気補給量の大幅な削減を目指した再生型環境制御等の有人滞在技術、定型的なクルー作業を代替する自動化・自律化技術、超長期や地球低軌道以遠でのクルー滞在に必要となる宇宙医学・健康管理技術、地球低軌道利用拡大に向けた技術について研究開発を進めるとともに、ISSを最大限活用した実証を行う。</p>	<p>また、アジア・アフリカ等の新興国等による「きぼう」利用をさらに拡大するため、ロボットプログラムチャンレンジ国際競技会(第3回)を開催する。また、国際的プレゼンスの発揮に貢献するために、国連宇宙部との協力による KiboCUBE プログラムや APRSAF を通じた取組、及び人材育成等で海外と連携している大学等との連携により超小型衛星放出を通じた人材育成にも資する取組を進展させる。</p> <p>さらに、有人宇宙活動も含めた国際宇宙探査や将来の地球低軌道宇宙活動等に資するため、水・空気補給量の大幅な削減を目指した再生型環境制御等の有人滞在技術、定型的なクルー作業を代替する自動化・自律化技術、超長期や地球低軌道以遠でのクルー滞在に必要となる宇宙医学・健康管理技術、地球低軌道利用拡大に向けた技術等について、技術成熟度の向上、軌道上実証の準備を進める。(汎用カーゴハンドリング技術：令和6年度軌道上実証目標、宇宙医学・健康管理技術：令和6年度軌道上実験・実証目標)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 超小型衛星放出は、モルドバ、ウガンダ、ジンバブエ（8月、12月）、インドネシア（1月）の衛星を放出。 若田飛行士協力の下、Asian Try Zero-G（簡易宇宙実験）2022のテーマを募集。Kibo-ABC加盟国・地域から前回（169件、361人）を大幅に上回る201件、480人の応募があり、選定された6件の軌道上実験を実施。 日本政府、国連等が共催するアフリカ開発会議（TICAD 8、8月、チュニジア）にて、国連企画のKiboCUBEシンポジウムに参画。 水再生実証システムは、模擬尿を用いた一連の工程（スケール除去、電気分解、電気透析）を実施し、データを取得（1～2月）。 過去に生じた長期閉鎖環境下でのストレス蓄積評価に関する研究における医学系指針への不適合事案に関し、外部有識者とともに調査を行い、11/25に文部科学大臣、厚生労働大臣に調査結果と再発防止策をまとめた報告書を提出、会見を実施。適切なデータ取得が出来ず研究対象者の善意や国民の負託に応えられなかったことを受け、5種類22項目の再発防止策の内規範意識の醸成、倫理意識とモラルの向上、査閲不足や不十分な審査手順の改善、審査システムの強化等15項目を実施。次年度もデータの信頼性確保と管理の徹底、支援体制の構築、宇宙医学系研究者の採用・育成、有人部門における研究支援体制の拡充等に取り組む。 	<ul style="list-style-type: none"> 超小型衛星放出は、モルドバ、ウガンダ、ジンバブエでは自国初衛星となり、新興国の宇宙参画を実現。今年度の放出数は4機、累計で30か国43機（国内も含めると72機）となり、SDGsへの貢献を含め国際プレゼンスが向上。 Asian Try Zero GやTICADを含め、「きぼう」の強みを活かし、海外連携や政府支援、国内大学との協力を通じ、参加国のニーズに合わせたきめ細やかなサポート等により、打上げ手段を持たない新興国の宇宙初参画実現や人材育成、SDGsへの貢献が拡大。 水再生は、処理性能に関するデータ取得により、小型、低電力、高再生・メンテナンス性を向上させた次世代型水再生システムの開発が進展

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；宇宙科学・探査による新たな知の創造】

○世界最高水準の科学成果の創出や我が国の国際的プレゼンス維持・向上等に貢献する宇宙科学研究、宇宙探査活動、有人宇宙活動等の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

<評価指標>

（成果指標）

○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果

（マネジメント等指標）

○研究開発等の実施に係る事前検討の状況

○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況

（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

<モニタリング指標>

（成果指標）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：著名論文誌への掲載状況等）

○人材育成のための制度整備・運用の成果（例：受入学生の進路等）

（マネジメント等指標）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

（例：協定・共同研究件数等）

○人材育成のための制度整備・運用の状況

（例：学生受入数、人材交流の状況等）

○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）

○外部資金等の獲得・活用の状況

（例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等）

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現】

○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

<評価指標>

（成果指標）

- 宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果
（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）

（マネジメント等指標）

- 研究開発等の実施に係る事前検討の状況
- 研究開発等の実施に係るマネジメントの状況
（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）
- 民間事業者等の外部との連携・協力の状況

<モニタリング指標>

（成果指標）

- 宇宙実証機会の提供の状況
（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）
- 研究開発成果の社会還元・展開状況
（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等）
- 新たな事業の創出の状況
（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）
- 外部へのデータ提供の状況
（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）

（マネジメント等指標）

- 民間事業者等の外部との連携・協力の状況
（例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等）
- 外部資金等の獲得・活用の状況
（例：民間資金等を活用した事業数等）

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

<評価指標>

（成果指標）

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果

（マネジメント等指標）

○研究開発等の実施に係る事前検討の状況

○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況

（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

<モニタリング指標>

（成果指標）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）

○宇宙実証機会の提供の状況

（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）

○研究開発成果の社会還元・展開状況

（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：著名論文誌への掲載状況等）

（マネジメント等指標）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

（例：協定・共同研究件数等）

○人材育成のための制度整備・運用の状況

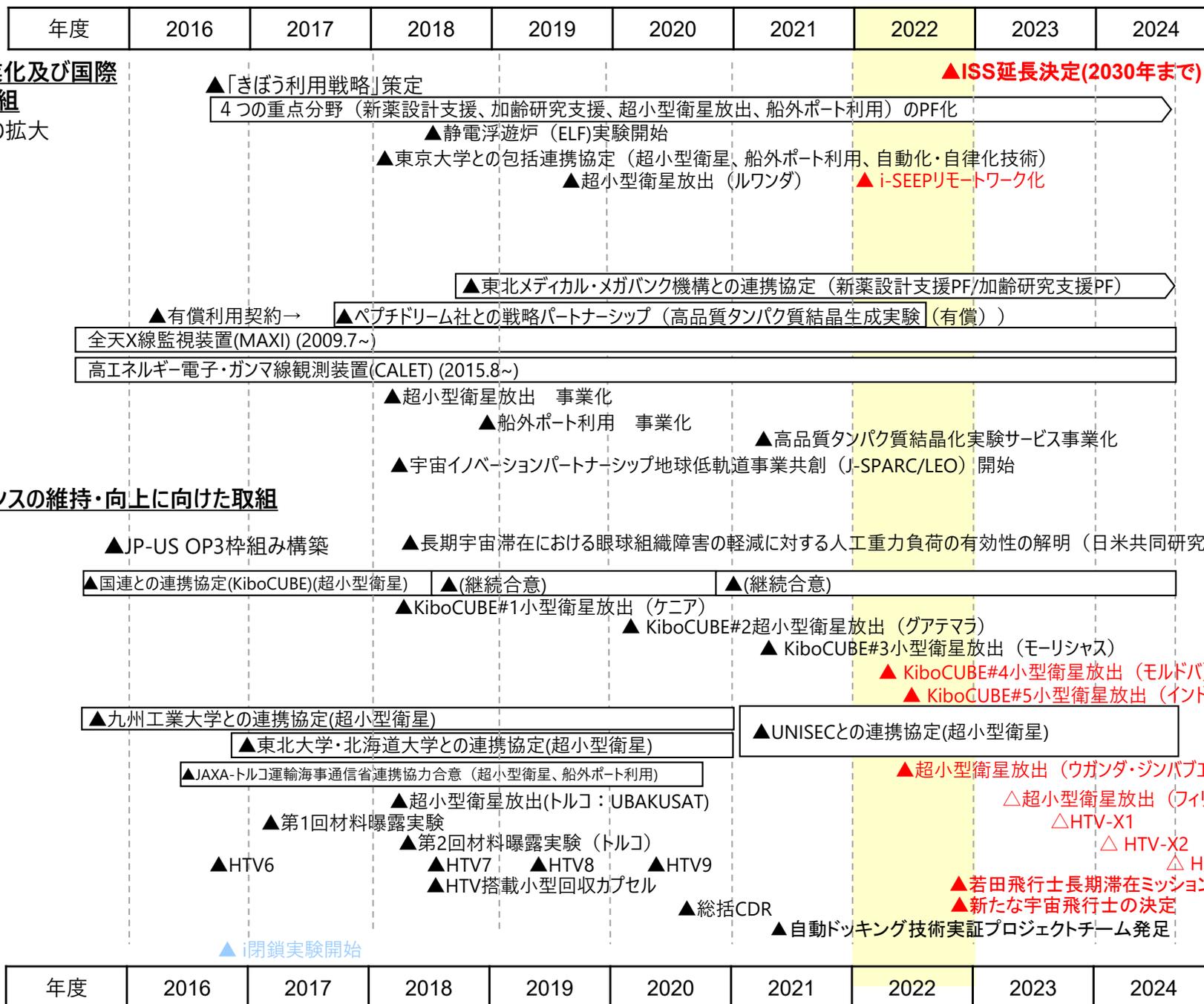
（例：学生受入数、人材交流の状況等）

○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）

○外部資金等の獲得・活用の状況

（例：外部資金の獲得金額・件数等）

スケジュール



【評定理由・根拠】

他国のモジュールや宇宙船でトラブルが続く中、「きぼう」を確実に運用し成果を創出。若田宇宙飛行士は日本人として3年連続、約5か月間ISSに滞在し、通算5回の飛行を通じ日本人初の宇宙累積滞在1年を超え、自身初のEVAや教育・アウトリーチの取組み等、ISSの安定運用や地球低軌道の持続的発展に貢献。「きぼう」利用は、たんぱく実験サービスの民間パートナー活用や船外ポート利用のリモートワーク化等に挑戦し、事業の拡大を推進。また、SDGsは、ロボットプログラミングチャレンジ等によるアジア太平洋等の青少年への宇宙教育、超小型衛星放出による打上げ手段を持たない新興国の宇宙初参画を含め「きぼう」を通じた貢献が拡大。アルテミス計画を含む国際宇宙探査に向けては、世界初の微小重力環境下での固体材料の燃焼限界酸素濃度データや高効率な次世代水再生処理システムに向けた尿処理再生技術実証の基礎データ等、必要な技術を獲得。宇宙飛行士の募集は、探査時代を踏まえ募集要件緩和や民間ノウハウの活用、応募者のケアを含め、過去最多となる4,000名超の応募者から2名の候補者を選定。一方、人対象研究で発生した医学系指針不適合事案について、とりまとめ結果を公表し、再発防止策を実行した。

以上のとおり国際的なプレゼンスの発揮、新たな利用成果、宇宙探査を含む有人宇宙技術の発展等ISSの価値を積極的に示しつつ、技術的な観点から政府の検討を支援しISS運用参加継続表明につなげる等成果を創出した一方、医学系指針不適合事案において適切なデータ取得が出来ず研究対象者の善意や国民の負託に応えることができなかったことを非常に重く受け止めB評価と評する。

1. 地球低軌道利用の拡大と事業化及び国際宇宙探査に向けた技術獲得等の取組み（例）

(1) 官民連携によるスピーディーな事業拡大、探査への取組み、コロナ時代を踏まえた利便性向上

- 官民連携による事業拡大：SpaceBD社へ技術移管したタンパク実験サービスは、民間パートナーの裁量で出来るパートナー枠も活用し、基本協定締結から1年間に国内外5社の利用を獲得。JAXAの技術支援やマーケティング協力（例：イベントや問合せ時の事業者紹介）と相まってユーザが拡大。
- 「きぼう」利用のアクセシビリティ向上：クラウドにより外部運用化したi-SEEP船外ポート利用事業は、ソニーグループが低消費電力化に向け無線装置の宇宙実証に成功(10月)。電力、通信等リソースをISSから直接供給し衛星と比べ迅速、安価、低リスクでの実験が外部から可能となり、宇宙実証のハードルを下げることに成功。
- より多様な実験環境の提供を通じた民間との世界初の取組み：様々な活用が期待される全固体リチウムイオン電池に関し、「船外小型ペイロード支援装置」(SPySE)を用い、日立造船との充放電に成功（8月）。より多様な実験環境に向け開発したSPySEを活かし、過酷な宇宙空間での稼働を世界で初めて実証。
- 官民連携による月探査への挑戦：月探査に向け、JAXAが民間等と開発した超小型ロボット等をベンチャー企業の探査機に搭載し、12月に打上げが実施された。

(2) 従来の枠組みを超えた利用実験、探査等将来を見据えた世界初を含む科学成果

- 分野をまたがる利用の広がり：材料研究（ELF）の分野において、産業利用に向けた従来型の熱物性データに加え、マントルを構成する主鉱物の熱物性測定や企業の有償利用による宝飾品材料に関するデータ取得に成功。従来の枠組みを超え、装置利用が惑星科学や企業のビジネス実証にも拡大。
- 探査に向けた世界初を含む科学成果：新規開発の固体燃焼実験装置（SCEM）による燃焼実験を実施（6月）。アルテミス計画を含め宇宙船の火災安全が重要課題の中、微小重力環境下での固体材料の燃焼限界酸素濃度（火炎の燃え広がりが維持される最低の酸素濃度）に対する定量評価は世界初。また、水再生実証システムは、模擬尿を用いた一連の工程（スケール除去、電気分解、電気透析）を実施（1～2月）。小型、低電力、高再生・メンテナンス性を向上させた次世代型水再生システムの開発に向けた尿処理再生性能に関するデータ取得に成功。
- 日米連携によるタイムリーな広域観測の実現：ISS上のJAXAの全天X線監視装置「MAXI」とNASAの高精度X線望遠鏡「NICER」によるX線天体の連続観測に成功（10月にプレスリリース）。従来は地上経由で行っていた解析、追観測依頼をISS上で完結出来、追観測までの時間を3時間以上→10分以内に短縮。タイムリーな広域観測と追観測を実現。

【評定理由・根拠】（続き）

（3）政府支援を通じたISS継続運用への参加表明

- ISSへの参加継続：地球低軌道活動の継続、拡大に向け、ポストISSに向けた企業等とのシナリオ検討などを行いつつ、文部科学省宇宙開発利用部会国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会や内閣府のWG、ISS多数者間調整会合（MCB）において政府を支援。国際情勢を注視し、JAXAとしての探査を見据えた低軌道のビジョン、ISSにおける実績、民間による広がりを含む成果、並びに、延長した場合に得られる価値や費用対効果等を取りまとめ、政府によるISSへの2030年までの運用参加継続表明（11月）に繋げることができた。

2. ISS計画を通じた国際的プレゼンスの維持・向上に向けた取組（例）

（1）若田飛行士の長期滞在ミッション成功、新たな飛行士募集による地球低軌道の持続的発展、等

- 若田飛行士：コロナ禍の中、対面訓練も交え2022年10月6日に打上げを成功。日本人として3年連続、Crew-5クルー中唯一の飛行経験者として約5か月間ISSに滞在し、計5回のミッションを通じ日本人初の宇宙累積滞在1年超を達成（今回帰還時の総日数は504日）。低重力下（月面）での探査機の駆動系に使用する最適な潤滑油の選別のための液体挙動に関する実験(LBPGE) や、地上にサンプルを持ち帰り実施していた有人宇宙機内の飲料水中に含まれる微生物モニタリングを軌道上でリアルタイムに行う技術実証（Micro Monitor）、日米連携の「きぼう」ロボットプログラミング競技会、Asian Try Zero G（過去最多8か国・地域、200件超の応募）、自身初となる2回のEVAを通じ、利用拡大や探査に不可欠な成果創出、人材育成、ISSの安定運用や地球低軌道の持続的発展に貢献。同時に、VIPコール（12月）のほか、小澤征爾氏指揮、サイトウ・キネン・オーケストラ演奏の下、宇宙にオーケストラの生演奏を届ける史上初の取組みも行い（YouTube再生数：3.7万回）、「きぼう」への理解を増進した。
- 新たな飛行士募集：コロナに最大限配慮しつつ対面の医学検査を含め着実に実施。落選者への飛行士メッセージを含む応募者ケア等JAXAへの継続支持に繋げる前回募集時にはない取組みも実施。結果、過去最多4,127名の応募者（前回比約4.3倍。予備登録者数は13,453名）から2名を決定（2月）。
- 星出飛行士：宇宙協力を通じ日本とアメリカとの相互理解を促進したとして、星出飛行士が外務大臣表彰を受けた。

（2）参加者ニーズを踏まえた新たな企画、新興国初となる宇宙参画機会の実現によるSDGsへの貢献、日米協力の強化

- 打上げ手段を持たない新興国の宇宙初参画を含む人材育成やSDGsへの貢献：国内大学等と連携し、参加者のニーズに合わせた企画の実現やプログラムの設定、開発から打上げ、運用までをパッケージにしたきめ細やかなサポート、日米連携による取組み等を通じ下記を実現。
 - 日米協力 (JP-US OP3)：日米連携の下第3回「きぼう」ロボットプログラミング競技会を行い、前回(286チーム、905名)を上回る351チーム、1,431名が応募。希望者の要望に応えインターナショナル枠を新設し、域外から18チームが応募。米国初参加も得、前回（11か国・地域）を上回る12か国・地域が参加。
 - 超小型衛星の放出：モルドバ、ウガンダ、ジンバブエ（8月、12月。いずれも自国初衛星）、インドネシア（1月）の衛星を放出。放出国、放出数は累計で30か国、43機（国内も含めると72機）となった。
 - 政府支援を通じた貢献：日本政府及び国連、世界銀行、アフリカ連合委員会等が共催したアフリカ開発会議（TICAD 8、8月、チュニジア）にて、国連企画のKiboCUBEシンポジウムに参画。「きぼう」を通じた人材育成、SDGsへの貢献事例を具体的に取り上げ新興国等への情報発信、理解増進に貢献。

（3）医学系研究に関するコンプライアンスへの取組み

- 2016から2017年度にかけ実施した長期閉鎖環境でのストレス蓄積評価に関する研究での医学系指針への不適合事案（データの書き換えや記録の不備）に関し、外部有識者ととも調査を行い11/25に文部科学大臣、厚生労働大臣に調査結果と再発防止策を取りまとめた報告書を提出、記者会見を実施。適切なデータ取得が出来ず研究対象者の善意や国民の負託に応えられなかったことを受け、5種類22項目の再発防止策の内、規範意識の醸成、倫理意識とモラルの向上、査閲不足や不十分な審査手順の改善、審査システムの強化等15項目を実施。さらに、次年度も、特にデータの信頼性確保と管理の徹底、支援体制の構築、宇宙医学系研究者の採用・育成、有人部門における研究支援体制の拡充等に取り組む。

3. なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

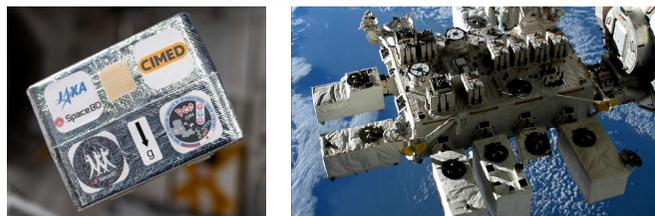
評定理由・根拠：補足（総論）

若田飛行士長期滞在成功、低軌道の持続的発展への貢献、探査時代を担う新たな宇宙飛行士募集



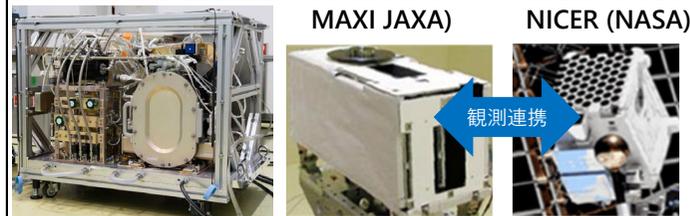
- 日本人として3年連続、Crew-5クルー唯一の飛行経験者として5か月間ISSに滞在。自身初のEVAによるISSアップグレードを含め、利用拡大や探査に不可欠な成果、人材育成、低軌道の持続的発展に貢献。
- 探査時代を見据え、応募要件緩和や民間連携等を通じ、過去最多、前回比約4.3倍、4,127名の応募者から2名の新たな飛行士を決定。

官民連携による事業拡大、探査への取り組み、コロナ時代をふまえた利便性向上



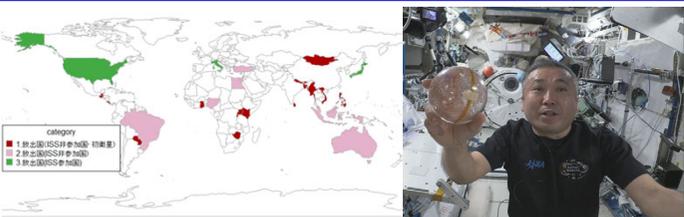
- 技術移管したタンパク実験サービスは、JAXAの技術支援等によりSpaceBDとの協定締結から1年で国内外5社の利用を獲得。国を超え顧客が拡大。
- クラウドにより外部運用化したi-SEEPの船外ポート利用事業を通じソニーグループが宇宙実証に成功。衛星と比べて迅速、安価、低リスクでの実験が外部からも可能となり、「きぼう」利用のリモートワーク化により宇宙実証のハードルを下げることに成功。

従来の枠組みを超えた利用実験、探査等将来を見据えた世界初を含む科学成果



- 固体燃焼実験装置（SCEM）は、微小重力下での火炎の広がりに関する酸素濃度の定量評価に世界で初めて成功。また、次世代の高効率な水再生処理システムに向け尿処理再生の技術実証に関する基礎データも取得。
- ISS上のMAXI（JAXA）、NICER（NASA）連携により追観測までの時間が3時間以上→10分以内に。日米によるISS初の広域国際連携天文台が完成。

ISSを通じた新興国等の宇宙参画実現、人材育成、SDGsへの貢献、日米関係の強化



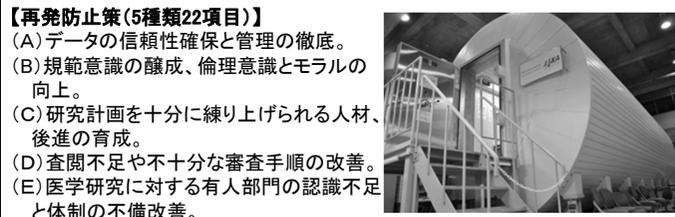
- モルドバ、ウガンダ、ジンバブエ（各自国初衛星）、インドネシアの超小型衛星を放出。放出数は、累計で30か国、43機（国内も含めると72機）となった。
- 日米協力（JP-US OP3）の下、「きぼう」ロボットプログラミング競技会を実施。12か国・地域から前回は大幅に上回る351チームが参加。
- 日米連携による取り組みを含め、参加国に合わせた細やかなサポート等を通じ打上げ手段を持たない新興国の宇宙参画や人材育成、SDGsの貢献が拡大

政府支援を通じた2030年までのISS継続運用への参加表明



- 地球低軌道活動の継続、拡大に向け、文科省ISS・国際宇宙探査小委員会や内閣府のWG、ISS多数者間調整会合（MCB）において政府を支援。
- 国際情勢を注視しつつ、JAXAとしての探査を見据えた低軌道のビジョン、ISSにおける実績、民間による広がりを含む成果、並びに、延長した場合に得られる価値や費用対効果等をとりまとめ、政府によるISSへの2030年までの運用参加継続表明に繋げることができた。

医学系研究に関するコンプライアンスへの取り組み



【再発防止策（5種類22項目）】

- データの信頼性確保と管理の徹底。
 - 規範意識の醸成、倫理意識とモラルの向上。
 - 研究計画を十分に練り上げられる人材、後進の育成。
 - 査閲不足や不十分な審査手順の改善。
 - 医学研究に対する有人部門の認識不足と体制の不備改善。
- 過去の医学研究で生じた医学系指針への不適合事案に関し、外部有識者と調査を行い文科、厚労両大臣に調査結果と再発防止策をまとめた報告書を提出し、記者会見を実施。
 - 適切なデータが得られず研究対象者の善意や国民の負託に応えられなかったことを重く受け止め、規範意識の醸成、手順の改善、システムの強化等5種類22項目の再発防止策を実施中。次年度も、引き続きデータ管理の徹底を含め信頼回復に取り組む。

評定理由・根拠：補足（各論①）

若田飛行士の長期滞在ミッション成功、地球低軌道の持続的発展への貢献、探査時代を担う新たな宇宙飛行士募集

背景・目的：

- ・「きぼう」を安定的かつ効率的に運用するとともに、ISS 長期滞在（打上げ・帰還等）をはじめとする日本人宇宙飛行士の活動を安全・着実に進行。
- ・月面探査も視野に入れた新たな宇宙飛行士候補者の選抜を行い、基礎訓練の準備を進める。
- ・これらの活動を通じ、技術実証を行い、我が国の効率的な有人宇宙活動の実現及び産業の振興等に貢献する。

アウトプット：

- ・ コロナ禍の中、関係者と緊密に連携しつつ対面訓練も交え、10/6に若田飛行士が搭乗したクルードラゴン宇宙船5号機の打上げを成功。日本人として3年連続、かつ、Crew-5クルー唯一の飛行経験者として約5か月間ISSに滞在し、日本人初の宇宙累積滞在期間1年超を達成。岸田総理等とのVIPコール等アウトリーチを通じた理解増進活動も積極的に実施。
- ・ 若田飛行士に次ぐ古川飛行士は、USCV-7 で同乗予定のNASA、ESA 飛行士と対面を含め訓練を行い、ISS 搭乗に向け準備を継続。
- ・ 星出宇宙飛行士は、ISS第65/66次長期滞在を含め日米相互理解の促進に向けた取り組みが評価され、外務大臣表彰を受賞。
- ・ 新たな飛行士募集は、コロナに最大限配慮しつつ対面医学検査を含め第0次選抜から最終選抜まで一連の選抜活動を行い、合格者2名を決定。

アウトカム：

- ・ 若田宇宙飛行士は、下記取組み（例）により、地球低軌道の利用拡大や探査等に不可欠な成果の創出、ISSのアップグレード等を実現。
 - サンプルを帰還し行っていた有人宇宙機内の飲料水中に含まれる微生物モニタリングを軌道上でリアルタイムに行う技術実証（Micro Monitor）
 - 月面探査機の駆動系に最適な潤滑材選別のための液体挙動に関する実験(LBPGE)
 - ISS史上最高齢となる自身初のEVA(船外活動)によるISS新型太陽電池アレイ設置用架台の取付及びケーブル敷設
- ・ 飛行士選抜は、応募要件の緩和や民間との連携、落選者への飛行士メッセージを含む応募者ケア等の過去にない取り組みを通じ、過去最多となる前回比約4.3倍、4,127名からの多数の応募を獲得（予備登録者数は13,453名）。探査時代を担う人材を確保するとともに、選抜中民間連携を含め積極的にPRも行い、有人活動への理解増進に繋げた。



若田飛行士による岸田総理等とのVIPコールの様子



船外活動(EVA)の様子



新たな宇宙飛行士募集

官民連携によるスピーディーな事業拡大、探査への取り組み、コロナ時代を踏まえた利便性向上

背景・目的：

- ・ISS及び将来の地球低軌道利用の拡大に向け、海外を含むユーザーを開拓するとともに、民間事業者主体による「きぼう」利用事業の一部自立化を目指し、長期的・国際的な市場需要が見込まれるプラットフォームおよびノウハウ等を含む技術の移転により民間活用や事業化を推進する。
- ・「きぼう」を将来の地球低軌道活動や国際宇宙探査に必要な技術獲得の場として最大限活用するため、民間企業による利用も含め軌道上技術実証を実施する。

アウトプット：

- ・ 民間（SpaceBD社）へ技術移管したタンパク実験サービスは、民間パートナーのアイデアやノウハウを取り入れるべく構築した「パートナー枠」も積極的に活用し、国内外から幅広い利用を獲得。
- ・ 宇宙のみならず地上でも様々な活用が期待される全固体リチウムイオン電池に関し、「きぼう」の「中型曝露実験アダプタ」（i-SEEP）上に取り付けた「船外小型パイロード支援装置」（SPySE）を用い、日立造船と世界初となる宇宙での充放電に成功（8月）。
- ・ クラウドによる外部運用化を実現したi-SEEPの船外ポート利用事業は、10月にソニーグループが低消費電力化に向けた無線装置の宇宙実証に成功。
- ・ 官民連携の月着陸ミッション(HAKUTO-R)は、ispace社のランダーとともにJAXAの変形型月面ロボット、放出機構を搭載し、12月に打上げを実施。
- ・ KIBO宇宙放送局による年越しライブ（12/31、1/1）を行い、Twitter、YouTubeを通じ広く配信。

アウトカム：

- ・ タンパク実験サービスは、JAXAの技術支援や細かなサポート、マーケティング協力（例：イベントや問合せ時の事業者紹介）と相まって、基本協定締結から1年で国内外5社の利用を獲得。民間との相乗効果によりそれぞれ単独ではアクセスが困難な顧客にもリーチでき、国内外でユーザが拡大。
- ・ 全固体リチウムイオン電池は、より多様な実験環境の提供に向け開発したSPySEを活かすことで実用化の目途が立ち、将来に繋がる貴重な成果を獲得。（全固体電池は、真空で温度差の激しい宇宙では、発火リスク等がある従来型の液体電解質によるリチウムイオン電池に代わるバッテリーとして広く期待されている。）
- ・ i-SEEPの外部運用化は、「きぼう」利用のリモートワーク化」をもたらし、ISSから電力、通信等必要なリソースを直接供給することにより人工衛星と比べ迅速、安価、低リスクでの実験がJAXA外部から可能となり、宇宙実証のハードルを下げることに成功するとともに、事業者からも高い評価を獲得。
- ・ HAKUTO-Rに搭載したJAXAの変形型月面ロボットには民間やアカデミア（株式会社タカトミー、ソニーグループ株式会社、同志社大学）も参画し、官民の取り組みが地球低軌道を超え探査にも拡大。
- ・ KIBO宇宙放送局は、Twitter、YouTube併せ約500万回の再生を獲得。持続的な民間事業として定着し、若年層を中心にISSへの理解増進を拡大。



Ⅲ.3. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施

従来の枠組みを超えた利用実験、探査等将来を見据えた世界初を含む科学成果

背景・目的：

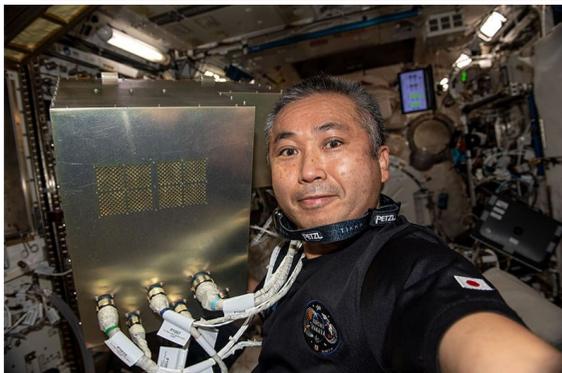
- 利用能力、技術、機能の向上、新たな実験手法の開発、地上の実験設備との連携による実験技術の適用範囲拡大、及び、利用機会の拡大を図る。
- 「きぼう」を活用し、我が国の課題解決や科学技術の発展に資する宇宙環境利用研究として優れた成果を創出する。

アウトプット：

- 材料研究（ELF）は、マントルを構成する主鉱物の熱物性測定や企業の有償利用による宝飾品材料に関するデータ取得に成功。
- 固体燃焼実験装置(SCEM)を用い、微小重力下の固体材料における燃焼限界酸素濃度(燃広がりが見られる最低酸素濃度)の測定に成功。(6月)
- ISS上にあるJAXAの全天X線監視装置（MAXI）とNASAの高精度X線望遠鏡（NICER）による連携を通じ、X線天体の連続観測に成功（10月にプレスリリース）。両装置による長期観測の成果は論文にも掲載（Astrophysical Journal 誌、IF:5.87）。
- 細胞培養装置（CBEF-L）では、1Gと μ G環境を模擬し、モデル生物（線虫）を用いライブイメージングシステム（COSMIC）での観察を含め微小重力が生命に及ぼす影響に関しデータを取得。
- 水再生実証システムは、模擬尿を用いた一連の工程（スケール除去、電気分解、電気透析）を実施し、データを取得（1～2月）。

アウトカム：

- ELF利用は、産業利用に向けた従来型の熱物性データに加え惑星科学や企業のビジネス実証にも拡大。新たな利用の可能性を提示。
- SCEMは、世界初のデータ取得となり、アルテミス計画を含め重要課題とされる将来探査に向けた宇宙船の火災安全に関する研究を加速。
- MAXI と NICERは、これまで地上を経由し行っていた解析、追観測依頼をISS上で直接行うことにより、追観測までの時間を3時間以上→10分以内に短縮。日米連携によるISS初の国際連携天文台により、タイムリーな広域観測と追観測を実現。実際、9月にはMAXIがペガスス座のM15球状星団からのX線バーストを発見し、5分30秒後にNICERが自動観測に成功。短時間での自動連携観測を実証。
- 線虫の加齢研究は、地上の高齢者が抱える骨や筋萎縮、代謝不全等の疾患原因や発症メカニズムの分子基盤解明にも役立つ貴重なデータを獲得。
- 水再生は、処理性能に関するデータ取得により、小型、低電力、高再生・メンテナンス性を向上させた次世代型水再生システムの開発が進展。



SCEM(固体燃焼実験)



OHMAN (MAXIとNICERの連携)



NIS(モデル生物線虫を使った微小重力環境の影響の研究)

ISS計画を通じた新興国等の宇宙参画実現、人材育成、SDGsへの貢献、日米協力成果の最大化と関係強化

背景・目的：

- 新興国等による「きぼう」利用をさらに拡大するため、ロボットプログラムチャレンジ国際競技会を開催する。また、国際的プレゼンスの発揮に貢献するため、国連宇宙部との協力による KiboCUBE プログラムやAPRSAF を通じた取組、人材育成等で海外と連携している大学等との連携により超小型衛星放出を通じた人材育成に資する取組を進展させる。
- 日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム(JP-US OP3)に基づく日米協力関係強化に資するため、軌道上実験を日米協力により進める。

アウトプット：

- 日米連携の下、第3回「きぼう」ロボットプログラミング競技会（RPC）を実施。前回（286チーム）を大幅に上回る351チームが応募。
- 超小型衛星放出は、モルドバ、ウガンダ、ジンバブエ（8月、12月）、インドネシア（1月）の衛星を放出。
- 若田飛行士協力の下、Asian Try Zero-G（簡易宇宙実験）2022のテーマを募集。Kibo-ABC加盟国・地域から前回（169件、361人）を大幅に上回る201件、480人の応募があり、選定された6件の軌道上実験を実施。
- 日本政府、国連等が共開するアフリカ開発会議（TICAD 8、8月、チュニジア）にて、国連企画のKiboCUBEシンポジウムに参画。

アウトカム：

- RPCでは、参加希望者の要望に応えインターナショナル枠を新設の結果、域外からも18チームが応募。初めて米国の参加も得、全体で前回（11か国・地域）を上回る12か国・地域が参加し、日米連携による「きぼう」利用が進展。
- 超小型衛星放出は、モルドバ、ウガンダ、ジンバブエでは各国初衛星となり、新興国の宇宙参画を実現。今年度の放出数は4機、累計で30か国43機（国内も含めると72機）となり、SDGsへの貢献を含め国際プレゼンスが向上。
- 「きぼう」の強みを活かし、日米連携や政府支援、国内大学との協力を通じ、参加国のニーズに合わせたきめ細やかなサポート等により、打上げ手段を持たない新興国の宇宙初参画実現や人材育成、SDGsへの貢献が拡大。



第3回「きぼう」ロボットプログラミング競技会



小型衛星放出
(アフマディ駐日インドネシア大使)



Asian Try Zero-G 2022

医学系研究に関するコンプライアンスへの取組み

研究の目的・概要：

- 将来の有人惑星探査における精神心理評価手法の確立等を目的とした研究。（2019年に中止）
- JAXA閉鎖環境設備に、成人8人が2週間程度滞在。計5回（40人参加）実施して、さまざまな方法でストレス状態を測定した。
- 問題となったのは、1回につき約70回行われる精神心理面談でのストレス評価。

不正の概要と原因：

【調査結果】

【主な原因】

2016年 2月	第1回	
9月	第2回	★
12月	第3回	●
2017年 2月	第4回	★
11月 ～12月	第5回	

20件の不適切な研究行為があった。
 ① ねつ造というべき行為（★）・・・5件
 ② 改ざんというべき行為（●）・・・15件

+

研究ノートの作成不十分など、データの信頼性を棄損させる行為があった。

- (1) 経験や知見を有する人材が不十分、かつ適切な指導者がおらず十分な教育指導が足りず、倫理意識醸成の取組みも不足。、科学的合理性に基づく研究がなされず、データ管理も不徹底。
- (2) 評価方法の科学的合理性を確保せず研究を開始。モニタリング実施体制の未構築等、医学研究への組織的な管理が不備。
- (3) 組織としての医学研究への認識の甘さと経験不足。倫理審査委員会等から再三の指摘を受けるまで問題の根本原因の分析に着手せず、自律的に改善を図る機会を逸した

結果の取りまとめと大臣報告、公表、再発防止に向けた取組み：

- 11/25、再発防止策を含め文科大臣及び厚労大臣に報告。同日、プレスリリースと記者会見を実施。
- 2022年度は、研究対象者及び共同研究機関への謝罪、研究体制の改善（研究者の倫理・規範意識の向上・徹底、各種要領の制定、倫理審査の運用改善、システム強化等）、今後の宇宙医学研究活動の再開を目指した計画設定(工程表の設定)を中心に取組を実施。
- 今後の研究活動に向けては、再発防止の確実な履行、継続的な研究者の意識向上活動に加え、研究シナリオ設定が肝となる。研究シナリオの設定及びシナリオに沿った人員強化(採用)には一定の時間を要することから、2023年度は、上半期において、研究ディレクター（仮称：指導者）の採用を進め、新規採用する研究ディレクターの指導のもと、秋頃までに中間とりまとめを行い、2023年度末までに宇宙医学研究シナリオの再設定を行う。



【再発防止策(5種類22項目)】

- (A) データの信頼性確保と管理の徹底。
- (B) 規範意識の醸成、倫理意識とモラルの向上。
- (C) 研究計画を十分に練り上げられる人材、後進の育成。
- (D) 査閲不足や不十分な審査手順の改善。
- (E) 医学研究に対する有人部門の認識不足と体制の不備改善。

財務及び人員に関する情報							
項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)	32,218,425	38,278,780	50,959,165	40,347,495	29,044,146		
決算額 (千円)	37,140,172	38,426,964	42,621,270	36,410,378	24,234,193		
経常費用 (千円)	—	—	—	—	—		
経常利益 (千円)	—	—	—	—	—		
行政コスト (千円) (※1)	—	—	—	—	—		
従事人員数 (人)	228	226	219	222	219		

(※1) 「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」の改訂(平成30年9月改定)に伴い、2018年度は「行政サービス実施コスト」、2019年度以降は「行政コスト」の金額を記載。

主な参考指標情報							
項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
HTVのミッション成功率*	100%	100%	100%	—	—		

(※) HTVは、既に運用を終了しているため、2021年度以降は更新なし。

2021年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
<p>○宇宙輸送（H3、イプシロンロケット）や準天頂衛星は、比較的明確な社会実装に向けた移行の道筋が示されているが、リモートセンシングやISSについては、国の安全保障や国際協調の側面もあり、まだ検討課題も多いように見受けられる。進行中のプロジェクトも多数あり、段階的に進めざるを得ないと思うが、7年間の中長期計画の中で、次の中長期計画に向けて、JAXAの活動戦略のグランドデザインの検討をお願いしたい。21世紀の基盤産業となる宇宙産業への産業シフトのための計画が必要であり、他国の政策報告や政策提言をJAXAのミッションに入れても良い時期だと考える。</p>	<p>ISSへの運用参加につきましては、11月に政府による2030年までの継続表明を頂いたところではございますが、今後の在り方に関しまして、ポストISS時代における地球低軌道の在り方を含め、ご意見を踏まえ国際情勢も勘案しつつ政府等関係者と緊密に連携しながら検討して参りたいと存じます。</p>
<p>○ポストISSについて、JAXAとしてISSのミッションを通じて得たもの、伸ばすもの、生まれそうなものなどを整理するとともに、設備に依存する事業に関して、ISS運用終了後の出口戦略を早急に明らかにすべきである。加えて、再突入カプセル技術を活かした更なる商業化に向けても、産業界との連携強化に取り組んでいく必要がある。</p>	<p>地球低軌道活動の継続、拡大に向け、文科省ISS・国際宇宙探査小委員会等においてISSにおける成果や探査を見据えた低軌道のビジョンをJAXAとしてとりまとめ、政府によるISSへの2030年までの運用参加継続表明を賜ったところではございますが、ポストISSを含む今後の在り方に関しましても、ご意見を踏まえ、政府等の関係機関を中心に引き続き検討して参りたいと存じます。</p>

Ⅲ. 3. 9 宇宙輸送システム

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>Ⅲ. 3. 9</p> <p>我が国が宇宙活動の自立性確保のため宇宙輸送能力を切れ目なく保持することを目的に、次のとおり基幹ロケット及び産業基盤の維持・発展に資する開発・高度化等を行う。さらに、将来にわたって、商業的に我が国の宇宙輸送サービスが一定の需要を獲得し、我が国の自立的な宇宙輸送能力が民間事業者を主体として継続的に確保できるよう、次のとおり宇宙輸送システムの国際競争力強化に向けた開発・高度化等を行う。この際には、複数衛星の打上げなど、将来の打上げ需要に柔軟に対応できるように取り組む。</p>	<p>Ⅰ. 1. 9</p>	<p>-</p>	
<p>(1) 液体燃料ロケットシステム</p> <p>現行のH-IIA/H-IIBロケットについては、H3ロケットに円滑に移行するまでの間、国際競争力を強化しつつ、世界最高水準の打上げ成功率とオンタイム打上げ率を維持し、国内外の衛星打上げ計画に確実に対応する。</p> <p>H3ロケットについては、低コスト化やユーザーの利便性向上等を図ることで、我が国の自立的な打上げ能力の拡大及び打上げサービスの国際競争力強化に資するよう、打上げサービス事業を行う民間事業者と連携しつつ、ロケットの機体と地上システムを一体とした総合システムとして着実に開発し、低コスト化を早期に実現するとともに、打上げサービス事業への移行を完了し、基幹ロケット技術の継承を着実に進行。</p>	<p>(1) 液体燃料ロケットシステム</p> <p>H3 ロケットについては、我が国の自立的な打上げ能力の拡大及び打上げサービスの国際競争力強化に資するため、システムの簡素化等を講じつつ、試験機初号機の打上げに向け、試験機初号機の実機製作、第1段エンジン認定試験、第1段実機型タンクステージ燃焼試験等並びに試験機2号機の実機製作及び打上げ関連施設・設備の整備を進める。(宇宙基本計画工程表に則ったスケジュールで打ち上げる</p>	<p><プロジェクト></p> <p>H3ロケットは、第1段エンジン(LE-9)のターボポンプの課題を解決し、試験機初号機の打上げを2023年3月7日に打ち上げを実施した。新規開発したLE-9エンジン・固体ロケットブースタ(SRB-3)・フェアリングは良好に作動し、第1段フェーズは計画通り正常に飛行したが、1/2段分離後、第2段エンジンの着火が確認できず指令破壊信号を送出した。</p> <p>即日、JAXA対策本部を立ち上げ、内外の有識者の知見を結集し、原因究明作業を継続している。2023年度も引き続き原因究明を進め、その結果を踏まえ確実なReturn To Flightにつなげるべく試験機2号機の開発を進める。</p>	

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ. 3. 9	Ⅰ. 1. 9	-	
<p>(1) 液体燃料ロケットシステム</p>	<p>(1) 液体燃料ロケットシステム H-IIA ロケットについては、一層の信頼性の向上を図るとともに、部品枯渇に伴う部材の再開発を進める。(令和 5 年度に実運用予定)</p>	<p>H-IIAロケットの固体ロケットブースタ(SRB-A)の推進薬を充填する圧力容器と、1段機体への推力伝達構造の一部であるスカート部との間を接続するゴム製部品等の材料が枯渇したが、追加試験を実施するなどの再開発によりH-IIAロケットの打上げ計画に影響を与えることなくSRB-Aに適用する目途が付いた。</p>	<p>部品枯渇問題の解決</p>
<p>(2) 固体燃料ロケットシステム 戦略的技術として重要な固体燃料ロケットシステムであるイプシロンロケットについて、政府が定める衛星打上げ計画に確実に対応する。また、H-IIA/H-IIBロケットからH3ロケットへの移行の際のイプシロンロケットの切れ目のない運用と国際競争力強化を目的とし、H3ロケットとのシナジー効果を発揮するために、イプシロンSロケットの開発と飛行実証を着実に実施する。これらを通じて、地球観測や宇宙科学・探査等の官需のほか、商業衛星等、国内外の多様な需要に柔軟かつ効率的に対応できるシステムを確立し、民間事業者を主体とした打上げサービス事業への移行を完了し、基幹ロケット技術の継承を着実に進行。</p>	<p>(2) 固体燃料ロケットシステム 戦略的技術として重要な固体燃料ロケットシステムであるイプシロンロケットについて、6号機の機体製造及び打上げを実施する。この際、革新的衛星技術実証 3号機に加え、イプシロンロケットの利用拡大を図る観点から、SAR衛星の受託打上げを行う。(令和 4年度打上げ予定) また、イプシロンロケットと H3 ロケットとのシナジー対応開発について、H-IIA/H-IIB ロケットから H3 ロケットへの移行の際のイプシロンロケットの切れ目のない運用を可能とし、民間事業者主体の打上げサービス事業化を見据えたイプシロンロケットの国際競争力強化を実現するため、イプシロン S ロケットの詳細設計及び実証機製作を行う。(令和 4年度詳細設計審査、令和 5年度：実証機打上げ予定)</p>	<p>イプシロンロケット6号機では、SAR衛星を受託するとともに、これまでJAXAが主体で行ってきた、パイロードインテグレーションや発射整備作業を民間事業者主体の作業に変更し、宇宙基本計画で定められた民間移管に向けて、着実に取組みを進めた。イプシロンロケット6号機は2022年10月12日に打上げを実施したが、2/3段分離可否判断の時点でロケットが目標姿勢からずれ、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。即日JAXA対策本部を立ち上げ、内外の有識者の知見を結集して原因究明作業を進め、失敗の原因を特定した。イプシロンロケット6号機の失敗の直接原因及び背後要因を踏まえ、2023年度は確実なReturn To FlightにつなげるべくイプシロンSロケットの開発を進める。</p>	<p>イプシロンロケットの段階的民間移管の推進</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p data-bbox="85 252 219 288">Ⅲ. 3. 9</p> <p data-bbox="85 312 622 571">民間事業者を主体とした衛星打上げサービスとして基幹ロケットの運用が安定するまでの間、初期運用段階として成熟度向上等の対応を図るとともに、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムとも連携して、更なるコスト効率化を図り、国際競争力強化に向けた研究開発を行う。</p>	<p data-bbox="678 252 801 288">Ⅰ. 1. 9</p> <p data-bbox="678 312 1216 379">また、上記（１）及び（２）の取組と並行して、以下を行う。</p> <p data-bbox="678 387 1216 646">基幹ロケットの成熟度向上のための取組として、コンステレーション開発等の初期運用段階の対応を進める。また、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムとも連携して、基幹ロケットの更なるコスト効率化や能力向上等を図り、国際競争力強化に向けた基幹ロケット高度化の研究を進める。</p>	<p data-bbox="1294 252 1317 288">-</p> <p data-bbox="1261 312 1798 611">基幹ロケット成熟度向上は、H3ロケットのコンステレーション開発を進めるとともに移動発射台（ML）の移動時のデータモニタ機能の追加などの衛星顧客の運用改善に繋がる設備整備、打上げ作業との干渉を避けLE-9燃焼試験を可能とするための田代試験場設備改修、及びSRB-3製造能力向上などに着手した。</p> <p data-bbox="1261 619 1798 842">基幹ロケット高度化は、打上げ能力の向上（第2段の打上げ能力増強等）、打上げ価格の低減（第2段機体やSRB-3の更なる低コスト化等）、小型コンステレーション衛星の搭載方式などの概念検討を開始した。</p> <p data-bbox="1261 850 1798 1109">また、航法センサの部品枯渇の対応として、高性能な民生部品で開発した航法センサ（冗長複合航法システム：RINS）をイプシロンロケット6号機、H3ロケット試験機初号機で飛行実証し、イプシロンS/H3シナジ-開発としての共通化、部品枯渇対応の目途が得られた。</p>	<p data-bbox="1832 312 2157 349">計画に基づき着実に実施</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>Ⅲ. 3. 9</p> <p>また、H3ロケット及びイプシロンSロケットの開発完了後も、政府衛星を始めとした国内外の衛星打上げ計画に確実に対応していくため、継続的な信頼性向上の取組及び射場設備への老朽化対策等の必要な措置を含め、効率的かつ効果的に基盤技術を維持する。</p>	<p>Ⅰ. 1. 9</p> <p>打上げ関連施設・設備については、輸送系の事業基盤を支える重要インフラであることから、引き続き、効率的かつ効果的な維持・老朽化更新を行う。具体的には種子島において貯蔵所系老朽化対応（令和4年度に完了予定）、冷却水系/防消火系設備・配管更新、衛星系建屋等設備の補修・更新及び第3衛星フェアリング組立棟の建築（令和5年度に完了予定）を行う。</p> <p>また、令和元年度の打上げ時の設備不具合等を踏まえ、設備点検においては網羅的なリスク識別・評価を行うとともに、他産業の類似施設管理の最新手法や知見を取り入れ、打上げ延期のリスクを低減する予防保全を令和3年度から導入し、令和4年度はPDCA活動により更なる保全の維持強化を図る。</p>	<p>－</p> <p>打上げ関連施設・設備については、年度計画で示した老朽化更新を実施した。設備保全は、潜在的な不具合を検出して故障前に修理する予防保全を定着させた。</p> <p>2022年度は後半にイプシロンロケット6号機、H-IIAロケット46号機、H3ロケット試験機初号機の各打上げに加え、H3ロケットのCFT（1段実機型タンクステージ燃焼試験）も実施し、基幹ロケットの打上げ・燃焼試験などの重要作業が集中した。打上げ等の作業遅延が後続の遅延につながる状況を回避すべく、打上げ関連施設・設備の予防保全も活用しつつ、推進薬充填済のALOS-3を避ける飛行安全運用の見直しや新規に整備した第3衛星フェアリング組立棟（SFA3）を活用した衛星の退避を検討するなど、打上げ間隔の制約緩和等、数々の対策を行い、計画していた多機種の重要作業を全て遂行した。この結果、H-IIAロケットの打上げ成功率、打上げオンタイム率を世界最高水準に維持することが出来た。</p>	<p>打上げ関連施設・設備の予防保全の導入</p> <p>短期間に集中した多機種の重要作業の遂行</p> <p>H-IIAの打上げ成功率・オンタイム率共に世界最高水準維持</p>
<p>さらに、上記(1)及び(2)の取組と並行して、産業振興の観点から、自律飛行安全システム等も含めたロケット開発とその事業化に独自に取り組む民間事業者等への支援を行う。</p>	<p>さらに、産業振興の観点から、自律飛行安全システム等も含めたロケット開発とその事業化に独自に取り組む民間事業者等への支援を行う。</p>	<p>超小型衛星打上げ用ロケットを開発する民間事業者の依頼により、H-IIAロケット、イプシロンロケット、H3ロケットの専用治工具の貸出や、ロケット用飛行経路解析プログラム利用許諾を実施した。</p>	<p>計画に基づき着実に実施</p>

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

＜評価指標＞

（成果指標）

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果

（マネジメント等指標）

○研究開発等の実施に係る事前検討の状況

○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況

（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

＜モニタリング指標＞

（成果指標）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）

○宇宙実証機会の提供の状況

（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）

○研究開発成果の社会還元・展開状況

（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：著名論文誌への掲載状況等）

（マネジメント等指標）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

（例：協定・共同研究件数等）

○人材育成のための制度整備・運用の状況

（例：学生受入数、人材交流の状況等）

○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）

○外部資金等の獲得・活用の状況

（例：外部資金の獲得金額・件数等）

スケジュール

● 宇宙輸送システム

(1) 液体燃料ロケットシステム

新型基幹ロケット(H3)

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
	詳細設計		維持設計				試験機初号機	2号機打ち上げ/ H3ロケットの実運用	

基幹ロケット高度化

H-IIA相乗り機会 拡大対応改修

H-IIAロケットの運用

31/32/33号機	34~38号機	39/40号機	41号機	42/43号機	44/45号機	46号機	47号機以降の H-IIAロケットの運用
------------	---------	---------	------	---------	---------	------	-------------------------

H-IIBロケットの運用

6号機		7号機	8号機	9号機	運用終了
-----	--	-----	-----	-----	------

(2) 固体燃料ロケットシステム

イプシロンSロケットの開発

イプシロンロケット

強化型イプシロンの運用／H3ロケットとのシナジー対応開発	基本設計	詳細設計	維持設計	イプシロンSロケットの実運用
------------------------------	------	------	------	----------------

2号機打上▲ 3号機打上▲ 4号機打上▲

▲5号機
打上げ

▲6号機
打上げ

▲イプシロンS試験機
打上げ予定

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

2022年度以降は線表は、
宇宙基本計画工程表に
基づく

【評定理由・根拠】

イプシロンロケット6号機は2022年10月12日に打上げを実施したが、2/3段分離可否判断の時点でロケットが目標姿勢からずれ、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。ただちに原因究明チームを立ち上げ、原因究明作業を実施した。また、H3ロケット試験機初号機は、を2023年3月7日に打上げを実施し、た。新規開発したLE-9エンジン、固体ロケットブースタ（SRB-3）、フェアリングは良好に作動し、第1段フェーズは計画通り正常に飛行したが、1/2段分離後、第2段エンジンの着火が確認できず指令破壊信号を送出した。ただちに、原因究明チームを立ち上げ、原因究明作業を継続している。これら2機のロケットの打上げ失敗にあたっては、JAXA全社的な体制で対応にあたるべく理事長をトップとした対策本部を直ちに設置し、必要な情報伝達・調整が遅滞なく行われるよう対応するとともに、原因究明チームには、JAXA内外の有識者を結集して原因究明作業に取り組んだ。また、原因究明作業の過程は、政府の各種部会等へ報告すると共に、文部科学省宇宙開発利用部会調査・安全小委員会での報告と同じ日に記者ブリーフィングを開催し、国民に対しても透明性高く情報の発信を行っている。

一方で、イプシロン6号機の打上げに際しては、これまでJAXAが主体で行ってきたペイロードインテグレーション、発射整備作業を民間事業者主体の作業に変更し、宇宙基本計画で定められた民間移管に向けて、段階的かつ着実に取組みを進めることができた。H3ロケットについても、第1段エンジン(LE-9)の開発課題に対し、打上げ遅延のリスクを回避するため、複数の対応案を同時並行で検討を進め、解析や試験に取り組んだ結果、課題を解決し、第1段エンジンの開発に目途を付けた。また、各種計画の遂行の面では、2022年度は年度後半にイプシロンロケット6号機、H-IIAロケット46号機、H3ロケット試験機初号機の各打上げに加え、H3ロケットの1段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）の実施とスケジュールに余裕がない中、基幹ロケットの準備作業・打上げ作業などの重要作業が集中した。打上げ等の作業遅延が後続の遅延につながる状況を回避すべく、設備の予防保全の定着を図るとともに、飛行安全運用の見直しや新規に整備した第3衛星フェアリング組立棟（SFA3）を活用した衛星の退避を検討するなど、打上げ間隔の制約緩和等、数々の対策を行い、計画していた多機種の重要作業を全て遂行した。また、H-IIAの打上成功率、打上げオンタイム率については世界最高水準に維持することが出来た。このように多機種の重要作業を全て遂行し、イプシロンの民間移管促進、H3の第1段エンジンの課題の解決、世界最高水準のH-IIAの打上成功率・打上げオンタイム率の維持などの成果があったが、イプシロンロケット6号機及びH3ロケット試験機初号機の打上げ失敗という結果を重く受け止め、Cと評価した。

主な業務実績・成果は以下のとおり。

【評定理由・根拠】（続き）

【自立的な宇宙輸送能力の拡大】（つづき）

1. イプシロンロケット/イプシロンSロケットの開発

イプシロンロケット6号機は2022年10月12日に打上げを実施したが、2/3段分離可否の判断の時点でロケットの姿勢が目標姿勢からずれ、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。即日、JAXAの対策本部を立ち上げ、ただちにJAXA内外の有識者の知見を結集した原因究明作業を開始した。故障の木解析（FTA）の手法を用いてフライトデータ、及び製造・検査データに基づく原因究明作業を実施し、パイロ弁の開動作不良または推進薬供給配管の閉塞を故障シナリオとして絞り込んだ。さらに、その後の原因の特定作業において、解析検証や実機を模擬した供試体による数多くの再現試験（推進薬タンクのダイアフラムの閉塞確認試験、漏洩模擬試験、組込溶接検証試験、輸送模擬試験、シール性確認試験、ヒドラジン浸漬試験など）を実施した結果、原因は推進薬タンクの「ダイアフラムシール部からの漏洩」がダイアフラムによる推進薬タンクの液ポートの閉塞を引き起こしたと特定した。さらに、安全・信頼性推進部やチーフエンジニア室等とともに背後要因の検討・分析も実施している。

一方で、イプシロン6号機のペイロードインテグレーション、発射整備作業を民間事業者が主体的に実施する体制に変更し、民間事業者の役割・責任を拡大して宇宙基本計画で定められた民間移管に向けての取組みを着実に実施することができた。

イプシロンSロケットの開発においては、イプシロン6号機失敗の直接原因及び背後要因を踏まえて信頼性を向上させたロバストなロケットにするよう設計作業を実施しており、実証機打上げに向けて開発を着実に進めている。 <補足1-1～1-4参照>

【評定理由・根拠】（続き）

【自立的な宇宙輸送能力の拡大】

2. H3ロケットの開発

LE-9エンジンの開発において発生した開発課題（液体水素ターボポンプの第1段タービンディスク部のフラッタ発生、液体酸素ターボポンプの振動応答など）の事象に対して、JAXA、プライムメーカ、部品メーカの開発チームが組織の垣根を越えて一体となる組織「ターボポンプ開発推進室」を設置し、課題に対して迅速な対応がとれる体制を構築するとともに、打上げ遅延のリスクを回避するため、問題解決を目指した設計変更を複数の対応策を同時並行で進め、順次設計・製造を行い翼振動計測試験により対応策の効果の確認を行い、フラッタや振動が発生しない対応策を確定し、LE-9エンジンの開発に目途を付けることができた。

作業期間を確保し2022年度中に確実にH3ロケットを打ち上げるため、認定燃焼試験（QT）を前半シリーズと後半シリーズに分割し、QT前半シリーズにおいて厳しい作動条件での燃焼試験を実施することで、QT完了を待たずに、H3ロケット試験機初号機用LE-9エンジンの領収燃焼試験（AT）への移行を早い段階で判断することを可能とし、AT実施後に寿命実証を中心としたQT後半シリーズを実施することによりQT試験と並行して機体整備作業を進め全体スケジュールの短縮の工夫を図った。AT後のエンジンを用いて、2022年11月には1段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）を実施し、ロケット機体と地上設備を組み合わせ、LE-9エンジン2基の同時作動等、全系の打上げまでの一連の作業を通じた最終的な機能検証を行い、作業性や手順を確立した。

これらの全ての作業を踏まえて2023年2月17日にH3ロケット試験機初号機の打上げに臨んだが、打上げ直前に電気系統の不具合により打上げが中止されたものの、速やかに原因究明・水平展開を評価し、2023年3月7日にあらためてH3ロケット試験機初号機の打上げを実施した。1段フェーズは計画通り正常に飛行し、新規開発したLE-9エンジン、SRB-3、フェアリングは良好に作動し、所定の性能が発揮され飛行実証が適切に行われたことを確認した。SRB-3はイプシロンSロケットとのシナジー開発として開発を実施しており、イプシロンSロケットにも適用できることが確認された。しかしながら、第2段エンジンが着火しないという不具合により、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。即日、JAXAの対策本部を立ち上げ、ただちにJAXA内外の有識者の知見を結集した原因究明作業を開始した。打上げ失敗の原因究明作業では、故障の木解析（FTA）の手法を用いて、フライトデータに基づく原因究明、製造記録等の確認、再現試験等で絞り込みを行い、原因究明作業を継続している。 <補足2-1～2-4参照>

【評定理由・根拠】（続き）

【継続的な信頼性、運用性向上による確実な打上げ】

3-1. 部品枯渇/H3・イプシロンシナジー開発

基幹ロケットの安定的な運用の取組みとしてイプシロンSロケット、H3ロケットへの適用に向けて、既存の航法センサの部品枯渇への対応及びロケットの低コスト化を目指すため、研究開発部門と連携して安価で高性能な民生部品を用いた航法センサ（冗長複合航法システム：RINS）を開発した。開発にあたっては、H3ロケットとイプシロンSロケットとのシナジー開発として、エンジニアリングモデル（EM）の共通化を図り開発を実施しており、イプシロンロケット6号機、H3ロケット試験機初号機で飛行実証したフライトデータにより、RINSがロケットの航法システムとしての機能・性能を満足できることが実証でき、シナジー開発としてイプシロンS/H3の共通化、並びに部品枯渇に対応して切れ目のない運用に供する目途を立てることが出来た。 <補足3-1参照>

3-2. 打上げ関連施設・設備の予防保全の定着

過去に打上げ関連施設・設備の劣化が進行してロケットの打上げ遅延を引き起こした事象を踏まえて、2022年度は全ての重要な打上げ関連施設・設備に対して、設備の劣化状況を定量的に把握しつつ、設備の点検内容や点検周期を見直し、潜在的な不具合を早期に検出して、故障する前に修理する予防保全を定着させることができた。この結果、以下の重要イベントを設備起因による遅延を発生させずに遂行することができた。 <補足3-2参照>

- ・H-IIAロケット 46号機の打上げ
- ・イプシロンロケット 6号機の打上げ
- ・LE-9エンジン燃焼試験 計22回
- ・H3ロケット 1段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）
- ・H3ロケット 試験機初号機打上げ

3-3. 第3衛星フェアリング組立棟の整備

打上げ間隔の短縮、高頻度の打上げなど、打上げ受注の拡大に対応できるよう、種子島宇宙センター射点3km圏外に衛星の推進薬充填やフェアリングへの収納作業を行う建屋である第3衛星フェアリング組立棟（SFA3）を新規に整備した。このSFA3の工事においては、種子島外からの作業員含め多くの作業員が従事しており、コロナ感染者が増加し工期の遅延が懸念されたが、工事関係者の屋内休憩用場所の確保、自主検査の徹底、陽性者が発生した場合にはグループ単位で自宅/宿舎待機の徹底など感染防止策の強化をはかり、現地工事での感染拡大を防ぎ、SFA3の整備の工期を早めることも達成した。これにより、ロケット打上げの際に安全上の観点で作業規制のかからない種子島宇宙センターの射点から3km圏外で他衛星の打上げの際も推進薬充填済みの衛星の作業が並行して実施可能となり、2022年度後半の多機種打上げを実現するうえでの制約解消の一助となった。 <補足3-3参照>

【評定理由・根拠】（続き）

【継続的な信頼性、運用性向上による確実な打上げ】

3-4. 短期間での多機種の重要作業の遂行

2022年度は、イプシロンロケット6号機/RAISE-3の打上げ（2022年10月）、H3ロケットのCFTの実施（同年11月）、H-IIAロケット46号機/情報収集衛星の打上げ（2023年1月）、H3ロケット試験機初号機/ALOS-3の打上げ（同年2月）、H-IIA47号機/XRISM・SLIMの打上げ（2023年度初旬を予定）と、2022年度後半から2023年度初旬にかけて打上げスケジュール制約の厳しい基幹ロケットの打上げを含む重要作業が集中した。これらの燃焼試験や打上げに向けた準備作業を進める上での課題として、ロケットの打上げの際、射点から3km圏内は安全上の観点から推進薬を充填した衛星を残置できないなどの制約があり、またH-IIAロケット46号機の打上げとH3ロケット試験機初号機の打上げの間には約2週間のインターバルしかとれないなど、従来の方法では2022年度内にすべての打上げが困難な状況にあった。これらの課題に対し、以下に示す、飛行安全運用上の工夫、3km圏外のSFA3の活用、予防保全による設備起因の延期の防止、H-IIAロケット46号機/H3ロケット試験機初号機の予備期間の共有化等の工夫を積み重ね、全ての重要作業を期間内に遂行した。 <補足3-4参照>

- ・第2衛星フェアリング組立棟（SFA2）で推進薬充填済みのALOS-3を避けるH-IIAロケット46号機の打上げの飛行安全運用の適用。
- ・H3ロケット試験機初号機の打上げの際の安全上の作業規制においては、射場作業が長期間になる小型月着陸実証機（SLIM）の作業スケジュールへの影響を回避するようSFA3での作業実施を検討。
- ・打上げ関連施設・設備については予防保全により設備の状態を健全に整える。
- ・H-IIAロケット46号機とH3ロケット試験機初号機の予備期間の共有化。

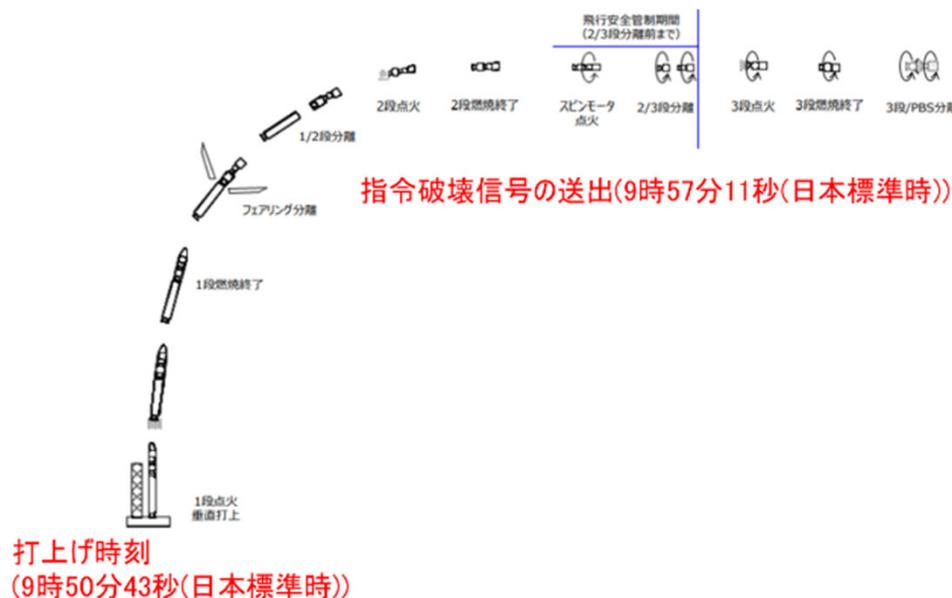
3-5. 基幹ロケットの安定的な運用

上記、打上げ関連施設・設備の予防保全の定着（3-2参照）、並びに年度後半に集中した打上げ・燃焼試験の準備作業を、種々の工夫により短期間化（3-4参照）を図り、H-IIAロケットの打上げ成功率、打上げオンタイム率を世界最高水準に維持した。 <補足3-5参照>

補足 1-1 : イプシロンロケット6号機の打上げ結果

2022年10月12日にイプシロンロケット6号機の打上げを実施した。1段モータ燃焼の推力方向制御装置 (TVC) 制御、および固体モータサイドジェット (SMSJ) による姿勢制御は正常に行われ、2段モータ燃焼のTVC制御も正常であり、また、H3ロケットとシナジー開発を進めている航法センサである冗長複合航法システム (RINS) の機能・性能も良好であることも確認できた。(RINSの飛行実証についてはP21参照方)

しかしながら、2段燃焼終了後に姿勢異常が発生し、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。(次ページ参照)

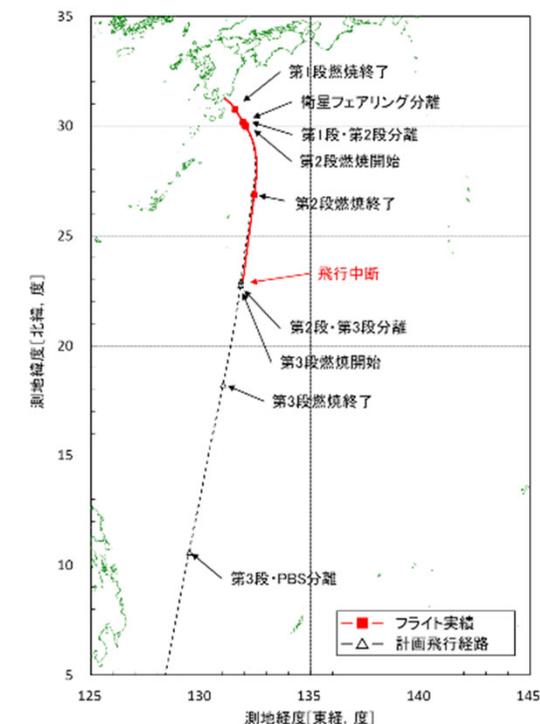


事象	打上後経過時間			計画値
	時	分	秒	経過秒
(1) リフトオフ	00	00	0	0
(2) 第1段 燃焼終了	01	49	109	108
(3) 衛星フェアリング分離	02	31	151	151
(4) 第1段・第2段分離	02	41	161	161
(5) 第2段 燃焼開始	02	45	165	165
(6) 第2段 燃焼終了	04	53	293	294
(7) スピンモータ燃焼開始	06	09	369	370
(8) スピンモータ燃焼終了	06	14	374	375
(9) 指令破壊	06	28	388	

飛行結果



イプシロン6号機の打上げ



飛行経路

補足 1-2 : イプシロンロケット6号機の打上げ失敗の原因究明状況

■発生事象

- 2022年10月12日に、イプシロンロケット6号機を打ち上げた。
- 1段モータ燃焼中の推力方向制御装置 (TVC) 制御、および固体モータサイドジェット (SMSJ) による姿勢制御は正常に行われ、2段モータ燃焼中のTVC制御も正常。
- その後姿勢制御装置 (RCS) による制御のみになった際に3軸全ての姿勢角誤差がRCSの制御終了まで拡大し続けた (2段燃焼終了後姿勢異常)。
- 2系統のRCSのうち1系統 (+Y軸側) のパイロ弁の下流配管圧力の値が、パイロ弁に点火信号を送出した後にタンク圧力まで上昇しなかった。結果、RCSとして機能しなかった。

■原因究明作業

- 原因究明作業の結果、要因および故障シナリオとして推進系の推薬タンクの中のダイアフラム (隔膜) による閉塞に絞り込んだ。
- イプシロン6号機の不具合は以下の2つの要因のいずれかにより、ダイアフラムが液ポートに近接しパイロ弁を開いたことによる差圧で閉塞事象が起きたと推定し、原因の特定と閉塞に至る以下の故障シナリオの検討のために追加検証等を実施した。(次ページ参照)
 - ①ダイアフラムが地上試験やヒドラジン浸漬の影響で変形し、飛行中の加速度等により液ポートに近接。
 - ②ダイアフラムのシール部に傷が生じ、推進薬がガス側に漏洩したことにより液ポートに近接。



補足 1-3：イプシロンロケット6号機の打上げ失敗の原因究明状況

■原因究明作業（続き）

●イプシロン6号機の不具合の2つの要因に対して実機を模擬した再現試験や解析検証を実施し、以下を確認した。

①「ダイアフラムが地上試験やヒドラジン浸漬の影響で変形し、飛行中の加速度等により液ポートに近接」に対する評価

飛行中の加速度によるダイアフラムの挙動を評価する旋回腕試験や、人為的にダイアフラムに力を加え液ポートへの近接を確認する試験などを実施し、飛行中の加速度ではダイアフラムは液ポートに近接し閉塞する可能性は極めて低く、要因とは考えにくい。

②「ダイアフラムのシール部に傷が生じ、推進薬がガス側に漏洩したことにより液ポートに近接」に対する評価

ダイアフラムのシール部をタンクの固定リングと赤道リングの隙間に噛み込ませた状態で溶接し、シール部の状態を評価する試験や、シール部損傷時の推進薬の漏洩試験などを実施した。その結果、各リングの隙間に噛み込んだシール部は、溶接等で損傷の可能性がある、その部分から推進薬がガス側に漏洩すると、ダイアフラムが液ポートに近接し、パイロ弁が開いた時の差圧で液ポートが閉塞する。

●以上のことから、イプシロン6号機打上げ失敗の原因は「ダイアフラムシール部からの漏洩」が、ダイアフラムによる推進薬タンクの液ポートの閉塞を引き起こしたと特定した。

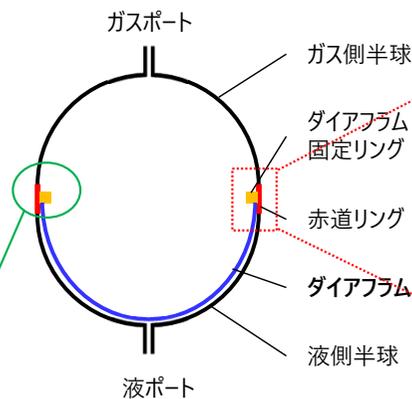
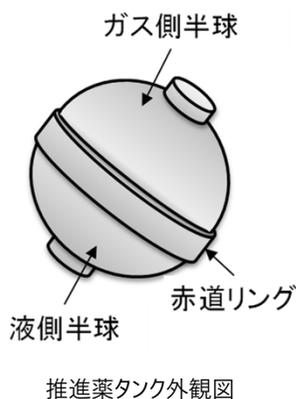
●さらに、安全・信頼性推進部やチーフエンジニア室等とともに背後要因の検討・分析も実施している。

■イプシロンSロケットに向けて

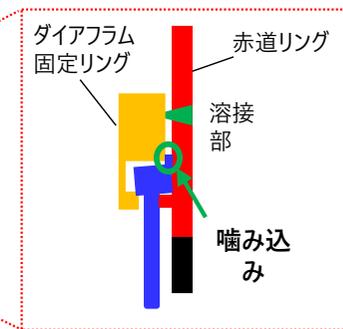
●イプシロンSロケットの開発においては、イプシロン6号機の失敗原因及び背後要因を踏まえて信頼性を向上させたロバストなロケットにするよう設計作業を実施しており、実証機打上げに向けて開発を着実に進めている。



推進薬タンク実機を模擬した供試体



シール部損傷による漏洩箇所



再現試験の例 「旋回腕試験」
スピンドルの旋回による遠心力により、飛行環境を模擬した加速度を供試体に負荷し、加速度印可時にダイアフラムが液ポートに近接するか評価する試験

評定理由・根拠（補足）

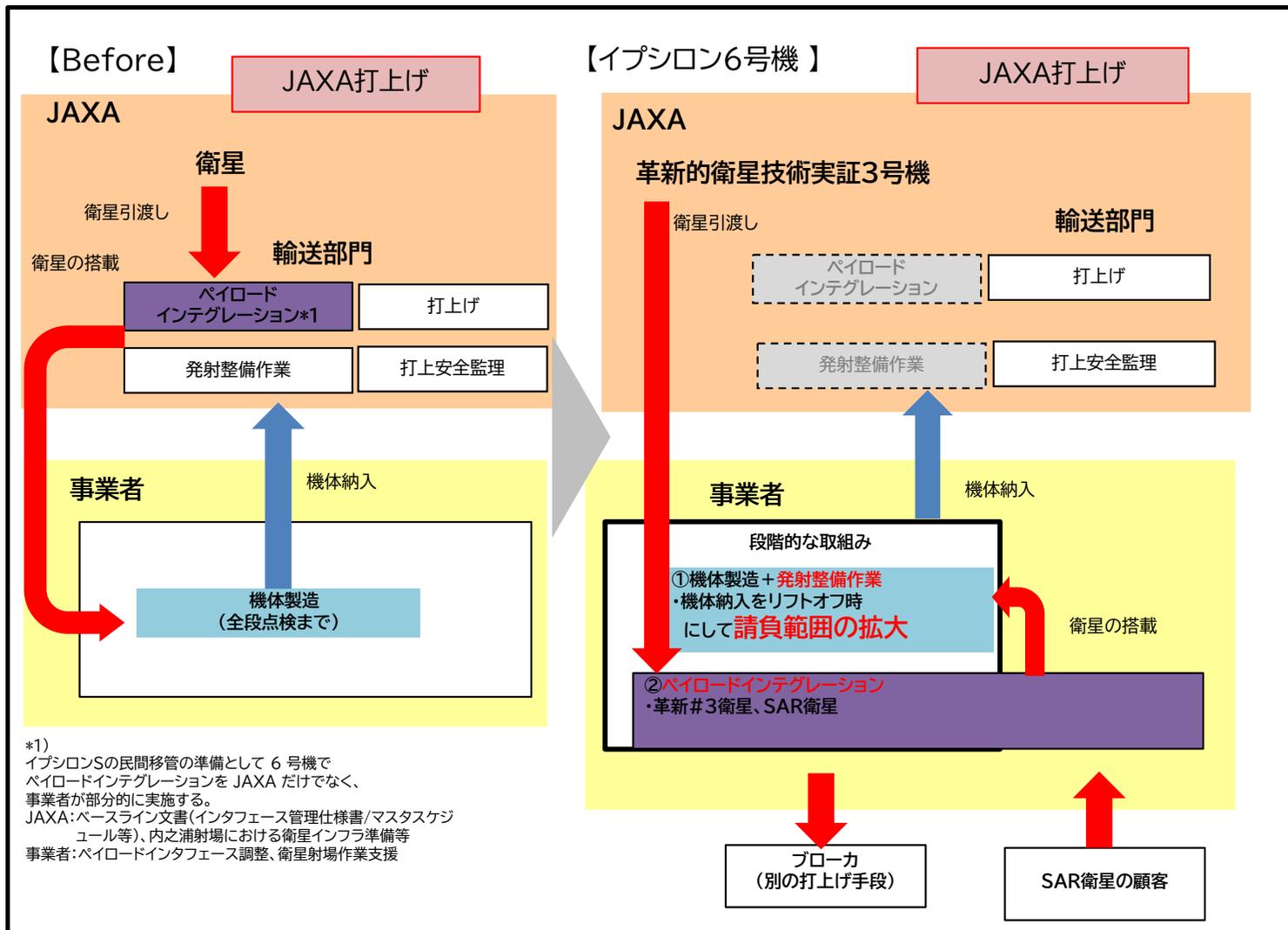
補足1-4：イプシロンロケット/イプシロンSロケットの開発（民間移管）

イプシロンロケット/イプシロンSロケットの開発の背景

宇宙基本計画においてイプシロンロケットは、我が国の宇宙活動の自立性の確保、及び戦略的技術として重要な固体燃料ロケットとして基幹ロケットと位置付けられ、基幹ロケットの開発・高度化等を継続的に進めるとともに、官民の役割分担を整理しつつ民間移管を進め、基幹ロケット技術の継承を着実に進めると位置付けられている。

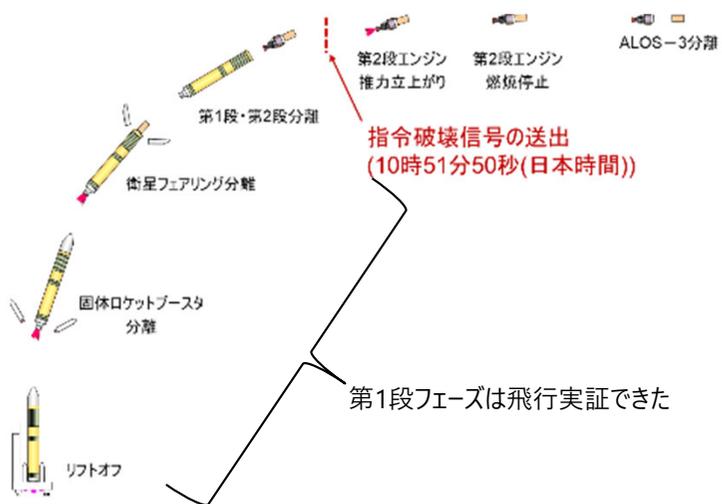
得られたアウトプット：
イプシロンロケットのペイロードインテグレーション業務などの民間移管

■イプシロンロケット6号機の打上げは失敗ではあったものの、イプシロン6号機のペイロードインテグレーションや発射整備作業を民間事業者が主体的に実施する体制に変更し、民間事業者の役割・責任を拡大して宇宙基本計画で定められた民間移管に向けての取り組みを着実に実施することができた。



補足 2-1 : H3ロケット試験機初号機の打上げ結果

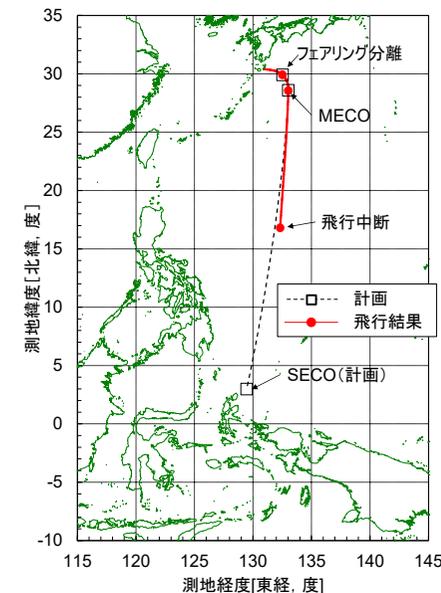
2023年3月7日にH3ロケット試験機初号機の打上げを実施した。新規開発したLE-9エンジン、SRB-3、フェアリングは良好に作動し、1段フェーズは計画通り正常に飛行し、所定の性能が発揮され飛行実証が適切に行われたことを確認した。しかしながら、第2段エンジンが着火しないという不具合により、地球を周回する軌道に投入できないと判断し指令破壊信号を送出した。(次ページ参照)



第1段フェーズは飛行実証できた

打上げ時刻(10時37分55秒(日本時間))

事象	打上後経過時間 (フライト結果)			(参考)予測値		
	経過秒	分	秒	経過秒	分	秒
(1) リフトオフ	0	0	0	0	0	0
(2) SRB-3分離	116	1	56	116	1	56
(3) 衛星フェアリング分離	212	3	32	211	3	31
(4) 第1段エンジン燃焼停止(MECO)	296	4	56	296	4	56
(5) 第1段・第2段分離	304	5	4	303	5	3
(6) 第2段エンジン第1回推力上がり(SELI)	-	-	-	316	5	16
(7) 飛行中断	835	13	55	-	-	-



飛行結果

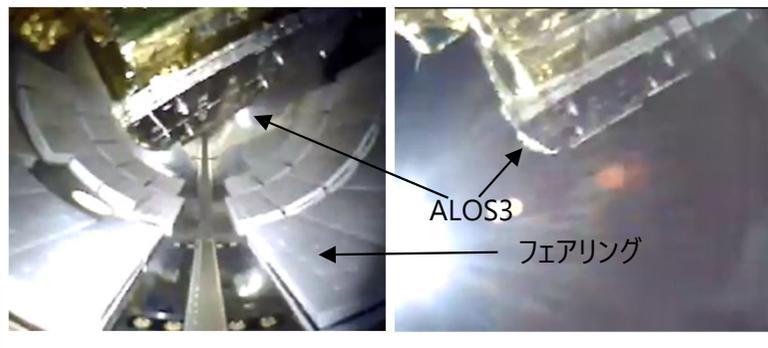
飛行経路



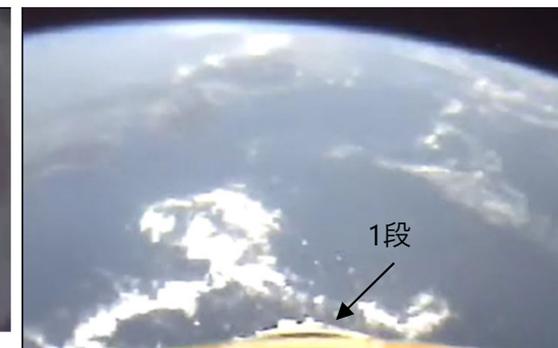
リフトオフ



SRB-3分離



フェアリング分離



1/2 段分離

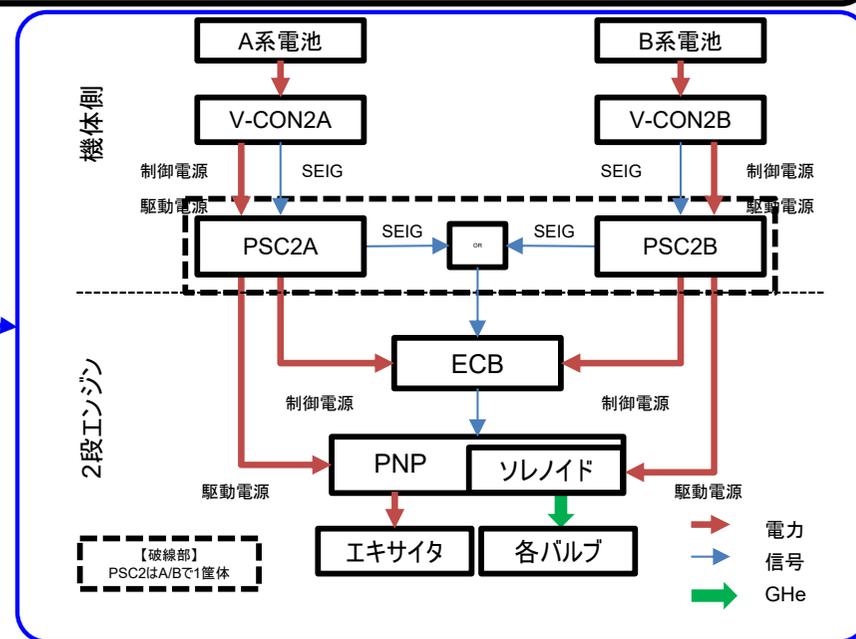
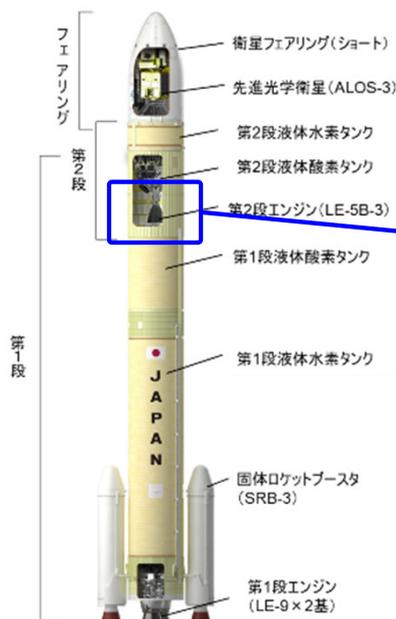
補足 2-2 : H3ロケット試験機初号機の打上げ失敗の原因究明状況

■発生事象

- 2023年3月7日にH3ロケット試験機初号機を打ち上げた。
- 1段/2段分離を検知したのち、機体側から2段エンジンへ着火指示 (SEIG) を送り、2段エンジン側がSEIGを受信したことを確認した。
- SEIG付近で、電源系統の異常を確認した。
- 第2段エンジンが着火しなかったことにより、所定の軌道に投入できる見込みがないことから10時51分50秒にロケットに指令破壊信号を送出し、打上げに失敗した。

■原因究明状況

- テレメータデータの分析およびFTAより、本事象には以下の特徴がある。
 - ・エンジンコントロールボックス (ECB) はSEIGを正常に受信し、ECBの制御電源の正常も確認されている。
 - ・SEIGのタイミングで突合せ供給しているエンジン駆動電源のA系B系両系統の電源で異常を検知していることから、A系/B系両方に電源異常を発生させる共通因子が異常となった可能性が高いと考える。
- 両系統のエンジン駆動電源でほぼ同時に異常検知するケースとして以下が考えられる。
 - ・2段推進系コントローラ (PSC2) が過電流を誤検知
 - ・PSC2から電源供給している下流機器の正常動作範囲で消費電流が過大
 - ・PSC2から電源供給している下流機器の短絡故障、またはワイヤハーネス等の地絡により過電流が発生
- 詳細な原因究明作業を実施中。



2段エンジン制御接続系統図

評定理由・根拠（補足）

補足 2-3 : H3ロケットの開発（LE-9エンジンの開発）

H3ロケットの開発の背景

宇宙基本計画においてH3ロケットは、我が国の宇宙活動の自立性の確保に向けて基幹ロケットと位置付けられ、H3ロケットを完成させることを含め、基幹ロケットの開発・高度化等を継続的に進めるとともに、官民の役割分担を整理しつつ民間移管を進め、基幹ロケット技術の継承を着実に進めることと位置付けられている。

得られたアウトプット：LE-9エンジンの飛行実証

LE-9エンジン



- LE-9エンジンの開発において2021年度に以下の事象が発生した。
 - ・液体水素ターボポンプ（FTP）：第1段タービンディスク部のフラック
 - ・液体酸素ターボポンプ（OTP）：タービン入口部の流れの不均衡性等が要因と推定される共振
- ターボポンプの開発課題に対し、リスクを最小化するための開発ステップとして以下の対応を実施した。
 - **複数の案（1の矢、2の矢、・・・）を並行開発**
 - ・新たなリスクを持ち込まないという観点から、共振等に対してこれまでに有効性を検証した設計方針は維持し、極力実績を重視。
 - ・一方、従来設計の延長では対応が不十分な場合も想定。
 - ・対応案は、①効果の度合い、に加え、②設計の成熟度（実績、新規性等）および③製造スケジュールを含め評価。
 - **JAXA、プライムメカ、部品メカの開発チームが組織の垣根を越えて一体となる組織「ターボポンプ開発推進室」を設置し、課題に対して迅速な対応が取れる体制を構築するとともに、打上げ遅延のリスクを回避するため、問題解決を目指した設計変更を複数の対応策を同時並行で実施。**
 - 順次、設計・製造を行い、準備でき次第、**翼振動計測試験による検証を開始。**
 - ・まず従来設計に最小限の変更を施した試験から開始（0の矢）。
 - ・検証未達の場合に備え、後続案は部品完成または設計完了等の各段階で待機。
- 2022年度中のH3ロケット試験機初号機の打上げを行うための工夫として、認定燃焼試験を2分割で実施。
 - ・**認定燃焼試験（QT）を前半シリーズと後半シリーズに分割し、QT前半シリーズにおいて厳しい作動条件での燃焼試験を実施した。QT前半シリーズをクリアできたことで、H3ロケット試験機初号機用LE-9エンジンの領収燃焼試験（AT）への移行を早い段階で判断することができた。AT実施後に寿命実証を中心としたQT後半シリーズを実施し、2022年度にH3試験機初号機を打上げられるよう期間の短縮を図った。**
 - ・QT後半シリーズに先立ってATを実施するという工夫を経て、射場においてロケット機体にLE-9エンジンを取り付け、11月にCFTを実施し、2022年度中の試験機初号機の打上げにこぎつけることができた。
- 上記の取り組みの結果、H3ロケット試験機初号機ではLE-9エンジンは所定の性能を発揮し、貴重な飛行データを取得できた。

H3ロケットの機体にLE-9エンジンを組み込みCFTを実施

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
LE-9エンジン		QT前半	AT	QT後半					
H3ロケット								▲打上げ(当初予定)	▲打上げ(実績)
			CFTに向けた作業		▲CFT	CFTの反映作業/打上げに向けた作業			

評定理由・根拠 (補足)

補足 2-4 : H3ロケットの開発 (SRB-3の開発)

H3ロケットの開発の背景

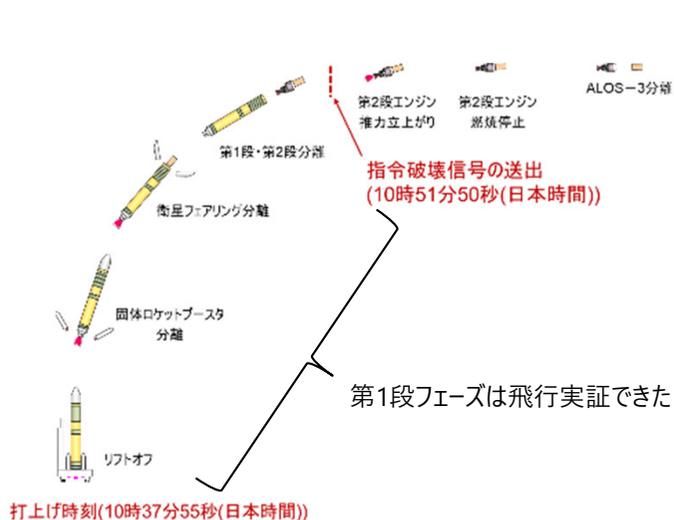
宇宙基本計画においてH3ロケットは、我が国の宇宙活動の自立性の確保に向けて基幹ロケットと位置付けられ、H3ロケットを完成させることを含め、基幹ロケットの開発・高度化等を継続的に進めるとともに、官民の役割分担を整理しつつ民間移管を進め、基幹ロケット技術の継承を着実に進めることとされている。

H3ロケットとイプシロンSロケットでは一部機器の共通化等によるシナジー開発を行い、打上げ価格低減や高い信頼性等の確保による国際競争力向上を目指すこととされており、H3ロケットの固体ロケットブースタをイプシロンロケットの第1段モータに適用する開発や、H3ロケットとイプシロンSロケットで共通化した航法センサである冗長複合航法システム (RINS)*を開発する等の取り組みを実施している。

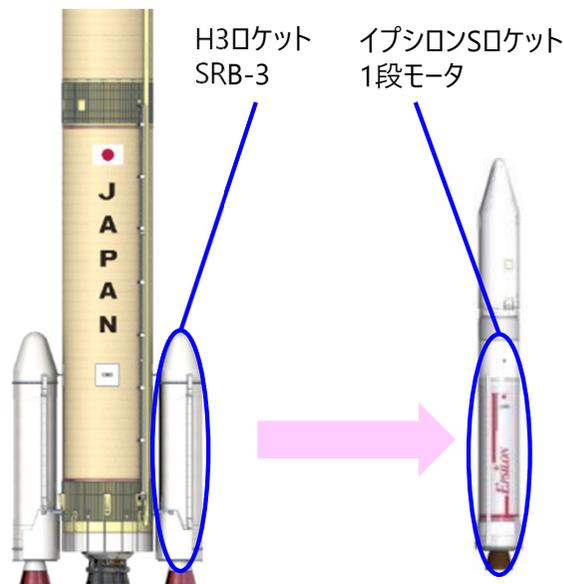
得られたアウトプット：シナジー開発品の飛行実証

■ 固体ロケットブースタ (SRB-3) はイプシロンSロケットとのシナジー開発を実施している。H3ロケット試験機初号機の打上げにおいてSRB-3は良好に作動し、所定の性能が発揮され飛行実証が適切に行われたことにより、イプシロンSロケットにも適用できることが確認された。

1段飛行フェーズのRINSの機能・性能も良好であることも確認できた。(RINSの飛行実証についてはP21参照方)



H3試験機初号機のフライトシーケンス



H3ロケットのSRB-3と、
イプシロンSロケットの1段モータのシナジー開発



H3ロケット試験機初号機

補足3-1 : 部品枯渇/H3・イプシロンシナジー開発 (航法センサの開発)

基幹ロケットの安定的な運用としての航法センサの開発の背景

宇宙基本計画において、我が国の基幹ロケットは「基幹ロケット等の宇宙輸送システムについては、我が国自身が自立的に開発・運用できる能力を継続的に強化する必要がある。」と位置付けられている。

現在運用中の航法センサの部品枯渇、低コスト化に対応するため、研究開発部門と連携して安価で高性能な民生部品を用いた航法センサを開発している。開発にあたっては、H3ロケットとイプシロンSロケットとのシナジー開発として、エンジニアリングモデル (EM) を共通化をはかり開発を実施してきた。今後、イプシロンSロケットはプロフライトモデル (PFM)、H3ロケットはフライトモデル (FM) としてそれぞれの個別要求を反映してロケットに適応した開発を進めていくこととしている。

得られたアウトプット :

民生部品によるロケット航法システムの飛行実証

■イプシロンSロケット、H3ロケットへの適用に向けて研究開発部門と連携して開発中の「冗長複合航法システム (RINS*)」の飛行実証を、イプシロンロケット6号機、H3ロケット試験機初号機で実施した。

- RINSはロケットの位置・速度を計測する機器である。
- RINSは民生部品を使用し、冗長回路技術により放射線耐性を高め、低コスト化 (半減) を図っている。

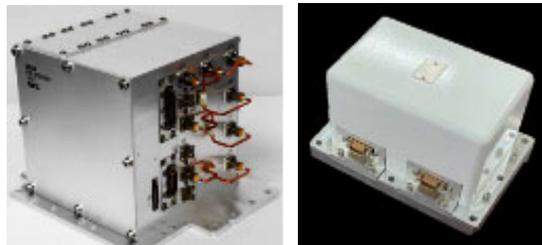
【III.4.2項の研究開発成果】

- RINSは、小型実証衛星2号機 (RAISE-2) に搭載し飛行実証した、冗長MEMS 慣性センサユニット (MARIN) の開発成果を活用したものである。

【III.4.2項の研究開発成果】

- イプシロンロケット6号機、H3ロケット試験機初号機に飛行実証用のRINSを搭載し、実飛行環境下での機能・性能を実証した。RINSの航法データは既存の飛行安全用航法センサ (RINA-A) の航法データとほぼ一致しており、RINSの機能・性能が良好であることが確認できた。これにより、シナジー開発としてイプシロンS/H3の共通化、並びに部品枯渇に対応して切れ目のない運用に供する目途を立てることが出来た。

III.4.2項成果【研究開発部門】 エンジニアリングモデルの開発



RINS エンジニアリングモデル構成品
(左：冗長GNSS計算機(GNCOM)、右：冗長MEMS IMU(MARIN))

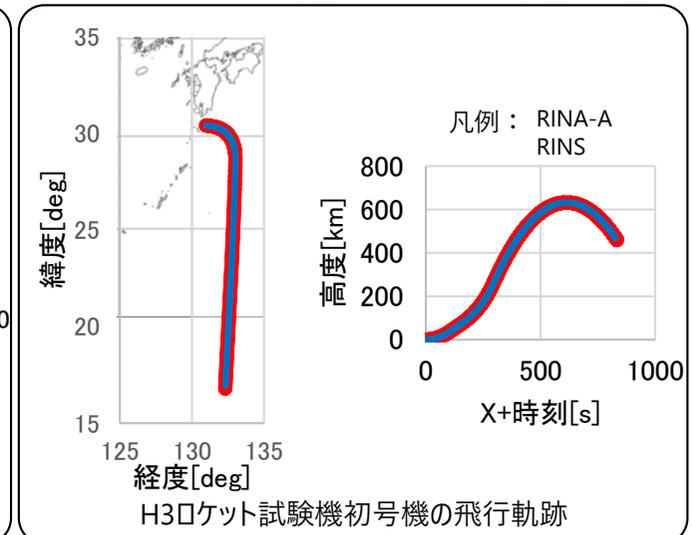
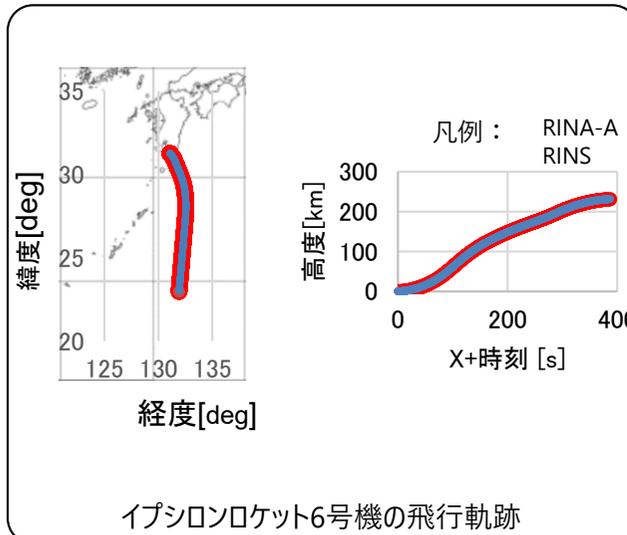


実証搭載
運用の確立

III.3.9項成果【輸送技術部門】 フライト品の開発と飛行実証



イプシロンロケット6号機 H3ロケット試験機初号機



RINS: Redundant Integrated Navigation System GNSS: Global Navigation Satellite System: 全地球航法衛星システム

評定理由・根拠（補足）

補足 3-3：打上げ関連施設・設備（第3衛星フェアリング組立棟の整備）

打上げ関連施設・設備（第3衛星フェアリング組立棟の整備）の背景

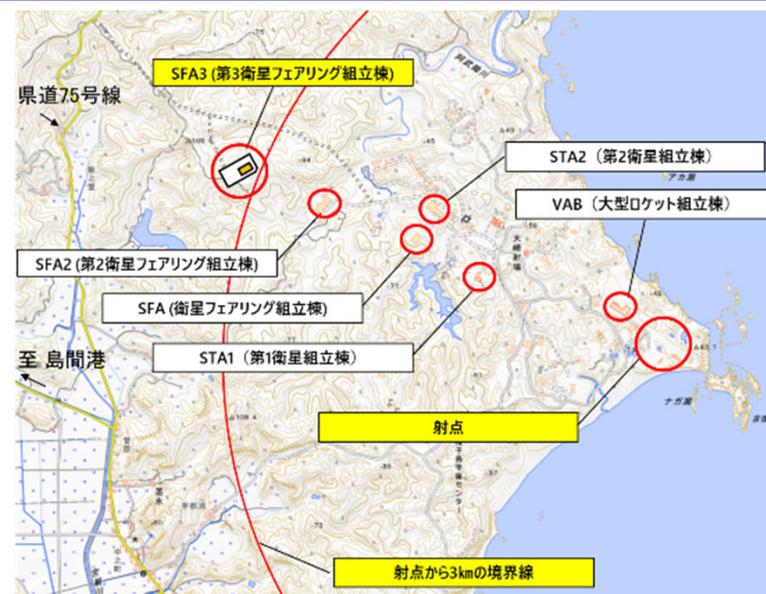
宇宙基本計画において打上げ関連施設・設備は、基幹ロケットの効果的な打上げに必要な取組や基幹ロケットの射場及び試験設備の適切な維持・管理に向けた老朽化対策等の必要な措置を実施すること、基幹ロケットの国際競争力の維持・強化に向けてH3ロケットの複数衛星同時打上げ対応等の成熟度向上の取組とともに射場の能力向上など打上げの高頻度化等に向けた取組を推進すること、と位置付けられている。

得られたアウトプット：射場での並行作業の実施

- 我が国の宇宙活動の自立性の確保のため、基幹ロケットを安定してタイムリーに打上げるとともに打上げ間隔の短縮、高頻度の打上げなど、打上げ受注の拡大に対応できるよう、種子島宇宙センター射点3km圏外に衛星の推進薬充填やフェアリングへの収納作業を行う建屋である第3衛星フェアリング組立棟（SFA3）を新規に整備した。
- SFA3の稼働により、**打上げ間隔の短縮、高頻度の打上げなど、打上げ受注の拡大に対応できるようになった。**
 - 種子島宇宙センターの射点から3km圏内は、ロケットの打上げ当日は安全上の観点から陸上警戒区域として人員規制などを実施している。
 - ロケット打ち上げの際安全上の観点で作業規制のかからない種子島宇宙センターの射点から3km圏外で他衛星の打上げの際も推進薬充填済みの衛星の作業が並行して実施可能となった。
 - 2022年度後半の多機種打上げを実現するため、H3ロケット試験機初号機の打上げの際の作業規制においては、射場作業が長期間になる小型月着陸実証機（SLIM）の作業スケジュールへの影響を回避するようSFA3での作業実施を検討した。



第3衛星フェアリング組立棟



種子島宇宙センター内の第3衛星フェアリング組立棟の位置

評定理由・根拠 (補足)

補足 3-4 : 短期間多機種の重要作業の遂行

短期間多機種の重要作業の遂行の背景

2022年度後半から2023年度初頭にかけて打上げが集中し、容易に打上げ日を変更できない4機 (イプシロン6号機 (イプシロンF6)、H-IIAロケット46号機 (H-IIAF46)、H3ロケット試験機初号機 (H3TF1)、H-IIAロケット47号機 (H-IIAF47)) の打上げが予定され、それぞれの打上げの少しの遅延で全体の打上げ計画に大きな影響を及ぼすリスクがあったため、打上げ延期を回避するための対策を準備する必要があった。

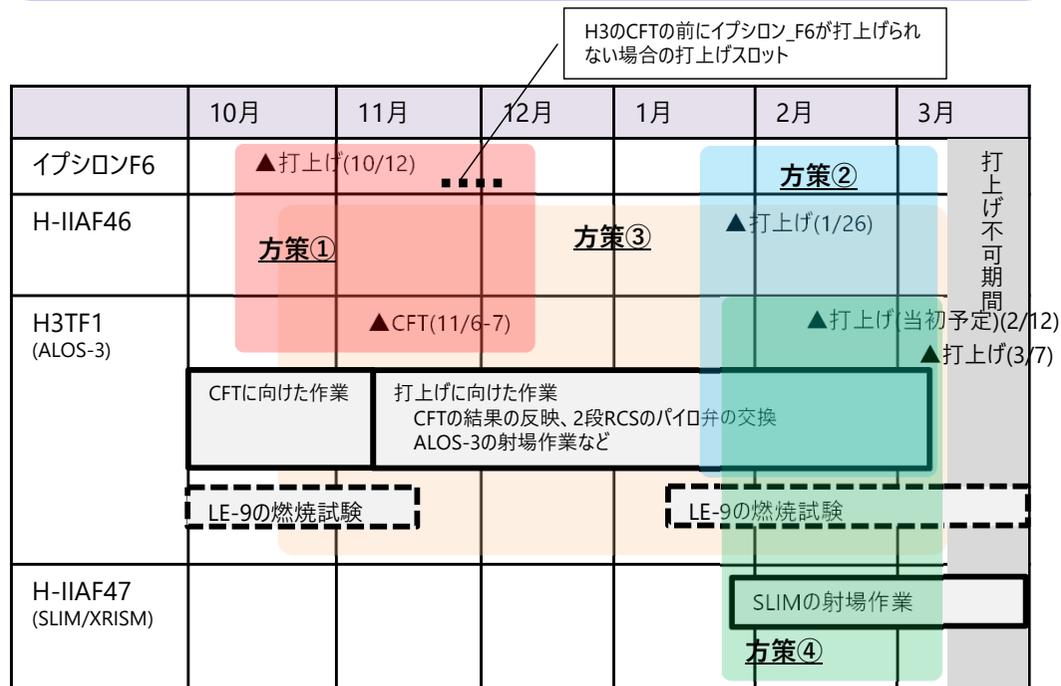
得られたアウトプット：年度後半に集中した多機種の重要作業の遂行

2022年度後半から翌年度初頭にかけて重要作業が集中した。従来の方策では全ての打上げの実施は困難な状況にあったが、以下の方策を積み重ね、全ての重要作業を期間内に遂行した。

- 課題① CFTの確実な実施
 - 年度内のH3TF1の打上げには、CFTを11月初旬完了が必要
- 方策①イプシロンF6の打上げ遅延に備えたコンテンジェンシー計画の準備
 - CFT実施後のF6の飛行計画を追加解析して、CFT計画への影響を回避した。
- 課題② H-IIAF46/H3TF1打上間隔短縮
 - H-IIAF46とH3TF1の打上げを1.5ヶ月の期間内に完了する必要
- 方策② 飛行安全運用の工夫/予備期間の共有化
 - H-IIAF46打上時、射点3km圏内の組立棟 (SFA2) に破片が落下しないように飛行安全運用の工夫を行い、F46打上げ作業と並行して、後続衛星の整備を可能とし、作業期間の大幅な短縮を図った。
 - H3TF1の機能点検をF46打上げ前に実施し、F46後のH3TF1打上げ作業を極小化/打上げ間隔を最短化し、共有の予備期間を設定することで、予備期間を最大限確保し、限られた期間の中で2機の打上げを設定した。
- 課題③ He等液ガスの確保
 - 世界的なヘリウム供給危機、限られた設備貯蔵能力、欠航リスクのあるフェリー輸送という制約の中、短期間に大量の液ガスの確保が必要
- 方策③
 - 複数の調達先と粘り強い交渉・調整を行い、必要量を確保した。
 - 打上げが延期した場合に短期間で液ガスを補充できるよう、ローリー輸送車を種子島内に待機させる等、鹿児島本土からのフェリー欠航のリスクを回避した。

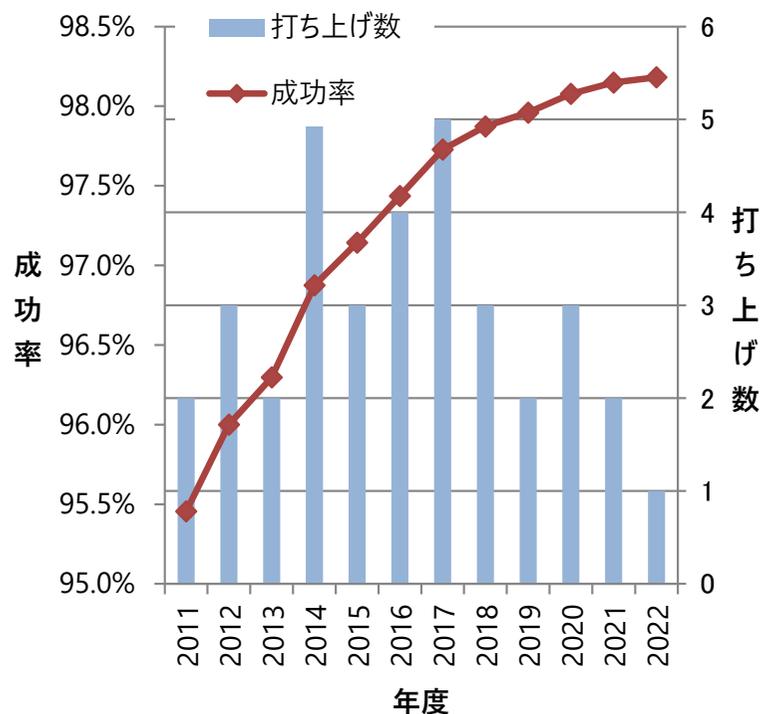
■課題④ H3TF1/H-IIAF47作業干渉回避

- 2023年度初頭の打上げを維持するには、H3TF1打上げ前に後続衛星の推進薬の充填が必要。
- 方策④
 - H3TF1打上げ時、射点3km圏外に建設中のSFA3に退避できるよう、必要エリアの建築作業を加速すると共に、保管時の環境維持のための治具等を追加整備し後続衛星の退避の準備を行った。(SFA3についてはP23参照方)



補足 3-5 : 基幹ロケットの安定的な運用 (H-IIAロケットの打上げ成功率とオンタイム率)

■ H-IIA/Bロケットの各年度打上げ数と通算成功率



■ 各国との打上げベンチマーク (2023年2月末時点)

各国ロケット	打上げ成功率	各国ロケット	オンタイム率※
H-IIA/B (日)	98.2% (54/55)	H-IIA/B (日)	86.0%(37/43)
デルタ4 (米)	97.7% (42/43)	デルタ4 (米)	45.7%(16/35)
アトラス5 (米)	99.0% (96/97)	アトラス5 (米)	64.4%(56/87)
ファルコン9 (米)	99.0% (203/205)	ファルコン9 (米)	70.7%(145/205)
アリアン5 (欧)	96.5% (111/115)	アリアン5 (欧)	70.4%(57/81)
プロトンM (露)	90.2% (101/112)		
ゼニット3 (露)	91.3% (42/46)		
長征3 (中)	95.2% (139/146)		

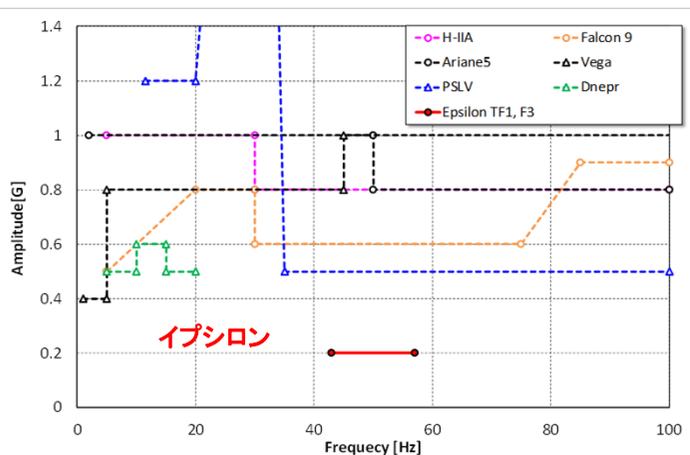
※：H-IIA民間移管後初の打上げとなる13号機（2007年9月14日打上げ）からの値。
天候等外部要因による延期を除く。

参考資料 1 : イプシロンロケット/イプシロンSロケットの優位性 (衛星搭載環境)

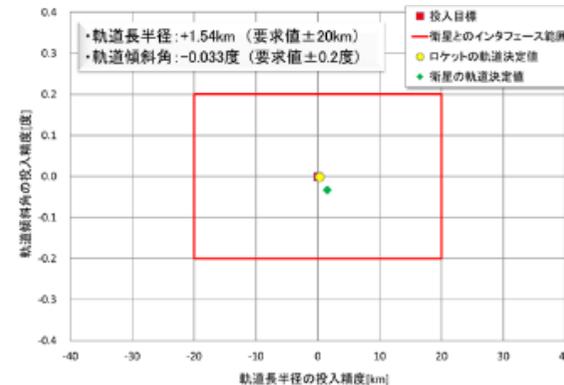
世界トップレベルの衛星搭載環境

イプシロンロケットでは、世界トップレベルの衛星搭載環境 (音響、振動、衝撃) や高い軌道投入精度を実現しており、市場競争優位性がある。

低振動(正弦波)

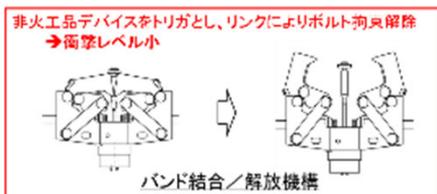


太陽同期軌道投入、高い軌道投入精度

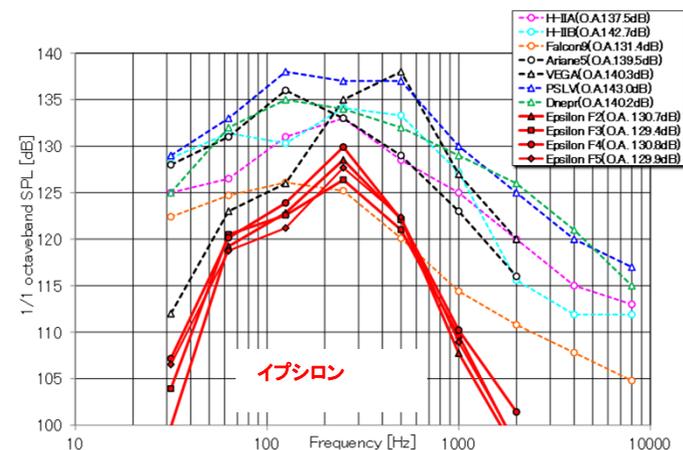


強化型イプシロンロケット
小型液体推進系 (PBS)

低衝撃(衛星分離)



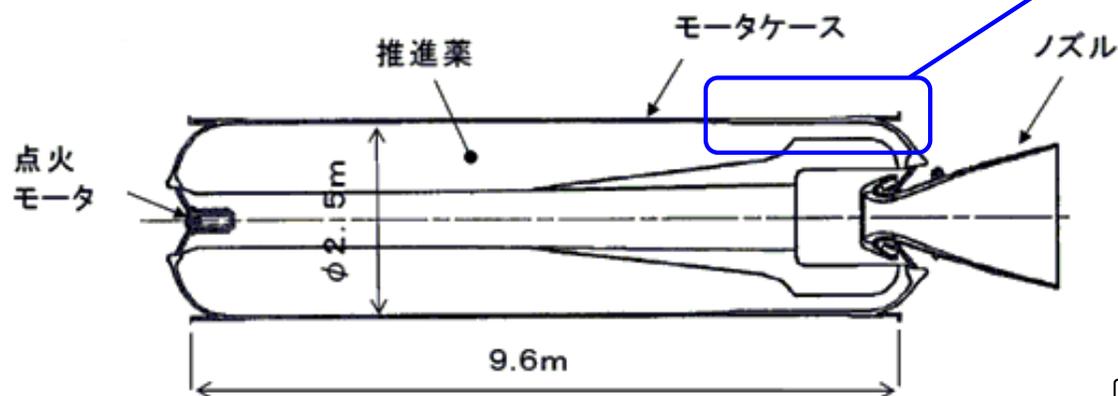
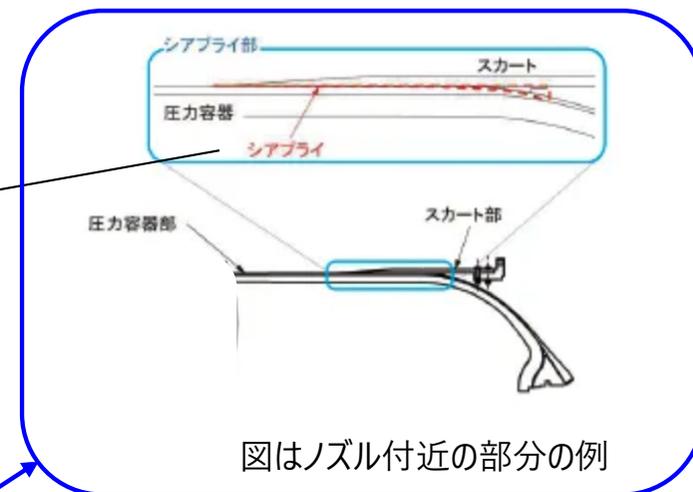
低音響



参考資料 2：H-IIAロケットの部品枯渇への対応（固体ロケットブースタの部品枯渇）

固体ロケットブースタ（SRB-A）

H-IIAロケットの固体ロケットブースタ（SRB-A）の推進薬を充填する圧力容器と、1段機体への推力伝達構造の一部であるスカート部とを接続するゴム製部品（シアプライゴム）等の材料が枯渇したが、追加試験を実施するなどの再開発によりH-IIAロケットの打上げ計画に影響を与えることなくSRB-Aに適用する目途が付いた。



注：2ページ目の「固体ロケットブースタ（SRB-A）の推進薬を充填する圧力容器と、1段機体への推力伝達構造の一部であるスカート部とを接続するゴム製部品」の図

財務及び人員に関する情報							
項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)	47,187,546	53,937,016	51,344,407	43,605,008	55,951,158		
決算額 (千円)	47,111,693	45,481,274	42,842,000	40,812,897	44,915,094		
経常費用 (千円)	—	—	—	—	—		
経常利益 (千円)	—	—	—	—	—		
行政コスト (千円) (※1)	—	—	—	—	—		
従事人員数 (人)	150	157	164	166	167		

(※1) 「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」の改訂(平成30年9月改定)に伴い、2018年度は「行政サービス実施コスト」、2019年度以降は「行政コスト」の金額を記載。

主な参考指標情報							
項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
H-IIA/Bロケット打上成功率 (通算)	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%		
イプシロンロケット打上成功率 (通算)	100%	100%	100%	100%	83.3%		

2022年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
<p>イプシロン6号機の打上げが失敗したことで、宇宙基本計画に定める我が国の衛星や探査機の打上げ計画に重大な影響を与えることになり、これを重く受け止めている。</p>	<p>イプシロン6号機の失敗に対する原因究明作業の中で得られた数多くの貴重な技術的知見をイプシロンSロケットの開発に反映し、速やかに再打上げを計画することにより、戦略的技術として重要な固体燃料ロケットの開発をステークホルダの要望に確実に応えられるよう進めて参りたい。</p>
<p>H3ロケット試験機初号機の打上げが失敗したことで、宇宙基本計画に定める我が国の衛星や探査機の打上げ計画に重大な影響を与えることになり、これを重く受け止めている。</p>	<p>H3ロケット試験機初号機の失敗に対する原因究明作業を実施中であるが、その作業の中で得られた数多くの貴重な技術的知見をH3ロケット試験機2号機の開発に反映し、速やかに再打上げを計画することにより、ステークホルダの要望に確実に応えられるよう開発を進めて参りたい。</p>

Ⅲ. 3. 10 衛星通信等の技術実証

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>Ⅲ. 3. 10</p> <p>これまでに技術試験衛星Ⅷ型（ETS-Ⅷ）、データ中継衛星(DRTS)、超高速インターネット衛星（WINDS）等の研究開発・運用を通じ、衛星通信に係る技術への高い信頼性を実績として示したことで、我が国の民間事業者による受注が拡大してきた。一方、商用市場で進みつつある静止通信衛星のハイスループット化への対応が課題となっている。</p> <p>また、DRTSにより衛星間通信技術を実証するに至ったが、今後のリモートセンシング衛星は高分解能化・大容量化に向かっており、防災・災害対策をはじめとするユーズから、高速宇宙通信インフラの構築が求められている。</p> <p>このような背景を念頭に、上記の取組を通じて得た技術知見、ユーズニーズの他、将来の情報通信技術等の動向も踏まえつつ、政府が進める衛星開発・実証プラットフォームとも連携して、小型技術刷新衛星等の開発実証機会の活用も考慮し、今後の衛星通信に関する研究開発を推進する。</p> <p>我が国の宇宙産業の振興の観点から、民間事業者が 2020 年代に世界の静止軌道における商業通信衛星市場での 1 割以上のシェアを獲得することに貢献するため、製造事業者のみならず衛星通信サービス事業者とも連携して、世界的な技術開発、ビジネス動向及び利用ニーズの把握に努め、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）をはじめとする官民関係者との適切な役割分担の下、電気推進技術、高排熱技術、静止 GPS 受信機技術等をはじめとする国際競争力を持った次世代の通信衛星バス技術の研究開発及び実証を行う。さらには、更なる国際競争力の強化や多様化する新たな宇宙利用ニーズへの対応に必要な基盤的衛星技術の獲得を目指し、次期技術試験衛星（10 号機）の技術テーマについて、最先端の技術（AI、IoT、光・量子・フレキシブル化、デジタル化等）の動向や我が国が強みを有する技術等を踏まえて産学官と連携して検討し、開発を進める。</p> <p>また、我が国の安全保障への貢献及び産業の振興への貢献を目指し、大容量のデータ伝送を実現するため、データ伝送の秘匿性向上も念頭に光衛星間通信技術の研究開発及び光データ中継衛星、先進光学衛星（ALOS-3）等による軌道上実証を行う。</p>	<p>Ⅰ. 1. 10.</p> <p>我が国の宇宙産業の振興及び安全保障への貢献を目的として、国際競争力を持つ次世代の通信衛星バス技術、光衛星間通信技術の実証に向け、通信衛星の開発を行う（開発中の衛星は宇宙基本計画工程表に則ったスケジュールで打ち上げる）。</p> <p>具体的には以下を実施する。</p>		

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>上述の取組の実現のため、以下の衛星等の研究開発・運用を行うとともに、これらを通じて明らかとなった課題を解決するための先進的な研究開発にJAXA全体で連携しつつ取り組む。</p>	<p>－</p>	<p>－</p>	<p>－</p>
<p>(研究開発・運用を行う衛星等) ・光データ中継衛星 今後のリモートセンシング衛星の高度化・高分解能化に対応するため、データ中継用衛星間通信機器の大幅な小型化・軽量化・通信大容量化を実現する光衛星間通信技術を用いた静止軌道衛星用ターミナルとしての光データ中継衛星を開発する。</p>	<p>● 光データ中継衛星の初期機能確認後に定常運用を継続しALOS-3に搭載した光衛星間通信機器との間の光衛星間通信も含む光データ中継ミッションの実証及び技術評価に向けた準備を進める。また、NICT 沖縄に設置した光地上局との校正運用も継続して行う。(平成27年度開発開始、令和2年度打上げ完了、令和12年度まで定常運用予定)</p>	<p>光データ中継衛星は正常に動作しており、NICT沖縄に設置した光地上局との校正運用および地上-衛星間における伝搬特性測定等、宇宙光通信の将来に寄与する知見を得るための実験を継続して実施した。また、ALOS-3打上げに向け、光データ中継ミッション実証。技術評価の準備作業を完了した。しかし、H3ロケットの打上げ失敗により、ALOS-3および搭載した光衛星間通信機器を喪失したため、今年度、光データ中継ミッションの実証は不可能となった。一方、ALOS-4に搭載した光衛星間通信機器を用いた同等の実証・技術評価は可能であり、それに向けた準備を進めている。</p>	
<p>・技術試験衛星9号機 国際競争力強化の観点から、大電力化技術、高排熱技術、全電化衛星技術、静止GPS受信機による自律軌道制御技術等の新規開発技術を取り入れた次世代静止通信衛星バスを開発する。</p>	<p>● 技術試験衛星9号機の詳細設計を進め、フライトモデルの製作・試験を行う。 (平成28年度開発開始、令和4年度詳細設計完了予定、令和5年度製作・試験完了予定) また、宇宙開発利用加速化戦略プログラムの受託事業として、衛星用の通信フルデジタル化技術開発を行う。(令和2年度開発開始) 具体的には、基本設計を完了し、合わせてフライトモデルの製作・試験を進める。</p>	<p><プロジェクト> 宇宙基本計画工程表の改訂に伴い、見直した開発計画に従って開発を進めている。 衛星システムの詳細設計を進め、フライトモデルの製作・試験等を実施した。衛星用の通信フルデジタル化技術については、詳細設計を進め、フライトモデルの製作・試験等を実施した。アクティブ熱制御技術についても詳細設計を進め、フライトモデルの製作を実施している。</p>	

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

<評価指標>

（成果指標）

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果

（マネジメント等指標）

○研究開発等の実施に係る事前検討の状況

○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況

（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

<モニタリング指標>

（成果指標）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）

○宇宙実証機会の提供の状況

（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）

○研究開発成果の社会還元・展開状況

（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：著名論文誌への掲載状況等）

（マネジメント等指標）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

（例：協定・共同研究件数等）

○人材育成のための制度整備・運用の状況

（例：学生受入数、人材交流の状況等）

○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）

○外部資金等の獲得・活用の状況

（例：外部資金の獲得金額・件数等）

特記事項

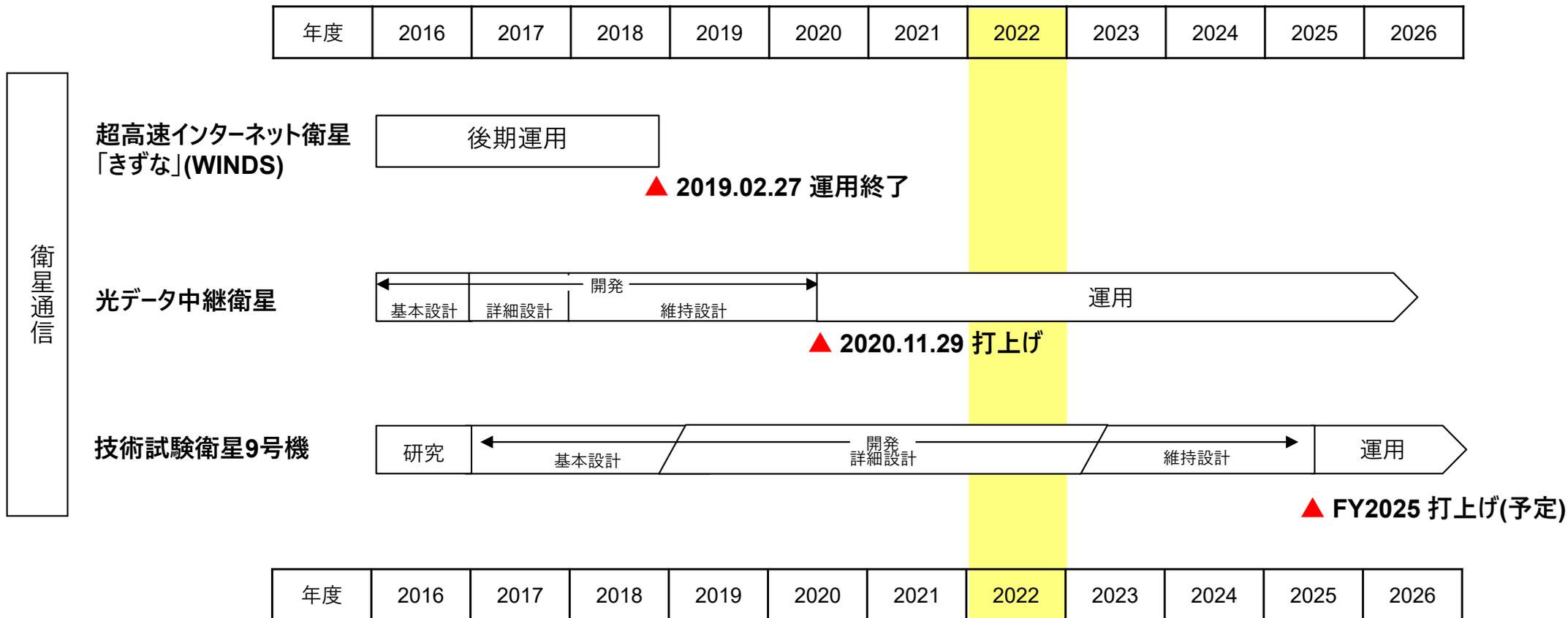
光データ中継衛星

1. 光衛星間通信については、JAXAが「きらり」(OICETS)でESAの静止衛星ARTEMISとの間で世界初の双方向光衛星間通信実験を成功させている(2005年)。これは光衛星間通信自体としても先行するESAのARTEMISとLEO衛星SPOT-4間の光衛星間通信成功(2001年)に次ぐ世界でも2番目の成果である。光データ中継衛星はこの成果を踏まえて、①通信回線の高速化(OICETS：最大50Mbps→光データ中継衛星：最大1.8Gbps)、②GEO-LEO各搭載機器と地上へのファイダリンク回線も含むトータルのデータ中継衛星システムの開発、③地球観測衛星からの観測データを実用レベルで伝送することに関する実証、を目指して技術開発・実証を行うものである。
2. 静止軌道衛星を用いた光データ中継衛星システムとしては、2014年に欧州の静止衛星Alphasatによる実証、その後サービス提供に至っている欧州のEDRSシステム（波長1.0μmのレーザ光を使用）がある。他方、今後の宇宙光通信の主流となると考えられている波長1.5μmのレーザ光を用いた光データ中継衛星システムおよびGEO-LEO間光衛星間通信実証としては、本「光データ中継衛星」と米国NASAのLCRD／ILLUMA-Tが、世界初の実証実現を競い合っている状況。GEO側のLCRDは2021年12月に打上げ済。LEO軌道側のILLUMA-T通信装置はISSに搭載される予定。（2023年12月打上げ予定）
3. 他方、光データ中継衛星のコア技術である光衛星間通信については、内外で実現に向けた活動が活発になっているLEOコンステレーションのキー技術であり世界中で官民両セクターで多くの開発計画があり、実現を目指している。しかし、より技術的難易度の低いLEO-LEO間通信であるにも関わらず軌道上での実証成功の報告は2件(独Tesat社製の光通信機器による実証(2008年)および米国DARPAのMandrake 2プログラムによる米社製通信機器によるもの(2022年))のみである。ALOS-4との光衛星間通信の実証を通して、光データ中継衛星における開発成果は我が国の光衛星間通信の分野における技術的アドバンテージに寄与できる。

技術試験衛星9号機

1. 通信衛星の市場動向について、「次期技術試験衛星に関する検討会報告書」(2016年5月)(事務局：総務省)において、「現在運用中の衛星の50%以上が通信衛星であり、世界の通信衛星市場は今後も安定した成長が見込まれている。更に、今後は高速大容量のHTS衛星が増加することが見込まれており、2016年～2024年の間には129機(約15機／年)のHTS衛星が打ち上げられる」という予測が立てられた。
その後、LEOコンステレーション衛星などによりGEO商用衛星の発注数は、2016年までは平均20～25機程度であったものの、2017年に7機という急激な受注数減少を経験して以来、2018年は8機、2019年は10機となり、低発注数傾向が継続している。
しかしながら、静止衛星に対しては、運用終了衛星の置き換え等による一定の需要は存在すると考えられ、世界の商用衛星の動向に詳しい調査会社の最新の調査では、2020年代半ばまで年間平均12機弱の発注が続くと予想している。
2. 一方、技術試験衛星9号機のプロジェクト開始時点においても、デジタル化の取組みは求められていたが、2019年頃から、通信ペイロード部をフルデジタル化することで、衛星打上げ後でも通信需要の変化に応じて、周波数帯域や送受信領域などの通信設定をより柔軟に変更可能とする衛星の受注が、欧米の衛星メーカーにより開始された。
産業競争力を強化し、通信衛星市場で一定のシェアを獲得するためには、通信ペイロード部をフルデジタル化することが喫緊の課題となり、2020年度に、通信装置のデジタル化技術をETS-9に搭載し、実証する計画変更を行った。

スケジュール



【評定理由・根拠】

我が国の宇宙産業振興及び安全保障への貢献を目的として、国際競争力を持つ次世代の通信衛星バス技術及び光衛星間通信技術の実証に向けた通信衛星の開発に取り組んだことで、ALOS-3搭載光衛星間通信機器の実験・実証を除き、年度計画で設定した業務を計画どおり実施した。なお、宇宙基本計画工程表の改訂を受けて見直した開発計画に合わせて業務を進めている。

1. 光データ中継衛星

光データ中継衛星の初期運用を完了し、定常運用を実施している。

ALOS-3 に搭載した光衛星間通信機器との間の光衛星間通信も含む光データ中継ミッションの実証及び技術評価については、ALOS-3打上げに向けた運用体制の整備・増強を行うとともにリハーサルを重ね運用の確実化を図った。H3打上げ失敗に伴い、ALOS-3に搭載した光衛星間通信機器も喪失し、ALOS-3と光データ中継衛星による光衛星間通信実験および光データ中継実証の機会は失われたが、ALOS-4に搭載した光衛星間通信機器により同等の実験・実証は可能であり、それに向けた準備作業に着手した。

ALOS-4との間で実施する光衛星間通信実験に向けて、NICTの光地上局に設置したJAXAの性能測定装置を用いて、光データ中継衛星に搭載した光衛星間通信機器の校正と技術評価を行っている。

また、この際、NICTと共同で地上-衛星間における伝搬特性測定などの宇宙光通信の将来に寄与する知見を得るための実験も行っている。同実験により、いくつか提唱されている大気擾乱モデルの中から最も大気擾乱影響を良く表現できるモデルを識別することが出来た。この知見は、大気擾乱影響回避のための手段（補償光学系など）の詳細な技術検討に寄与することとなる。また、研究者間で「大気擾乱シミュレータを開発できるのではないか」といった新しい切り口の議論が開始されるなど、同現象の科学的理解の深化に貢献している。 <補足 1. 参照>

2. 技術試験衛星9号機（ETS-9） <補足 2. 参照>

技術試験衛星9号機（ETS-9）については、全電化衛星技術、大電力化技術、高排熱技術、静止GPS受信機による自律軌道制御技術等の新規開発技術を取り入れた次世代静止通信衛星バスを実現することを目的として開発を進めており、2022年度は、衛星システムの詳細設計を進め、フライトモデルの製作・試験を実施した。さらに、搭載する各種ペイロードとの組立試験計画に係る調整等インテグレーションに必要な作業を進めた。地上システム（初期運用システム、定常運用システム）の整備についてもシステム仕様を定め、設計を進めた。

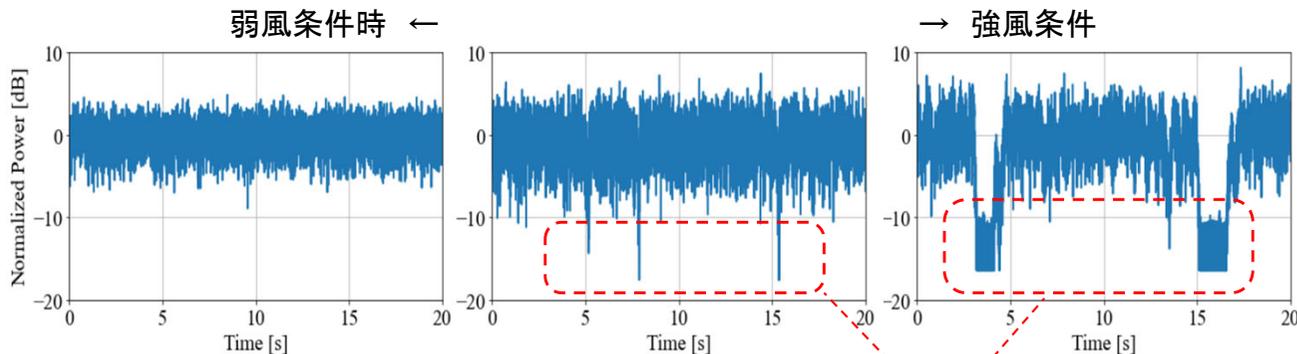
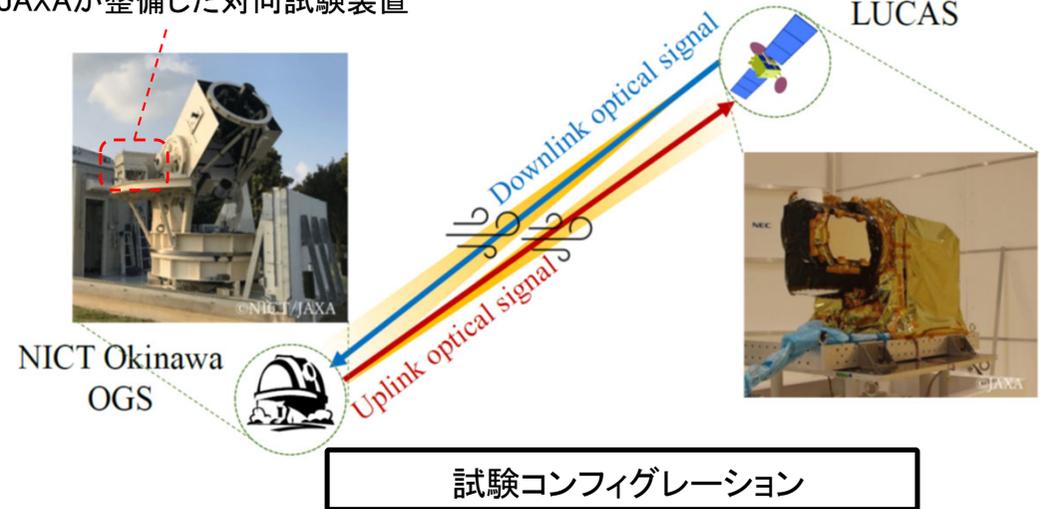
衛星用の通信フルデジタル化技術については詳細設計を進め、フライトモデルの製作・試験等を実施した。アクティブ熱制御技術についても詳細設計を進め、フライトモデルの製作を実施している。

評定理由・根拠（補足）

1. 光データ中継衛星運用／地上衛星間における伝搬特性測定

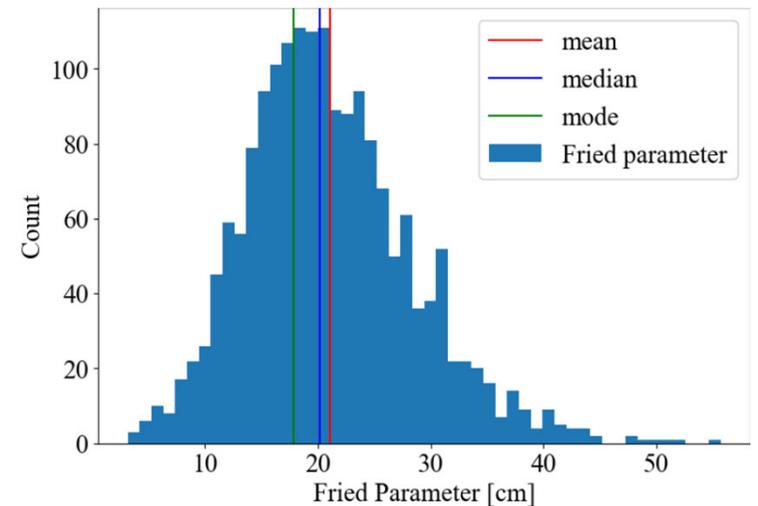
- 光データ中継衛星では電波によりフィードリンク回線を確認しているが、将来データ量が増大すると、ここも光に切り替える必要が生じる可能性がある。
これに向けた技術課題の一つは、大気擾乱の影響である。
- そこで、情報通信研究機構（NICT）と連携し、光データ中継衛星とNICT沖縄に設置されている光地上局との間で定期的に大気擾乱計測実験を実施し、その特性解明に向けたデータ取得及び評価を行っている。
- 本件に関連して、2022年度は、以下の学術成果を得ている。
 - 学会発表：国内学会2件、国際学会2件
 - 論文：国際誌1件（査読論文）

JAXAが整備した対向試験装置



大気擾乱影響により
受信レベルが低下

強風による伝搬特性の変化の観測
(受信レベルデータの例)



大気擾乱影響の解析例

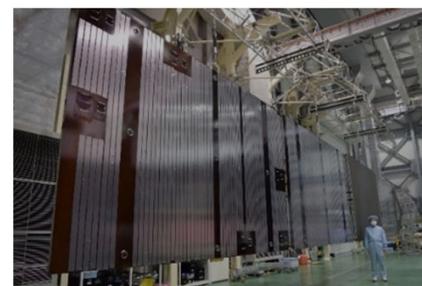
(Differential Image Motion Monitor法により
取得されたFried Parameterデータ)

評定理由・根拠 (補足)

2. 技術試験衛星9号機の開発概要

- 詳細設計を実施中。
- 新規開発が必要な衛星バス機器(電源機器、太陽電池パドル、排熱機器、展開boom式ジンバル等)については、フライトモデルの製作・試験を実施中。
- 搭載機器の詳細設計を完了させ、フライト品の製造を実施中。
- 主要な開発機器であるホールスラスタについては、フライトモデルの製作・試験を実施中。
- フルデジタル通信ペイロードの詳細設計を実施し、フライトモデルの製作・試験を実施中。アクティブ熱制御実証システムの詳細設計を実施し、フライトモデルの製作を実施中。

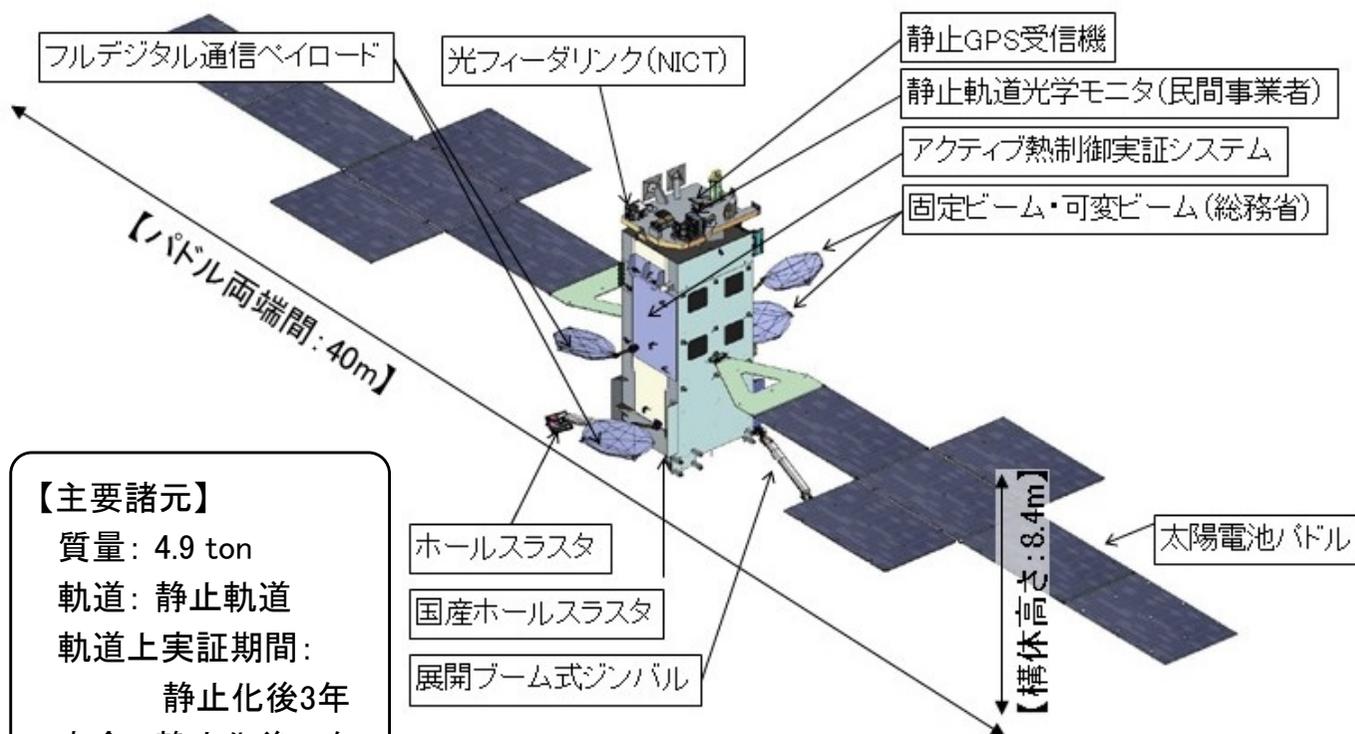
太陽電池パドル
構造モデル展開試験



噴射中の国産ホールスラスタ
(開発モデル)



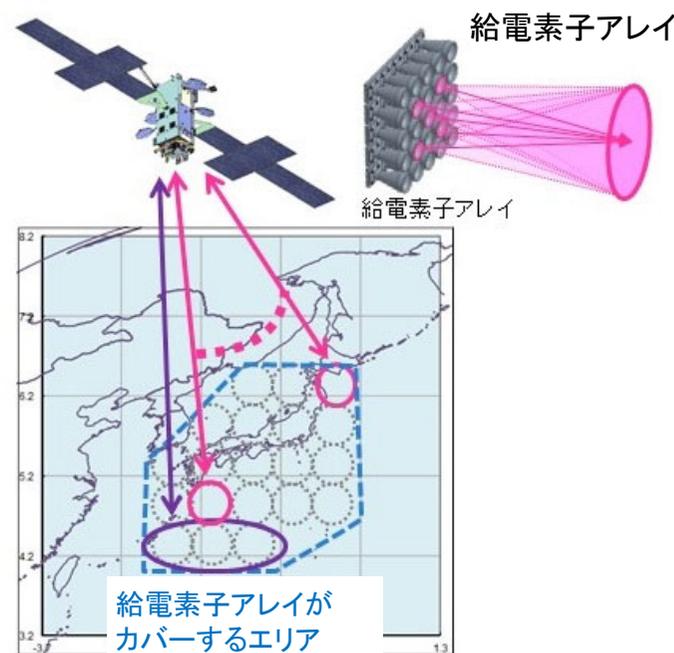
【技術試験衛星9号機の概要】



【主要諸元】

質量: 4.9 ton
 軌道: 静止軌道
 軌道上実証期間:
 静止化後3年
 寿命: 静止化後15年
 発生電力: 25 kW

【フルデジタル通信ペイロードの概要】



フルデジタル通信ペイロードにより、
 ・ビーム照射位置
 ・照射サイズ
 ・通信帯域幅
 が変更可能となる。

財務及び人員に関する情報

項目 \ 年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)	11,850,050	6,683,068	6,669,254	5,669,591	9,662,118		
決算額 (千円)	14,266,992	8,265,342	12,535,363	5,750,097	11,864,818		
経常費用 (千円)	—	—	—	—	—		
経常利益 (千円)	—	—	—	—	—		
行政コスト (千円) (※1)	—	—	—	—	—		
従事人員数 (人)	29	27	32	24	22		

(※1) 「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」の改訂(平成30年9月改定)に伴い、2018年度は「行政サービス実施コスト」、2019年度以降は「行政コスト」の金額を記載。

Ⅲ. 3. 11 人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術 (追跡運用技術、環境試験技術等)

2022年度 自己評価

A

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>Ⅲ. 3. 11 人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術（追跡運用技術、環境試験技術等）</p> <p>人工衛星等の安定的な運用や確実な開発に必要な基盤技術である追跡運用技術及び環境試験技術等について、次の取組を行う。</p> <p>（1）追跡運用技術等</p> <p>人工衛星の確実なミッション達成のため、追跡管制及びデータ取得のためのアンテナ等の施設・設備の維持・運用を実施する。また、設備維持・運用の効率化及び低コスト化を踏まえた追跡ネットワークシステムの整備を行う。さらに、ネットワーク機能におけるサービスの高性能化及び高付加価値化により宇宙探査等の将来ミッションを実現可能とするシステムの研究開発を行う。</p>	<p>3. 11. 人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術（追跡運用技術、環境試験技術等）</p> <p>人工衛星等の安定的な運用や確実な開発に必要な基盤技術である追跡運用技術及び環境試験技術等について、次の取組を行う。</p> <p>（1）追跡運用技術等</p> <p>人工衛星の確実なミッション達成のため、追跡管制及びデータ取得のためのアンテナ等の施設・設備の維持・運用を着実に実施する。また、美笹深宇宙探査用地上局の冗長系開発整備を実施する。</p>	<p>—</p> <p>追跡管制及びデータ取得のためのアンテナ等の維持・運用を年間を通じ着実にを行い、人工衛星等の運用を支えた。</p> <p>1) 美笹深宇宙探査用地上局で、NASAとの協定に基づくVLBI観測の国際協力を継続して実施し、国際基準座標系の精度向上に貢献した。</p> <p>2) 美笹深宇宙探査用地上局の冗長系開発整備は、冗長系開発整備プロジェクト（部門内プロジェクト）として実施した。</p> <p>現在稼働中の美笹深宇宙探査用地上局の信頼性及び運用性を向上させるため、設備装置の冗長系等の製造及び現地据付試験、運用計画系・基盤ネットワーク系の機能付加に係る開発及び現地据付試験を完了させた。また、美笹局を利用予定のJAXA将来探査機（MMX、DESTINY+、LUPEX）に対応するための試験調整及び海外探査機（NASA/Roman等）に対応した追加システムの基本設計を問題無く完了させた。整備は2023年度末に完了予定。</p>	<p>—</p> <p>NASA、ESAとの協働により国際基準座標系の精度向上に貢献した。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
	<p>さらに、設備維持・運用の効率化及び低コスト化を踏まえた次世代の追跡ネットワークシステム等の整備に着手する。本年度は次期軌道力学系システムの整備に着手し、概念設計を完了する。</p> <p>将来ミッションの実現に向けて、引き続き遅延・途絶耐性ネットワーク（DTN）システム等の研究開発を推進する。本年度は、DTNの国際標準策定活動の推進を引き続き主導するとともに、国際宇宙探査等の将来ミッションでの実用化に向けて、DTN技術の宇宙機への搭載化検討や民間企業との通信実験を推進する。</p>	<p>3) 精密軌道決定の技術開発では、軌道決定に必要なSLRつくば局の整備を完了し、2023年3月に開局した。ベンチマークとなるLAGEOS衛星(高度約5,850km)の測距において、6mmの測距精度(要求は20mm)を達成した。</p> <p>SLR反射器（通称：Mt.FUJI）をHTV-X1に搭載完了した。また、教育団体e-kagaku*と共同研究契約を締結し、中高大学生が開発する超小型衛星e-kagaku1に、新たにJAXAが設計したMt.FUJIの小型版であるmini-Mt.FUJIを搭載した。開発時の安全審査対応への助言等で教育面でも貢献した。</p> <p>Mt.FUJIシリーズの量産体制構築に向けて茨城県科学技術振興課を通じて製造能力・意欲のある県内中小企業を調査した。さらに、文部科学省寄付ポータルサイトやJAXA寄付金サイトを通じてMt.FUJIへの寄付金募集を開始し、製作費を確保しつつ認知度向上を図り、数十万円の寄付を集めた。</p> <p>(*) (一社) e-kagaku国際科学教育協会</p> <p>次期軌道力学系システムは計画とおり概念設計を完了した。</p> <p>4) DTN（遅延途絶耐性ネットワーク）の国際標準を策定するため、要素技術の試作評価を行い、先端的な技術獲得を推進しつつ、その成果を国際標準規格の策定活動へ提案・反映を継続して行った。さらに、主要宇宙機関で構成する宇宙データ諮問委員会(CCSDS)の作業グループの副議長として、当該技術に係る国際標準策定活動の推進を引き続き主導した。</p> <p>また、国際宇宙探査等の将来ミッションでの実用化に向けて、DTN技術の宇宙機への搭載化検討を推進し、当初の研究目標を達成した。月通信に対する適用検討は、「III.3.7国際宇宙探査」の一環として、今後更に具体化を図る。</p>	<p>小型、軽量、汎用的、安価な反射器を国内中小企業技術で実現。精密軌道決定、軌道上運動推定、デブリ把握に幅広く利用可能である。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>ミッション達成に貢献するため、JAXAが必要とする新設・既設の無線局の周波数を新規に又は継続して確保するべく、国際及び国内における規則策定検討への参画や他無線局との使用周波数の調整等を通じて宇宙航空利用分野への周波数帯の割り当てを維持・促進し、当該周波数帯での無線局の許認可を確実に取得する。</p>	<p>ミッション達成に貢献するため、各ミッションの計画に応じ事業担当部署等が必要とする新設・既設の無線局の周波数を新規に又は継続して確保するべく、国際及び国内における規則策定検討への参画や他無線局との使用周波数の調整等を通じて宇宙航空利用分野への周波数帯の割り当てを維持・促進し、当該周波数帯での無線局の許認可を確実に取得する。</p>	<p>5G等の地上用無線システム（IMT）に対する周波数需要の増加に伴い、宇宙用周波数との共用の必要性が大幅に高まっており、JAXAの既存のミッションに係る周波数の保護が非常に厳しい状況となっている中、主に以下の業務を重点的に推進した。</p> <ol style="list-style-type: none"> 地球観測衛星、月探査等のミッションに係る周波数保護・利用に向けた国際ルール策定への取組 <ul style="list-style-type: none"> 宇宙用周波数利用に影響し得る新たな国際ルール検討の本格化を踏まえ、JAXAミッションの周波数利用に干渉等の影響を与えない共用ルールが確実に策定されることを目的に、ミッション担当原局と連携しつつ、関係の国際会議に適切に対応した。 <ol style="list-style-type: none"> 地球観測衛星の周波数の保護 <ul style="list-style-type: none"> IMTとの周波数共用における地球観測衛星搭載センサの周波数保護のため、国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）における共用検討結果においてIMTがJAXAのセンサ（AMSR3等）に影響を与えないことを確認した他、ITU-Rにおけるセンサ諸元を定める勧告文書に1GHz帯能動センサ搭載地球観測衛星(ALOS-4)を反映する寄書を提出した。 月ミッションの周波数調整の環境整備 <ul style="list-style-type: none"> 宇宙機関間の周波数調整会合（SFCG）において、月領域における各種通信の用途毎に利用可能な周波数帯を定める新暫定勧告の策定に寄与した他、月領域における測位信号として2GHz帯を利用した場合の干渉検討に関する寄書を提出するなど、JAXA月ミッションの周波数調整のための環境整備に努めた。 各ミッションに係る周波数調整及び無線局免許取得 <ul style="list-style-type: none"> 各ミッションの打上スケジュールを踏まえ、周波数調整（ALOS-4、DELIGHT、GOSAT-GW、DESTINY+、MMX、ETS-9等）及び無線局免許申請・取得（EQUULEUS、ALOS-3、SLIM、XRISM、HTV-X等）を着実に進めた。 また、各ミッションについて、他の宇宙機関（NASA/ESA等）ミッションからの周波数検討依頼や、総務省からの他の無線局との干渉検討依頼にも適切に対応した。 JAXAの周波数管理実施体制の強化 <ul style="list-style-type: none"> 周波数管理業務の複雑化・高度化に適切に対応するため、JAXA内における短期間でのスペシャリスト養成が困難な中で、長年の課題であった周波数管理室の職員の増員（無線技術や国際経験等を兼ね備えた高い専門性を有する人材の採用）を実現するとともに、組織全体としてのポテンシャルを底上げする観点から、電波利用に関連する国際ルールや国内法令等の専門知識に関するミッション担当原局の周波数担当者の理解度向上のための研修を開始するなど、周波数管理実施体制の強化を図った。 	<p>地球観測衛星、月探査等のミッションに係る周波数保護・利用に向けた国際ルール策定に取組んだ他、各ミッションに係る周波数調整及び無線局免許取得を計画に基づき着実に実施することを通じ、周波数管理の観点からミッション達成に貢献した。</p>

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
<p>(2) 環境試験技術</p> <p>確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試験を着実に遂行するとともに、環境試験技術の向上を目指した研究開発等を行う。具体的には、老朽化対策を含む確実かつ効率的な環境試験設備の維持・運用を行うとともに、振動や熱真空の試験条件緩和及び試験効率化に関する技術開発に取り組む。さらに、他産業との交流により、培った環境試験技術と設備の利用拡大を進める。</p>	<p>(2) 環境試験技術</p> <p>確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試験を着実に遂行するとともに、環境試験技術の向上を目指した研究開発等を行う。具体的には、老朽化対策を含む確実かつ効率的な環境試験設備の維持・運用を行うとともに、振動や熱真空の試験条件緩和及び試験効率化に関する技術開発に取り組む。本年度は、PPP（Public Private Partnership）的手法を用いた民間事業者主体による設備維持・運用及び利用拡大事業を推進する。</p>	<p>下記のとおり、環境試験設備の適切な維持・運用、利用拡大及び老朽化対策、並びに試験技術研究を着実に遂行した。</p> <p>1) 試験設備の維持・運用に関しては、2020年度開始の民間事業者主体による事業運営を継続し、計画的な保守点検を実施しつつ、昨年度から引き続きX線分光撮像衛星(XRISM)のシステム試験を実施する等、JAXAプロジェクト試験を要求どおり実施した。 また、民間事業者主体で試験設備の利用拡大事業を推進し、JAXA外部利用者からの依頼による外部試験を要求どおり実施した。</p> <p>2) 試験設備の老朽化対策として、計画に従った更新を継続的に行い、試験設備の安定運用を図った。2022年度は13mφスペースチャンバの冷却装置の更新を完了するとともに、音響試験設備の音響変換系機器等の更新に着手した。 また、設置後50年に迫る熱真空試験設備について、次世代ミッション向け再構築の検討を進め、潜在ユーザーへのヒアリング結果を踏まえた次世代スペースチャンバに対する要求を整理した。</p> <p>3) 試験技術研究に関しては、環境試験及び関連解析技術の向上（試験条件適正化、試験効率化）に取り組み、各種研究成果を創出した。特筆すべき成果として、宇宙機搭載機器の疲労損傷度の算出手法を改良し、音響試験に係る試験標準文書の改訂（累積疲労管理要求の見直し）を行った。</p>	<p>試験設備の利用促進によりNew Spaceを含めた民間企業による宇宙開発全体を底上げし、日本の宇宙産業の活性化に貢献している。</p>

主な評価軸（評価の視点）、指標等

【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。

<評価指標>

（成果指標）

○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果

（マネジメント等指標）

○研究開発等の実施に係る事前検討の状況

○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況

（例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

<モニタリング指標>

（成果指標）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）

○宇宙実証機会の提供の状況

（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）

○研究開発成果の社会還元・展開状況

（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等）

○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果

（例：著名論文誌への掲載状況等）

（マネジメント等指標）

○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況

（例：協定・共同研究件数等）

○人材育成のための制度整備・運用の状況

（例：学生受入数、人材交流の状況等）

○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）

○外部資金等の獲得・活用の状況

（例：外部資金の獲得金額・件数等）

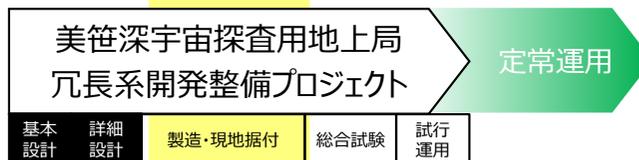
スケジュール

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1. 追跡運用技術等

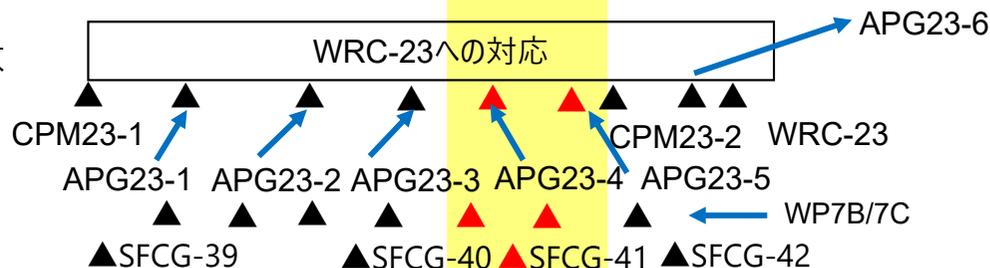
人工衛星等の開発・運用を支える 追跡運用設備・環境試験設備 の 維持・運用

※NASA, ESA, CNESと
相互運用 (Cross Support) の協定を締結



DTNの国際標準化への貢献/DTNシステムの利用拡大の取り組み

宇宙航空利用分野への周波数帯の割り当ての維持・促進



WRC-23: 2023世界無線通信会議
 CPM: ITU-RにおけるWRC-23の準備会合
 APG: アジア・太平洋電気通信共同体におけるWRC-23の準備会合
 WP7B/7C: ITU-Rにおける宇宙無線通信作業部会/センサ作業部会
 SFCG: 宇宙機関間の周波数調整会合

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

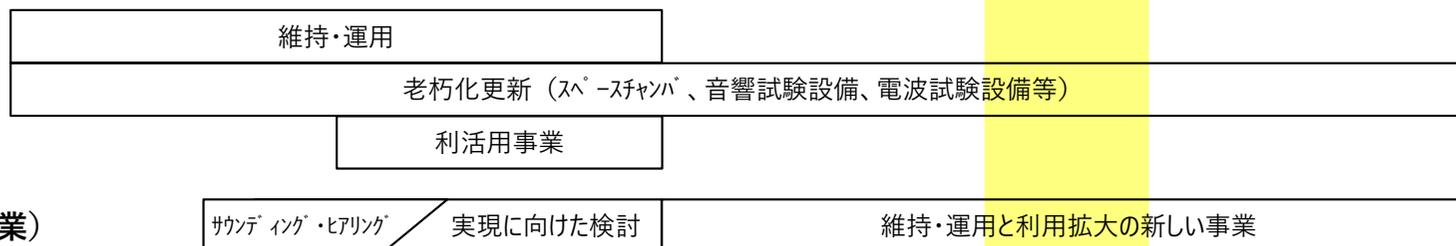
スケジュール

年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

2. 環境試験技術

< 設備運用効率化と利用拡大への取り組み >

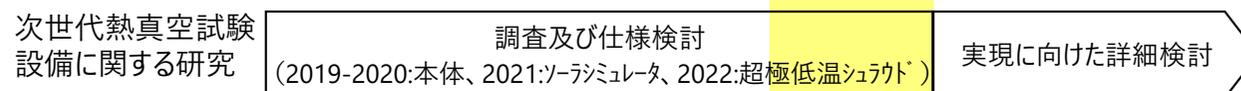
1) 環境試験設備の維持・運用 及び利用拡大



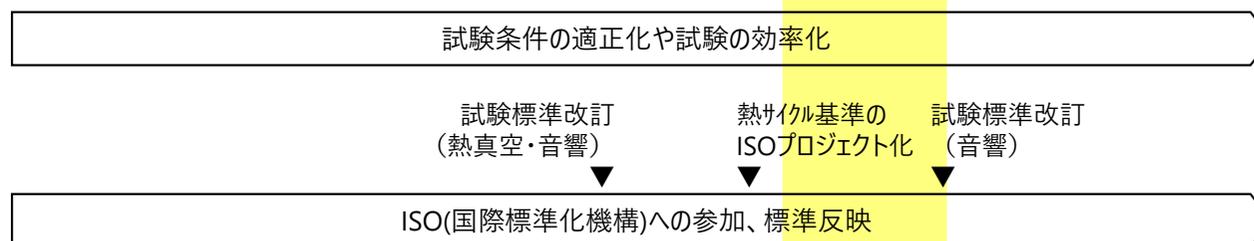
(PPP的手法による新しい事業)

< 環境試験技術の研究開発への取り組み >

2) 試験技術の向上



3) 試験条件の適正化や試験の効率化



年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Ⅲ. 3. 1 1 人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術 (追跡運用技術、環境試験技術等)

2022年度 自己評価

A

【評定理由・根拠】

中長期計画で定められた確実なミッション達成に貢献するため、人工衛星等の開発・運用を支える基盤として施設・設備を着実に維持・運用するとともに、技術の向上を目指した研究開発や技術と設備の利用拡大に取り組んだ。その結果、年度計画で設定した業務について計画以上の成果を出すことができ、顕著な成果を創出できたと評価する。なお、主な業務実績・成果は、以下のとおり（補足、参考情報を参照）。

1. 追跡運用技術等

1) 深宇宙探査用地上局（美笹54m局）を用いた国際貢献

運用を開始した美笹深宇宙探査用地上局で、NASAとの協定に基づくVLBI観測などの国際協力を実施し、国際基準座標系の精度向上に貢献した。これにより、NASA、ESAとの国際基準座標系に対する協力体制を安定化させた。（補足1）

2) 美笹深宇宙探査用地上局冗長系開発整備プロジェクト（部門内プロジェクト）

冗長系開発整備は、信頼性及び運用性を向上させるため、設備装置の冗長系等の製造及び現地据付試験、運用計画系・基盤ネットワーク系の機能付加に係る開発及び現地据付試験を完了させた。また、美笹局を利用予定のJAXA将来探査機（MMX、DESTINY+、LUPEX）に対応するための試験調整及び海外探査機（NASA/Roman等）に対応した追加システムの基本設計を問題無く完了させた。整備は2023年度末に完了予定。（補足2,3）

3) レーザ測距による高精度軌道決定技術

研究のインフラである衛星レーザ測距設備（SLR; Satellite Laser Ranging）は、**2022年10月に設置を完了、2023年3月に開局した。ベンチマークとなるNASAのLAGEOS衛星(高度約5,850km)の測距において6mmの測距精度(要求は20mm)を達成した。**（補足4,5）

汎用的かつ安価で小型のSLR反射器（通称：Mt.FUJI）を**小型衛星用にさらに小型化させたmini-Mt.FUJIは、中高大学生が開発した超小型衛星に2式搭載され、開発や今後予定される軌道上実証を通じて教育的側面でも貢献している。**また、昨年度開発を完了したMt.FUJIはHTV-X1への搭載を完了した。（補足6）

4) DTN（Delay/Disruption Tolerant Networking：遅延・途絶耐性ネットワーク）の研究開発

DTN（Delay/Disruption Tolerant Networking）技術で、現状ソフトウェアプログラムで3Gbpsを実現しているものを一部FPGA上のデジタル回路へ置き換える試作を行い世界的にも最高水準となる最大5Gbps超の隣接ノード間高速通信を達成し、将来の実用化に向けた目途を得た。なお、月通信に対する適用検討は、「Ⅲ.3.7国際宇宙探査」の一環として、今後更に具体化を図ることとした。

5) 地球観測衛星、月探査等のミッションに係る周波数保護・利用に向けた国際ルール策定への取組

地球観測衛星、月探査等のミッションに係る周波数保護・利用に向けた国際ルール策定に取り組んだ他、各ミッションに係る周波数調整及び無線局免許取得を計画に基づき着実に実施した。

また、周波数管理業務の複雑化・高度化に適切に対応するため、周波数管理室の職員の増員を実現するとともに、ミッション担当原局の周波数担当者のための研修を開始するなど、周波数管理実施体制の強化を図った。

こうした取組を通じ、周波数管理の観点からミッション達成に貢献した。（補足7）

【評定理由・根拠】（続き）

2. 環境試験技術

環境試験設備の維持・運用及び利用拡大において、民間事業者主体による事業運営を継続し、JAXAプロジェクト試験および外部試験を要求どおり実施した。また、試験設備の老朽化対策として、計画に従った更新を継続的に行うとともに、設置後50年に迫る熱真空試験設備の次世代ミッション向け再構築の検討を計画的に進めた。

試験技術研究においては、環境試験技術の向上を目指し、宇宙機開発における試験条件の適正化や試験の効率化を進めた。宇宙機搭載機器の疲労損傷度を適正に算出する新たな手法を開発し、機器単体ランダム振動試験の疲労度に比べてシステム搭載後の音響試験の疲労度は極めて小さいことを示した。これにより、過剰な設計要求となっていたシステム搭載後の累積疲労管理要求の撤廃を試験標準文書に反映した。これは宇宙機開発を効率化する顕著な成果であると評価する。

（1）設備運用効率化と利用拡大への取り組み <補足8参照>

- ①試験設備の維持・運用に関しては、2020年度開始の民間事業者主体による事業運営を継続し、計画的な保守点検を実施しつつ、昨年度から引き続きX線分光撮像衛星(XRISM)のシステム試験を実施する等、JAXAプロジェクト試験を要求どおり実施した。また、JAXAプロジェクトに対して、試験技術面からの協力を行った。
- ②民間事業者主体の運営により利用拡大事業を推進し、New Spaceを含めたJAXA外部利用者からの依頼による外部試験を要求どおり実施した。
- ③試験設備の老朽化対策として、計画に従った更新を継続的に行い、試験設備の安定運用を図った。

（2）環境試験技術の研究開発への取り組み

①筑波宇宙センターで保有する3つのスペースチャンバはいずれも老朽化が進んでおり、そのうち1つはまもなく設置後50年を迎えるため、長期視点で設備の再構築を検討する必要がある。次世代ミッションに対応した熱真空試験設備へと進化させるべく、**潜在的な設備ユーザーにヒアリングを行い、具備すべき要素を具体化した。**その中で、今年度は宇宙科学ミッションで要望のある超極低温シュラウドの実現性を検討し、課題点を抽出した。さらに、ヒアリング結果を踏まえ、次世代スペースチャンバに対する要求を整理した。

②宇宙機搭載機器の累積疲労管理について、試験による疲労損傷度を適正に算出する新たな手法を開発したうえ、JAXA標準要求に基づき**機器レベルの検証を終えた機器はシステム搭載後の音響試験で疲労破壊する可能性が極めて低いことを宇宙機開発で得られた試験データから定量的に示した。**これにより宇宙機システム搭載後の**累積疲労管理要求を基本的に不要とする（要求撤廃）提案をまとめ、**外部の有識者も含めたJAXA設計標準委員会における審議を経て、**JAXA宇宙機一般試験標準へ反映（改訂）**した。<補足9参照>

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

評定理由・根拠 (補足1)

補足1：深宇宙探査用地上局（美笹54m局）を用いた国際貢献 ～X帯/Ka帯によるNASA、ESAとのVLBI観測体制の確立

概要・背景

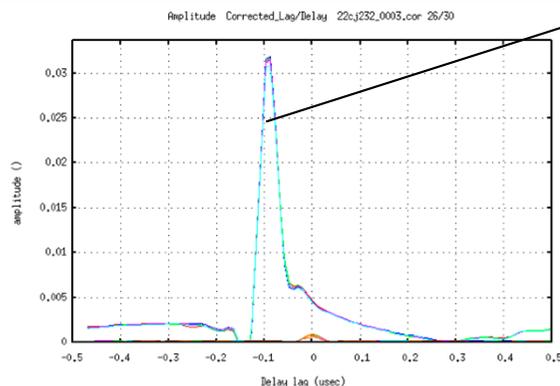
- 深宇宙探査機の高精度軌道決定を安定的に継続していくためには局位置を3cm以下で管理する必要があり、そのため、クエーサー（準恒星状天体）を用いたVLBI(Very Long Baseline Interferometry; 超長基線電波干渉法) 観測を継続的に実施している。これまで、JAXAでは国土地理院の協力を得てS帯/X帯によるVLBI観測を定期的に行い、臼田局の局位置の維持を行ってきた。
- X帯/Ka帯を装備し、かつ、地理的にも良い場所にある美笹局の整備により、NASA/JPLやESAとの協力体制を確立し、世界初のX帯/Ka帯による24時間VLBI共同観測を2021年10月に成功した。

アウトプット

- 2022年度はNASA、ESA、JAXAでの共同観測を増加させ、680個のターゲットに対して11万回の観測データを取得した。美笹局が観測に加わったことにより計測精度の改善が確認されており、今後、更なる精度向上が見込まれている。

期待されるアウトカム

- この観測体制確立により、以下の成果を通じて、**現在運用中ならびに将来計画される世界中の全ての深宇宙探査機の位置決定及び航法精度向上が期待される。**
- ✓ 天空上に分布するクエーサーや惑星（観測対象は680個）位置、国際天文基準座標系(ICRF)の精度向上、次世代ICRFの策定への貢献
- ✓ 世界のX帯/Ka帯VLBI観測網に美笹局が加わることによる局位置、国際地球基準座標系(ITRF)の精度向上に寄与



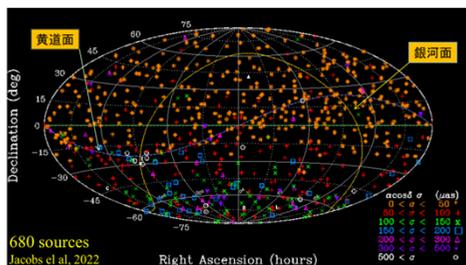
2022/8に美笹局とNASAゴールドストーン34m局で同時観測した時の干渉縞※1

※1 VLBIによる観測で、複数の観測局から得た観測データを相関処理した際、処理後のデータが強め合ってピークを示すことをフリンジ（干渉縞）という。フリンジが検出できたことは、観測とその相関処理が成功した証拠となる。

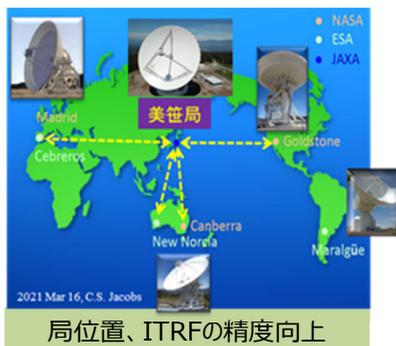
観測方式	赤経	赤緯
S帯/X帯（従来）	56 μ s※2	78 μ s
X帯Ka帯（今回）	46μs	65μs

観測が開始されたばかりであるが、従来の観測方式に比較して計測精度の改善が確認された。（値が小さいほど良い）

※2 as : arcsecondの略で秒角、角度の単位を示す。1asは1/3600度



天空上に分布するクエーサーや惑星位置、ICRFの精度向上



局位置、ITRFの精度向上

現在運用中ならびに将来計画される世界中の全ての深宇宙探査機の位置決定及び航法精度が向上

ICRF : International Celestial Reference Frame
ITRF : International Terrestrial Reference Frame

補足2：美笹深宇宙探査用地上局冗長系開発整備プロジェクト（部門内プロジェクト）

プロジェクトスコープ

我が国の深宇宙探査ミッションを確実に支えるため、美笹深宇宙探査用地上局（54m局）の冗長系等の開発整備を行う。また、外部機関等も意識した運用性向上を図ることにより、我が国の深宇宙探査用地上局が海外ミッションからの支援要請にも応え、その波及効果として科学成果の獲得やJAXAの国際的プレゼンス向上を図る。

ミッション目標

- 段階的整備としてGREATで対応できなかった範囲を整備し、美笹局の信頼性を向上させる。
- 海外ミッション支援に適合する地上局とするとともに、その運用性（効率や利便性）を向上させる。

アウトプット目標①

- 美笹局の信頼性向上に必要な冗長系/予備系/待機系を整備する。
- 商用電源遮断時のバックアップ電源を確保する。
- BepiColombo/MPO、SLS（EQUULEUS）、MMX及びDESTINY+への対応を図る。

アウトプット目標②

- 海外機関とのCross-Support-Agreementを踏まえつつ、運用計画やデータインタフェースにCCSDS勧告を適用するとともに、これに基づくサービス提供を可能とする。
- ネットワーク運用を追跡ネットワーク技術センターが一元的に管理・運営できる仕組みを構築する。
- 運用衛星追加時の設定作業は局運用管理者にて実施可能とする。

2022年度のアウトプット

2021年度に実施した詳細設計を受け、2022年度は製造及び現地据付工事並びに単体試験を計画どおり完了し、2023年度の総合試験・試行運用、2024年度からの定常運用に向けて順調に開発を進めた。今年度実施結果の詳細は次ページに示す。

将来期待されるアウトカム

海外ミッションからの支援要請に応え、その波及効果として科学成果を獲得する、またはそのミッションを遂行する上で不可欠な局として位置付けられる。

【アウトカム目標を実現する仕組み】

アウトプット目標①及び②による（白田局を含み、以前は積極的な海外支援による波及効果を目指した②の仕組みが存在しなかった。今後は枠組みとして、海外機関と締結するCross-support agreementを積極的に活用する。）

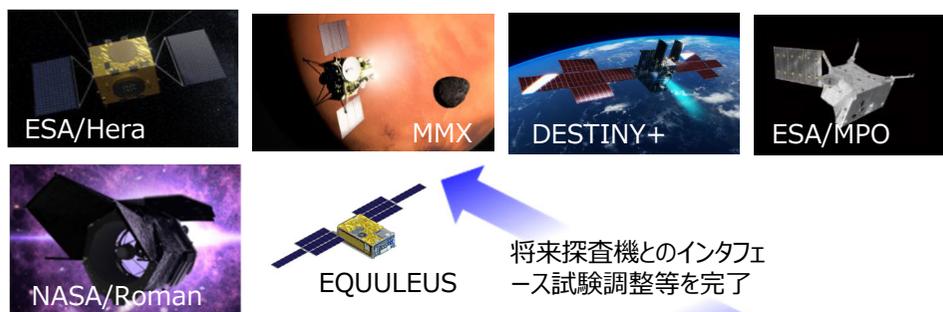
評定理由・根拠 (補足3)

補足3：美笹深宇宙探査用地上局冗長系開発整備プロジェクト (部門内プロジェクト)

アウトプット (今年度の整備実施結果)

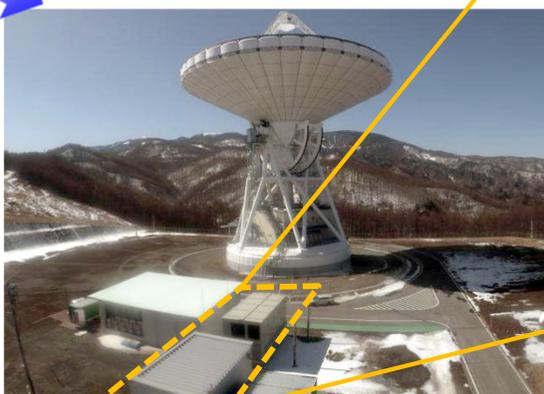
- プロジェクト発足 (2021年6月1日) 後、2021年10月に基本設計、2022年3月に詳細設計を完了後、製造に着手し、2023年3月に製造及び現地据付工事並びに単体試験を計画どおり完了した。
- 主要開発項目であるX帯低雑音受信増幅装置の極低温 (-269℃) 下での導波管切替スイッチの動作及び信頼性評価を実施後、既存装置に改造を施し、現地据付工事及び単体試験を完了させた。
- その他、将来探査機とのインタフェース試験調整を完了した。また、バックアップ電源については、脱炭素対策としてNAS※電池設備や風力発電設備を採用し、整備を完了させた。

※大規模の電力貯蔵用に使われる二次電池。負極にナトリウム(Na)を、正極に硫黄(S)を使用することからNASと呼ばれる。大容量、高エネルギー密度、長寿命を特長とし、鉛蓄電池の約3分の1のコンパクトサイズで、長期にわたって安定した電力供給が可能。電力負荷平準によるピークカット、再生可能エネルギー (太陽光発電、風力発電) の安定化に役立ち、節電対策やエネルギーコスト削減及び環境負荷低減に寄与する。



	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024
マイルストーン	▲プロジェクト発足(2021/6) ▲PDR ▲CDR ▲美笹局定常運用開始(2021/4)			△開発完了 △定常運用移行 ▲プロジェクト終了
冗長系開発整備	基本設計	詳細設計	製造・現地据付	総合試験 試行運用

全体整備スケジュールと進捗



美笹深宇宙探査用地上局



バックアップ電源 (蓄電池設備) の設置が完了

マルチレンズ風車型風力発電設備の設置を完了

補足4：レーザ測距による高精度軌道決定の技術

研究開発の背景・目的

【レーザ測距（SLR：Satellite Laser Raising）とは】

人工衛星に取り付けられたSLR反射器（リフレクター）に向けて地上のSLR局からレーザを照射し、反射して返ってきた光を再び検知するまでの時間を計測することで、SLR局と人工衛星との距離を高精度（mmオーダー）に測定する技術。

【背景】

高精度軌道決定技術は測位衛星や地球観測衛星の能力・性能を向上させる重要な要素であるため、1986年の測地実験衛星「あじさい(AJISAI)」打上げ後、2004年に種子島における衛星レーザ測距局（種子島SLR局）設置・観測をするなどして、継続的に研究に取り組んできた。近年、測位衛星においては、これを保有する日本、米、欧、露、印、中国が、精度向上についてしのぎを削っている。また、地球観測衛星で、特に干渉SAR衛星では、小さな変異を検出する事が期待されており、必然的に高精度な軌道決定が必須技術となっている。JAXAは迅速に、センチメートル精度で衛星の軌道を決める技術を保有、高めていく必要がある。

【目的】

- ① 老朽化した種子島SLR局に代わり新たに筑波局の整備を行い、AJISAI衛星運用(測地学貢献)、準天頂衛星測距(内閣府が軌道校正している)、ALOS-4、ETS-9の精密軌道決定を実施する。
- ② SLRはセンチメートル精度で測距できる強力な手段だが、SLR反射器搭載衛星が少ない。低軌道は宇宙ゴミが密集しており、正確な軌道把握が急務となっている。そこで、汎用小型SLR反射器を開発し衛星開発者に利用してもらうことで、SLRによる精密軌道結果が一般的に取得できるようにする。

アウトプット

- ① SLR局整備について、**2022年10月に筑波宇宙センター内への設置を完了し、2023年3月に開局した。インテグレーション試験において要求仕様を上回る性能を示している。**
- ② AJISAI衛星以来35年ぶりのSLR反射器となる、汎用的で、軽量・小型・安価なリフレクタであるMt.FUJIIの開発を完成した。設計、試験、安全審査等は、すべてJAXA職員が実施し、物づくりができる技術者を養成した。また、デブリとなった物体の角速度を直接計測可能であることをシミュレーションした。

プロジェクトとの連携

- ① 次年度以降の打上げで実施予定。
- ② HTV-X1に搭載し技術実証を行う。実機への搭載を完了。JAXA活動に触発されたDLRが小型反射器の開発に着手した。JAXAに追随して、小型汎用SLR反射器開発がトレンドとなる可能性がある。

期待されるアウトカム

- ① 測位衛星の軌道精度向上による地上での測地精度向上に貢献。（ESAは、Galileoで研究を開始した。性能が類似しており、地球上で補間的な関係にあるJAXA局の参加が期待されている。）
- ② 衛星搭載GNSS受信機の校正や、精密軌道決定にSLRが有効。また、挑戦的課題としてスペースデブリ観測も原理的には可能となった。
- ③ デブリとなった物体の軌道を、TLE(軌道情報)に比べ格段に正確に把握できる。（TLEの誤差1km→SLRでは3～4桁向上しcm級）。更に、大きな誤差が課題となっている再突入予測についても、再突入地点の予測がより正確になることが期待できる。

補足5：高精度軌道決定の技術 衛星レーザ測距設備(SLR局)の整備

アウトプット (今年度の整備実施結果)

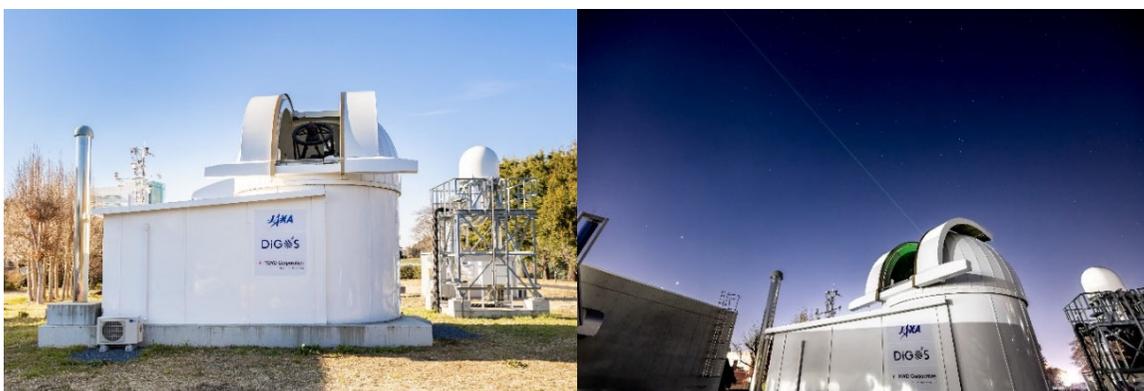
●つくばSLR局の特徴

- ・80cm望遠鏡にレーザ発信部、受光部を取り付けた小型でシンプルな局。静止軌道までの衛星測距が可能。
- ・レーザ、タイミング機器、光学機器の要求仕様は、JAXA職員が事前にモックアップを製作し、SLR技術を蓄積したうえで策定した。システムの隅々まで熟知した運用が可能。
- ・測距性能は、ベンチマークとなるLAGEOS衛星(高度約5850km)測距で、期待以上の精度である6mmを達成(要求仕様20mm以下)
- ・精密軌道決定やGNSS受信機の校正が可能。
- ・空間伝播減衰が小さい赤外波長測距が可能なので、分解能はやや劣るが反射器を持たないスペースデブリ測距への応用可能性がある。

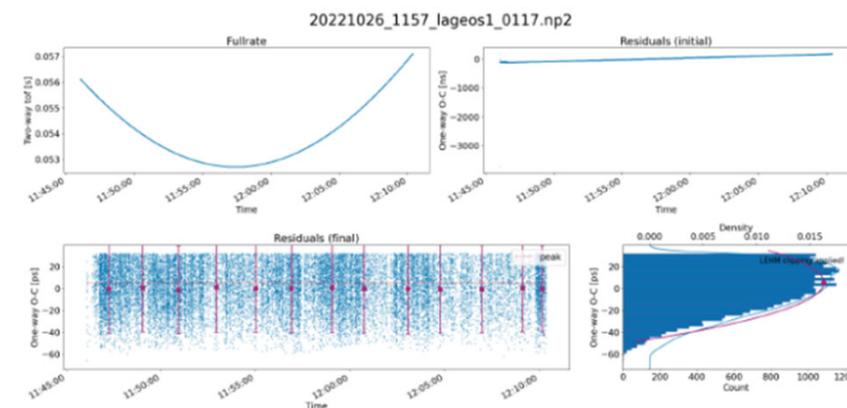
●つくばSLR局 整備進捗

- ・新型コロナウイルスの影響でスケジュールに約2年間の遅れが生じたが、2023年3月末に整備完了、開局した。
- ・一橋大学 (ILRS解析センターの一つ) に観測データの品質評価を依頼し、レンジバイアスが良好である結果を得た。
- ・ILRS*のデータサーバに観測データのアップロードを開始し、ILRS観測網に参加するための品質評価を実施中。

* ILRS : International Laser Ranging Service (国際レーザ測距事業)



つくばSLR局の外観



測距性能(軌道高度)	要求値	試験結果
LAGEOS (5850km)	< 20 mm	6.04 mm
COMPASS-I5 (37790km)	< 100 mm	16.97 mm

補足6：高精度軌道決定の技術 SLR反射器（通称 Mt.FUJI）の開発

アウトプット（今年度の実施結果）

○低軌道に特化した汎用的、安価な小型のSLR反射器の開発を完了

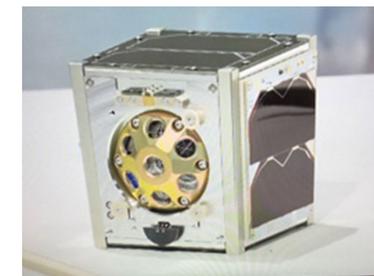
→精密軌道決定、軌道上運動推定、デブリ把握に幅広く利用可能。さらに、搭載希望会社へ販売可能。

課題：混雑化する宇宙環境において軌道把握の重要性が高まっている。SLR反射器を搭載していれば運用中はもちろん、デブリとなった後も物体の軌道把握、姿勢運動推定が可能となる。しかし、従来のSLR反射器は海外メーカーの特注品のため、高価、大きい、重いというデメリットもあり、SLR反射器を搭載する宇宙機は少ない状況となっている。

解決策：混雑化が予想される低軌道用に特化した、汎用的で、軽量・小型・安価なリフレクタであるMt.FUJIを開発した。

JAXA職員による設計、製造、各種試験を実施。mini Mt.FUJIも設計し小型衛星向け反射器もそろえた。

成果：今後打上げられるHTV-X1への搭載を完了。打上げ後に軌道上技術実証を行う。小型の宇宙機に特化した「mini Mt.FUJI」を超小型衛星e-kagaku1へ搭載した。e-kagaku(*)は中高大生が主体となり小型衛星を開発中。その中でJAXA設計のmini Mt.FUJIを製造・試験を実施。2024年度中のISS放出を目指している。JAXAはHTV-Xを通じたNASA安全審査の経験を踏まえ適宜助言を実施（教育活動に貢献）。継続してロケット上段や将来衛星への搭載を働きかけており、すでに1機の将来衛星が搭載を予定している。熱、振動、衝撃試験の結果は搭載希望宇宙機に提示可能。



e-kagaku1衛星

	Mt.FUJI	mini-Mt.FUJI	だいち1号搭載品
外観			
サイズ	直径11.5cm	直径6.2cm	直径20cm
質量	260 g	55 g	約 2kg
製造	日本で完結	日本で完結	米国へ発注
特徴	高度800km以下の宇宙機が対象	高度500km以下の小型宇宙機が対象	だいち1号軌道高度に最適化
価格	100万円	100万円	左の30倍を超える

補足1：JAXA設計標準「JMR-003 スペースデブリ発生防止標準」において「軌道上視認性向上努力」が盛り込まれた。再突入予測にもMt.FUJI搭載の効果が期待されている。

補足2：SLR反射器の重要性・有用性が広く認知されるまでの今後数年間は、Mt.FUJIシリーズはJAXAで製造する。認知度の向上及び製造費を集めることを目的に、文部科学省寄付ポータルサイトやJAXA寄付金サイトに掲載し、寄付を募っている。すでに数十万円の寄付がある。平行して、茨城県科学技術振興課を通じ製造能力・意欲のある県内中小企業によるMt.FUJI量産化の道筋をたてた。



「宇宙機にレーザー反射器（Mt.FUJI）をとりつけて追跡しやすくしよう」という取り組み名で寄付を募集中

注：(*) e-kagaku：（一社）e-kagaku国際科学教育協会

小型、軽量、汎用的、安価な反射器を国内中小企業技術で実現

JAXAの衛星・探査機と追跡ネットワーク

以下に示す衛星・探査機の確実なミッション達成のため、17基の国内外のアンテナを用いて追跡管制運用を行った。

主な運用対象（予定含む）

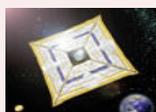
惑星探査



BepiColombo (MMO:みお)



PLANET-C (あかつき)



IKAROS



はやぶさ2



SLIM 【開発中】



MMX 【開発中】

天文観測



SPRINT-A (ひさき)



SOLAR-B (ひので)



ASTRO-E2 (すざく)



ERG (あらせ)



XRISM 【開発中】

通信・測位・技術試験・実証



EGS (あじさい)



革新実証衛星



技術試験衛星9号機【開発中】

地球観測



ALOS-2 (だいち2号)



GCOM-W1 (しずく)



GOSAT (いぶき)



GCOM-C (しきさい)



INDEX (れいめい)



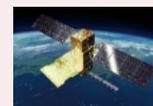
GEOTAIL



GOSAT-2 (いぶき2号)



EarthCARE 【開発中】

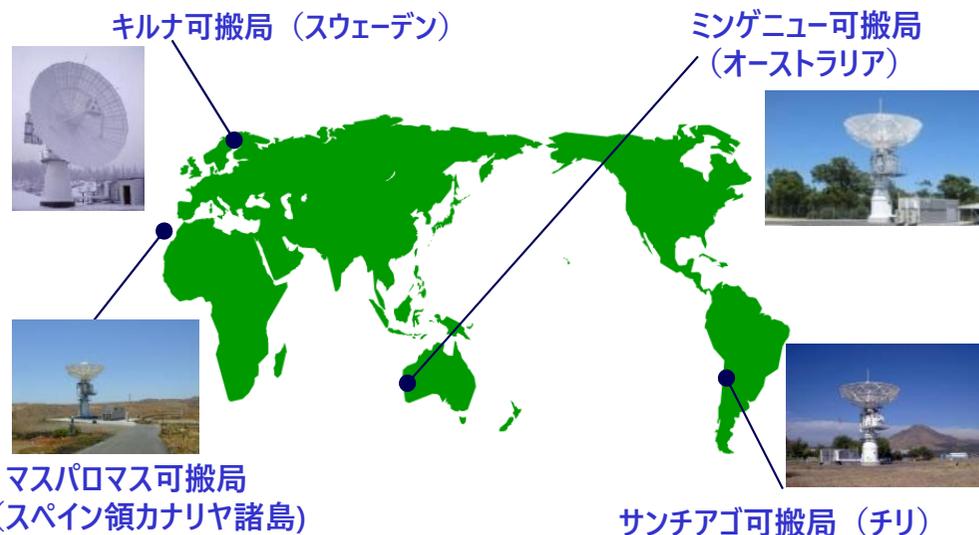


ALOS-4 【開発中】



GOSAT-GW 【開発中】

追跡地上局



評定理由・根拠（補足8）

補足8：PPP的手法を用いた民間事業者主体による環境試験設備の維持・運用・利用拡大事業

背景：本事業を導入した目的・狙い

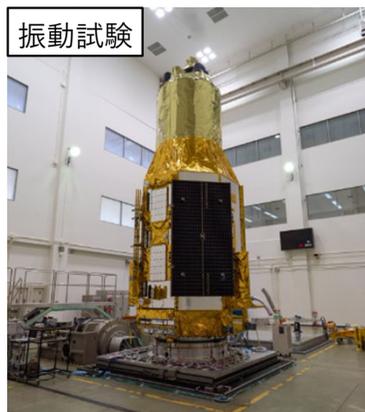
- ・基盤費執行の有効性向上に向けて、環境試験設備の効率的な維持と人的リソースの研究開発業務等への重点配分が課題となっていた。
- ・そこで、設備の維持・運用を効率化するため、民間の活力を活用した新しい事業形態を検討し、2020年度より導入した。
 - 民間事業者のインセンティブによる設備維持・運用の効率化を狙い、契約形態を仕様要求による請負契約から性能要求による契約に変更
 - 外部からの試験を受託する等の新規事業を行えるよう、民間事業者に設備及び建屋の利用権を付与

アウトプット

- ・試験設備の維持・運用に係るJAXAの人的リソースを削減しつつ、事業者が主体となり、**以前と同等の品質で維持・運用ができており、効率化を図れている**。特に、高圧ガス製造設備（各スペースシャトル、音響試験設備、大型振動試験設備）の高圧ガス保安組織をJAXAから事業者に移管した効果は大きい。JAXAは試験技術の研究開発や設備の更新・改修にマンパワーをより投入できている。
- ・事業者が外部からの利用者をJAXAを介さずに直接受け入れる体制がユーザー側にも十分定着し、**外部試験の受入れが効率化される**とともに、以前にも増して**試験設備の空きスケジュールが有効活用されている**。
- ・設備の外部利用は全体として拡大傾向である。本来的に宇宙用の環境試験設備であり、宇宙分野のユーザーが主でリピートユーザーの割合が高い。航空分野の利用は旋回腕型加速度試験設備、宇宙航空ではない他分野は特定設備（振動試験設備、電波試験設備）に利用が集中する傾向である。

アウトカム

- ・試験設備の利用促進によりNew Spaceを含めた**民間企業による宇宙開発全体を底上げし、日本の宇宙産業の活性化に貢献**している。



X線分光撮像衛星(XRISM)の環境試験の様子



外部試験の件数*（年度平均）*小型衛星試験棟を除く

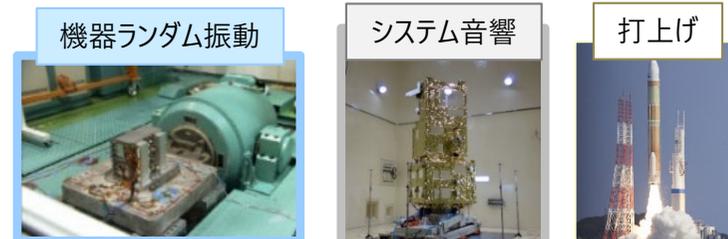
評定理由・根拠 (補足9)

補足9：宇宙機システム搭載後の累積疲労管理要求の撤廃

背景

- 宇宙機の搭載機器は、単体でランダム振動試験を実施し、システム搭載後に音響試験を実施する。**宇宙機一般試験標準では、試験で蓄積する疲労によって打上げ時に疲労破壊させないために、各試験の疲労度を計算し実績を超えないよう管理することを要求している**（累積疲労管理要求という）。
- 宇宙機一般試験標準で定める累積疲労管理要求は、過度に安全側(※)であり機器開発の制約になっていることから、開発現場から要求の見直しが求められていた。
- 上記を受けて累積疲労管理要求の見直し可否に係る研究開発に取り組み、**FY2020には要求の一部緩和（打上げ分の疲労度は管理不要）を実現。FY2022は更に検討を深め、開発現場の要望に本質的に応える成果を得た（システム搭載後の累積疲労管理要求の撤廃）。**

※単体ランダム振動試験の負荷は、システム搭載後の音響試験及び打上げに比べて一般的に遥かに厳しくなるが、双方の疲労度は同等と見做す。これにより開発試験時には過剰に厳しい疲労度の実証が求められる。



$$\text{累積疲労損傷率}\lambda = \frac{D_{\text{機器ランダム}} + D_{\text{システム音響}} + D_{\text{打上げ}}}{D_{\text{機器ランダムQT}}} \leq 0.5$$

D: 疲労度

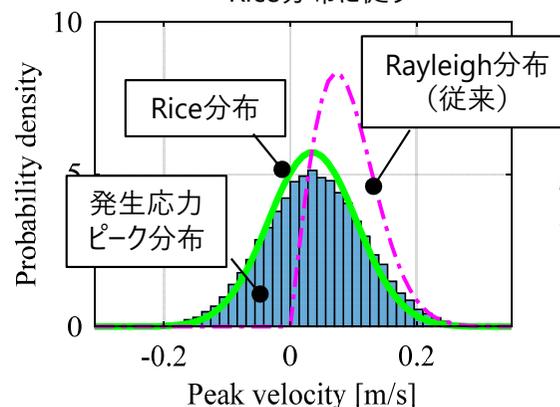
→ 今年度 緩和 (システム音響) / FY2020 緩和 (打上げ)

→ 宇宙機システム搭載後の疲労度は管理不要に。

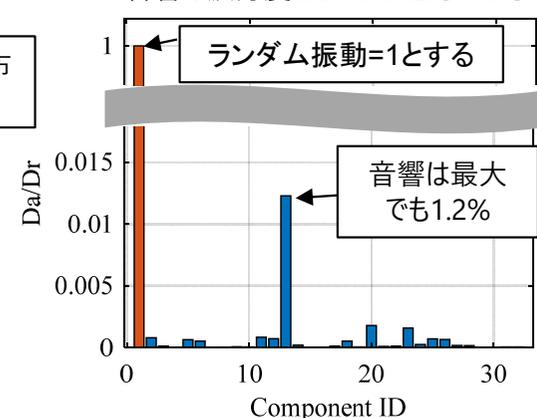
得られたアウトプット

- ランダム振動試験と音響試験の発生応力ピークがRice分布に従うことに着目した**新たな疲労度の計算方法を開発**。これにより単体ランダム振動とシステム搭載後の音響試験の疲労度をそれぞれ適切に計算できるようになった。
→ 査読付き論文を投稿し受理された。（「Rice分布を適用した広帯域ランダム加振時における宇宙機機器の疲労損傷度の適正化に関する検討」日本機械学会論文集Vol.88 No.916 pp.22-00222）
- 本成果を応用し、**「単体ランダム振動試験を合格し検証を終えた機器は、システム搭載後の音響試験で疲労破壊する可能性が極めて低いこと」を実機試験データを用いて定量的に示した。**
- これにより**宇宙機システム搭載後の累積疲労管理要求を基本的に不要とする（要求撤廃）提案**をまとめ、外部の有識者も含めたJAXA設計標準委員会における審議を経て、**JAXA宇宙機一般試験標準へ反映（改訂）**した。

ランダム振動試験及び音響試験における宇宙機搭載機器の発生応力ピーク
→ Rice分布に従う



単体ランダム振動(Dr)の疲労度に対するシステム音響(Da)の疲労度
→ 音響の疲労度はランダムに比べ小さい



期待されるアウトカム

- 宇宙機システム搭載後の累積疲労管理要求を撤廃したことにより、**過度な疲労強度設計が解消され、宇宙機の開発効率化**及び品質向上への貢献が期待される。

財務及び人員に関する情報								
項目	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)		4,341,607	5,889,869	4,213,084	7,072,125	5,691,093		
決算額 (千円)		4,470,199	4,637,989	4,916,177	5,947,447	6,234,935		
経常費用 (千円)		—	—	—	—	—		
経常利益 (千円)		—	—	—	—	—		
行政コスト (千円) (※1)		—	—	—	—	—		
従事人員数 (人)		63	74	61	64	65		

(※1) 「独立行政法人会計基準」及び「独立行政法人会計基準注解」の改訂(平成30年9月改定)に伴い、2018年度は「行政サービス実施コスト」、2019年度以降は「行政コスト」の金額を記載。

主な参考指標情報								
項目	年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
研究開発成果の 社会還元・展開状況	知的財産権 出願・権利化 ライセンス供与件数	8件	9件	3件	4件 特許出願2件 知財利用許諾2件	1件 権利化1件		
	外部からの受託件数、 施設・設備の供与件数	44件	50件	47件	79件	49件		