参考国研15-5

# 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
# 2021 年度 業務実績等報告書

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

# 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 2021 年度 業務実績等報告書　目次


［総括］

1．国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の
　2021 年度業務実績と自己評価について

2．2021 年度における業務実績評価の実施概要

3．第 4 期中期目標期間における業務実績に係る自己評価結果一覧

4．凡例

5．JAXA 評価項目の相関関係

［項目別評定］

Ⅲ．宇宙航空政策の目標達成に向けた具体的取組

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

3．1　準天頂衛星システム等

3．2　海洋状況把握・早期警戒機能等

3．3　宇宙状況把握

3．4　宇宙システム全体の機能保証強化

3．5　衛星リモートセンシング

3．6　宇宙科学・探査

3．7　国際宇宙探査

3．8　ISS を含む地球低軌道活動

3．9　宇宙輸送システム

3．１０　衛星通信等の技術実証

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）

4．宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組

4．1　民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組・

4．2　新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペース・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む）

5．航空科学技術

6．宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組

6．1　国際協力・海外展開の推進及び調査分析

6．2　国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献

6．3　プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性

6．4　情報システムの活用と情報セキュリティの確保

6．5　施設及び設備に関する事項

7．情報収集衛星に係る政府からの受託

Ⅳ．業務運営の改善・効率化に関する事項

Ⅴ．財務内容の改善に関する事項

Ⅵ．その他業務運営に関する重要事項

1．内部統制

2．人事に関する事項

3．中長期目標期間を超える債務負担

4．積立金の使途

2020 年度業務実績評価において指摘された課題と改善内容

# 1．国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の 2021 年度業務実績と自己評価について

2022 年 6 月

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構

国民の皆様へ

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、第 4 期中長期目標期間の 4 年目となる 2021 年度においても、依然として新型コロナウィルスの感染拡大が続く中、感染対策を引き続き徹底しつつ、多くの重要なミッションを達成しました。地球低軌道においては、野口・星出両宇宙飛行士が国際宇宙ステーション（ISS）での長期滞在ミッションを完遂しました。特に、星出飛行士は日本人で二人目となる ISS 船長（コマンダー）としての搭乗となりました。こうした実績は ISS 計画の国際パートナーとしての日本に対する国際的信頼をさらに高め、米国が主導するアルテミス計画や月周回有人拠点「ゲートウェイ」における日本のプレゼンスの維持・向上に着実に生かされています。2021 年度は日本人宇宙飛行士の活動の場が月近傍や月面上に拡がることを想定し、13 年振りに日本人宇宙飛行士の募集を行い、これまでで最も多い応募者となりました。深宇宙に目を向けると、小惑星探査機「はやぶさ 2」が持ち帰った小惑星「リュウグウ」のサンプル（石や砂）の初期解析が行われ、世界で初めて、最も始原的な太陽系物質標本を我が国が手に入れたことが確認されました。日本の自立的な宇宙活動を支える宇宙輸送分野においては、現在の基幹ロケットである H-ⅡA 及びイプシロンの打上げに全て成功し、政府衛星及び商業衛星等の打上げに貢献するとともに、世界トップ水準の信頼性をさらに高めました。新型ロケット H3 の開発については、第 1 段エンジンの技術的課題の克服に向けて関係者一丸となって取り組みました。

我が国の宇宙航空開発利用を技術で支える中核的実施機関として、各種プロジェクトをはじめとする研究開発とこれを支える業務のあらゆる面で役職員一丸となって挑戦し続けた結果、2021 年度は、中長期目標に掲げられた取組方針ごとに、主に次のような成果を得ることができました。

(１)多様な国益への貢献

①宇宙安全保障の確保

国の安全保障関係機関との連携をさらに強化し、スペースデブリの観測・衝突回避及び除去技術の研究開発、人工衛星による船舶検出など海洋状況把握に係る研究開発、大容量のデータ伝送を実現する光衛星間通信技術の研究開発、政府が行う宇宙システム全体の機能保証に係る検討への技術支援、政府からの情報収集衛星及び宇宙状況把握衛星に係る受託事業等を安全保障関係機関のニーズに応えて実施しました。

我が国の自立的な宇宙輸送能力の継続的確保及び向上を図るため、基幹ロケット（H-ⅡA 及びイプシロン）について世界最高レベルの能力・品質の維持・向上に努め、特に H-ⅡA 及び H-ⅡB の打上げ成功率 98.1%・オンタイム率 85.7%は、世界トップ水準を維持しました。また、イプシロン S ロケットについては、事業者の役割・責任範囲を拡大し、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を進めました。また、H-ⅡA 及び H-ⅡB ロケットの後継機として国際競争力の強化を目指す H3 ロケットについて

は、当初 2021 年度に試験機初号機の打上げを目指しておりましたが、第 1 段エンジン（LE-9）の技術的課題に対応するため、解析や試験の高度化を図り検証を実施したところ、新たな技術的課題を発見し、この事象の原因究明と対応策を具体化し、LE-9 エンジンに万全の対策を施すため 2021 年度の試験機初号機の打上げを見合わせることにしました。打上げ時期の変更は 2 度目になり、計画通りに打上げを実施できないことを大変重く受け止めております。この変更は、H3 ロケット試験機初号機の確実な打上げのためには必要な措置と考えており、関係者一丸となって残りの開発を進めて参ります。

② 災害対策・国土強靭化や地球規模課題の解決への貢献

年々激甚化する様相を呈する自然災害への対応や気候変動などの地球規模課題の解決等に向けて、関係府省やユーザ機関等と連携し、リモートセンシング衛星の研究・開発と運用成果の社会実装化に取り組みました。

衛星データについては、国の防災・災害対策、インフラの維持管理、地球温暖化のモニタリング等の幅広い分野で有効性を示し、その利用の拡大・浸透・定着の事例を増やすことができました。2021 年度は 2014 年に打ち上げられた陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」（ALOS-2）が、7 年間の運用期間を通じて、公共の安全の確保、国土保全・管理、地球規模の環境問題の解決等に国の内外において幅広く貢献し、プロジェクトの幕を閉じました（なお、先進レーダ衛星「だいち 4 号」（ALOS-4）の打ち上げ等も見据え、引き続き運用は継続中）。気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）が観測したクロロフィル濃度のデータは北海道赤潮被害情報提供サイトに採用されるなど、衛星データの新たな利用を創出しました。また、福徳岡ノ場噴火及び軽石漂流に対し、GCOM-C 衛星から得られる変色水のデータと ALOS-2 による新島形成及びその推移を観測し、関係機関に提供したことで、海上災害に対する衛星情報の有効性を示し、我が国の洋上、沿岸の被害対策、安全確保に貢献しました。

世界の国々が地球温暖化に取り組む中、 国際的な気候変動対策に科学的根拠を与える意味で最も重要と位置付けられる「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書（AR6/WG1）報告書」において、JAXA の地球観測衛星データのプレゼンスが国際的に広く示されました。

③ 宇宙科学・探査による新たな知の創造

宇宙科学研究については、重点的に取り組むべき学術的課題を明らかにし、これを解決するための長期的・戦略的なシナリオを策定し、国内外の研究機関等との連携のもと、世界的に優れた研究成果の創出を目指しています。

2021 年度は、小惑星探査機「はやぶさ 2」が回収した小惑星「リュウグウ」のサンプル（石や砂）について、非破壊的手法による初期分析を行いました。これにより、世界で初めて、多量な水と有機物を含む最も始原的な太陽系物質標本を我が国が手に入れたことを確認し、太陽系の進化の解明に向けた人類史において、貴重な情報となることが期待されています。

さらに、回収したサンプルがリュウグウを代表する粒子であることが示された論文、「火星衛星探査計画」（MMX）の科学意義を示した論文、金星探査機「あかつき」による金星雲頂の夜間の大気の流れを世界で初めて解明した論文、木星高層大気の太陽光以外の熱源を世界で初めて解明した論文が国際的に権威のある学術論文誌に掲載され、JAXA は宇宙科学分野において世界トップクラスの成果を創出しました。

米国は、火星有人探査を見据えた月近傍及び月面上における持続的な探査活動の実現に向けたアルテミス計画を主導しています。この計画に対し、日本は、ISS の国際パートナーとして長年築き上げてきた国際的プレゼンスの維持・向上や我が国の権益と技術の確保等を目指しています。具体的には、日本人初月面着陸の実現に向けて、NASA との間でアルテミス計画における日本の貢献案具体化の検討・調整を進める中、2020 年代後半以降の持続的な月探

査のキー要素となる有人与圧ローバシステムについて、JAXA の貢献する主要部分の開発要求を NASA と合意し、その実現性の目途を得るとともに、その運用に必要となる測位・通信システムのアーキテクチャ検討を開始しました。また、月周回有人拠点「ゲートウェイ」の居住棟開発や月極域における水資源利用の可能性を調査する「月極域探査機」（LUPEX）の開発に本格的に着手しました。

冒頭述べたとおり、野口、星出両宇宙飛行士は 2 期連続、合わせて約 1 年間 ISS に長期滞在しました。野口宇宙飛行士は、探査等に不可欠な科学的・技術的成果の創出や船外活動での ISS のアップグレード作業を実施し、星出飛行士は日本人 2 人目の船長を務め、日本人最長となる約 5 ヵ月間船長を務めるなど、ISS の安定運用や地球低軌道の持続的発展に貢献しました。

④宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現

地球低軌道の民間利用を促進することを目的として、ISS 日本実験棟「きぼう」を軸として量と質の拡大に向けたプラットフォーム化の取組を進めています。従来の超小型衛星放出事業等に加えて、民間の事業展開に向けた取組を行い、宇宙放送局等のエンターテイメントを含む新たな地球低軌道の利用機会や、民間による事業創出を目指し次世代ハイビジョンカメラによる映像取得機会を創出し、非宇宙産業を含む利用拡大を展開しました。2021 年度は、「きぼう」での民間企業との相乗効果による利用拡大に向け、高品質タンパク質結晶化実験サービスの事業化や民間共同開発による船外曝露実験装置の打上げ等新たな施策に挑戦し、前年度比 5 割増しとなる過去最多の軌道上有償利用を実現しました。

また、民間による新たな発想の宇宙利用事業の創出を支援する取組として共創型研究開発プログラム「宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）」を引き続き進めており、2021 年度は「きぼう」における双方向ライブ配信事業について、（株）バスキュールの KIBO 宇宙放送局が人気アニメ『ONE PIECE』とのコラボ放送や年越しライブを放送し、JAXA との共創フェーズを経て民間事業として定着しました。

さらに、J-SPARC 発法人を代表機関とするコンソーシアムが農林水産省の研究開発事業（5 年間）に着手し、暮らし・ヘルスケア分野では 200 社以上が参画した活動を展開しました。

（２）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

新たな事業領域の開拓や世界をリードする技術革新により、我が国の宇宙活動の自立的・持続的発展と関連産業の国際競争力強化に貢献すべく、以下の研究開発に取り組みました。

昨今の新興企業も含めた宇宙市場の拡大・競争の激化、政府・民間におけるコンステレーションニーズの拡大、ならびに産業のデジタル化といった衛星事業を取り巻く急速な環境変化を踏まえ、軌道上実証機会のタイムリーな提供による衛星産業の国際競争力の獲得・強化、宇宙事業へのデジタル技術活用の観点でシステム開発プロセスのデジタル化や衛星のソフトウェア化を目指した研究課題に重点を置き、先を行く地上技術も取り入れながら研究開発を推進しました。軌道上実証機会のタイムリーな提供としては、2015 年度にスタートした「革新的衛星技術実証プログラム」として、2021 年度に革新的衛星技術実証 2 号機を打ち上げ、新たなプレーヤーも含めタイムリーな軌道上実証機会の提供を実現しました。部品・コンポーネントの実証を行う小型実証衛星 2 号機（RAISE-2）の開発では、実証テーマ機器向けの衛星シミュレータの導入などの工夫により開発着手から僅か 21 ヶ月でロケットへの引渡しを実現したほか、RAISE-2 による世界初の高速制御技術を適用したバッテリ充電

制御に成功し、新規要素技術や新規事業の創出に繋がりました。

また、将来宇宙輸送システムの低コスト化に繋がる再使用型宇宙輸送システム技術では、要素技術開発として、性能向上と低コスト化に関する研究開発を進めております。ロケット 1 段再使用化に向けた小型実験機（RV-X）では計 8 回の燃焼試験を完了し、また、ロケット再使用に向けた飛行実験（CALLISTO）では基本設計を完了しました。

（3）航空産業の振興・国際競争力強化

社会の飛躍的な変革に向けた技術革新を目指し、航空環境・安全技術への取組、次世代を切り拓く先進技術への取組、航空産業の持続的発展につながる基盤技術への取組を通じ、我が国の航空科学技術の国際優位性向上や国際基準策定に貢献しました。

2021 年度は、特に、環境に負荷を与える排出物の削減など、経済性を考慮しつつ持続可能な社会の実現を目指して、航空機の摩擦抵抗を低減する世界トップレベルの技術を開発し、燃費を低減する技術を獲得しました。

また、航空環境・安全技術への取組として、航空機のオーバラン事故を防止するために世界唯一の滑走路雪氷モニタリングシステムを開発し、新千歳空港の運営を行う北海道エアポート等と空港実証を開始しました。

さらに、警備・警戒などの危機管理に対応するため、災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）の機能を向上して 500 機を超える官庁機・民間機の一元監視と運航計画調整を実現し、東京オリンピック・パラリンピック大会の安全・円滑な運営に貢献しました。また、次世代を切り拓く先進技術への取組として、JAXA の低ソニックブーム設計技術を米国主要航空機メーカの旅客機級コンセプト機に適用し、騒音を将来許容されるレベル以下にする設計を実現しました。さらに、電動ハイブリット推進機体を実現する電動ファン搭載位置の空力最適化や、発電機の信頼性を向上させる故障抑制運転システムの開発に取り組み、実用化の大きな課題を解決しました。

航空産業の持続的発展につながる基盤技術への取組として、これまで他機関ではできなかった複雑かつ大規模な航空機の流れや運動の現象を解析できる手法を開発し、高コストな実験の削減や設計時に予測できなかった不具合の発生を抑制するデジタル開発環境を構築しました。

以上の JAXA の各事業を支える重要な取組として、新型コロナ感染拡大の中での各種プロジェクト等の国際協力を推進する国際調整業務、国民や社会への説明責任を果たし一層の理解増進を図るための情報発信、次世代を担う人材育成への貢献等に努めました。

特に、職員及びパートナー等の感染予防を徹底し、業務に集中できるように、アフターコロナを見据えたより自由度の高い先進的な働き方を実現しました。また、健康経営方針を策定し、「組織はひと」という考え方の組織への浸透に努めました。

また、調達手続きにおいて、プロジェクト初期段階への競争メカニズムの導入等、適正かつより効果的な業者選定を行う仕組み構築の一環として、プロジェクト業務における調達手法の改善を行う一方、プロジェクトマネジメント育成においては、新たな SE/PM 技術（アジャイル開発や Model-Based Systems Engineering (MBSE)）に挑戦する等、人材育成の環境を更に向上させました。加えて、激甚化する自然災害対応力強化と持続可能なインフラ保全の実現に向け、地域等と協力しながら施設に係るレジリエンス強化策を推進し、インフラ安定供給・自立性確保へ貢献しました。

新型コロナ感染拡大が続くなか、以上のような成果を出すことができましたのは、一重に国民の皆様を始め、関係各所のご理解、ご協力があってのこと

です。改めてご指導・ご協力頂いた関係各位に深く感謝申し上げます。

我が国は、自律的に幅広い宇宙活動を行うことができる世界の中でも数少ない国の一つです。JAXA では、現在進行中の挑戦的なプロジェクト等の事業が大きな山場を迎えており、2022 年度もいかなる困難にも果敢に立ち向かい、第 4 期総仕上げに向けた成果創出に挑み、社会への還元に努めてまいります。

2021 年度の主な成果等

| | |
|---|---|
| 2021 年<br>4 月 | 国際宇宙ステーション（ISS）長期滞在クルー　星出彰彦宇宙飛行士がスペース X 社のクルードラゴン宇宙船運用 2 号機（Crew-2）により ISS に搭乗し、日本人として 2 人目となる ISS 船長（コマンダー）に就任。船長就任期間は日本人最長に。 |
| 5 月 | ・ISS 長期滞在クルー　野口聡一宇宙飛行士搭乗のクルードラゴン宇宙船（Crew-1）が地球に帰還。野口飛行士の ISS 滞在期間は、日本人最長に。<br>・小惑星探査機「はやぶさ 2」による小惑星「リュウグウ」の探査活動に基づく研究成果をまとめた論文が、英国のオンラインジャーナル「Nature Astronomy」に掲載。 |
| 6 月 | ・日本の航空機産業の拡大のため、超音速機技術ロードマップの策定や国際共同開発に向けた協力体制を実現するための活動を協議する JSR（Japan Supersonic Research）協議会を設置。<br>・JAXA と国連宇宙部との連携協力（KiboCUBE）に基づくモーリシャスの超小型衛星（衛星名：MIR-SAT1（ミーアサットワン））が ISS 日本実験棟「きぼう」から放出。 |
| 7 月 | 金星探査機「あかつき」の観測結果に基づく金星の大気循環のメカニズムに関する論文が、英国の科学雑誌 Nature に掲載。 |
| 8 月 | ・気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 6 次評価報告書第 1 作業部会（AR6/WG1）報告書に JAXA の地球観測衛星を活用した科学論文が多数引用され気候変動の原因究明に大きく貢献。<br>・空港周辺の騒音低減を目指して研究開発を進めてきた旅客機機体騒音低減技術の実用化に向けて、ボーイング社と中 |

| | |
|---|---|
| | 型旅客機での機体騒音低減技術（FQUROH）の実用化に向けた連携体制を構築。 |
| 9 月 | 災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）を東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会における空域統制に導入・運用支援を行い、警察庁が主導する安全かつ円滑な警備体制の構築に貢献。 |
| 10 月 | ・若田光一宇宙飛行士が 2022 年秋以降打上げ予定のクルードラゴン宇宙船運用 5 号機（Crew- 5 ）に搭乗することが決定。若田宇宙飛行士は、日本人最多となる自身 5 度目の宇宙飛行となる。<br>・米国航空宇宙局（NASA）及び米国ボーイング社とともに、低ソニックブーム実験機 X-59 の低ソニックブーム設計を検証する共同研究を開始。<br>・世界初となる宇宙での袋型培養槽技術の実証実験を、ISS「きぼう」日本実験棟内で実施。<br>・JAXA が開発した、「デブリ接近衝突確率に基づくリスク回避支援ツール（RABBIT）」が、科学技術振興機構が主催する 2021 年度「STI for SDGs」アワード優秀賞を受賞。<br>・H-IIA ロケット 44 号機（H-IIA・F 44）により、準天頂衛星初号機後継機の打上げに成功。 |
| 11 月 | ・アンドーヤスペースセンタースバルバードロケット実験場（ノルウェー）において観測ロケット SS-520-3 号機の打上げに成功。<br>・イプシロンロケット 5 号機による革新的衛星技術実証 2 号機の打上げを実施。小型実証衛星 2 号機（RAISE-2）他、9 機すべてを正常に分離。<br>・新千歳空港の運営を行う北海道エアポート（HAP）社と JAXA が航空安全技術の研究開発促進に係る連携協定を締結。<br>・アルテミス計画等に向けて新たな日本人宇宙飛行士の候補者の募集開始。 |
| 12 月 | ・H-IIA ロケット 45 号機（H-IIA F45）により、英国インマルサット社の第 6 世代通信衛星「Inmarsat-6」シリーズ初号機衛星（I-6 F1）の打上げに成功。<br>・（株）バスキュールの KIBO 宇宙放送局で、人気アニメ『ONE PIECE』とのコラボ放送や年越しライブを放送。 |
| 2022 年<br>1 月 | ・「JAXA 宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）」による共創活動として、ソニーコンピュータサイエンス研究所と共に、将来の成層圏/低軌道での光通信事業に不可欠な、エラー環境下での完全なデータファイル転送技術の地上実証に成功し、事業化に向けた技術基盤を確立。<br>・洪水予測データの利活用等に関する東京大学、名古屋大学あいおいニッセイ同和損保、長野県との共同研究において、長野県をフィールドとした予測データ活用型流域治水の実現に向けた検証を開始。 |
| 2 月 | ・JAXA と国連宇宙部との連携協力（KiboCUBE）に基づく「きぼう」からの超小型衛星放出ミッションとしてメキシコ及びチュニジアの提案を選定。<br>・第 4 回日本オープンイノベーション大賞のうち、最も優れたものとして表彰される内閣総理大臣賞をアバターX プログラムに対し avatarin 株式会社、大分県、JAXA の 3 者が受賞。 |
| 3 月 | インターステラテクノロジズ社と JAXA 宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）の枠組みのもと、小型ロケット用エンジンシステム技術の研究開発に関する共創活動を開始。 |

## 2．2021 年度における業務実績評価の実施概要

### （1）JAXA における業務実績評価の手順等

JAXA では、独立行政法人通則法に基づき実施する業務実績の自己評価について、評価規程を定め、理事長による評価を実施しています。

理事長は、担当理事等からの報告を踏まえ JAXA の自己評価を確定します。理事長は評価確定にあたり、副理事長及び組織全体の経営に関わる一般管理組織を所掌する役員を補助に置くとともに、監事の同席を求め評価の適正性を確保しています。

### （2）2021 年度業務実績の自己評価の実施時期

| | |
|---|---|
| 2022 年 4 月 | 理事長による担当理事に対するヒアリング<br>理事長による評価 |
| 2022 年 6 月 | 業務実績等報告書として主務府省（文部科学省、総務省、内閣府、経済産業省）へ提出 |

### （3）評定区分

「独立行政法人の評価に関する指針」(平成 26 年 9 月 2 日総務大臣決定、平成 27 年 5 月 25 日改訂）及び当該指針を踏まえ各府省が定める評価の基準を準用し、自己評価を実施しています。

次ページに評定基準および評定区分を示します。

### （4）本書 業務実績等報告書（自己評価書）の構成

「独立行政法人の評価に関する指針」を踏まえ、中長期目標の項目ごとに評定を記載するとともに、以下の内容で構成しました。

①中長期計画・年度計画および年度計画に対応する業務の実績
②主な評価軸(評価の視点)、指標等　③スケジュール
④評定と評定理由・根拠(補足含む)　⑤参考情報
⑥財務および人員に関する情報　⑦主な参考指標情報　⑧特記事項
⑨2021 年度自己評価において抽出した抱負・課題と対応方針
⑩2020 年度業務実績評価において指摘された課題と改善内容（国会審議、会計検査院、予算状況調査等の指摘事項への取組み状況を含む）

凡例を後述「4. 凡例」に示しますので、ご参照ください。

［評定区分］

「独立行政法人の評価に関する指針」（平成 26 年 9 月 2 日総務大臣決定、平成 27 年 5 月 25 日改訂）より※

（１） 「宇宙航空政策の目標達成に向けた具体的取組」に該当する項目

| | |
|---|---|
| S | 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出や将来的な特別な成果の創出の期待等が認められる。 |
| A | 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められる。 |
| B | 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」に向けて成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められ、着実な業務運営がなされている。 |
| C | 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けてより一層の工夫、改善等が期待される。 |
| D | 国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、「研究開発成果の最大化」又は「適正、効果的かつ効率的な業務運営」に向けて抜本的な見直しを含め特段の工夫、改善等が求められる。 |

（２） 左記（１）以外に該当する項目

| | |
|---|---|
| S | 法人の活動により、中期計画における所期の目標を量的及び質的に上回る顕著な成果が得られていると認められる（定量的指標においては対中期計画値（又は対年度計画値）の 120％以上で、かつ質的に顕著な成果が得られていると認められる場合。 |
| A | 法人の活動により、中期計画における所期の目標を上回る成果が得られていると認められる（定量的指標においては対中期計画値（又は対年度計画値）の 120％以上とする。 |
| B | 中期計画における所期の目標を達成していると認められる（定量的指標においては対中期計画値（又は対年度計画値）の 100％以上 120%未満）。 |
| C | 中期計画における所期の目標を下回っており、改善を要する（定量的指標においては対中期計画値（又は対年度計画値）の 80％以上 100％未満）。 |
| D | 中期計画における所期の目標を下回っており、業務の廃止を含めた抜本的な改善を求める（定量的指標においては対中期計画値（又は対年度計画値）の 80％未満、又は主務大臣が業務運営の改善その他の必要な措置を講ずることを命ずる必要があると認めた場合）。 |

※ 平成 31 年 3 月 12 日改訂の評定基準に係る規定の適用に関し、目標期間の途中で指針の改定を迎えた法人の残余の目標期間における評価については、改定前の基準により評定を行うとされていることから、平成 27 年 5 月 25 日改定の基準を示している。

# 3．第４期中長期目標期間における業務実績に係る自己評価結果一覧

| 項目名 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| III．宇宙航空政策の目標達成に向けた具体的取組 | | | | | | | |
| **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** | **A** | **A** | **A** | **A** | | | |
| 3.1 準天頂衛星システム等 | B | B | B | A | | | |
| 3.2 海洋状況把握・早期警戒機能等 | A | A | A | A | | | |
| 3.3 宇宙状況把握 | B | B | A | A | | | |
| 3.4 宇宙システム全体の機能保証 | B | B | B | B | | | |
| 3.5 衛星リモートセンシング | S | S | S | S | | | |
| 3.6 宇宙科学・探査 | S | S | S | S | | | |
| 3.7 国際宇宙探査 | A | A | A | B | | | |
| 3.8 ISS を含む地球低軌道活動 | A | S | A | S | | | |
| 3.9 宇宙輸送システム | A | B | B | C | | | |
| 3.10 衛星通信等の技術実証 | B | B | A | B | | | |
| 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） | A | S | A | A | | | |
| **4．宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組** | **S** | **S** | **S** | **A** | | | |
| 4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | S | A | A | A | | | |
| 4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペース・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | S | S | S | A | | | |

| 項目名 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **5．航空科学技術** | **S** | **S** | **S** | **S** | | | |
| **6．宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組** | **A** | **A** | **A** | **A** | | | |
| 6.1 国際協力・海外展開の推進及び調査分析 | A | A | A | A | | | |
| 6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | S | S | A | A | | | |
| 6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性 | A | A | A | A | | | |
| 6．4 情報システムの活用と情報セキュリティの確 | A | A | A | B | | | |
| 6．5 施設及び設備に関する事項 | A | A | A | A | | | |
| **7．情報収集衛星に係る政府からの受託** | **A** | **S** | **A** | **A** | | | |
| Ⅳ．業務運営の改善・効率化に関する事項 | B | B | B | A | | | |
| Ⅴ．財務内容の改善に関する事項 | B | B | B | B | | | |
| Ⅵ．その他業務運営に関する重要事項 | | | | | | | |
| 1．内部統制 | B | B | B | B | | | |
| 2．人事に関する事項 | B | A | A | A | | | |

**※下線太字は「一定の事業等のまとまり」**

# 4. 凡例（1／4）

**中長期計画の項目番号　中長期計画の項目名**

2021年度 自己評価　**評定符号**

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 当該項目の中長期計画を転載 | 当該項目の年度計画を転載 | 左記年度計画に対する業務実績を記入 | 左記年度計画・実績に対するアウトカムを記入 |

＜色分け＞
赤：顕著な成果、灰：次年度以降に実施（計画）、青/計画通りでなかった（実績）、
無色：計画どおり

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 |
|---|
| 大臣から示された当該項目の主な評価軸等を転載 |

| スケジュール |
|---|
| 当該項目で特記すべき内容を必要に応じて記載（なければ枠を削除） |

# 4. 凡例（2／4）

| 中長期計画の項目番号　中長期計画の項目名 | 2021年度 自己評価　評定符号 |
|---|---|

【評定理由・根拠】

評定理由・根拠を記載

**評定理由・根拠（補足）**

評定理由・根拠の補足説明があれば記載

**参考情報**

評定理由・根拠のほかに、追加的に示す情報があれば記載

# 4. 凡例（3／4）

| 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) | | | | | | | |
| 決算額 (千円) | | | | | | | |
| 経常費用 (千円) | | 当該項目の財務及び人員に関する情報を記載<br>（「Ⅲ．宇宙航空政策の目標達成に向けた具体的取組」のみ記載） | | | | | |
| 経常利益 (千円) | | | | | | | |
| 行政コスト (千円) | | | | | | | |
| 従事人員数 (人) | | | | | | | |

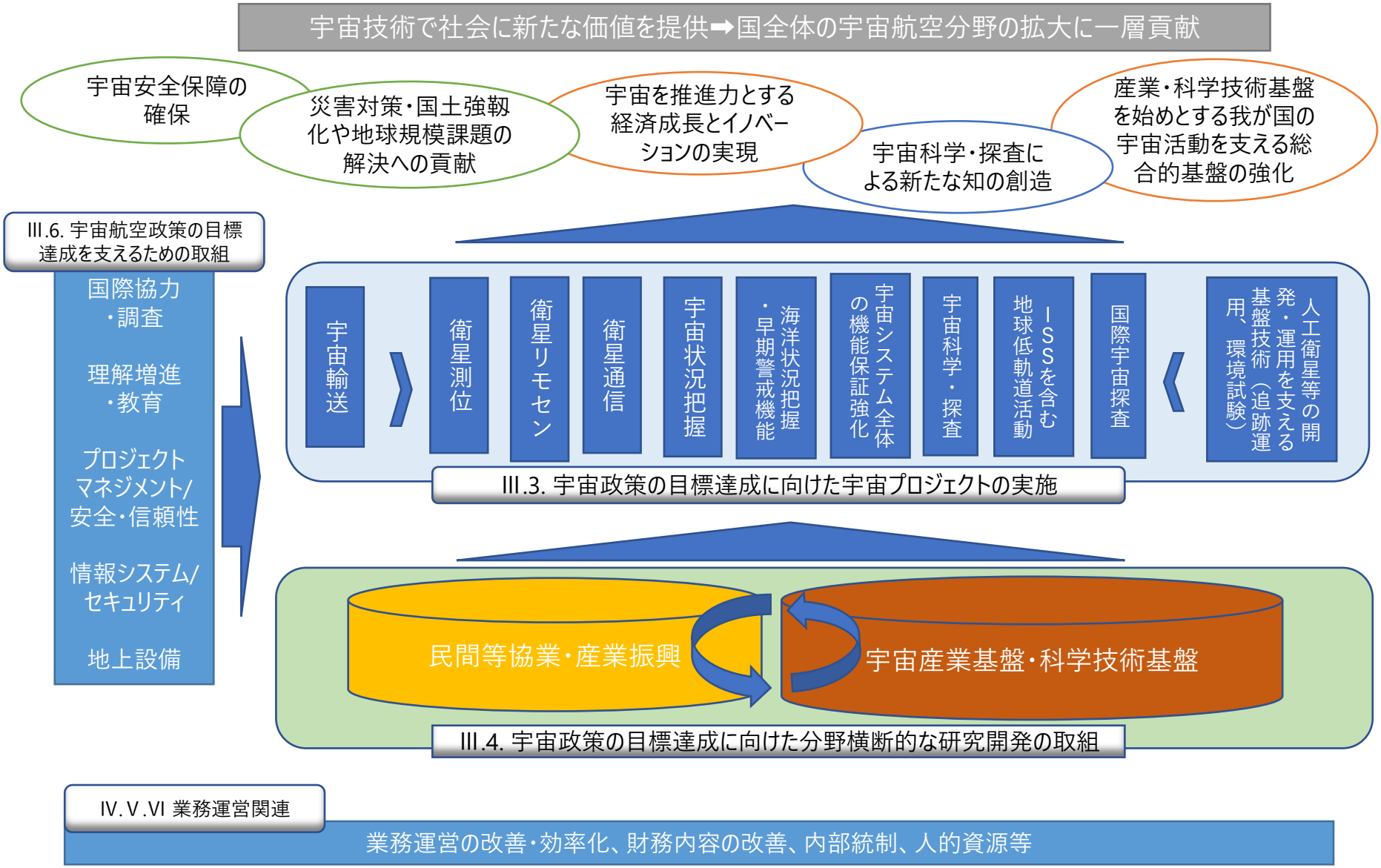
| 主な参考指標情報 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| | | | | | | | |
| 当該項目の定量的なモニタリング指標がある場合に記載に記載<br>（なければ枠を削除） | | | | | | | |

# 4. 凡例（3／4）

| 特記事項 |
| --- |
| 当該項目で特記すべき内容を必要に応じて記載<br>（なければ枠を削除） |

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 2021年度 自己評価において<br>抽出された抱負・課題を記載 | 抱負・課題に対する<br>対応方針を記載 |

# 5． JAXA評価項目の相関関係 （※III.5 航空科学技術、III.7 情報収集衛星にかかる政府からの受託は除く）



# 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

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

Ⅲ.3.1~3.11項に示す通り、国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、評定をAとした。

## 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) | 143,277,956 | 147,135,003 | 171,005,075 | 178,041,211 | | | |
| 決算額 (千円) | 151,612,672 | 158,815,150 | 165,576,401 | 176,919,348 | | | |
| 経常費用 (千円) | 125,107,264 | 129,612,217 | 109,843,361 | 144,413,929 | | | |
| 経常利益 (千円) | 22,937,297 | 3,735,919 | 19,263,463 | △ 14,942,793 | | | |
| 行政コスト (千円) (※1) | 104,541,843 | 145,344,279 | 125,744,103 | 149,311,427 | | | |
| 従事人員数 (人) | 1,004 | 1,049 | 1,065 | 1,078 | | | |

（※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．3．1　準天頂衛星システム等

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．1 | Ⅰ．1．1. | | |
| 衛星測位に係るこれまでの取組として、準天頂衛星初号機「みちびき」の開発、運用を行い、準天頂軌道を利用した測位システムが、高い精度・品質・信頼性を持って測位信号を提供できることを技術実証した。その結果を受けて、政府による準天頂衛星システムの７機体制の整備が開始され、その中で「みちびき」は、内閣府への移管により、当該システムの一部を担うこととなった。また、チップベンダ・受信機メーカ等の「みちびき」利用者への情報発信に努めた結果、「みちびき」対応製品が継続的に増加しており、「みちびき」の利用が社会に浸透しつつある。<br>測位システムは、米国、ロシア、欧州、中国等がそれぞれに整備・運用を行っており、相互利用とともに、今後、技術的な競争の激化が見込まれる。政府が進めている我が国の準天頂衛星システム７機体制の整備以降も我が国が国際的優位性を確保できるよう、将来を見据えて我が国の測位システムを支える研究開発に取り組むことが重要である。 | 衛星測位について、我が国の安全保障の確保、産業の振興、国際競争力強化への貢献の観点から、測位衛星及び地上システムからなる我が国の測位システムの高度化、高精度測位情報配信サービスの実現及び測位衛星技術の利活用拡大を目指し、先進的な技術の研究開発を行う。 | － | － |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| このような背景を念頭に、今中長期目標期間においては、実用準天頂衛星システムに関する事業について、政府から受託した場合には、必要な体制を構築し、着実に実施することを通じ、準天頂衛星システムの機能・性能向上に貢献する。また、衛星測位について、我が国の安全保障の確保、産業の振興、国際競争力強化への貢献の観点から、測位衛星及び地上システムからなる我が国の測位システムの高度化、高精度測位情報配信サービスの実現及び測位衛星技術の利活用拡大を目指し、先進的な技術の研究開発を行う。 | | | |
| 具体的には、我が国の測位技術の自立性強化の観点も意識し、高精度軌道時刻 推定、精密軌道制御、測位衛星監視・解析・評価、測位信号欺瞞（スプーフィン グ）・妨害に対する抗たん性強化、衛星の小型化・低コスト化、指向性向上等の受信機関連高度化などの課題に対して内閣府が関係省庁と協力・連携しつつ示 す今後の我が国の衛星測位に関する取組方針（ロードマップ）に基づき、内閣府 と連携して持続測位能力を維持・向上するための検討、研究開発及び実証を行う。その際、世界的な衛星測位技術の発展や海外展開も含めた政府及び民間のニー ズを踏まえつつ、我が国の測位システムを支える技術の向上を図る | 具体的には、準天頂衛星システムに係る内閣府からの受託に基づき、7機体制構築に向けた高精度測位システムの開発（詳細設計およびフライト品の製作試験；令和4年度まで）を実施する。また、軌道時刻推定技術の高度化(精度向上および国際標準への準拠)、精密軌道制御に資する高精度加速度計の研究開発に関する活動や、欧州宇宙運用センターやインド宇宙機関などの海外宇宙機関との研究協力などに取り組む。さらに、内閣府が関係省庁と協力・連携しつつ示す今後の我が国の衛星測位に関する取組方針に記載された府省間分担と研究開発課題に基づき、研究開発に取り組む。その際、世界的な衛星測位技術の発展や海外展開も含めた政府及び民間のニーズを踏まえつつ、我が国の測位システムを支える技術の向上を図る。 | 内閣府からの受託に基づき実施している高精度測位システムの開発については、測位ミッションペイロード(衛星間測距(ISR)、衛星/地上間測距(PRECT)、高安定時刻生成(TKU)等)および地上系について、昨年度の作業に引き続き詳細設計および維持設計を進めた。また、将来の準天頂衛星の検討を進め稼働率向上の実現方式の見通しを得た。<br>なお、初号機後継機打上げが1年遅延したが、JAXAが開発した初号機が設計寿命を超えてサービス提供を継続、実用サービスの継続・安定的提供に寄与。<br>高精度軌道時刻推定技術等に関しては、東大、三菱電機との共同研究により、高精度な衛星物理モデルをMADOCAに組み込んで準天頂衛星初号機後継機の軌道時刻推定を実施し、短期間で高精度な推定結果をえられることを実証するなど大きな成果を上げた。<br>さらに、高精度加速度計および光周波数標準の実用化に向けた試作モデルに対し環境評価試験を開始した。 | 特に、将来測位システムの検討、MADOCAの性能向上に係る成果により、将来の我が国の測位衛星のサービス可能時間長期化実現の見通しを得た。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、海外宇宙機関との研究協力や、政府による国連等の国際機関における議論に対し研究成果に基づく知見の提供・共有等を行う。 | また、政府による国連等の国際機関における議論に対し、必要に応じて研究成果に基づく知見の提供・共有等を行う。また、政府による国連等の国際機関における議論に対し、必要に応じて研究成果に基づく知見の提供・共有等を行う。 | インド宇宙研究機関(ISRO)が実施する、筑波宇宙センターへの監視局設置に関して公文交換を完了、ISROが実施する監視局工事を行うにあたり、JAXAは必要な便宜を供与として、設置候補場所選定や工事事業者との調整を支援した。<br>国連の会合は、小暮統括が宇宙政策委員会専門委員として参加、内閣府を支援した。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| さらに、我が国の測位技術の維持・高度化を担う人材を育成・確保していくため、上述の取組を通じてJAXA内で高度な専門性を備えた人材の育成に努めることはもとより、技術支援等を通じて大学や民間事業者等の人材育成にも貢献する。 | さらに、我が国の測位技術の維持・高度化を担う人材を育成・確保していくため、上述の取組を通じてJAXA内で高度な専門性を備えた人材の育成に努めることはもとより、学会への論文投稿・シンポジウム等での発表や衛星測位技術に関する産業界・アカデミアからの要請に応じた技術支援等を通じて大学や民間事業者等の人材育成にも貢献する。 | JAXA内外の実習機会等(自動車走行時の測位データおよび慣性航法データの取得と事後解析実施や、専門家向けセミナー参加など)を通じて高度な専門性を備えた職員の育成に努め、成果を国際学会・シンポジウム等へ発信した。<br>大学等との連携は、測位航法学会を通じて、将来研究に関する意見交換を実施、今後ソフトウェア無線技術による受信機アルゴリズム研究等で協力を行う予定 | JAXA内外の実習等を通じて、我が国の測位技術の維持・高度化を担う人材の育成・確保に寄与した。 |
| 加えて、測位利用ビジネスの推進に貢献するため、政府や民間事業者等と連携し、上述の取組を通じて得た知見を提供することで、民間事業者による高精度測位情報サービスの事業化の支援等を行う。 | 加えて、測位利用ビジネスの推進に貢献するため、政府や民間事業者等と連携し、上述の取組を通じて得た知見について提供することで、民間事業者による高精度測位情報サービスの事業化の支援等を行う。 | MADOCAの技術を利用した高精度測位情報サービスの事業化を目指す「グローバル測位サービス株式会社(GPAS)」に対し、高精度軌道時刻推定に関する知財提供と運用技術の移転を継続している。<br>国土地理院との協定に基づき、MADOCAの利用、高度化について連携を実施している。 | 内閣府がMADOCA-PPPの準天頂衛星L6Eチャンネルを用いた配信サービスを正式サービスとして採用を決定、地上システム整備に着手。民間企業や国土地理院、気象庁等で社会実装が進みつつある。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；安全保障の確保】<br><br>○我が国の安全保障の確保に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○安全保障の確保に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・達成解像度等）<br>（マネジメント等指標）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |
| 【多様な国益への貢献；災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献】<br><br>○我が国の災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・データ利用自治体数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

## 特記事項

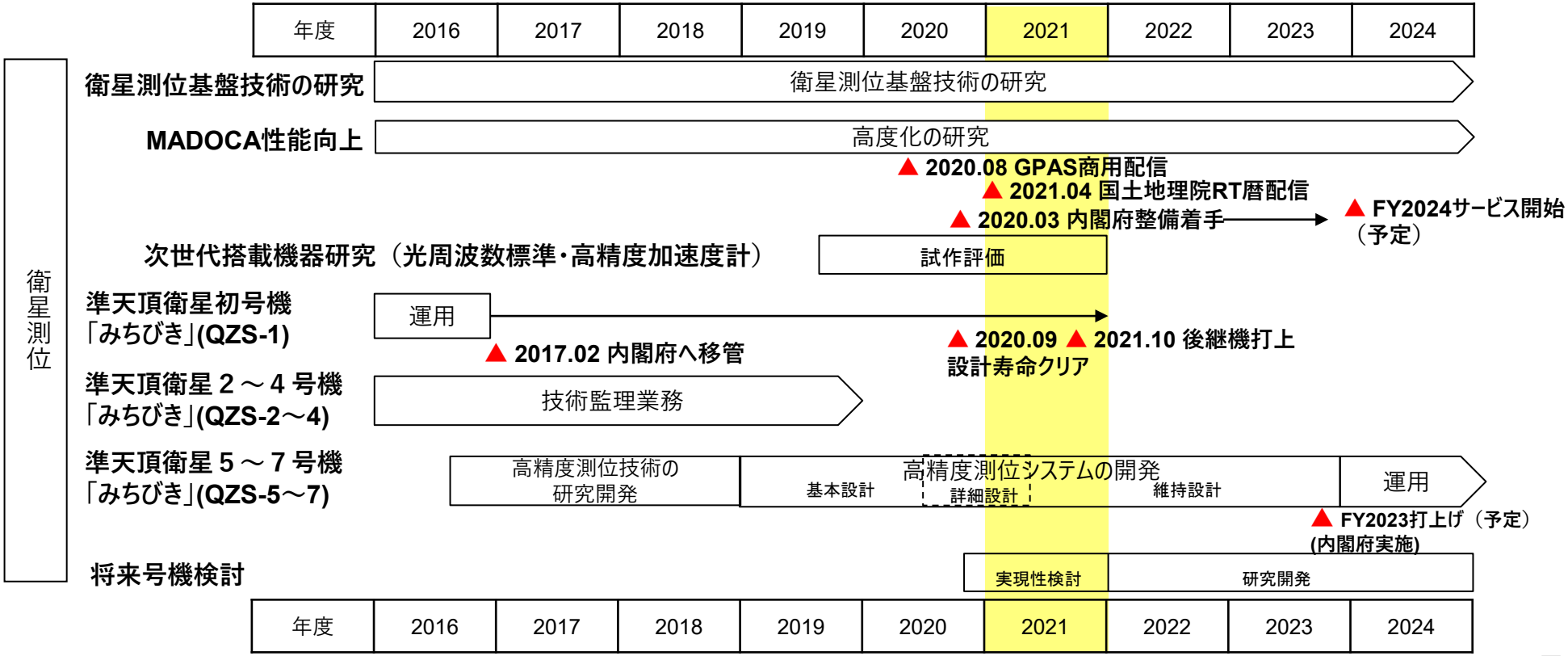
1．「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」(平成23(2011)年9月30日閣議決定)が閣議決定。「我が国として、実用準天頂衛星システムの整備に可及的速やかに取り組む。実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用にあたっては、「みちびき」の成果を利用しつつ、内閣府が実施する。」こととされた。

2．2015年1月に決定された「宇宙基本計画」において、持続測位が可能となる7機体制の確立のために必要となる追加3機について、2023年度をめどに運用を開始することとされた。2017年に、準天頂衛星みちびき2号機、3号機、4号機が打ち上げられ、4機体制が整備され、2018年11月1日に、内閣府により実用準天頂衛星システムのサービスが開始された。みちびき初号機後継機が2021年10月26日に打ち上げられたが、初号機は設計寿命を超えてサービス提供を継続したことで、後継機打上げ遅延による影響をなくし、QZSSの安定した運用に貢献した。

3．2017年6月15日に、センチメートル級の精密衛星測位サービスの事業化を目指す「グローバル測位サービス株式会社」(GPAS)が設立され、2020年８月から補強データの商用配信サービスを開始した。また、国土地理院では、JAXAとの協定のもとJAXAから貸与したMADOCAを用いてリアルタイム暦を生成、2021年４月より気象庁へ提供しているほか、内閣府が、MADOCA-PPPのアジア各国での性能評価結果を踏まえ、2024年度から正式サービス開始することを決定、JAXA開発成果を活用し、システム整備を開始した。

4．国際的にも、米国、欧州、ロシア、中国、インドにおいて、社会インフラとして衛星測位システムの開発整備が進んでいる。

## スケジュール



# Ⅲ．３．１　準天頂衛星システム等

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

我が国の安全保障の確保、産業の振興、国際競争力強化への貢献の観点から、関係する政府機関と密接に連携しつつ、我が国の測位システムの高度化、高精度測位情報配信サービスの実現及び測位衛星技術の利活用拡大を目指して、先進的な測位技術の研究開発や測位利用ビジネスの推進に取り組んだことで、「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出があったと評価する。

主な業務実績・成果は以下のとおり。

１．高精度測位システムの開発

内閣府は、7機体制構築に向け、2017年度から5～7号機の開発・整備に着手、JAXAの初号機開発や次世代測位技術開発を通じた経験・知見による積極的な関与が期待され、**JAXAは5～7号機の開発の一部（測位ミッションペイロード等を含む高精度測位システムの開発）を実施することとなった**。＜補足1.参照＞

具体的には、内閣府が実施する準天頂衛星システムの7機体制構築時にユーザ測位精度を向上させるために、JAXAは準天頂衛星5～7号機への搭載を目的とした新たな高精度測位システムの開発を2019年3月に内閣から受託することとなった。高精度測位システムの開発においては、現状の4機体制で既に送信が始まっている測位信号の生成機器の開発に加え、7機体制構築時にユーザ測位精度を向上させるために、搭載機器として、新たに衛星間測距システムおよび衛星/地上間測距システムを開発し、地上検証システムにより、測位信号精度の大幅な向上に資する技術実証を行う。

**今年度は、測位ミッションペイロード(衛星間測距(ISR)、衛星/地上間測距(PRECT)、高安定時刻生成(TKU)等)および地上系の詳細設計および維持設計**を進めた。また、昨年度末に追加受託した将来測位システムの検討およびPRECT対応追跡管制局（予備局）の整備に関する業務を進めた。**将来測位システムの検討については、将来の準天頂衛星の高度化に資する技術検討を進め、軌道制御頻度の高い静止衛星のサービス休止時間を年間「878h」から「144h」に低減する方式について実現方式の見通しを得た。**＜補足2.参照＞

**JAXAが開発した初号機は設計寿命である10年を超えてサービスを提供したことで（11年間の累積アベイラビリティは97.9%（仕様95%）、後継機打上げが1年遅れる中で、実用準天頂サービスの安定的な提供、事業継続に大きく貢献した。**

２．高精度軌道時刻推定技術等に関する研究開発

(1) MADOCA(*1)の性能向上：GNSSの軌道時刻推定精度の改善作業を実施し、その成果をJAXAが公開するGNSS精密暦(*2)プロダクトに反映した。主要な成果を以下に示す。

a. **新たに就役したGPS Block III(*3)について、JAXAの精度目標である3cm以下の軌道精度を達成した。**

b. GLONASSの軌道精度については、**力学モデルの改良により軌道精度が6cm程度に改善され、目標仕様を達成した。**

c. 準天頂衛星については、局構成の見直しや継続的なモデル改良により、諸外国が提供する精密暦を上回る精度のプロダクト品質を維持している。

d. 2021年10月26日に打上げられたQZS-1後継機(QZS-1R)について、東京大学、三菱電機及びESA/ESOCとの共同研究を通じて初期評価作業を行い、**従来の太陽輻射圧による加速度モデルを長期間の観測データからパラメータ推定する方式に対して、詳細な衛星物理モデルを併用することにより、短期間で精度の高い精密暦を生成することに成功した。**＜補足３．参照＞

e. 国土地理院と連携し、IGS(*4)の解析センター機能の国内設置を目指した活動を継続、国土地理院よりMADOCA改良に有用なフィードバックを得た。**JAXAが生成したGNSS精密暦の性能評価をIGSの協力のもと実施し、各国の解析センターの精密暦に追従可能な性能が得られていることを確認した。**

【評定理由・根拠】（続き）

(2)低軌道衛星を動く監視局として利用することにより、準天頂衛星の軌道時刻推定精度を改善させる検討を行った。**数値シミュレーションの結果、数機の低軌道衛星搭載QZSS受信データを用いることで、軌道時刻精度に起因する誤差を既存システムに対して半減できることを明らかにした**。＜補足４．参照＞

(3)航法・測位技術の研究：搬送波位相のアンビギュイティを解決するPPP-AR（Ambiguity Resolution）(*5)技術を用いたアルゴリズムの検討、シミュレーション環境の整備とその妥当性の評価を実施、**観測データの誤差を観測残差を用いて推定してチューニングする手法を適用することにより、低軌道上のPPP-AR（運動モデル未使用）において4.7 cm（3DRMS）の測位精度を達成**した。＜補足５．参照＞　また、本手法は**地上のPPPの初期収束時間の短縮にも効果が得られることを確認**した。

3. 測位利用ビジネス・MADOCAの実利用の推進

**内閣府の海外向け高精度測位サービスはJAXAが開発したMADOCAベースの補正情報配信を用いて2024年度より事業化を行うことが決まり、サービス名称も、実証実験で広く周知されているMADOCA-PPPを用いることが決まった。**JAXAのMADOCA開発の受託企業であるライトハウステクノロジーアンドコンサルティング社（LHTC）が選定され、JAXAと共に高精度化やシステムの安定性向上、複数GNSS対応を行った経験が受注につながった。

国土地理院では、JAXAとの協定のもとJAXAから貸与したMADOCAを用いてリアルタイム暦を生成、2021年４月より気象庁へ提供している。この結果、**気象庁が運用する高層気象観測データ統合処理システムで使用され，日々の数値予報に活用されている。**

MADOCA技術を利用した高精度測位情報サービスの海外事業化を目指す、グローバル測位サービス社（GPAS）に対しては、軌道時刻補正情報の配信や技術開発に関する助言等技術支援を継続し、MADOCA実施許諾契約は延長した（2022年度から3年間延長とした）。GPASがMADOCAを用いて生成したリアルタイム暦は準天頂衛星システムL6E信号(*6)から配信され、**気象庁が洋上での可降水量推定による線状降雨帯の予報精度向上に活用している。**＜補足６．参照＞

4. その他

(1)次世代搭載機器の研究

原子時計を凌ぐ性能を持つ光コムを用いた周波数基準、太陽輻射圧の軌道上直接計測を目的とする高精度加速度計の試作評価を継続、部品の入荷や人の移動が制約される中、共同研究先への技術者派遣、工程の組み換え等の工夫で計画通りに試作評価を完了した。

(2)月測位衛星システムの検討と内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラム（月測位・通信技術技術）への採択

将来の月探査に資する月版GPSの検討を2021年5月に開始し、9月までに月測位衛星システム（Lunar Navigation Satellite System）の実現性検討を完了。本成果に基づき国際宇宙探査センターが内閣府宇宙開発利用加速化戦略プログラムの月測位・通信技術技術の公募に応募し、10月に採択され、概念検討を開始。**測位Uの研究成果が外部の競争的研究資金獲得に大きく貢献した。**

(3)受賞等：小暮衛星測位統括が米国航法学会のWeems賞を受賞した（Weems賞は、米国航法学会の創始者の1人であるCaptain Philip Van Horn Weems氏の航法分野における長年の功績を称えて1981年に創設された年間賞であり、多年に渡る業績に対して贈られる。本賞受賞は、日本人受賞は初）。また、準天頂衛星システムおよび衛星測位システムに係る永年の研究成果が評価され、河野技術領域主幹が令和３年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門）を受賞した。

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】（続き：用語解説）**

(*1) MADOCA(**M**ulti-GNSS **A**dvanced **D**emonstration tool for **O**rbit and **C**lock **A**nalysis)：JAXAで開発した測位衛星の軌道等を高精度に推定するツール。「みちびき」、アメリカの「GPS」やロシアの「GLONASS」に対応しており、欧州の「Galileo」等への対応に取り組んでいる。「みちびき」の衛星立体形状や表面特性、衛星姿勢等を考慮した高精度推定ができるツールであり、MADOCAを用いて生成した補正情報の「みちびき」からの衛星配信は、東アジア・オセアニア地域全域における高精度な衛星測位、特に当該地域の地上インフラ未整備地域での実現に貢献できる。

(*2) 精密暦：GNSSにおける暦とは時系列の衛星の位置、搭載原子時計の基準時系からのオフセット（進み遅れ）のデータセットのこと。精密暦とは、世界中に分散配置された100局以上の観測局で受信されたGNSSの観測データを用いて後処理解析によって求められた、数cm（GPS）から数10cm（QZSSなどの新しい衛星群）の精度のデータセットを示し、公開までの時間遅れによって、超速報暦、速報暦、最終暦と呼ばれる暦がある。

(*3) GPS Block III：2018年12月に最初の衛星が打ち上げられた最新型のGPS衛星で、2022年3月末時点で5機が既に打上げ済み。

(*4) IGS：International GNSS Serviceの略。測位衛星の高精度軌道時刻情報を提供することを目的としたボランタリーな国際機関。

(*5) PPP-AR：Precise Point Positioning- Ambiguity Resolutionの略。アンビギュイティとは、搬送波位相（電波の 1 波長分のサイクル数）の整数解をもとめる単独搬送波位相測位方式のこと。サイクル数の整数解を求めないPPPに比べて精度が向上する。（PPPが10cm程度のリアルタイム誤差を有するのに比して、アンビギュイティを解くことによって数cmオーダーの精度が得られる）

(*6) L6E信号：準天頂衛星システムのセンチメータ級補強サービス（CLAS）を配信する中心周波数1278.75MHzの信号（L6信号は 2 つのデータ伝送チャンネル（L6D信号, L6E信号）を有し、L6D信号で国内向けのCLASを、L6E信号で海外でも利用可能なMADOCA-PPPの配信を行う）。

## 評定理由・根拠（補足）

### 1. 準天頂衛星システム事業の経緯等について

・2010年9月： JAXAが中心となって開発した**初号機が打ち上げられ、JAXAによる運用を開始。**

・2011年9月、2017年2月：「実用準天頂衛星システム事業の推進の基本的な考え方」（平成23年9月30日 閣議決定）」により、**4機体制整備以降の開発・整備・運用については、初号機の成果を活用しつつ内閣府が実施することとなり、技術実証完了後の2017年2月に初号機を内閣府に移管。**

・2017年度：内閣府は、**2号機～4号機を打ち上げ**つつ(2017年6～10月)、**7機体制構築に向け、5～7号機の開発・整備に着手**し、この中で、JAXAの初号機開発や次世代測位技術開発を通じた経験・知見による積極的な関与が期待され、**JAXAは5～7号機の開発の一部（測位ミッションペイロード等を含む高精度測位システムの開発）を実施することとなった。**

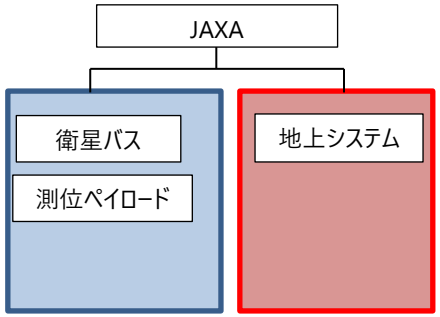
・2018年11月～：**内閣府が4機体制の衛星測位サービスを実施。**

**・2021年10月：初号機後継機打上げ。なお、後継機打上げが遅れた中、初号機は設計寿命である10年を超えてサービス提供を継続することで、実用準天頂衛星サービスの安定的提供や事業継続に大きく貢献した。**

GPS補完 ←

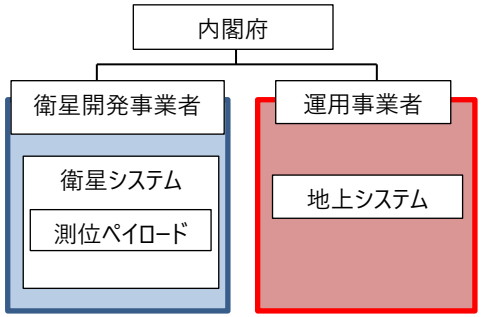
持続測位可能な7機体制 →

【初号機】



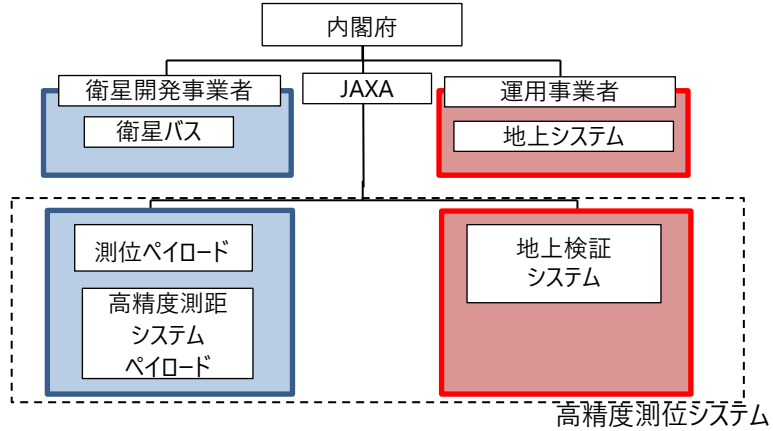

- 2010年打ち上げ、JAXAにて運用開始
- 技術実証後、2017年2月に内閣府に移管

【２～４号機、初号機後継機】




- 内閣府が衛星開発事業者／運用事業者との契約により、衛星開発整備／地上システム整備及び測位サービスを実施

【５～７号機】




- 内閣府が衛星開発事業者／運用事業者との契約により、衛星バス開発整備／地上システム整備及び測位サービスを実施する
- JAXAは、内閣府との契約にて、測位ミッションペイロード（測位ペイロードおよび高精度測距システムペイロード）の開発および地上検証システムの整備を行い測位精度向上に係る技術実証を行う

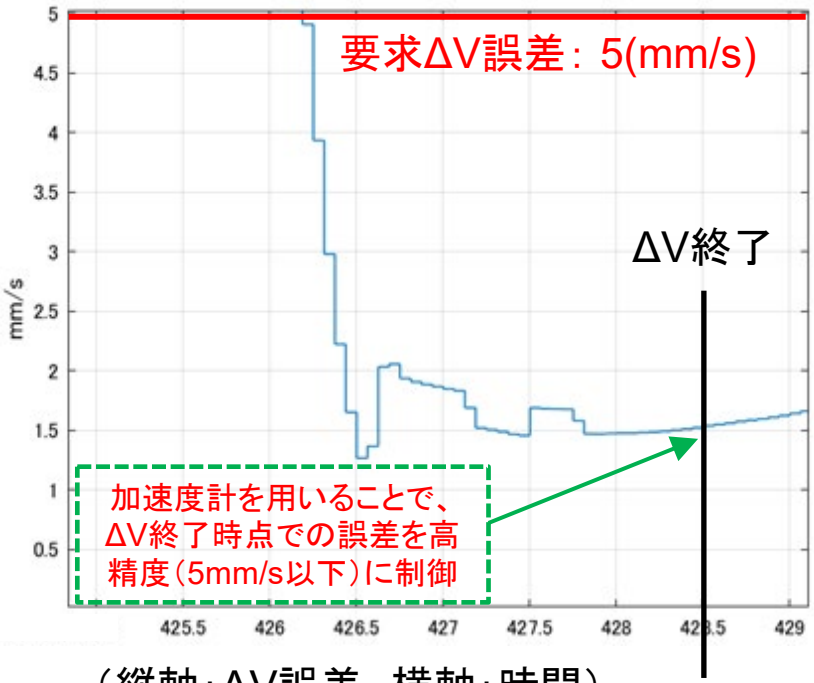
## 評定理由・根拠（補足）

### 2. 軌道制御運用に伴う測位サービス停止時間の低減

**背景・課題：**現状の準天頂衛星は、軌道制御後の軌道時刻推定が収束するまでに時間を要するため、軌道制御のタイミングで1日～1日半の期間、測位サービスを停止している。特に、準天頂衛星3号機（静止衛星）は、月に1回～2回の頻度で軌道制御を行うため、**年間で1ヵ月（878時間）程度、測位サービスを停止**していることが課題であった。

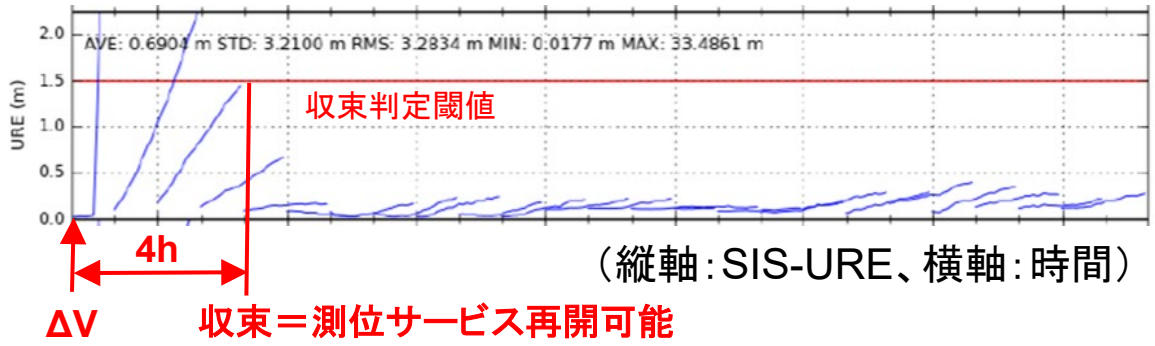
**アウトプット：**加速度計を衛星に搭載し、ΔV制御量を計画値に対し高精度に制御し（従来より約10倍の精度（ΔV誤差：5mm/s以下）とする）、より正確に目標軌道位置に遷移することで、**軌道制御後の軌道時刻推定を4時間以内（従来は1日～1日半）に完了し**、測位サービスを再開できる解析結果を得た。

**アウトカム：**解析結果で示されたΔV高精度化技術を将来の準天頂衛星システムを構成する静止衛星に適用して軌道制御運用を行うことで、軌道制御後の軌道時刻推定の収束時間を短縮することにより、**当該静止衛星の測位サービス停止時間（年間）を、878時間から144時間まで低減**できる見通しを得た。なお、**本技術の成果は、準天頂衛星3号機後継機に適用する方針とされており、内閣府の行う準天頂衛星システム事業のサービス向上に貢献**することができる。




（縦軸：ΔV誤差、横軸：時間）

| 軌道制御方式 | サービス停止時間（年間） | |
|---|---|---|
| | 準天頂軌道衛星 | 静止軌道衛星 |
| 現状 | 134時間 | **878時間** |
| ΔV高精度化技術 | 46時間 | **144時間** |




（縦軸：SIS-URE、横軸：時間）

## 評定理由・根拠（補足）

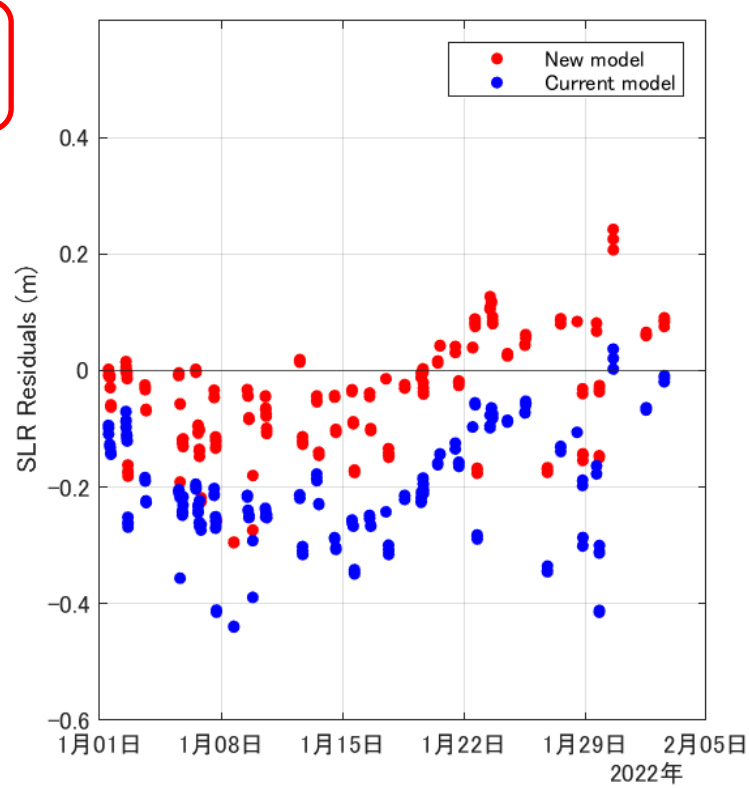
### 3．MADOCA高度化：衛星物理モデル+SRP加速度パラメータ推定のハイブリッド方式による短期間での精密軌道推定

**背景・課題**：MADOCAによる準天頂衛星の精密軌道推定においては、長期間取得したデータから太陽光輻射圧による加速度パラメータを推定、これらを用いて日々の軌道推定を行っている。新しい物理形状、表面特性を持つ新規衛星が打ち上げられた場合には、高精度な軌道推定結果が得られるまで1年以上の時間が必要となることが課題であった。

**アウトプット**：**解決策として、衛星の3次元形状、表面特性や熱特性などの物理特性を用いたモデルを加えることにより、短期間のチューニング期間で加速度パラメータを推定することができ、打上げ後早期に高精度な軌道推定結果を得ることができる。**初号機後継機は2021年10月26日に打ち上げられ、12月10日より測位信号の継続的な配信を開始した。1月1日から2月5日までの軌道推定結果を、衛星レーザ測距（SLR）観測結果と比較評価した結果、**従来方式(運用初期のためチューニング未了)ではRMS誤差21.5cmのところ、新方式では9.8cmを達成して**いることを確認した。この評価結果は、軌道誤差に起因する測位信号のレンジング誤差が、新方式を用いることで大幅に改善したことを示している。**新方式の9.8cmという結果は、過去10年以上運用し、パラメータチューニングを行ってきた初号機と同等の性能であり、これをチューニング開始から2カ月で達成したことになる。**本成果に基づいて生成した初号機後継機の軌道決定結果(精密暦)は、2022年2月28日より、MADOCAのWEBサイト(https://mgmds01.tksc.jaxa.jp/)にて、一般公開を開始している。

**アウトカム**：実証された新方式の軌道推定方式を、実用準天頂衛星の軌道推定ソフトウェアに適用すれば、寿命が限られた衛星に対し、**初期の軌道推定ソフトのパラメータチューニング期間を低減し、サービス提供可能期間を拡充することが可能になり、運用性の改善に大きく寄与**することができる。

| SLR残差 | 従来モデル | 新型モデル |
|---|---|---|
| 平均(m) | -0.190 | -0.045 |
| RMS誤差(m) | 0.215 | 0.098 |



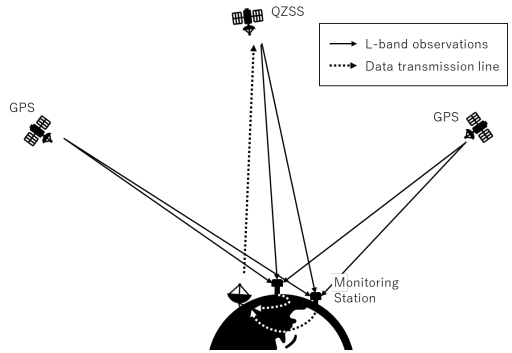
## 評定理由・根拠（補足）

### 4. 低周回衛星＋QZSS同時推定による高精度化

**背景・課題：**既存の衛星測位システムでは、測位衛星の軌道とクロックを世界中に広く分散配置した監視局における観測データを基に推定を行っているが、軌道高度が高い準天頂衛星や静止軌道衛星では、地表からの観測では衛星と観測局間の距離や、視線方向の変化が小さいため、衛星の軌道クロック推定精度の劣化が生じやすいという課題がある

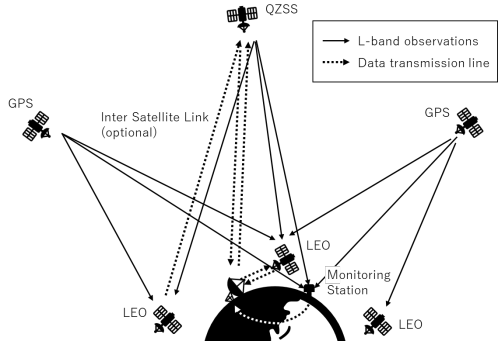
**アウトプット：**低軌道衛星を動く監視局として利用することにより、準天頂衛星の軌道時刻推定精度を改善させる検討を行った。**数値シミュレーションの結果、数機の低軌道衛星搭載QZSS受信データを用いることで、軌道時刻精度に起因する誤差を既存システムに対して半減できることを明らかにした。**

**アウトカム：**将来の準天頂衛星システムの構成において、**衛星間測距装置や、衛星−地上間測距装置による高精度化と異なる高精度化手法として、実用システムの精度向上に貢献できる目途を得た。**また、動く監視局によって海外に設置している監視局数を削減できれば、地上システムの整備・運用費の低減や、システムの抗堪性向上の観点でも有用。



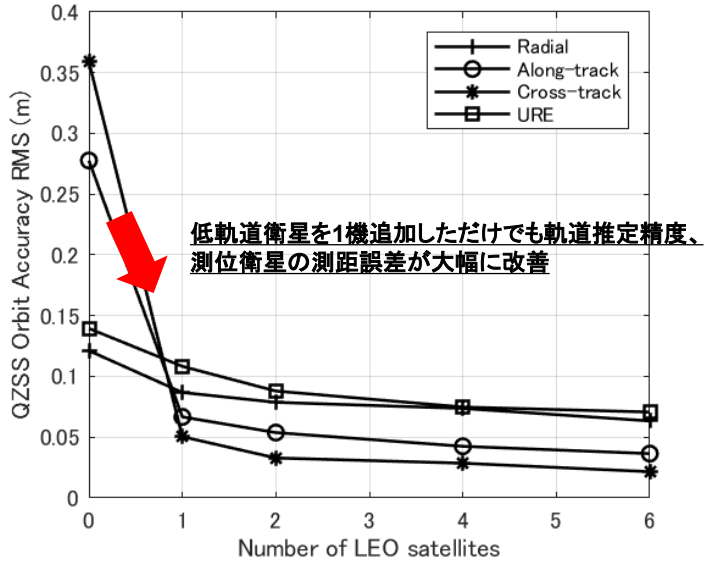

【従来システム】
世界中に分散配置した監視局網で収集した観測データを用いてQZSS・GPSの軌道クロックを推定

従来システムに追加
1. 搭載GNSS受信機にてL帯観測データが収集する**低軌道衛星群**
2. 収集したL帯観測データを地上システムに伝送する**通信回線**




【提案するシステム】
地上の監視局に加えて、低軌道衛星群に搭載したGNSS受信機の観測データを加えてQZSS・GPSの軌道クロックを推定

擬似観測データを用いた数値シミュレーション結果




解析に用いた低軌道衛星の諸条件
コンステ：最大6機（3機×2軌道面）
軌道高度：1,000 km、軌道傾斜角：70度
搭載GNSS受信機：GPS+QZSS（二周波）

## 評定理由・根拠（補足）

### 5. 観測残差による観測誤差チューニング手法による低軌道上PPP-ARによる軌道時刻推定

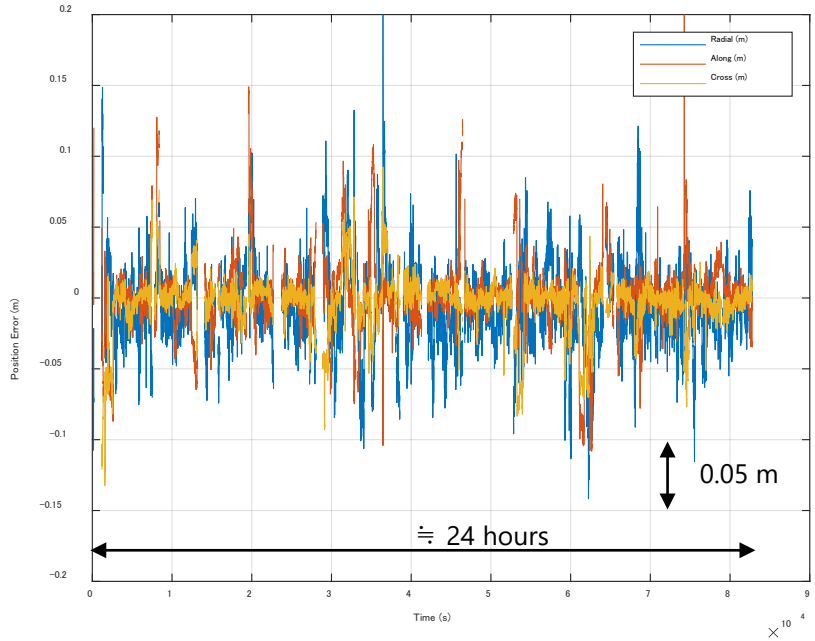
**背景・課題：**低軌道衛星上においては、地上の測位環境と比較して、搭載受信機の観測データの品質や電離層の状態が異なる。そのため、低軌道上におけるMADOCAによるPPP-ARを行う場合、地上と同じ観測誤差パラメータの設定を行うと、PPP-ARの可用性（フィックス率）が著しく低下する課題があった。

**アウトプット：解決策として、カルマンフィルタでGPS観測量の観測残差（O-C）を推定し、さらに地上用の電離層モデルを使用しない電離層遅延量の推定方法に変更し、得られた残差で重み付けを行う手法により、低軌道上におけるGPSの観測モデルに適合したPPP-ARによる位置推定を行うことができる。**低軌道衛星で受信したGPS観測データは、GRACE衛星のオフラインデータ（2018年7月5日）を使用し、MADOCAの暦・位相バイアス（最終暦）を用いたPPP-AR解とGRACEの最終暦を比較評価した結果、**従来方式(観測誤差は未チューニング)ではフィックス率48.9%、位置誤差（3D-RMS）6.4 cmのところ、提案方式では89.4%、4.7 cmを達成**していることを確認した。この評価結果は、軌道力学モデルをまだ適用していない条件で位置誤差5 cm以内が得られ、海外の論文誌で報告されている結果とも同等以上である。また、提案した**観測誤差のチューニング手法は効率的（1回の計算のみで）に観測データに適合したチューニングを実施することができる。また、低軌道上における電離層遅延量を推定しPPP-ARを行うアプローチはこれまであまり報告されていない。**本成果は、ION GNSS+2022学会のアブストラクトへ投稿した。

**アウトカム：**実証された提案方式の観測誤差のチューニング手法を、JAXAの次世代GPSRや超小型衛星におけるオンボードGPS/GNSS航法に適用すれば、搭載受信機のデータ品質に対して、最適かつ効率的に観測誤差モデルを構築することができ、**オンボード航法におけるcm級の位置推定の実現及び新たな地球観測衛星のサービスの創出に寄与**することができる。

| 観測誤差モデル | フィックス率*1 | 位置誤差（3D） |
|---|---|---|
| 従来手法 | 48.9 % | 6.4 cm |
| 提案手法 | 89.4% | 4.7 cm |

*1: フィックス率=(Fix解が得られたエポック数/全エポック数)×100



## 評定理由・根拠（補足）

# 6．MADOCAの社会実装について

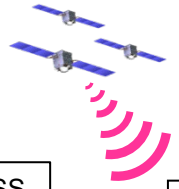
**背景・課題：**複数GNSSの精密軌道クロック推定ツール（MADOCA）を用いた高精度測位の社会実装に向けた取り組みについては、実験用信号として準天頂衛星2-4号機から配信されてきたが、将来的な事業計画が未確定であったために本格的な普及に繋がっていなかった。

**アウトプット：**内閣府がアジア各国で行った高精度測位（PPP：Precise Point Positioning）性能評価結果を踏まえて、**2024年度以降の正式サービス採用を決定**した。**国土地理院や気象庁における精密軌道クロック推定プロダクトの利活用や、総務省の海外実証事業を通じた民間のビジネス検討の進捗**が見られた。

**アウトカム：**準天頂衛星からのリアルタイム配信により、東アジア・オセアニア地域全域で地上の基準点によらずデシメータレベルの高精度測位サービスが実用化され、**自動車、農機、建機、ドローン等の自動制御などの幅広い民間事業展開が期待される他、地震直後の迅速な変位計測や、近年大きな被害をもたらしている線状降水帯の予測向上に利用**される。

GPAS
QZSSの実験信号を生成、提供（2022年9月末まで）
MADOCAのソフトウェア利用許諾を受け、地上配信事業を開始

LHTC
MADOCAのソフトウェア利用許諾を受け、自社で改変したソフトウェアを用いて事業展開
2022年10月よりMADOCA-PPP信号を提供



内閣府QZSS
2024年度以降、実用サービスとしてMADOCA-PPPサービスを開始を決定

準天頂衛星システム配信のMADOCA-PPP信号を用いた実証事業（例）

・ 海外における準天頂衛星活用実証プロジェクトを通じた利用促進（総務省）

FY2014: 無人トラクターの実証実験（水稲）@豪州NSW
- ✓ L6E信号をトラクター（日本製）の農作業自動化に活用し、水平精度を検証

FY2015: 豪州における準天頂衛星システムの市場調査
- ✓ 農業分野で利用可能性が高い分野として、農業機械の自動化や農地データ取得において、「みちびき」の活用ニーズの高さを定量的に明示

FY2016: 高効率な営農作業システム検証（サトウキビ）@豪州QLD
- ✓ L6E信号をトラクター（日本製、米国製）の自立走行に活用し、水平・垂直精度の検証と初期捕捉時間短縮に取り組む
- ✓ ドローンにて農地データを収集し、収穫量に影響を及ぼす因子について分析・評価

: 生育状況把握システム検証（アボカド）@豪州QLD
- ✓ L6E信号をドローンで活用した場合の水平・垂直精度を検証
- ✓ 作物の水ストレス量と健康状態をセンシングし、見回り作業の効率を評価

FY2017: 高精度・高効率分析システムの検証（バナナ）@豪州WA
- ✓ 雑草の位置を自動検出するシステムの構築・検証

FY2018 高精度画像解析システム検証（キャベツ）@豪州NSW
- ✓ キャベツの生育異常個所を特定するシステムの構築・検証

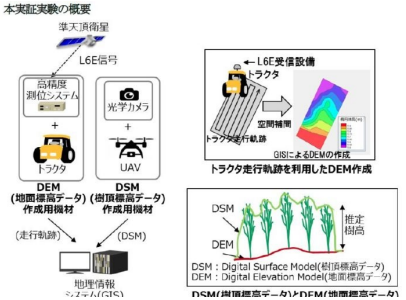
FY2019 高効率営林システムの検証（ユーカリ）@インドネシア
- ✓ ユーカリの樹高推定システムの構築・検証

FY2020: 効率的土量計測システムの実証@豪州NSW
- ✓ スマートフォン、ドローンを使った土量計測システムの精度検証

FY2021: 効率的森林生育調査システムの実証@NSW
- ✓ ドローン空撮画像を使って植林地内の生育状況を把握するシステムの検証

日立造船、日立製作所、ヤンマー、日立ソリューションズ、日立豪州他
日立製作所、日立ソリューションズ、日立豪州他
日立ソリューションズ、日立豪州他

■ 本実証実験の概要




日立製作所、丸紅、日立ソリューションズで事業化の検討が進行中

https://www.hitachi-solutions.co.jp/company/press/news/2019/0913.html

・ 上記、総務省事業の以外でも、みちびきを利用したタイでのEV自動走行実証（内閣府）、タイにおける電子基準点に係る国家データセンター能力強化及び利活用促進プロジェクト（JICA）等がある。

国土地理院 → 気象庁（地上配信）

JAXAとの協定のもとMADOCAを用いてリアルタイム暦を生成、気象庁へ提供（2021年4月～）

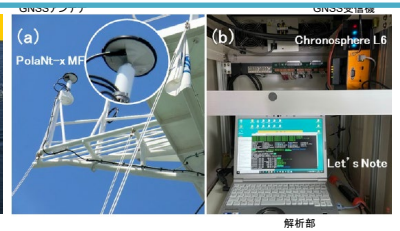
日々の気象数値予報に可降水量推定※結果を活用中。

※ ①衛星、観測受信機それぞれの高精度な位置情報、②衛星から観測受信機までの電波伝搬時間から、③衛星と観測受信機を結ぶ経路上の水蒸気量を求め、正確な可降水量を算出する。可降水量は気象数値予報の入力データとして予報精度向上に寄与。

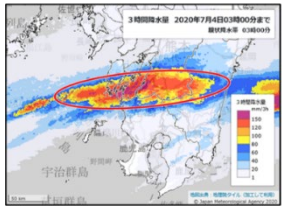
一方で、右図のとおり、気象庁では、洋上での可降水量推定に、上述の衛星配信（実験信号）も活用中（2021年8月～）。




https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/vessel_obs/description/vessels.html




出典：Kinematic PPPによるリアルタイム海上可降水量解析：小司禎教



https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/bosai/kenchoame.html

| 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) | 379,305 | 1,641,202 | 1,660,830 | 1,299,314 | | | |
| 決算額 (千円) | 1,124,346 | 17,127,857 | 13,197,407 | 12,371,915 | | | |
| 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) | 17 | 23 | 26 | 30 | | | |

(※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．３．２ 海洋状況把握･早期警戒機能等

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．２ | Ⅰ．1．２． | | |
| 宇宙基本法の制定（平成20年）及びJAXA法の改正（平成24年）並びに新たな宇宙基本計画の策定（平成27年）を踏まえ、前中長期目標から新たにJAXAの事業の柱として掲げられた安全保障分野に係るこれまでの取組として、情報収集衛星に係る政府からの受託や、防衛装備庁との包括協定締結に基づく宇宙航空分野での研究協力及び双方向での人材交流の開始により、安全保障関係機関との緊密な連携体制を構築するに至った。今中長期目標期間においては、このような取組を更に発展させ、防衛省や海上保安庁をはじめとする政府の安全保障関係機関との連携を一層強化し、以下の取組により我が国の安全保障の確保に貢献する。 | 防衛省や海上保安庁をはじめとする政府の安全保障関係機関と連携し、以下の取組により我が国の安全保障の確保に貢献する。 | – | – |
| 海洋状況把握について、政府の安全保障関係機関や海洋基本計画及び同計画の工程表の取組と連携し、先進的な地球観測衛星等の知見の提供により政府の検討を支援する。また、先進的な地球観測衛星や船舶に関する情報を衛星から取得するための船舶自動識別装置（AIS）、関連するデータ処理･解析技術について、船舶検出率を向上させる研究開発及び衛星データ利用の推進を行うとともに、先進レーダ衛星（ALOS-4）での協調観測により船舶の航行状況をより正確に把握する技術を実証する。 | 海洋状況把握について、政府の安全保障関係機関や海洋基本計画及び同計画の工程表の取組と連携し、衛星観測データの迅速かつ安定的な提供を継続するとともに、衛星観測情報が活用されるための技術協力及びこれに必要な技術研究を行う。 | 政府の安全保障関係機関に対して、JAXAの各種衛星観測データ（合成開口レーダ、AIS、地球観測データ）を迅速かつ安定的に提供した。また、衛星データの利用･解析手法（複合的なデータ利用等）の開発、改良に取り組み、有望な結果が得られ、安全保障機関で利用される見通しを得た。<br>日本周辺海域のAIS信号の衛星受信が困難な海域での受信性能を改善するSPAISE3（ALOS-4搭載予定）の開発も着実に進めた。 | JAXAの衛星データやその利用技術の提供により、八戸沖での油流出事故対応、福徳岡ノ場からの軽石漂流対応等の脅威に対し、日々の安全保障関係機関の業務に利用することにより、衛星データの有効性を示した。その結果、安全保障関係機関との連携が一層強化され、我が国の海洋状況把握(MDA)能力の向上、安全保障の確保に貢献した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | 国の海洋状況表示システム（海しる）を運用する海上保安庁に衛星データ提供を継続するとともに、衛星データ（水温、クロロフィル等）の利用に関する知見の提供や、海上保安庁からのフィードバックに対応しつつ、提供データがより有効に海しる利用者に利活用されるための協力を行う。 | 各種衛星データの提供を着実に継続した他、衛星データの利用、解析手法(複合的なデータ利用等)を研究し、成果を提供した。2021年度は特に気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）及び衛星全球降水マップ（GSMaP）等に対応する海しるの改修が進み、これらデータが海しるに導入、公開された。 | 海しるに導入されたことで漁業者等、幅広い利用者に継続的に貢献できる。特にGCOM-Cデータは沿岸域（経済活動が活発）を含む高分解能な水温、クロロフィル情報となり、強く求められていたものである。 |
| | また、先進光学衛星（以下「ALOS-3」という。）や先進レーダ衛星（以下「ALOS-4」という。）の海洋状況把握に関する利活用案を安全保障機関に提案し、利用に関する準備、調整を進める。 | ALOS-3, ALOS-4のデータ提供及びその利活用案を安全保障機関に提案し、利用協定等の締結準備を行いながら、利用に関する調整を進めている。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| | また、衛星による船舶の航行状況把握に有効なレーダ衛星観測及び船舶自動識別装置（AIS）信号受信の関連技術の向上を行う。本年度はレーダ画像の船舶分析上の課題を抽出し、正確な分析を容易にするための改善策を講じる。加えて、レーダ画像に機械学習を適用することによる船舶分析技術の改善を安全保障機関と連携して実施する。 | 衛星レーダ画像による船舶分析において、課題となるノイズに対する対策技術を開発し、それが有効であることを確認した。<br>また、機械学習技術を用いてレーダ衛星（ALOS-2）画像からタイムリーに船舶分析を行う技術を開発した。 | 日本周辺海域の様々な脅威に対し必要な情報が増える中、衛星データが正確、迅速に分析されやすいことが望まれているところ、関連する技術を開発し、その有効性を確認できた。我が国のMDA能力の向上、安全保障確保に貢献している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | また、ALOS-4に搭載予定のAIS装置（SPAISE3）受信情報の利用方法を安全保障機関に提案し、提供方法を確定する。 | SPAISE3のデータ提供及びその利活用案を安全保障機関に提案し、利用協定等の締結準備を行いながら、利用に関する調整を進めている。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| 早期警戒機能等について、政府の安全保障関係機関と連携し、政府が行う赤外線センサの宇宙空間での実証研究を支援するため、先進光学衛星（ALOS-3）への赤外線センサの相乗り搭載に対応するとともに、我が国の早期警戒能力の確保に向けた小型衛星コンステレーションについての米国との連携を含む今後の政府の検討を踏まえ、政府の求めに応じて、将来必要となる要素技術に係る研究開発等を推進する。 | 早期警戒機能等について、政府の安全保障関係機関と連携し、政府が行う赤外線センサの宇宙空間での実証研究を支援するため、防衛装備庁からの受託により開発した２波長赤外線センサを搭載するALOS-3を打ち上げるとともに、我が国の早期警戒能力の確保に向けた小型衛星コンステレーションについての米国との連携を含む今後の政府の検討を踏まえ、政府の求めに応じて、将来必要となる要素技術に係る研究開発等を推進する。 | 防衛装備庁からの受託により開発した２波長赤外線センサを搭載するALOS-3の打ち上げ準備を進めたが、Ｈ３ロケット試験機1号機の2021年度打ち上げ見合わせを受け、ALOS-3の打ち上げは延期した。 | ２波長赤外線センサを搭載するALOS-3の打ち上げを除き、計画に基づき着実に実施。 |
| 政府の安全保障関係機関との連携を深め、将来的な安全保障分野での宇宙の利用ニーズを捉えた研究開発を推進する。 | 政府の安全保障機関との対話を進め、将来必要となる技術について関連機関との調整・検討を行う。 | 政府の安全保障機関との連携を強化の為、2021年4月に新設された安全保障技術協力推進課（Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保証強化　参照）を中心に対話を進め、衛星データ利用の利用範囲の拡大への理解促進をはかり、ニーズ拡大に努めた。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；安全保障の確保】<br><br>○我が国の安全保障の確保に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○安全保障の確保に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・達成解像度等）<br>（マネジメント等指標）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；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】<br><br>○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**＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜**モニタリング指標**＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

# Ⅲ．３．２　海洋状況把握・早期警戒機能等

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

我が国の周辺海域を取り巻く情勢が一層厳しさを増し、海洋権益が深刻な脅威・リスクにさらされている状況にあることに加え、福徳岡ノ場やトンガの火山噴火に伴う軽石の漂流、漂着や津波の到達等、海洋国家である我が国にとって新たな自然脅威が発生した中、国の安全保障機関における衛星観測データの利活用が更に進展し、海洋状況把握(MDA)の能力向上が図られたことで、我が国の安全保障の確保に貢献する等、「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出があったと評価する。

主な業務実績・成果は以下のとおり。

**１．国の安全保障機関のMDA能力向上への貢献**

JAXAの**陸域観測技術衛星2号機「だいち2号」(ALOS-2)搭載合成開口レーダ(SAR)の観測データ、船舶自動識別装置(AIS)で取得した船舶情報等をはじめとした衛星データの提供、海洋モデルのデータを複合的に利用したデータの提供等を恒常的に行い、さらに利用技術支援も行うことにより、国の安全保障機関における海洋状況把握への衛星情報の利活用の定着、能力向上に貢献した。**また、2021年8月11日に発生した**八戸沖の油流出事故に関して、その前年度のモーリシャス事故対応をベースに作成した油流出事故発生時のALOS-2観測のガイドラインに沿って、迅速なALOS-2の緊急観測及びその画像の提供を行った。その結果、現地の油の流出状況の把握に役立ったという評価を得られた。**SARデータからの船舶分析に資する機械学習に取り組み、**2021年度はレーダ衛星（ALOS-2）画像からタイムリーに船舶分析を行う技術を開発した。**

**２．政府における海洋情報の効果的な集約・共有・提供への貢献**

海洋基本計画に基づき、海上保安庁(海洋情報部)が運用する「海洋状況表示システム(海しる)」(海洋に関する情報を一元化的に取り扱うシステム、2019年度から運用中)に対し引き続き地球観測衛星データの提供及び技術支援を実施した。**気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）及び衛星全球降水マップ（GSMaP）等に対応する海しるの改修が進み、2021年度にこれらデータが導入、公開された。GCOM-Cにより観測される沿岸域（経済活動が活発）の海水温データやクロロフィル濃度データは漁業者等の海しる利用者からの期待が特に高いものであり、海しるの機能強化に一層貢献できると考えている。**

**3．福徳岡ノ場噴火および噴火に伴う軽石漂流、漂着等への対応**

遠方にあり他の手段による観測が困難な我が国周辺の海域火山（福徳岡ノ場、西之島等）に対し、発災前からGCOM-Cによる変色水、ALOS-2による新島形成及びその推移を観測し、**福徳岡ノ場は2021年2、3月頃から変色水発生が顕著になっていることを発見し、この情報を基に海上保安庁が航空機による観測強化を始め、その中での大噴火発生（8月）となった（発災前後の対応に貢献**することとなった）。

**発災後も、JAXAからは衛星観測情報を提供し、海上保安庁からは現場の写真を提供されるなど、連携しながら軽石監視活動を行った**（Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシングも参照）。

なお、年度計画で設定した業務は、２波長赤外線センサを搭載するALOS-3の打ち上げを除き、計画通り実施した。

| 財務及び人員に関する情報（※2） | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 予算額 (千円) | 27,580,952 | 16,334,610 | 29,425,096 | 28,005,421 | | | |
| 決算額 (千円) | 27,852,134 | 21,245,487 | 24,952,566 | 35,047,445 | | | |
| 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) | 191 | 189 | 185 | 190 | | | |

(※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。

(※2) 予算額、決算額、従事人員数は、それぞれ「Ⅲ.3.2 海洋状況把握・早期警戒機能等」と「Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシング」の合計数。

# Ⅲ．3．3　宇宙状況把握

2021年度 自己評価　A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．3 | Ⅰ．1．3． | － | |
| 人工衛星の確実な運用を行い、安全保障分野や民生利用分野における宇宙空間の持続的・安定的な利用の確保に貢献するため、宇宙状況把握（SSA）に関する研究開発等に次のとおり取り組む。 | 人工衛星の確実な運用を行い、安全保障分野や民生利用分野における宇宙空間の持続的・安定的な利用の確保に貢献するため、宇宙状況把握（以下、「SSA」という。）に関する研究開発等に次のとおり取り組む。 | | |
| スペース・デブリの増加等を踏まえた関係政府機関が一体となったSSA体制の構築に向け、JAXAのSSA関連施設の整備・運用及びスペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指した研究開発、並びに関係機関との人的交流やJAXAが有する技術や知見等の共有を含めた政府への技術支援を行う。また、継続的にスペース・デブリとの衝突を回避する運用を実施する。 | スペース・デブリの増加等を踏まえた関係政府機関が一体となったSSA体制の構築に向け、本年度は、JAXAのSSAシステムのインテグレーション試験を完了するとともに、関係機関との人的交流やJAXAが有する技術や知見等の共有を含めた政府への技術支援を行う。具体的には、防衛省システムとのインタフェースや防衛省・JAXA間の運用手順等に係る技術支援を行う。 | ＜プロジェクト＞<br>2016年度から開発に着手した地上のSSAシステムの製作を、計画に基づき着実に実施した。2021度はシステム整備の最終段階であるインテグレーション試験として、防衛省のSSAシステムとも連接した試験を実施。全ケース計画通り完了、フルサクセスを達成した。<br>防衛省SSAシステム・JAXAのSSAシステム間のインタフェース調整に加え、2023年度からの実運用開始に向けた運用手順等準備に係る技術支援を行い、SSA体制構築に貢献した。 | 計画に基づき着実に実施。<br>宇宙基本計画における「関係政府機関が一体となったSSA体制の構築」に貢献した。 |

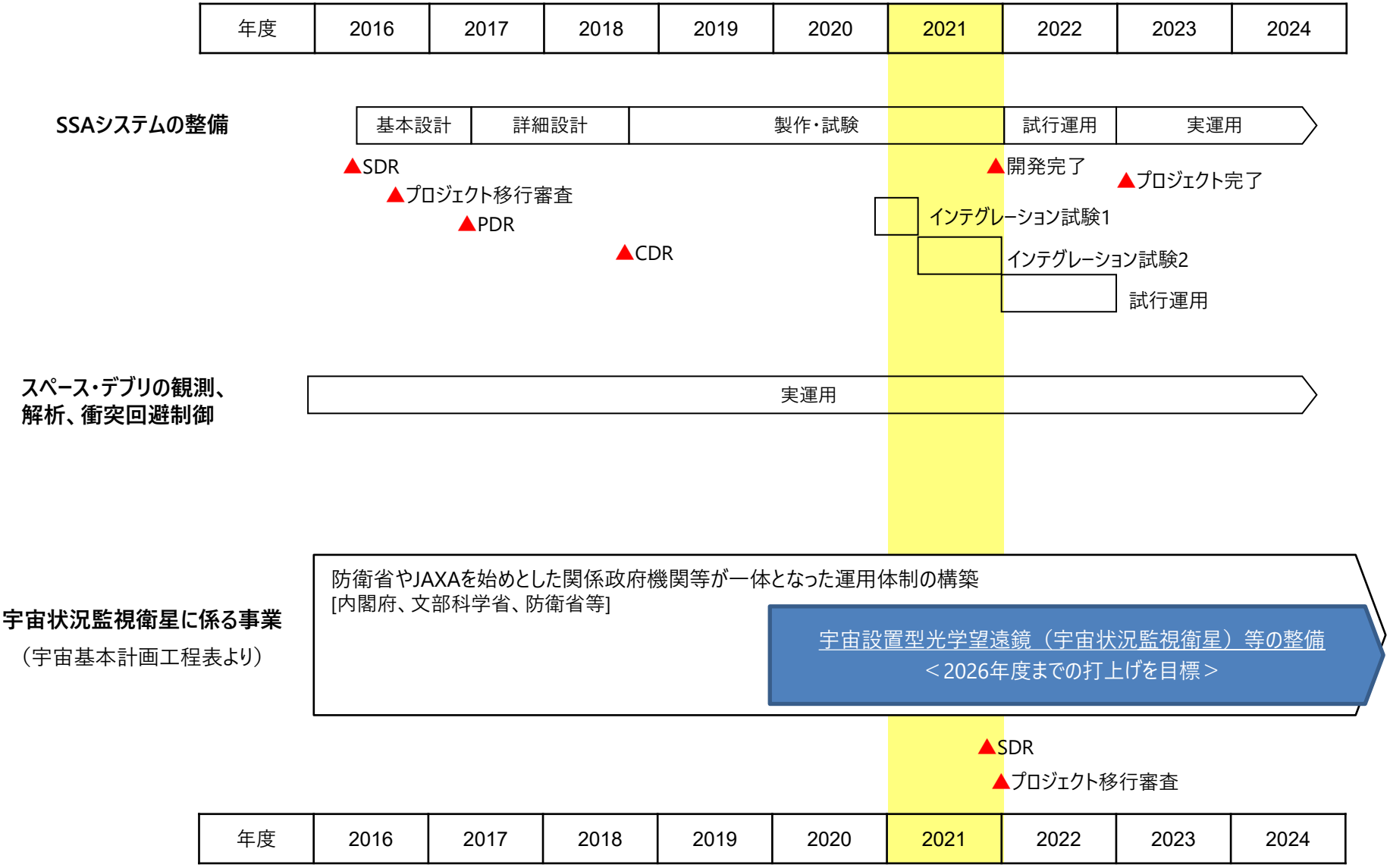
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．3 | Ⅰ．1．3． | － | |
| （続き） | また、継続的にスペース・デブリとの衝突を回避する運用を実施するとともに、スペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指し、要素技術である大気密度研究やデブリ接近回避計画立案支援ツール開発・改良並びに国際的に過渡期にあるSSA分野対応等について政府へ現場実績を生かした支援を行う。 | 継続的にスペース・デブリの観測、及び衝突回避制御支援を実施した。<br>スペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指した研究開発では、<br>(1)JAXAが開発したデブリ接近回避計画作成ツール（「RABBIT」）は、国内外40組織、120基の衛星運用で使用されている。また、科学技術振興機構のSTI for SDGsアワード「優秀賞」を受賞した。<br>(2)超高層大気密度モデリングでは、将来の大気密度を予測する研究を進め、従来の軌道システムより26%以上の精度向上に成功した。これにより、真に危険なデブリ接近を選別する事が可能となった。<br>(3) 全天自動サーベイ技術獲得では、筑波宇宙センターに望遠鏡を設置し、2020年度成果のツールと組み合わせ、全天サーベイ観測に成功した。美星スペースガードセンターに次ぐ2拠点目として、今後多地点観測による軌道把握の迅速化、精度向上が期待される。<br><br>なお、デブリ落下予測等の政府への技術支援については対象となる事象が発生しなかった。 | 計画に基づき着実に実施。<br><br>デブリ接近回避計画作成ツール（「RABBIT」）により軌道解析専門家が不在なベンチャー企業、大学でもJAXA軌道力学チームと同じ接近回避計画作成と判断が可能となった。 |
| | 政府からの宇宙状況把握衛星関連の受託に基づく事業を、先端的な研究開発の能力を活かし、必要な体制を確立して着実に実施する。 | 政府からの宇宙状況把握衛星関連の受託に基づく事業を、先端的な研究開発の能力を活かし、必要な体制を確立して着実に実施した。<br>2021年度は、JAXAの数十年にわたる静止軌道衛星、地球観測衛星等の開発に基づく技術力が認められ、我が国初となる宇宙状況監視（SSA）衛星システムを受託してプロジェクトへ移行するとともに、2021年度の調査研究成果を踏まえ、将来のSSA衛星の複数機運用に係る調査研究を新たに受託した。 | 宇宙基本計画における「宇宙空間の持続的かつ安定的な利用の確保」及び防衛計画の大綱における「JAXAとの連携強化」に向けて貢献。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；安全保障の確保】<br><br>○我が国の安全保障の確保に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○安全保障の確保に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・達成解像度等）<br>（マネジメント等指標）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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**＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜**モニタリング指標**＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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
SSAシステムの整備
基本設計
詳細設計
製作・試験
試行運用
実運用
▲SDR
▲プロジェクト移行審査
▲PDR
▲CDR
▲開発完了
▲プロジェクト完了
インテグレーション試験1
インテグレーション試験2
試行運用
スペース・デブリの観測、
解析、衝突回避制御
実運用
宇宙状況監視衛星に係る事業
（宇宙基本計画工程表より）
防衛省やJAXAを始めとした関係政府機関等が一体となった運用体制の構築
[内閣府、文部科学省、防衛省等]
宇宙設置型光学望遠鏡（宇宙状況監視衛星）等の整備
＜2026年度までの打上げを目標＞
▲SDR
▲プロジェクト移行審査
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．３．３　宇宙状況把握

**2021年度 自己評価　A**

【評定理由・根拠】

人工衛星の運用を確実に行い、安全保障分野や民生利用分野における宇宙空間の持続的・安定的な利用の確保に貢献するため、国の政策に対応した組織体制の構築に貢献し、宇宙状況把握の活動および高性能の新たなシステムの整備を継続するとともに、我が国初の宇宙状況監視衛星システムの開発に着手するなど、宇宙状況把握（SSA）に関する研究開発等に取り組み「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出があったと評価する。主な業務実績・成果は以下のとおり。

１．宇宙状況監視（SSA）衛星システムに係る事業

政府からの受託に基づく事業を、先端的な研究開発の能力を活かし、必要な体制を確立して着実に実施し、以下の成果を得た。（補足１）

（１）　JAXAの数十年にわたる静止軌道衛星、地球観測衛星等の開発に基づく技術力が認められ、我が国初となるSSA衛星システムを受託（約171億円：2021年度受託額）してプロジェクトへ移行するとともに、2021年度の調査研究の成果を踏まえ、将来のSSA衛星の複数機運用に係る調査研究（約2億円：2021年度受託額）を新たに受託した。

２．スペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指した研究開発

（１）軌道上でのスペースデブリ衝突防止に向けた活動　～　デブリ接近回避計画作成ツール(「RABBIT」のユーザ拡大～

JAXAが開発した「デブリ接近回避計画作成ツール(「RABBIT」）」を2021年3月から一般公開し、その後ユーザ拡大に向けた広報活動を実施した。

現在、国内外40組織（衛星数にして約120機）で使われており、軌道解析専門家が不在なベンチャー企業や大学でもJAXA軌道力学チームと同じ接近回避計画作成と判断が可能となった。また、人工衛星の運用に必要な技術をツール化し、スペース・デブリ回避を容易にした点が高く評価され、JSTが主催する「STI for SDGs」アワードにて「優秀賞」を受賞した。（補足２）

（２）超高層大気密度モデリング　（補足３）

スペースデブリの衝突予測精度等を上げるため、軌道予測の不確定さを生み出す大気抵抗（＝大気密度）の予測精度向上を目指し、機械学習、データ同化、システム同定技術を取り入れた大気密度モデリングの研究をFY2020に引き続き行った。FY2020の成果である公開データのみを使って過去の大気密度分布を補正することに加え、FY2021では未来の補正係数を予測する研究に取り組んだ。その結果、現行の軌道力学運用で使用される大気密度モデルよりも５日後の大気密度値の予測誤差を26~30%程度改善することができた。

JAXA保有宇宙機へのデブリ接近時に、JAXA内の判断基準で「危険」とみなされる接近が年間226回程度発生するが、予測誤差が小さくなることにより「回避が必要な接近」の回数(およそ4回/年=2020年度のデブリ接近回避制御回数)まで減らせる見込みである。衝突の危険性が高い場合にのみ軌道制御を検討すればよく、衛星運用現場の負荷低減や衛星寿命の延長が期待できる。さらには、数日先の軌道をより正確に予測できるので予報値データの寿命が延び、通信用アンテナへ送付する予報値作成頻度を減らすことが可能となる。

**【評定理由・根拠】　（続き）**

（３）全天自動サーベイ技術獲得　（補足４）

筑波宇宙センターに口径20cm望遠鏡を設置し、FY2020に開発した「1枚の天文写真からスペースデブリを検出するツール」と連携させることにより、「夜間に全天を無人かつ自動で観測し、スペースデブリの検出まで自動で行う」システムを構築した。

これにより、日本国内では美星スペースガードセンター(岡山県）だけではなく、つくば市でもデブリ観測ができる環境が整い、スペースデブリ同時観測、岡山-筑波間の基線長を生かした迅速な軌道決定、片方が曇天でももう片方で補間観測が可能となった。（国内2か所で観測、天候に左右されない観測の実現）

また、美星スペースガードセンターでの観測は、天文観測の専門家が大口径望遠鏡を利用して「既知の注目物体」を確実に観測する事が可能であるが、つくばでの観測は、市販品望遠鏡を使用してほぼ無人で全天をくまなく自動観測し、画像の中から新たなスペースデブリを検出可能である。デブリ検出において、精密検査と健康診断のような相補関係を持たせる事ができる。

なお、筑波望遠鏡は市販品であり、ツールもJAXA開発なので、要すれば日本全体にSSA観測設備を安価に拡張できる可能性が見えてきた。

３．人工衛星の確実な運用、安全保障分野や民生利用分野における宇宙空間の持続的・安定的な利用の確保を目指し、政府が進める宇宙状況把握（以下、「SSA」という。）体制構築に貢献するため、JAXAのSSAシステムの製作を着実に実施した。2018年西日本豪雨はじめ、台風・豪雪等荒天による工事等遅延、海外下請け業者の財政危機による部品供給遅延、新型コロナ緊急事態宣言に伴う県境越え移動抑制や出勤自粛による作業遅延など、種々の困難を乗り越え、2020年度末からシステムを統合するインテグレーション試験を開始。防衛省のSSAシステムとの連接試験も実施した上で、当初計画通り2021年度末までに計画した全ケースの試験を終了、JAXAのSSAシステムの整備を計画通り完了させ、フルサクセスを達成した。試験中、不具合（防衛省とのインタフェース不備によるものを含む）はあったものの、JAXAおよび防衛省関係者間の協力により、全ての処置を適切に完了した。2022年度は、防衛省と連携し2023年度運用開始に向けた試行運用を実施する。　（補足５）

４．関係政府機関が一体となったSSA体制の構築に向け、関係機関との人的交流や、政府におけるSSAシステムの具体化に向けた技術支援を行った。

５．上齋原レーダ と 美星光学望遠鏡によるスペース・デブリの観測 および JAXA運用中の衛星に対するデブリ接近解析を行った。今年度は、日米間の「宇宙状況監視（SSA）了解覚書」に基づく連合宇宙運用センター(CSpOC)からのデブリ接近スクリーニング結果通知（＊1）（151,392件）を踏まえて、衝突リスクがある衛星プロジェクトへの接近警報（＊2）を268件行った。更に、その中から、衝突の可能性が高いデブリについては衝突回避判断会議（＊3）を18回実施し、スペースデブリとの衝突を回避するための衛星のデブリ衝突回避制御DAM(Debris Avoidance Maneuver)を2回(だいち２号：1回、しずく：１回)実施した。

（＊1）低軌道衛星が対象。衛星を中心として0.4 km× 25 km× 25 kmの範囲内に接近するデブリの情報
（＊2）5日以内に接近かつ衝突確率$10^{-5}$以上のもの
（＊3）2日～3日以内に接近かつ衝突確率$10^{-4}$以上のもの

なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

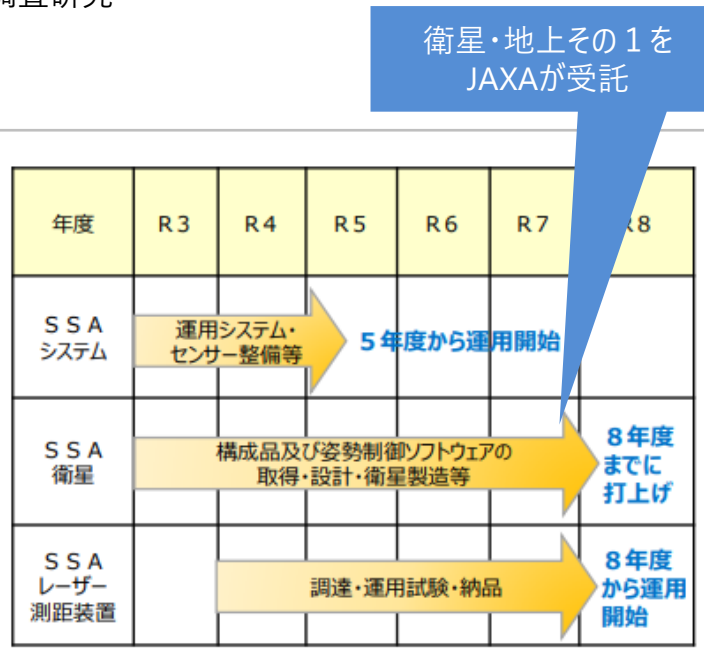
## 宇宙状況監視衛星に係る事業

■ JAXAの数十年にわたる静止軌道衛星、地球観測衛星等の開発に基づく技術力が認められ、我が国初となるSSA衛星システムを受託（約171億円：2021年度受託額）してプロジェクトへ移行するとともに、2021年度の調査研究の成果を踏まえ、将来のSSA衛星の複数機運用に係る調査研究（約2億円：2021年度受託額）を新たに受託。 ⇒ **防衛省が進めるSSA体制の確立と能力向上の実現に向けて貢献**

【2021年度受託（3件）】
① 宇宙状況監視（SSA）衛星システム（衛星その１）
② 宇宙状況監視（SSA）衛星システム（地上その１）
③ 宇宙状況監視（SSA）衛星の複数機運用に係る調査研究




SSA運用体制（イメージ）




＜宇宙政策委員会 第96回会合（令和4年2月15日） 防衛省予算説明資料【抜粋】＞

## 評定理由・根拠（補足２）

### 軌道上でのスペースデブリ衝突防止に向けたRABBITのユーザ拡大

RABBITは、CSpOCから提供されるスペースデブリ接近情報を用いて、スペースデブリ衝突回避制御計画立案を支援するツールである。

○2021年3月にRABBITの一般公開を開始、その後ユーザ拡大に向けた広報活動を実施。

**課題：**軌道上衝突をなくすために、ひとりでも多くの衛星運用者にRABBITを使ってもらいたい。デブリ問題とRABBIT利用による解決策の啓蒙がJAXAの役割。
RABBITを用いることで、高性能な計算機や軌道力学の専門家がおらずとも、**誰でもJAXAと同水準で**スペースデブリ回避計画を立案できる。
また、衛星運用者のみならず、多くの人にスペースデブリ問題を認知してもらう必要がある。
RABBITを公開したら終わりではなく、データフォーマット変更対応や新アルゴリズム導入等のRABBITユーザへのサポートを継続する必要がある。

### 2021年度実施内容と成果

**解決策（今年度実施内容）：**

① アカデミックな学会や、国連COPUOS本委員会等の政治的な場でRABBITの発表を実施。
② スペースデブリ問題について、広く認知してもらうため、JSTが主催する「STI for SDGs」アワード等に応募。
アワード優秀賞受賞に伴うエコプロ2021でのRABBITの紹介、講演。
③ アルゴリズム改良を行いRABBITのバージョンアップを実施。

**成果：**

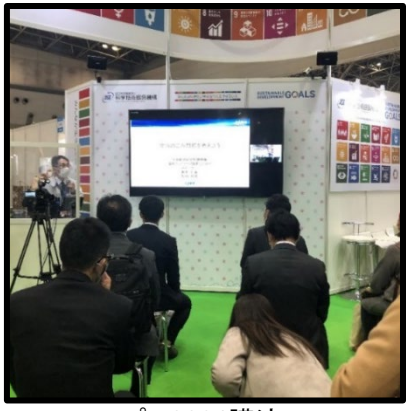
① 学会等での発表を通し、RABBITの利便性等を知ってもらうことができ、大学やベンチャー企業等、国内外の**約40組織、衛星数にして約120機まで**RABBITのユーザを拡大することができた。
② JSTが主催する「**STI for SDGs」アワードにて優秀賞**を受賞。
一般的な認知がまだ低い宇宙ゴミについても非常に重要な社会課題として認識して取り組んでいる点や、SDGsの進捗計測に必要なデータ収集を行う際に重要となる人工衛星の運用に必要な技術をツール化し、ゴミ回避を容易にした点を高く評価いただいた。

### 期待される効果

RABBITが普及すると、軌道上衝突0が実現できる。
日本国内に限定すると、すべての衛星運用事業者が共通してJAXA同等のスペースデブリ衝突回避能力を保有する事ができる。

宇宙基本計画(R2.6.30)
4. (4)②(iv)民間事業者への宇宙状況把握サービス提供のためのシステム構築に貢献できる

'STI for SDGs' AWARD


エコプロ2021講演



エコプロ2021ブース展示

## 評定理由・根拠（補足３）

### 超高層大気密度モデリングについて

**課題：**JAXAは衛星へのデブリ衝突のリスクを管理するために最接近時刻(TCA)の5日前からリスクのある接近のモニタを開始する。TCAにおける衛星とデブリ双方の位置・速度及びその誤差を正確に知ることができれば、リスク(衝突確率)をより正しく評価できる(右下図)。しかし、低軌道衛星では大気抵抗に起因する軌道予測誤差が大きいのが現状である。大気抵抗をもたらす大気密度はモデルを用いて計算するが複雑な系を成しておりモデルの高度化は困難(*)。FY2020までの成果では「過去の大気密度分布の補正」まで実現していたが、「未来の大気密度分布の予測」については十分な研究がなされていなかった。

(*) ドイツGRACE-A衛星の軌道解析によると、従来から利用されているJacchia-Roberts Modelによる大気密度誤差(予測誤差ではない)は約64%と大きい(2002年～2004年の実績)。軌道力学分野でこれだけ大きな誤差を生む要因は大気抵抗だけであり、現在、低軌道衛星の軌道予測は大気密度誤差が大きいため難問と認識されている。

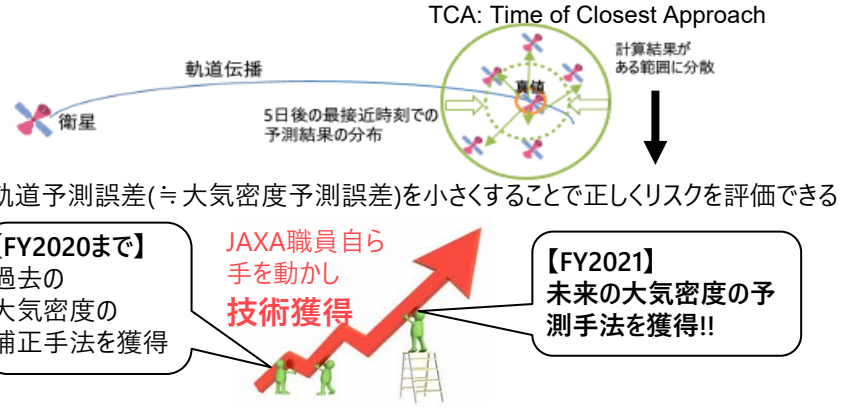
### 2021年度実施内容

**FY2021の研究では、近年注目されている手法として機械学習、データ同化、システム同定を用いて大気密度予測に挑戦した。**

**解決策：**

① 大気密度補正係数の予測手法として"Hermitian Space-Dynamic Mode Decomposition with control (HS-DMDc) "なるシステム同定アルゴリズムを採用し、アルゴリズムへの入力データとして**補正係数の時間変化率を追加**することで予測精度を改善した。

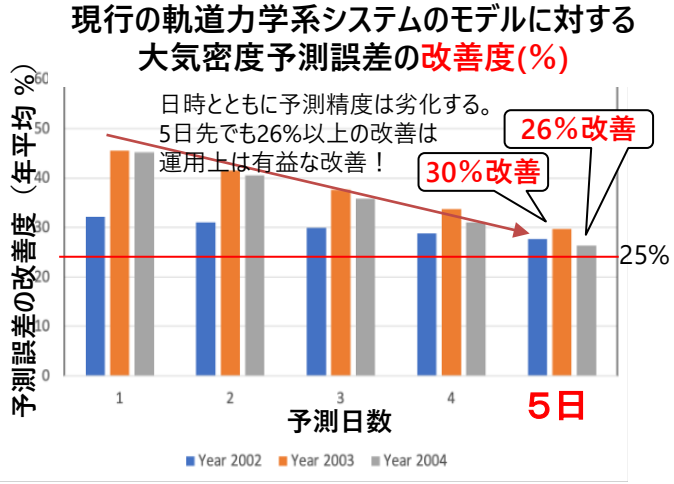
② FY2020までの研究では宇宙環境データと長半径経年変化率データを用いた機械学習により、大気中の電子密度Total Electron Content (TEC) を相関を生む主成分とすることで軌道予測精度が改善できると判明していた。この**TECをHS-DMDcに取り込む**ことで補正係数の予測精度を改善した。




### 2021年度成果

**インターネットで公開されたデータとシステム同定技術を用いた大気密度予測手法の構築を実現**した。

現行の軌道力学系システムよりも**5日後でも大気密度予測誤差が26~30%改善**した（右図）




### 期待される効果

◆ **デブリの最接近時刻の位置誤差が各々半分になれば衝突確率が4桁低下する**

（例 2.5σ分離時の衝突確率($6\times10^{-3}$)→5σ分離時($3\times10^{-7}$)

→**【本当に危険な接近だけを識別できるようになる】**

(軌道上は混雑化が進み、衝突回避作業が追い付かなくなると世界的に危惧されている。欧州は自動化で解決を模索。日本はモデル改良で解決策を模索。本成果はSSA業界では画期的進歩）

◆ JAXA基準で「要モニタ」(衝突確率>$10^{-5}$かつ最接近まで5日以内)は、2021年度は年間268回に対応してきた。軌道伝播精度が向上すれば、本当に危険な接近の対応に注力できる**【運用負荷軽減】**

◆ 衛星も、本当に危険な時だけ軌道制御を実施＝【燃料節約＝**衛星寿命の延長】**

◆ 軌道伝播精度が上がればアンテナ予報値更新が間隔長くできる＝**【地上システム運用者の負荷軽減可能】**

## 評定理由・根拠（補足４）

全天自動サーベイ技術獲得

**海外SSA活動と比べると日本は全天サーベイ技術で後塵を拝しているため、筑波宇宙センターに観測環境を整備した。**

**課題：**国内には美星スペースガードセンターしかスペースデブリ観測局がない→単局運用によるデータ数不足はSSAとして弱点
2020年度に開発したツールは268物体/時のデブリ検出可能（美星の専門家の3倍の検出能力）だが複雑に組み合わせたツール

### 2021年度実施内容

**解決策：**

① 昨年度開発した「光学画像からデブリの位置を引き抜くソフトウェア」の操作パネル化。誰でも直感的に操作可能。

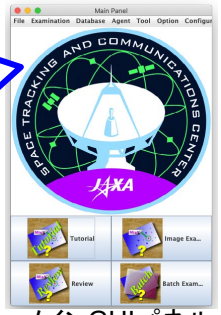
② 筑波宇宙センターに観測設備（天体ドーム）を整備。
性能は劣るが美星スペースガードセンターに次ぐ２拠点目が完成(民間・商用観測施設除く)。
→ **多地点観測による軌道把握の迅速化に成功、岡山－筑波の基線長による精度向上も図られている**

① 望遠鏡、ドームは天文用カタログ品で構成。デブリ抽出ソフトウェアも汎用品をJAXAでカスタマイズし機能付加。
→ 既製品の組合せにより安価にデブリ観測環境を構築。JAXA職員によるアジャイル開発を試行し、さまざまなアイデアの試行錯誤を可能とする。

**成果：<u>全天自動サーベイ観測技術獲得に向けた観測環境整備完了</u>**

→ デブリ検出がつくば市でも可能となった。サイトダイバーシティ確保。夜間にシステムが全天観測を無人かつ自動で行うので、大幅な省力化が図れる。
定量的な長期(数週間)スペースデブリ検出能力向上は2022年度予定。(2021年度は性能評価済み)
同時観測成立時は、迅速な軌道決定が可能。
市販品組み合わせにより安価な装置、特定企業のノウハウや知財などの制約がないので、全国に展開可能。

解決策①
シンプルなGUIにより、誰でも操作できるソフトへ改良

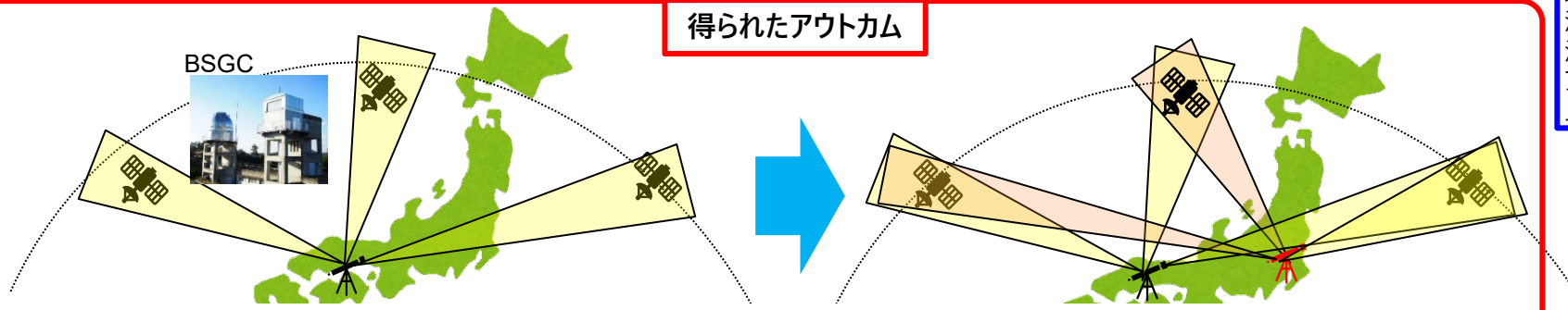


メインGUIパネル

解決策②
天体ドームを整備。所有していた望遠鏡・カメラも据付完了。

解決策③
スペースデブリは特殊な観測活動だが、機器は全て汎用品で構成。ソフトウェアも、元々は無償品を改良。

### 得られたアウトカム




差別化を図った
筑波望遠鏡　14等級まで観測可能：全天をサーベイ＝健康診断のような役割
美星望遠鏡　18等級まで観測可能：プロによる「見たい物を確実に評価」できる。精密検査のような役割
→　SSAでは両方保有する事に価値がある

筑波望遠鏡



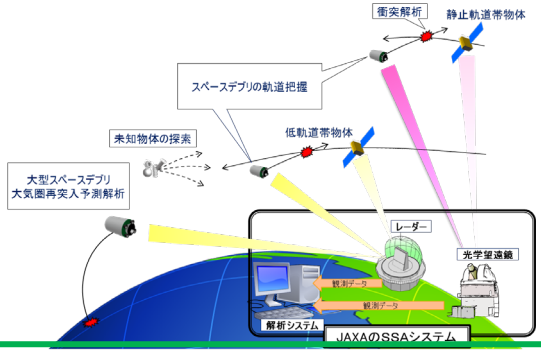
# JAXA宇宙状況把握（SSA）システム整備

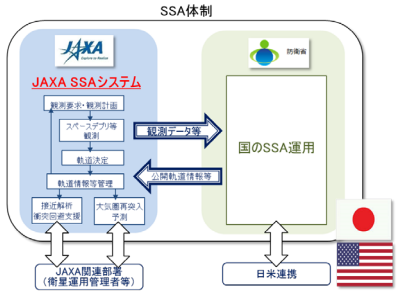
## JAXAのSSAシステムの概要

スペースデブリの増加等を踏まえ、国が実施する関係政府機関が一体となったSSA体制の構築に対し、JAXAは、新しいSSAシステムを整備することで、技術的な観点から、これに貢献する。

●低軌道のスペースデブリを観測するレーダーシステム
（新規・岡山鏡野）
●静止軌道帯のスペースデブリを観測する
光学望遠鏡システム（更新・岡山井原市）
●軌道決定や解析を行う解析システム
（新規・茨城つくば市）

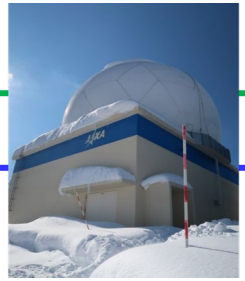




更新後の1m口径
光学望遠鏡


新レーダー局舎、ドーム



筑波宇宙センター・SSA運用エリア

## JAXA SSAシステムの整備実施結果

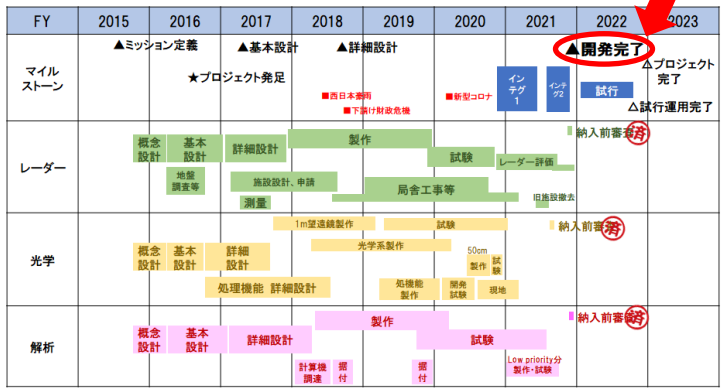
FY2020末からシステムを統合させた試験を実施。

**当初計画通り、システム整備（開発）を完了した**

2016年当初計画時点




2022年3月時点




2018年、西日本豪雨の影響で同年の工事着手ができず。翌年以降の工期・工程見直しで対応。
2018年、光学望遠鏡下請け会社の財政危機により部品供給遅延。インテグレーション試験計画の見直しにより吸収。
2020年、新型コロナ緊急事態宣言による県境超え移動や出勤自粛による作業遅延。試験計画の見直し、テレワーク環境の構築等により対応。
その他、種々の困難に直面しつつも、都度、対応策協議を行い、関係各社協力により当初計画時点からの開発（整備）完了のマイルストーンをキープ。計画通り、システム整備を完了した。
FY2022には試行運用を行い、FY2023からの実運用開始に備える。

## 財務及び人員に関する情報 (※2)

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 予算額 (千円) | 2,227,890 | 1,277,755 | 2,013,433 | 4,083,243 | | | |
| 決算額 (千円) | 1,882,437 | 1,319,479 | 2,485,956 | 4,359,134 | | | |
| 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) | 9 | 9 | 13 | 19 | | | |

(※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。

(※2) 予算額、決算額、従事人員数は、それぞれ「III.3.5 宇宙状況把握」と「III.3.7 宇宙システム全体の機能保証」の合計数。

## 主な参考指標情報

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| デブリ衝突回避制御回数 | 6 | 3 | 4 | 2 | | | |

# Ⅲ．3．4　宇宙システム全体の機能保証強化

2021年度 自己評価　B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．4 | Ⅰ．1．4． | – | |
| 我が国の人工衛星や地上設備などの宇宙システム全体の機能保証の強化の必要性を踏まえ、政府において、「宇宙システム全体の機能保証(Mission Assurance)の強化に関する基本的考え方」（平成29年４月20日、宇宙システムの安定性強化に関する関係府省庁連絡会議）が策定され、宇宙システムの機能保証強化に関連する施策について具体化に向けた検討が進められている。これらを踏まえ、宇宙システム全体の機能保証について、内閣府や防衛省をはじめとする政府の安全保障関係機関と連携し、政府の機能保証強化策の検討や宇宙システム全体の脆弱性評価、機能保証強化のための机上演習等の政府の取組に対し、機能保証の観点から宇宙システムの開発や運用に関する知見を提供するなどの技術的な支援を行い、我が国の宇宙システム全体の機能保証に貢献する。また、機能保証と密接な関係にある我が国の将来の射場や即応型小型衛星等の在り方に関する政府の検討についても技術的な支援を行う。 | 内閣府や防衛省をはじめとする政府の安全保障関係機関と連携し、政府の機能保証強化策の検討や宇宙システム全体の脆弱性評価、機能保証強化のための机上演習等に向けた政府の取組に対し、機能保証の観点から宇宙システムの開発や運用に関する知見を提供するなどの技術的な支援を行い、我が国の宇宙システム全体の機能保証に貢献する。<br>また、機能保証と密接な関係にある我が国の将来の射場や即応型小型衛星等の在り方に関する政府の検討に対して、必要となる技術的な支援を行う。 | ・ミッションアシュアランス（機能保証）強化に資するため、内閣府主催の宇宙システム機能保証強化机上演習に有識者１名・オブザーバー1名参加し、機能保証演習に対する講評を行った。<br><br>ミッションアシュアランス強化を視野に、以下の通り防衛省/防衛装備庁との連携強化を進めている。<br>・宇宙安全保障の確保に向けた取組として、2波長赤外線センサの実証研究（Ⅲ3.6参照）及び宇宙状況監視（SSA）（Ⅲ3.5参照）という重要プロジェクトを着実に遂行している。<br>・防衛大綱・中期防にて導入が明示されたSSA衛星について、関係府省との緊密な連携の下、事業化に向けた機構横断的な総合調整、実現に向けた提案活動等を通じ、昨年度に引き続き、「宇宙状況監視（SSA）衛星システム（衛星その１）」（衛星の基本設計・詳細設計並びに構成品の一部製造）、「宇宙状況監視（SSA）衛星システム（地上その１）」（サービス設計）及び「宇宙状況監視(SSA)衛星の複数機運用に係る調査研究」の計3件を新たに受託した。<br>・防衛省等との更なる協力強化に向けて、機構全体の安全保障に係る技術協力に関する調整、取りまとめ及び推進機能を明確化するため、2021年４月に経営推進部に安全保障協力推進課を設置した。<br>・2021年度は、防衛省へJAXA講演対応として講師派遣を実施した。（合計８回、各回100人程度参加）<br>・極超音速飛翔体観測衛星コンステレーションシステムに係る調査研究を受託した（FY2021）。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、上記政府の基本的考え方に基づき、我が国の安全保障や国民の経済活動等に重要な役割を果たすJAXAが保有する宇宙システムの脆弱性評価を行うとともに、その結果を踏まえた必要な取組を進める。 | JAXAが新規に開発する衛星システムについては、令和2年度に策定したセキュリティ標準の適用（セキュリティ脅威分析の実施、ライフサイクルを通じたセキュリティ管理プロセスの適用等）を開始する。また、本標準を活用し、宇宙システムの管理者・担当者向けの教育や宇宙システムに対する自己点検を継続的に行う。<br>政府全体で実施する宇宙システムの機能保証強化に資する取組の検討について、政府の求めに応じた支援を行う。 | ・内閣府からの求めに応じ2020年度から技術要求の明確化にかかる検討の中核的役割を担い、JAXAが持つ技術動向や安全要求、法規制等の知見を糾合し、全体を俯瞰かつ整合させた検討、議論をとりまとめ、「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン（令和３年11月10日）」の制定・公表に貢献した。<br>・内閣府の求めに応じて2021年度に示された軌道利用のルール作りに関する中長期的な取組方針で掲げられている４テーマの、JAXAが持つ技術的知見からの支援を実施。<br>・宇宙機関連システムのセキュリティ対策に関し、宇宙関連企業や制御系セキュリティ専門組織を含む関係機関を集め検討する枠組みの下、昨年度制定した宇宙システムセキュリティ管理標準・セキュリティ対策標準を活用し、社内での教育・自己点検（脆弱性評価においては対象範囲を前年比の約3倍に拡大し実施）での活用を継続した。<br>・国内外の宇宙機関連システム特有の脅威情報などの共有を実施するとともに、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACに加入した。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；安全保障の確保】<br><br>○我が国の安全保障の確保に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○安全保障の確保に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・達成解像度等）<br>（マネジメント等指標）<br>○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

# Ⅲ．３．４　宇宙システム全体の機能保障強化

**2021年度 自己評価　B**

**【評定理由・根拠】**

内閣府や防衛省をはじめとする政府の安全保障関係機関と連携し、年度計画に設定した業務を計画通り実施した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

- .**機能保証強化への取組**

  **下記の通り、安全保障及び機能保証に係る取組を実施した。**

- .内閣府主催の宇宙システム機能保証強化机上演習に、JAXA職員が有識者(1名)及びオブザーバー(1名)として参加し、機能保証演習に対する講評を行った。
- .ミッションアシュアランス強化を視野に、以下の通り防衛省/防衛装備庁との連携強化を進めている。
  - 宇宙安全保障の確保に向けた取組として、2波長赤外線センサの実証研究（Ⅲ.3.2項 参照）及び宇宙状況監視（SSA）（Ⅲ.3.3項 参照）という重要プ
    ロジェクトを着実に遂行している。
  - 防衛計画の大綱・中期防衛力整備計画にて導入が明示されたSSA衛星について、関係府省との緊密な連携の下、事業化に向けた横断的な総合調整、実現に向けた技術提案等を実施した。結果的に、昨年度に引き続き、「宇宙状況監視衛星システム（衛星その１）」、「宇宙状況監視（SSA）衛星システム（地上その１）」及び「宇宙状況監視(SSA)衛星の複数機運用に係る調査研究」の計3件を新たに受託した。　（本受託の詳細については、Ⅲ.3.3項 参照）
  - 防衛省等との更なる協力強化に向けて、機構全体の安全保障に係る技術協力に関する調整、取りまとめ及び推進機能を明確化するため、2021年４月に経営推進部に安全保障協力推進課を設置した。
  - 2021年度は、防衛省へJAXA講演対応として講師派遣を実施した。（計８回、各回100人程度参加）
  - 極超音速飛翔体観測衛星コンステレーションシステムに係る調査研究を受託した。（FY2021）

（次頁へ続く）

**【評定理由・根拠】（続き）**

**２.宇宙システムの脆弱性評価とその結果を踏まえた必要な取組**

- JAXAが持つ技術動向や安全要求、法規制等の知見を糾合し、全体を俯瞰かつ整合させた検討、議論をとりまとめ、「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン（令和３年11月10日））」の制定・公表に貢献した。
- 内閣府の求めに応じて2021年度に示された軌道利用のルール作りに関する中長期的な取組方針で掲げられている４テーマ（①航行時の衝突防止、②ＳＳＡの構築・活用、③デブリ抑制の推進、④ラージコンステレーション）の、JAXAが持つ技術的知見からの支援を実施。
- 宇宙機関連システムのセキュリティ対策に関し、JAXAと協力関係のある宇宙関連企業や制御系セキュリティ専門組織を含む関係機関を集め検討する枠組みとしてセキュリティWGを設け、国内外の最新動向(他業界の制御系システムや海外宇宙関連のガイドライン整備状況、海外ではより実践的な演習環境の構築や脆弱性評価が実施されていること)を共有した。今後、海外からの情報収集をより一層タイムリーなものにするために、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACに加入した。
- 本セキュリティ標準制定や情報共有等のWG活動において得られた知見を、経済産業省の産業サイバーセキュリティ研究会内の宇宙産業サブワーキンググループの活動にインプットし、産業分野での衛星開発運用のセキュリティ対策にも協力・支援を行った。
- JAXA内宇宙システム開発・運用管理者に対し、宇宙機関連システム特有の脅威の共有や昨年度制定した宇宙システムセキュリティ管理標準・セキュリティ対策標準の活用に関する研修を実施した。また、標準をベースとし、JAXAが開発・運用中のシステムに対する自己点検（脆弱性評価）を実施し、宇宙システムのセキュリティ対策の向上・維持に繋げた。（対象システム数：昨年度は運用中でJAXA主体開発分に限定した26システム→今年度は開発中・運用中、主体問わずとし、84システムへ対象拡大）
- 新たに開発するプロジェクトでのセキュリティ標準の適用に関し、セキュリティ要件に係るレビューを行うとともに、今後の新規プロジェクトや運用中プロジェクトにおいて活用可能な脅威シナリオの追加やチェックリストを作成し、標準の活用を補助するツールを拡充した。

（FY2021分は赤字）

## 防衛省とJAXAの協力（FY2022.3時点）

【協定関連】
- 防衛省との宇宙状況監視(SSA)に関する協定（FY2017～）や衛星データの提供・利用等に関する協定（FY2015～）を締結・推進中
- 防衛装備庁との航空宇宙分野での研究協力に関する協定を締結・推進中（FY2014～）

【受託関連】
- 防衛装備庁より、先進光学衛星に相乗り搭載する衛星搭載型2波長赤外線センサの研究試作を受託（FY2015～FY2019）
- 防衛装備庁より、宇宙設置型光学望遠鏡衛星へ適用する技術に関する調査検討を受託（FY2019）
- 防衛省航空幕僚監部より、宇宙状況把握衛星システム（仮称）の調査研究を受託（FY2020～FY2021）
- 防衛省航空幕僚監部より、宇宙状況把握衛星姿勢制御用ソフトウェアを受託（FY2020～）
- 宇宙状況把握衛星用試験評価用装置を受託（FY2020～）
- 宇宙状況監視（SSA）衛星システム（衛星その１）を受託（FY2021～）
- 宇宙状況監視（SSA）衛星システム（地上その１）を受託（FY2021～）
- 宇宙状況監視（SSA）衛星の複数機運用に係る調査研究（FY2021～）
- 極超音速飛翔体観測衛星コンステレーションシステムに係る調査研究（FY2021）

【安全保障技術研究推進制度（実施中のもの）】
- FY2017採択課題：１件（極超音速飛行に向けた、流体・燃焼の基礎的研究）
- FY2019採択課題：１件（屈折率分布レンズ材料に関する研究）
- FY2020採択課題：２件（超熱AOによるソフトマテリアル表面ヘナノ構造付加と機能制御、合成開口レーダによる埋設物質探査におけるクラッタ分離技術の研究）

【人事交流関連】
- 防衛装備庁との相互の人事交流を実施中（FY2014～）
- 防衛省（航空幕僚監部）から追跡ネットワーク技術センターへの要員の派遣を受け、SSAシステムの設計・整備における協力を実施中（FY2017～）
- 防衛省との相互の人事交流を実施中（FY2020～）

【視察・講師派遣（FY2021分）】
- 防衛副大臣の筑波宇宙センター訪問をはじめ、各事業所への視察に対応し、業務状況の説明や意見交換を実施
- 防衛大学校や防衛省職員へのJAXA講演をはじめ、各種の講師派遣・講演を実施

【その他の各種取組】
- 防衛装備庁が開発したF7-10エンジンを導入し、JAXAや産業界が有するエンジン技術のテストベッドとして活用（FY2016～）
- 防衛省をはじめとする関係府省とともに、米空軍主催の多国籍机上演習「シュリーバー演習」に初参加（FY2018）

| 財務及び人員に関する情報 (※2) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 予算額 (千円) | 2,227,890 | 1,277,755 | 2,013,433 | 4,083,243 | | | |
| 決算額 (千円) | 1,882,437 | 1,319,479 | 2,485,956 | 4,359,134 | | | |
| 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) | 9 | 9 | 13 | 19 | | | |

(※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。
(※2) 予算額、決算額、従事人員数は、それぞれ「Ⅲ.3.3 宇宙状況把握」と「Ⅲ3.4 宇宙システム全体の機能保証」の合計数。

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 我が国の宇宙システム全体の機能保証に貢献するため、関係機関との意見交換の結果や海外の対応状況も踏まえながら着実に実施していく必要がある。 | ①宇宙システム機能保証強化机上演習の活動等を通じて、次年度より関係機関との意見交換の場を増やし、多面的なアプローチで引き続き検討を続けていく。<br>②昨年度の検討から引き続き、新たに今年度から実施している軌道利用のルール作りに関する４テーマの検討に対して、課題及びその対策を関係機関と検討することにより、宇宙交通管理（STM）に係る共通理解を促進していく。 |

# Ⅲ．３．５　衛星リモートセンシング

2021年度 自己評価　S

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．３．５ | Ⅰ．１．５． | | |
| 衛星のデータ利用は社会に浸透・定着しつつあり、安全保障分野を含めた幅広い分野に利用が拡大していく状況を踏まえ、衛星データを利用する官公庁や民間事業者、地球観測に関する政府間会合（GEO）等の政府による国際協力の取組、SDGs の達成への取組等と連携し、研究開発成果の橋渡しを進める。さらに、ユーザーの新たなニーズを捉えたリモートセンシング衛星の企画・立案、研究開発・実証、運用・利用等を行い、感染症を含む社会における諸課題に対応する。また、地球観測データ等の継続的な確保等のため、産学官で推進する衛星開発・実証プラットフォームに参加し、利用ニーズ収集と技術開発についての検討並びに国際協力を踏まえつつ、地球観測衛星の後継機の検討を進め、さらに、我が国が強みを有する合成開口レーダ、降水レーダ、マイクロ波放射計等の技術については、基幹的な衛星技術として継続的に高度化を目指す。なお、人工衛星を使用した海洋状況把握及び早期警戒機能等に関する取組については、Ⅰ．１．２項において計画を定める。 | 防災・災害対策及び国土管理・海洋観測、地球規模の気候変動の解明・対策、産業基盤の維持向上、国際協力等のため、関係府省と連携を取りつつリモートセンシング衛星の研究、開発、運用を行う。具体的には以下を実施する。 | － | － |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 防災・災害対策などの安全・安心な社会の実現への貢献として、防災機関と連 携し、衛星により取得する地殻変動情報等のデータについて、観測頻度・精度・迅速性の向上等に取り組みつつ、防災機関や自治体等へ迅速かつ正確に提供す ることで、避難勧告の発出等の減災に直結する判断情報として広く普及させる。また、海面水温、海氷分布等の海洋観測や陸域、港湾、土地被覆分類等のインフラ維持管理等を含む国土管理の観点においても、データ利用機関と連携して先 進的な衛星データの利用研究・実証を進めることで、衛星データ利用を促進する。衛星データの提供に当たっては、複数の衛星のデータの利用に即した複合的な 形態とするとともに、必要な情報を政府、自治体、国際防災機関等に対して、ユ ーザー活動のタイムラインに沿った現場が理解しやすい形で伝えるシステムを構築する。 | 防災機関等の要求に基づき、ALOS-2による緊急観測、並びにALOS-2観測データ及び陸域観測技術衛星（以下「ALOS」という。）アーカイブデータの提供を行う。また、防災機関等と連携して、防災・災害対策における衛星データを用いた土砂移動域の解析手法等の利用研究・実証を実施し、ALOS-2等の衛星の利用促進を行う。 | 豪雨（夏季長期線状降水帯等）を含む災害対応のため、ALOS-2による緊急観測、並びに搭載SARの観測データ及び陸域観測技術衛星(ALOS)アーカイブデータの提供を継続的に実施し、提供した画像データは各防災機関における、災害対応に活用された（例. 2021年7,8月豪雨では国土交通省からの要請により多くのALOS-2緊急観測を実施し、衛星画像も参考にヘリコプターによる現地調査が行われた（衛星画像判別により14か所の土砂災害が推定されたが、この内12か所には実際の土砂災害が確認された））。<br>また、各防災機関等と連携した衛星プロダクトのシステム間共有、衛星データの解析・判読技術およびその自動化を含めた利用研究・実証を継続的に実施しており、防災・災害対策における衛星利用促進を継続している。 | 災害時等における衛星による緊急観測等を着実に実施することにより、災害時の状況把握、衛星の利用拡大等に寄与している。<br>市町村における衛星画像の利用促進に関しても貢献していく（「災害復旧事業の円滑な実施のためのガイドライン検討会（第2回（2022年2月15日））事務局：国土交通省」においても、JAXAのこれまでの実績を踏まえた、JAXAとの連携の必要性が確認されており、貢献していく）。 |
| | 国際災害チャータの要請に対して、ALOS-2の観測データ及びALOSのアーカイブデータを提供し、その活動に貢献する。また、センチネルアジアに加盟する機関の連携（過去に発生した災害情報に係る閲覧システムの開発等を実施）を深め、アジアの減災活動の支援を強化する。 | 国際災害チャータ及びセンチネルアジアの要請に対して、ALOS-2等による緊急観測等を適切に実施し、観測データを提供した。<br>また今年度も、アジア諸国の防災関係者を対象に、将来の災害対応を想定したワークショップ等を開催した。 | 国際災害チャータなどの要請に応じた、緊急観測等を着実に実施することにより、災害時の状況把握、アジアの減災活動の強化等に寄与している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | ALOS-2、ALOS-3及びALOS-4等の防災・災害対策分野での利便性を向上させ、これらの衛星データを避難勧告の発出等の減災に直結する判断情報として普及させる。そのため、複数衛星のデータの利用に即した複合的な形態とするなど、必要な情報を政府、自治体、国際防災機関等に対して、ユーザー活動のタイムラインに沿った現場が理解しやすい形で伝えるべく、JAXAが開発した防災インターフェースシステムと戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)で開発中のワンストップ被災状況分析情報共有システムとの連携強化（システム改修等により、両システム間のデータ授受を円滑化する等）に取り組む。 | 災害時等の衛星観測について、要請からデータ提供までをワンストップで、円滑かつ効率的に対応する、防災インターフェースシステムの運用を継続した。<br>また、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「国家レジリエンス(防災・減災))の強化」を活用し、防災インタフェースをベースとした衛星セレクターシステム（衛星を用いた情報共有システム）の開発を進めた（防災機関によるプロトタイプシステムの試行運用等も進行中。） | 防災機関の災害対応の円滑化・効率化等に寄与している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 地球規模課題の解決に向けた気候変動対策への貢献として、衛星データが温室効果ガス削減等の気候変動対応活動の判断指標や評価指標として定着することを目指し、国内外のユーザーへ気候変動関連の衛星データの提供を継続的に行い、政府の方針に基づく気候変動対策への協力や国際協力を推進する。また、これらの取組を通じて明らかになったニーズを反映し、気候変動のモニタリング・モデリングの精度向上に資する観測センサの性能向上及び観測データの校正・検証等に関する研究開発を行う。 | また、海面水温、海氷分布等の海洋観測や陸域、港湾、土地被覆分類等のインフラ維持管理等を含む国土管理の分野において、データ利用機関（森林伐採検知でのデータ利用を検討する地方自治体等）と連携して衛星データの利用研究・実証を実施し、GCOM-W、GCOM-C、ALOS-2等の衛星の利用促進を行う。 | 利用機関と連携した衛星データの利用研究・実証を実施した。主な具体例は以下のとおり。<br>・福徳岡ノ場噴火（2021年8月）に関し、噴火前から、GCOM-Cによる衛星監視を実施し、関係機関に取得データの提供や特設ウェブサイトを用いた情報発信を実施した。また、トンガ沖の海域火山噴火（2022年1月）に対しても、福徳岡ノ場の知見を活用し、衛星観測情報（火山島の変化、変色水発生状況、軽石等）の発信を行った。<br>・GCOM-W関連では、文部科学省が推進する北極域加速研究プロジェクト（ArCS II）や統合的気候モデル高度化研究プログラムと連携しながら、衛星データの極域気候変動・気候モデル研究での活用促進を行った。<br>・ALOS-2関連では地方自治体・民間企業と連携したALOS-2 国内アーカイブデータを用いた事業化実証を実施した。<br>・農林水産省による光学衛星を用いた森林整備事業の効率化手法の検討について、ALOS-3の利用を念頭に支援した。<br>・森林総合研究所とは、昨年度茨城県にて実施したALOS-2データによる伐採検知情報の実証結果が良好であったことを受け、茨城県森林クラウド上での伐採検知情報の利用実証を進めた。 | 今年度は、特に海底火山関連で、海上災害に対する衛星情報の有効性を示し、我が国の洋上、沿岸の被害対策、安全確保に貢献しつつ、新たな衛星利用を創出した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | GOSAT、GCOM-W、GCOM-C、GPM/DPR、GOSAT-2等、気候変動関連の観測データの品質保証及び国内外ユーザーへの提供を継続的に実施し、政府の方針に基づく気候変動対策への協力や国際協力を推進する。<br>また、これらの取組を通じて明らかになったニーズを反映し、気候変動のモニタリング・モデリングの精度向上に資する観測センサの性能向上及び観測データの校正・検証等に関する研究を行うとともに、関係機関や各分野の研究者等と連携して利用研究・実証を実施する。特に、降雨による土砂崩れ等も考慮しながらGSMaPデータを用いた洪水危険地域を推定するアルゴリズムの開発、GCOM-Cと気象衛星「ひまわり」を用いた黄砂予測の高精度化等に取り組む。<br>さらに、EarthCARE/CPRなど開発段階の衛星についても、利用研究・実証に向けた準備を行う。本年度は、雲やエアロゾル等のデータ（EarthCARE/CPR関連）、全球水循環データ（GOSAT-GW関連）を用いた利用研究・実証に向けたアルゴリズム開発と校正検証等の準備を行う。 | 外部機関の研究者と連携し、GOSAT、GCOM-W、GCOM-C、GPM/DPR等の観測データの校正・検証等を実施しつつ国内外ユーザへの提供を継続するとともに、気候変動分野における利用研究・実証に取り組んだ。主な具体例は以下のとおり。<br>・陸上の水循環シミュレーションシステム「Today's Earth (TE)」については、多数の地方自治体（和歌山県等の38県市区町）及び民間企業（3社）と共に利用実証等を進めた。本分野におけるこれまでの功績が認められ、令和3年度文部科学大臣表彰、第5回内閣府宇宙開発利用大賞（文部科学大臣賞）を受賞した。<br>・大気浮遊粒子状物質監視関連では、GCOM-Cデータを用いたエアロゾル同化研究を気象研究所/九州大学/国立環境研究所と共に進め、エアロゾル予測の精度を向上させた。本分野におけるこれまでの功績が認められ、、令和3年度文部科学大臣表彰を受賞した。<br>・開発段階の衛星の利用を見据え、EarthCARE/CPR、GOSAT-GWの観測データに係る解析アルゴリズムの開発も着実に進めた。 | 衛星データを用いた気候変動対策等に貢献している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| | 衛星リモートセンシングを活用した地球観測の国際的な取組について、欧米・アジア各国の関係機関、国際機関等との協力を推進するとともに、地球観測に関する政府間会合（GEO）や地球観測衛星委員会（CEOS）等の国際的な枠組みの活動を通じて、感染症を含む社会課題の解決に資する衛星リモートセンシングデータの利用を推進する。<br>また、国連サミットで採択された持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けた活動等、国際的課題に対して衛星リモートセンシングデータを活用する取組を政府及び国際機関等と協力して進める。GOSAT、GOSAT-2等の衛星データが、パリ協定に基づく温室効果ガス削減の評価指標として国際的に利用されるよう、グローバルストックテイクへの貢献にも、国内外の関係機関と協力して取り組む（国等と連携しながら、気候変動枠組条約締約国会議等の議論に参加する）。また、ALOS-2等のデータを活用して作成されている全球マングローブマップがUNEP（国連環境計画）の公式全球データとして引き続き活用されるよう関連する貢献を継続する。 | COVID-19関連では、NASA、ESAと共に2020年6月に公開した流行前後の地球環境等解析ウェブサイト更新だけでなく掲載データの利用拡大に向けたハッカソンも共同で開催した。<br>パリ協定関連では、第1回グローバル・ストックテイク(2023年)に向けて、JICA、ANA等と協力し、地球環境問題の解決に資するGHGや森林観測等の最新の科学的成果や優良事例を提供し、UNFCCC(国連気候変動枠組条約)ウェブサイトに掲載された。<br>SDGs関連では、国連専門家会合に衛星の専門家として参画しつつ、JAXA衛星データを用いた指標15.4.2(山地グリーンカバー指数)の検証方法や得られた知見を「日本の事例」としてまとめ、会合事務局に提供(提言)した。また指標11.3.1(人口増加率と土地利用率の比率)に関し,JAXA衛星データを用いた試算・検証を行い、「ビッグデータ等の利活用推進に関する産官学協議のための連携会議」(事務局:総務省)に報告した。 | 今年度は特に、SDGs関連で、JAXAからの左記提供(提言)により、各国が持つデータを用いた検証の重要性が国連専門家会合関係者に広く認識されることになっただけでなく、国連統計委員会からの要請があり、本件に関する発表を実施した。これらにより、衛星データの有効性が広く周知され、SDGs指標への衛星データ利用に向けて進展した。 |
| 産業振興等の観点からは、将来的な既存事業の高付加価値化や新サービス、新産業の創出に貢献するため、AI等の異分野先端技術に強みを持つ民間事業者や政府機関等と連携して効率的な衛星データ処理や新たな情報分析手法、衛星データの複合利用化等の研究開発・実証を行い、衛星データの利便性を向上させることで衛星データの利用を促進する。 | 衛星リモートセンシングデータの高付加価値化や、新たなサービスの創出による産業振興、衛星データの社会実装を進め、さらにそれらが包括されて衛星データが社会活動に不可欠となる状態を目指す。そのため、国内外の複数衛星データを複合的に利用したプロダクト及び成果の提供や、観測データと予測モデルを組み合わせる等の利用研究（陸域での水循環等を計算・推測するシステム(Today's Earth)や地球の気候形成に関わる物理量(地表面日射量等)を提供するシステム(JASMES)に係るユーザーの利便性向上や精度向上に資する研究等）に取り組む。 | 衛星データの高付加価値化、衛星データの社会実装等を進めるため、国内外の複数衛星データを複合的に利用したプロダクト及び成果の提供等に取り組んだ。<br>特に、農業水産省によるJASMAI(農業気象情報衛星モニタリングシステム)については、海外衛星データの陳腐化(老朽化)が懸念されているため、GCOM-Cデータとの整合性等を確認した上で、GCOM-Cデータの導入を提案した結果、有効性が認めれ、2022年度から、GCOM-Cデータが導入されることとなった。 | JAXA衛星データ提供による我が国の食料安全保障分野での寄与だけなく、衛星データの高付加価値化等にも寄与している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| なお、衛星により取得した各種データについて、海外の動向、成長戦略実行計画（令和２年７月17日閣議決定）、政府衛星データのオープン＆フリー化及びデータ利用環境整備等の政府の方針・取組等を踏まえ、政府衛星データプラットフォーム「Tellus」や民間事業者等と連携し、必要なデータフォーマットやデータ利用環境等の検討を含む幅広い産業での利用を見据えたビッグデータとしての適切な管理・提供を行うとともに、政府が行政における衛星データ利用拡大を目的として進める衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース（仮称）の検討・取組への支援を必要に応じ行う。なお、公共性の高い衛星データについて、民間事業者等の行う衛星データ販売事業を阻害しないよう留意しつつ、安全保障上懸念のあるデータを除き、国際的に同等の水準で、加工・分析の利用が容易な形式でデータを無償提供するため、開発に着手する衛星で可能のものは開発段階から衛星計画を立案し、開発着手済みまたは運用開始済みの衛星については可能な限り必要な処理を行ったデータを提供することで、衛星データのオープン＆フリー化に貢献する。 | 衛星により取得した各種データについて、成長戦略実行計画（令和2年7月17日閣議決定）や政府関係機関移転基本方針（平成28 年3月まち・ひと・しごと創生本部決定）、海外の動向、並びにオープン＆フリー化、データ利用環境整備等の政府の方針・取組等を踏まえ、政府衛星データプラットフォーム「Tellus」や民間事業者等と連携し、幅広い産業分野での利用を見据えた適切なデータ管理・提供を行う。<br>また、政府が行政における衛星データ利用拡大を目的として進める衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォースの検討・取組に対して、その検討状況を踏まえつつ、必要に応じた支援を行う。<br>なお、衛星により取得した各種データの中で、公共性の高い衛星データについては、安全保障上懸念のあるデータを除き、民間事業者等の行う衛星データ配布事業を阻害しないよう留意した上で、国際的に同等の水準で、衛星データのオープン＆フリー化に貢献するべく、利用が容易な形式でオンライン公開するために必要な処理（斜面・オルソ補正等）を行う。 | 衛星リモートセンシング法の施行を踏まえ、衛星データの管理及び配布方針等を適切に設定・運用するとともに、政府関係機関移転基本方針に基づき設置された「西日本衛星防災利用研究センター」にALOS-2等のデータを提供しており、今年度に発生した災害対応等で活用された。<br>また、政府衛星データプラットフォーム「Tellus」を通じたJAXA衛星データの提供も継続した。<br>さらにALOS-2 ScanSARデータのネットワーク上での公開に向けて、国際標準の利用が容易な形での公開のための斜面・オルソ補正のためのソフトウェアをJAXAスパコン（JSS3）上に実装した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | ALOS搭載AVNIR-2、PALSARの全数処理を完了させるとともにALOS-2 PALSAR-2 ScanSARの観測データを全数処理を開始し、公開するとともに、政府が整備するデータ利用プラットフォームへの当該データの提供を進める（本年度はPALSAR-2 ScanSARの観測データの中の20％の処理、公開を目標とする。）。 | AVNIR-2及びPALSARの観測データについて、全数処理及び公開のための作業を着実に実施するとともに、AVNIR-2については政府の衛星データプラットフォーム「Tellus」だけでなくNASAへの提供も実施中である。<br>PALSARについては、全数処理を進め、Tellus、NASAへの提供中である。<br>また、今年度は、PALSAR-2 ScanSARの観測データのうちの20%に相当する北南米の地殻変動多発地帯などのL1.1処理を完了した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| また、小型技術刷新衛星等の開発実証機会の活用も考慮しつつ、衛星の各機能の統合利用の検討等も含む先進的な衛星関連技術の研究開発を行うとともに、我が国が強みを有する合成開口レーダ、降水レーダ、マイクロ波放射計等の技術については、地球規模課題解決に向けたルール作り・政策決定及びSDGs達成に貢献するESG投資判断等の重大な経営判断等に不可欠な地球観測データ等の継続的な確保の観点から、基幹的な衛星技術として継続的に高度化を推進し、後継ミッションの検討を行う。その際、我が国の技術的優位や、学術・ユーザーコミュニティからの要望、国際協力、外交上の位置付け等の観点を踏まえ、新たな衛星の開発及びセンサ技術の高度化・小型化に向けた取組を進める。 | ALOS-3・ALOS-4の後継機ミッションの在り方の検討について、関係府省と協力して取り組むと共に、我が国の基幹的な衛星技術である降水レーダの後継ミッションの検討を継続する(検討開始　ALOS-3後継機：令和3年度、ALOS-4後継機：令和4年度、降水レーダ後継機：令和2年度）。<br>加えて、地球観測データ等の継続的な確保等のため、政府側の検討状況を踏まえつつ、産学官で推進する衛星開発・実証プラットフォームに参加し、将来衛星ミッションの検討等に貢献する。 | 産学官で推進する衛星開発・実証プラットフォームでの議論に向け、日本の総合的な地球観測の推進に向けた取り組み方策を検討し、「衛星リモートセンシングに係る衛星利用長期シナリオ(中間とりまとめ案)」としてとりまとめた。また、ALOS-3,4後継機のミッションに係る技術開発要素の検討等を実施した。さらに、官民連携による新たな衛星開発・利用の仕組み作りに向け、ALOS-3後継機をテーマに事業アイデアを公募し、応募のあった複数の民間事業者と共同で、事業コンセプトの検討等を実施した。<br>降水レーダの後継ミッションに関しては、NASAのACCP(エアロゾル・雲・対流・降水)ミッションの検討に参加し、JAXA提案の降水レーダ衛星が最終候補アーキテクチャ案として選定された。<br>さらに、マイクロ波放射計の高度化に向け、世界初となる高周波数分解能観測を実現する超広帯域電波デジタル干渉計(SAMRAI) の研究開発について、関連技術を用いた遠距離・近距離レーダの研究開発と共にJST令和3年度未来社会創造事業 大規模プロジェクト型に応募した結果、2021年10月に採択された。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| | 関係省庁、自治体や民間事業者等の利用ニーズの一層の把握を進め、超低高度衛星技術の今後の活用方策の検討を行う。 | 昨年度に運用終了した超低高度衛星技術試験機「つばめ」(SLATS)の成果を踏まえ、超低高度衛星の活用方策として、民間企業(ANA)等と連携し、ドップラ風ライダー(DWL)搭載超低高度衛星ミッションの検討を進めた。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| １．２項及び１．５項の取組実現のため、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。 | － | | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （運用を行う衛星等） | | | |
| ・温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT） | ●温室効果ガス観測技術衛星（以下「GOSAT」という。）の後期利用を継続し、温室効果ガス（二酸化炭素、メタン）に関する観測データの取得を行い、L1プロダクト（輝度データ等）の一般公開を継続する。 | 後期利用を継続し、温室効果ガスに関する観測データを取得した。<br>2021年8月に公表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書 第一作業部会報告書(AR6/WG1報告書) にはこれまでの多くの取得データが活用された。2021年10月には、12年分の研究プロダクト（世界初の対流圏上層・下層を分離したCO2, CH4濃度分布）を公開し、本データから東京・北京・ニューヨーク等の都市排出量推定する手法を確立・論文発表した。 | 温室効果ガスに関するデータ取得・公開により、気候変動対策に寄与している。<br>IPCC AR6/WG1報告書では、気候変動の根拠及び解明に大きく貢献したとともに、当該分野におけるJAXA衛星データのプレゼンスが国際的に広く示された。 |
| ・水循環変動観測衛星（GCOM-W） | ●水循環変動観測衛星（以下「GCOM-W」という。）の後期利用を継続し、気候・水循環・極域変動監視の基礎データとなる、水蒸気量・海面水温・海氷分布等に関する観測データの定期的な取得を進め、一般ユーザー及び利用実証機関にタイムリーに提供する。さらに、利用拡大のために、ウェブ等の情報サービスの機能追加やユーザーの要望を踏まえた精度向上を目的としたプロダクトの改良を行う。 | 後期運用を継続し、水蒸気量・海面水温・海氷密接度等に関する観測データを取得し、水産業、海運業関係者等のユーザーに提供した。<br>2021年8月に公表されたIPCC AR6/WG1報告書にはこれまでの多くの取得データが活用された。また、今年度は利用機関の意向を踏まえ、新たな研究プロダクトとして、海氷移動ベクトル(北極域)等を公開した。さらに、利用拡大のため、AMSRシリーズに関する情報を統合したウェブサイトを公開した。 | 海面水温・海氷分布等に関するデータの取得・提供により、水産業、海運業関係者等のユーザーの利便性向上に寄与している。<br>IPCC AR6/WG1報告書では、気候変動の根拠及び解明に大きく貢献したとともに、当該分野におけるJAXA衛星データのプレゼンスが国際的に広く示された。 |
| ・全球降水観測計画／二周波降水レーダ（GPM/DPR） | ●NASAと連携し、全球降水観測計画／二周波降水レーダ（以下「GPM/DPR」という。）の後期利用を継続し、降水に関する観測データの取得を進め、地球環境変動とメカニズム解明等に貢献すると共に、大学や国の研究機関等と連携しながら、衛星全球降水マップ(GSMaP)の普及およびユーザーの利用拡大を進める。 | NASAとの連携により後期利用を継続し、降水データを取得し、広く提供した。<br>2021年8月に公表されたIPCC AR6/WG1報告書にはこれまでの多くの取得データが活用され、特に、GSMaP関連では作成した図（そのもの）が本報告書内で利用されるだけでなくJAXAに対する謝辞も掲載された。また、今年度は、DPRやGSMaPのプロダクトバージョンアップを行った。さらに、GPM/DPR降水推定手法に関する論文で2021年度日本気象学会 気象集誌論文賞を受賞した。 | 降水に関する観測データの取得・提供により、地球環境変動とメカニズム解明等に寄与している。<br>IPCC AR6/WG1報告書では、気候変動の根拠及び解明に大きく貢献したとともに、当該分野におけるJAXA衛星データのプレゼンスが国際的に広く示された。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ・陸域観測技術衛星２号（ALOS-2） | ●陸域観測技術衛星2号（以下「ALOS-2」という。）の後期利用を継続し、防災及び災害対策の強化、国土管理・海洋観測等に関する観測データを取得し、昨年度と同様に幅広く活用されることを目指す。 | ＜プロジェクト＞今年度は後期利用運用の2年目（目標寿命を達成）となり、2021年12月にプロジェクトを終了した（先進レーダ衛星「だいち4号」（ALOS-4）の打ち上げ等も見据え、運用は継続中）。<br>公共の安全の確保、国土保全・管理、地球規模の環境問題の解決等についてサクセスクライテリアを定め運用してきが、7年間の運用により、エクストラサクセスを含めすべて達成した。 | 観測データの取得により、防災及び災害対策の強化、国土管理等に寄与している。<br>本プロジェクトを通じ実現したSAR新規技術（デュアルビーム方式、スポットライト方式等）の有効性を示しつつ、社会実装に向けた価値を創出した。<br>創出してきた成果は初号機からの教訓・知見を踏まえ開発・実証を適切に実施したことの賜物であり、後継機への反映含めJAXAの衛星開発における適切なPDCAサイクルを対外的に示した。 |
| | ●ALOS-2及び小型実証衛星4型（SDS-4）に搭載した船舶自動識別装置（以下「AIS」という。）受信システムの後期利用を行い、省庁等へのデータ提供を実施する。なお、SDS-4衛星は令和3年6月末頃に運用を終了する予定であり、これに伴うユーザー（省庁等）への影響を低減させるよう、ALOS-2搭載AIS範囲拡大（観測時間を増加）等も行う。 | ALOS-2に搭載したAIS受信システムの後期利用を順調に継続し、政府機関等への定常的な観測データの提供を継続した。なお、SDS-4衛星は2021年6月末で運用を終了し、ユーザー（省庁等）への影響を低減させるよう、ALOS-2搭載AISの範囲拡大（観測時間を増加）を行った。 | AISデータの継続的な提供により、関係機関による日本周辺海域の状況把握に寄与している。 |
| | ●ALOS-2に搭載した森林火災検知用小型赤外カメラ（CIRC）の後期利用を行うと共に、昨年度整備した熱赤外線データの大気補正のソフトウエアを運用し、地表面の熱赤外線輝度温度を火山活動・林野火災速報システムを通じて公開する。さらに、火山防災における有効性を火山防災機関に示しながら、利用促進（離島の状況把握に係る利用拡大等）を図る。 | ALOS-2に搭載したCIRCの後期利用を順調に継続し、主に国内火山を対象に観測データを取得した。観測データは公開中の「火山活動・林野火災速報システム」を通じて配信した。 | 赤外線データの継続的な提供により、関係機関による火山活動等の状況把握に寄与している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ・気候変動観測衛星（GCOM-C） | ●気候変動観測衛星（以下「GCOM-C」という。）の定常運用を行い、雲・エアロゾル、植生、積雪・海氷分布等に関する観測データの取得を進め、ユーザーを含む関係機関と連携してGCOM-Cデータを活用しエアロゾル予測の精度向上に貢献する。 | ＜プロジェクト＞定常運用を継続し、雲・エアロゾル等に関する観測データを取得した。<br>　また、水産利用者の利便性を考慮した「内湾モニタ」「流れ藻モニタ」を開設して、各県水産関係者への案内と要望のフィードバックを実施した。その結果、GCOM-Cによる内湾、流れ藻に係る情報が12県と4機関のウェブサイトから公開されることとなっただけでなく、クロロフィル a 濃度が北海道赤潮被害情報提供サイトに採用された。 | 　雲・エアロゾル、植生、積雪・海氷分布等に関する観測データの取得により、気候変動対策等に寄与しており、今年度は、内湾、流れ藻モニタにおける衛星データの新たな利用を創出した。 |
| ・温室効果ガス観測技術衛星 2 号機（GOSAT-2） | ●温室効果ガス観測技術衛星2号（以下「GOSAT-2」という。）の定常運用を行い、温室効果ガス等に関する観測データの取得を行い、L1プロダクト（輝度データ等）の一般公開を継続する。 | ＜プロジェクト＞定常運用を継続し、温室効果ガス等に関する観測データを取得、2021年12月にはレベル1プロダクト(輝度データ等)をバージョンアップした。 | 　温室効果ガス等に関するデータ取得により、気候変動対策に寄与している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （研究開発・運用を行う衛星等） | | | |
| ・雲エアロゾル放射ミッション/雲プロファイリングレーダ（EarthCARE/CPR）世界初の衛星搭載用ドップラー計測機能を有する雲プロファイリングレーダ（CPR）を国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）と協力して開発し、欧州宇宙機関（ESA）が開発する衛星EarthCAREに相乗り搭載することにより、全地球上で雲の鉛直構造等の観測を行う。 | ●雲エアロゾル放射ミッション／雲プロファイリングレーダ（以下「EarthCARE/CPR」という。）につき、欧州宇宙機関（ESA）の打上げに向けたCPRの衛星へのインテグレーション・試験等の支援、及び国内でのEarthCAREミッション運用系システム等の地上システムの開発を実施する。（平成20年度開発開始、令和4年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞EarthCARE/CPRの打上げに向けて、2021年4月にCPRをESAに引渡し、衛星へのインテグレーションおよびその後のESAの衛星システム試験の支援を実施した。地上システムについても、ESAとの総合試験調整を進め、試験を開始した。なお、ESA側の計画見直しにより、打上目標が令和5年度に変更となった（宇宙基本計画工程表(令和3年12月28日宇宙開発戦略本部決定) 参照）。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| ・先進光学衛星（ALOS-3）<br>ALOSの光学ミッションを発展・継承させ、分解能１ｍ以下で日本全域を高頻度に観測し、防災・災害対策、地図・地理空間情報の整備・更新等、様々なニーズに対応する。 | ●ALOS-3の維持設計、プロトフライトモデルの製作試験、打上げ及び初期運用を実施する。（平成27年度開発開始、令和3年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞今年度の打上げを目指し、Ｈ３ロケット試験機1号機の開発状況を踏まえつつ、維持設計、プロトフライトモデルの製作試験等に取り組んだが、打上げ及び初期運用は、同機の今年度打上見合わせがあったため延期した。<br>同機の今年度打上げ見合わせを受け、システム健全性を維持する作業等を追加実施すると共に、利用を予定していたユーザに対し状況説明も行った。 | 打上げ及び初期運用を除き、計画に基づき着実に実施。 |

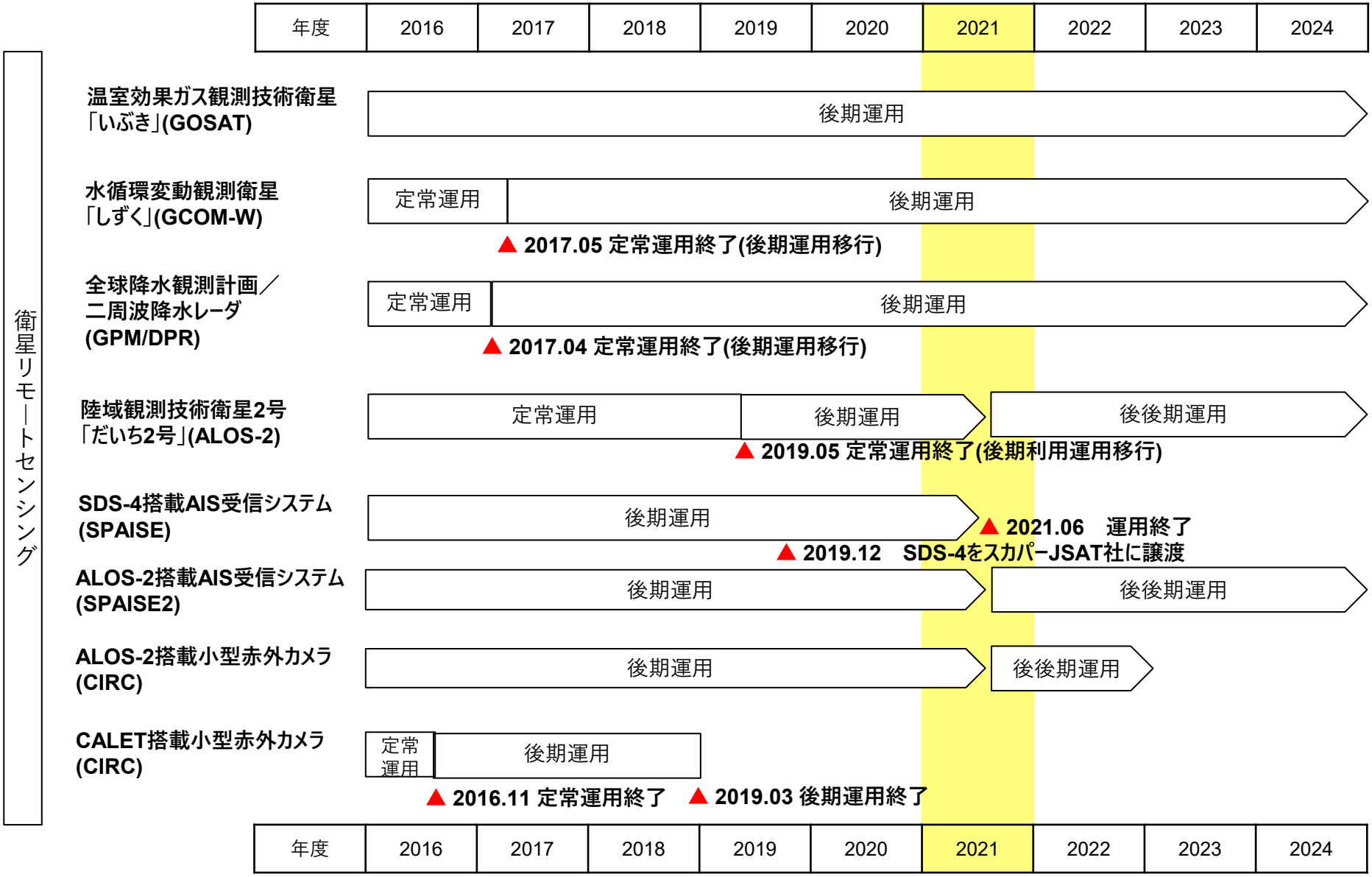
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ・先進レーダ衛星（ALOS-4）<br>ALOS-2のLバンドSARミッションを発展・継承させ、広域・高分解能観測に必要な技術開発を行い、継続的かつ高精度な監視を実現することで、全天候型の災害観測、森林観測、海氷監視、船舶動静把握等への活用を図る。<br>また、受信エリアの狭帯域化、同時受信した複数エリア信号処理技術を用いることで広域観測性を維持しつつ、船舶密集域の検出率向上を図る世界初となる船舶自動識別装置（AIS）を開発し搭載する。 | ●先進レーダ衛星（以下、「ALOS-4」という。）の維持設計及びプロトフライトモデルの製作試験を実施する。（平成28年度開発開始、令和4年度までプロトフライトモデル試験を実施予定、令和4年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞維持設計を継続し、衛星システムのプロトフライトモデルの製作試験として全ての機器の搭載を完了し、システムプロトフライト試験を実施中。地上システムは全設備の設備内試験を完了し、地上システム総合試験を実施した。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| ・温室効果ガス・水循環観測技術衛星（GOSAT-GW）<br>高性能マイクロ波放射計２（AMSR2）の後継となる高性能マイクロ波放射計３（AMSR3）及び温室効果ガス観測センサ３型（TANSO-3）の両センサを搭載する衛星を開発し、気象予報・漁業情報提供・海路情報・食糧管理等の実利用機関や、極域の海氷、エルニーニョ・ラニーニャ現象、異常気象等の地球環境変動の継続的な監視とメカニズム解明に貢献する。 | ●温室効果ガス・水循環観測技術衛星（環境省からの受託による温室効果ガス観測センサ等を含む）の詳細設計を実施する。（令和元年度開発開始、令和4年度まで詳細設計、令和5年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞AMSR2の後継となる高性能マイクロ波放射計（AMSR3）について、詳細設計を完了し、維持設計及びプロトフライトモデルの製作に着手した。また、環境省からの受託による温室効果ガス観測センサとの相乗りを実現する衛星システムについて、詳細設計を進めるとともに、エンジニアリングモデルの製作・試験を完了した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献】<br><br>○我が国の災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決に貢献する取組の立案・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＞<br>（成果指標）<br>○災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：データ提供数・データ利用自治体数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

| 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】<br><br>○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**＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜**モニタリング指標**＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：民間資金等を活用した事業数等） |

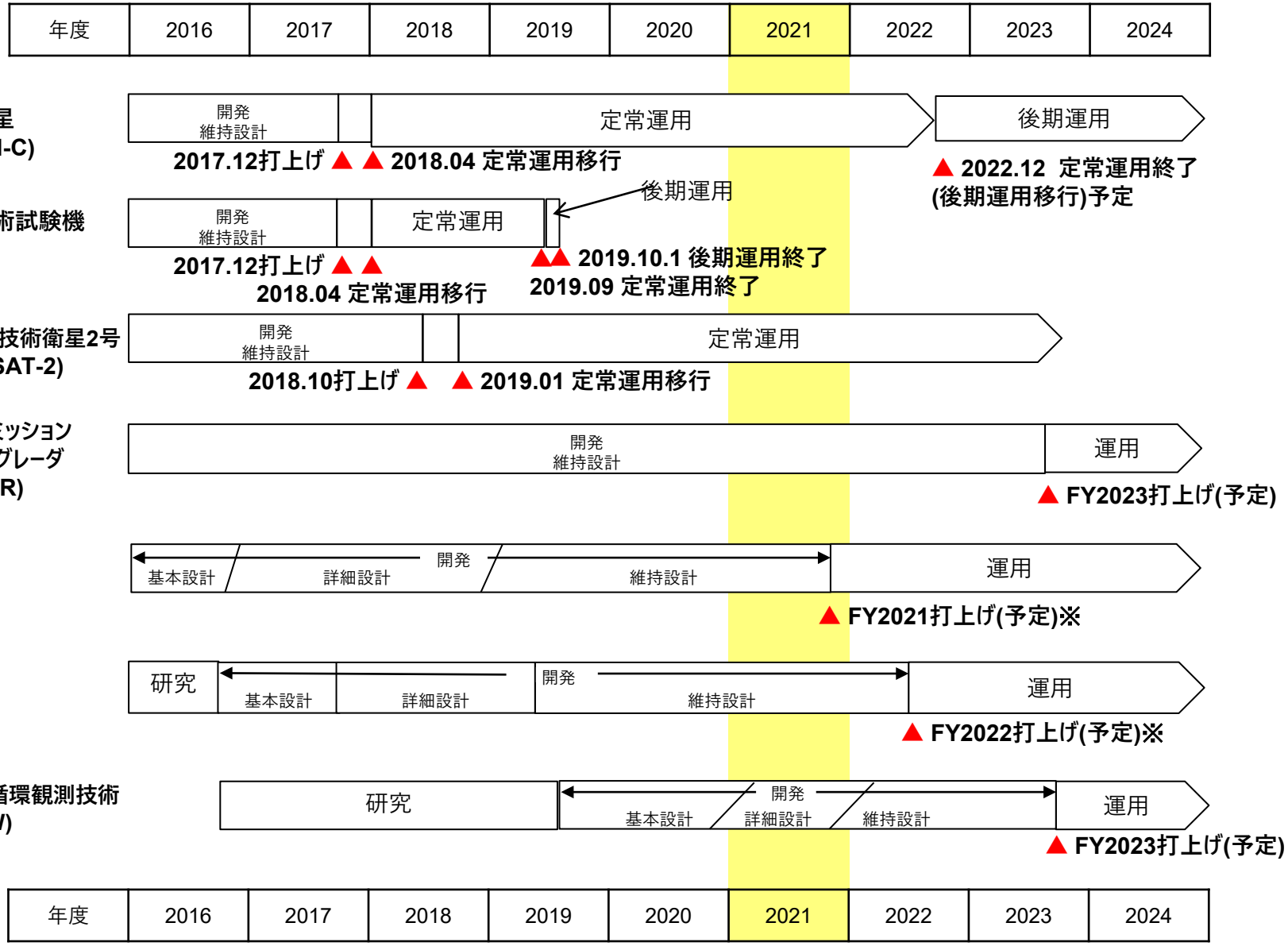
| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】<br><br>○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。 | ＜**評価指標**＞<br>（成果指標）<br>○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜**モニタリング指標**＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

## スケジュール


衛星リモートセンシング
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)
後期運用
水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W)
定常運用
後期運用
▲ 2017.05 定常運用終了(後期運用移行)
全球降水観測計画／二周波降水レーダ(GPM/DPR)
定常運用
後期運用
▲ 2017.04 定常運用終了(後期運用移行)
陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)
定常運用
後期運用
後後期運用
▲ 2019.05 定常運用終了(後期利用運用移行)
SDS-4搭載AIS受信システム(SPAISE)
後期運用
▲ 2021.06 運用終了
▲ 2019.12 SDS-4をスカパーJSAT社に譲渡
ALOS-2搭載AIS受信システム(SPAISE2)
後期運用
後後期運用
ALOS-2搭載小型赤外カメラ(CIRC)
後期運用
後後期運用
CALET搭載小型赤外カメラ(CIRC)
定常運用
後期運用
▲ 2016.11 定常運用終了
▲ 2019.03 後期運用終了
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

## スケジュール

衛星リモートセンシング




※H3ロケット試験機1号機の2021年度打上見合わせを踏まえた 新たな打上げ時期は、改めて設定。

# Ⅲ．３．５　衛星リモートセンシング

**2021年度 自己評価　S**

**【評定理由・根拠】**

関係府省等と連携しつつ、リモートセンシング衛星の研究・開発・運用成果を踏まえた社会実装化に取り組んだ結果、**陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）プロジェクトを成功裏に終了できただけでなく、気候変動対策分野、海域火山・軽石観測など衛星データの利活用が様々な分野に拡大・浸透・定着**し（安全保障分野での実績は「Ⅲ.3.2 海洋状況把握・早期警戒機能等」に記載）、**社会における諸課題の解決への貢献**につながる等、「研究開発成果の最大化」に向けて特に顕著な成果の創出があったと評価する。

特筆すべき主な業務実績・成果は、以下のとおり。

**1．ALOS-2プロジェクト**

ALOS-2（2014年5月24 日打上げ）は、5年間の定常運用期間（設計寿命期間）を経て、**2021年度は後期利用運用の2年目（目標寿命を達成）**となり、引き続き観測データが 防災、国土管理、気候変動、食料供給等の幅広い国内外の省庁利用とともに、共同研究を通じた災害、陸域等の科学研究にも供されるよう運用し、**2021年12月にプロジェクトを終了**した（なお、先進レーダ衛星「だいち4号」（ALOS-4）の打ち上げ等も見据え、運用は継続中）。

**公共の安全の確保、国土保全・管理、地球規模の環境問題の解決等についてサクセスクライテリアを定め運用してきたが、7年間の運用によりエクストラサクセスを含めすべて達成し、社会的／政策的／国際的に広く貢献**した。**国土管理等幅広い分野でユーザ機関が自ら観測計画の立案に直接参加できる枠組みを実現し、衛星データの利活用が拡大・浸透・定着**した。

**本プロジェクトを通じ実現した技術の有効性を示しつつ※、社会実装に向けた価値を創出**した。創出してきた成果は、初号機からの教訓・知見を踏まえ開発・実証を適切に実施したことの賜物であり、後継機への反映含め、**JAXAの衛星開発における適切なPDCAサイクルを対外的に示した**。＜補足１．参照＞

※初号機（レーダー（SAR)、光学同時搭載）の教訓・知見を踏まえ、 本2号機はSAR単独ミッションとするとともに、SAR新規技術（デュアルビーム方式、スポットライト方式等）の開発、7年間の軌道上実証により技術を確立し高分解能、広観測幅の両立等を実現した。

**２．気候変動対策、防災・災害対策等における衛星利用浸透**

**（１）気候変動に関する政府間パネル（IPCC）への貢献**

2021年8月に公開されたIPCC第6次評価報告書 第１作業部会報告書（AR6/WG1報告書）は、世界の国々が地球温暖化に取り組む中、国際的な気候変動対策に科学的根拠を与える意味で最も重要な位置づけられるものであるが、**地球観測衛星（温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）、全球降水観測計画（GPM）主衛星（日米共同開発）等）を活用した科学論文が多数引用され、観測事実及び予測の確実性を示す目的で全球を均質に観測できる地球観測衛星データが多く使われることとなった。**特に、**衛星全球降水マップ（GSMaP）※関連では作成した図（そのもの）が本報告書内で利用**されるだけでなく、**JAXAに対する謝辞も掲載**された。

※GSMaPは、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）、GPM主衛星等の観測データの組合せにより実現。

**JAXA地球観測衛星が気候変動の影響として現れる降水や土地利用の変化などで活用された**ことで**気候変動の根拠及び解明に大きく貢献**したとともに、当該分野における**JAXA衛星データのプレゼンスが国際的に広く示された。**＜補足２.参照＞

【評定理由・根拠】（続き）

（２）福徳岡ノ場噴火及び噴火に伴う軽石漂流、漂着等への対応

遠方であり他の手段による監視が困難な我が国周辺の海域火山に対し（福徳岡ノ場や西之島等）、気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）による変色水、ALOS-2による新島形成及びその推移を観測し、関係機関に提供した（安全保障分野での実績は「III3.2 海洋状況把握・早期警戒機能等」に記載）。

JAXA衛星により**福徳岡ノ場については2021年2、3月頃から変色水発生が顕著になっていることを捉えており、2021年8月の噴火後も沖縄県、九州域を含めた軽石漂流の監視を継続的に実施し、関係機関に情報提供**しつつ、最新の軽石漂流位置は海洋研究開発機構（JAMSTEC）にも提供し、JAMSTECによる**軽石漂流予測の精度向上にも寄与**した。また、軽石情報提供のための**特設ウェブサイトを構築し、広く情報発信を実施した。**

これらにより、**海上災害に対する衛星情報の有効性を示し、我が国の洋上、沿岸の被害対策、安全確保に貢献しつつ、新たな衛星利用を創出**した（例. 沖縄県漁業無線協会にも軽石位置情報を提供しており、同協会の漁業者向け軽石情報提供サービス等で活用されている）。

なお、トンガ沖の海域火山噴火（2022年1月）に対しても、福徳岡ノ場の知見を活用し衛星観測情報（火山島の変化、変色水発生状況、軽石等）の発信を行っている。
＜補足３.参照＞

（３）防災・災害対応では福徳岡ノ場等以外でも、2021年度は**豪雨（夏季長期線状降水帯含む）、陸域での火山噴火（阿蘇山、インドネシア・スメル火山含む）、地震（東北沖、ハイチ含む）等国内外の各種災害に対し防災機関からの要請等に応じた、衛星による緊急観測を着実に実施し、取得データが状況把握・復旧に活用**された※。

※例. 2021年7,8月豪雨では国土交通省からの要請により多くのALOS-2緊急観測を実施し、衛星画像も参考にヘリコプターによる現地調査が行われた（衛星画像判別により14か所の土砂災害が推定されたが、この内12か所には実際の土砂災害が確認された）。

３．政府の宇宙政策との協調・連携とユーザー（政府、民間）による衛星データ利用拡大

（１）**GCOM-Cに関しては、2021年度に内湾、流れ藻に係る情報が、12県、4機関※のウェブサイトから公開されることになっただけでなく、クロロフィルa濃度モニタサイトが北海道赤潮被害情報提供サイトに採用され、衛星データの新たな利用を創出**した。

※12県：青森県、秋田県、福島県、千葉県、神奈川県、愛知県、三重県、兵庫県、和歌山県、高知県、大分県、鹿児島県

4機関：JAMSTEC、漁業情報サービスセンター（JAFIC）、北西太平洋行動計画（NOWPAP（国連環境計画（UNEP）が提唱する地域海行動計画））、米国海洋大気庁（NOAA）

（２）経済産業省が主導する衛星データプラットフォーム「Tellus」でのJAXA衛星データの公開は継続的に実施した。また、衛星データを利用する省庁・地方自治体を含む対外機関との連携も強化しながら※、共同研究・実証等を通じた衛星データの利便性向上に継続的に取り組むことで、引き続き衛星データの利用拡大を促進していく。

※例. 山口県・山口大学とは、2016年9月に防災分野等における協定を締結し、連携を深めてきたことにより、他県に見られない先進的な取り組みである山口モデル（JAXAが衛星データを提供→山口大学で解析→山口県の防災GIS、Google Earth等に登録→現場活用を図る、といった実践的手順と協力体制）が構築されたり、九州・中国・四国大学地域防災連絡会議が設立され、山口モデルが他県にも拡大しうる状況にもなった。さらに、これまでの連携により、山口県内民間企業による事業創出（人工林の分布図作成事業等）、人材育成等多くの成果を生み出せたこともあり、2021年度は協定の最終年度となったが、協力関係を延長（継続）することとなった。

（３）ALOS-4、GOSAT-GWなどの衛星開発を確実に進めるとともに、我が国の基幹的な衛星技術である降水レーダについては、NASAのACCP（エアロゾル・雲・対流・降水）ミッションへの参画を見据え、検討を継続した。

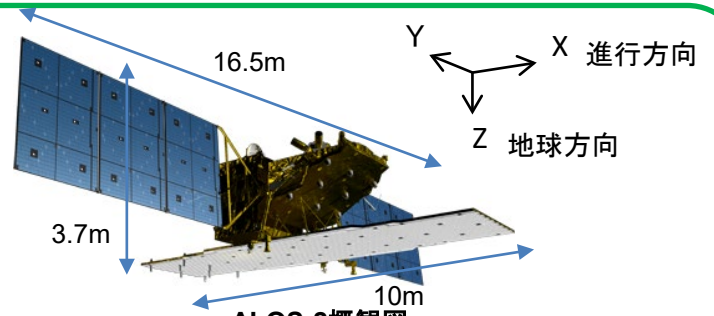
なお、ALOS-3の打上げ及び初期運用を除き、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

## 評定理由・根拠（補足）

### 1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果

#### 概要

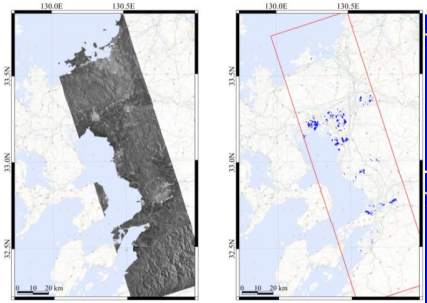
・ALOS-2（2014年5月24 日打上げ）は5年間の定常運用期間（設計寿命期間）を経て、**2021年度は後期利用運用の2年目（目標寿命を達成）**となり、引き続き観測データが 、防災、国土管理、気候変動、食料供給等の幅広い国内外の省庁利用とともに、共同研究を通じた災害、陸域等の科学研究にも供されるよう運用し、**2021年12月にプロジェクトを終了**した。
・**公共の安全の確保、国土保全・管理、地球規模の環境問題の解決等についてサクセスクライテリアを定め運用してきたが、7年間の運用により、エクストラサクセスを含めすべて達成し、社会的／政策的／国際的に広く貢献した。**

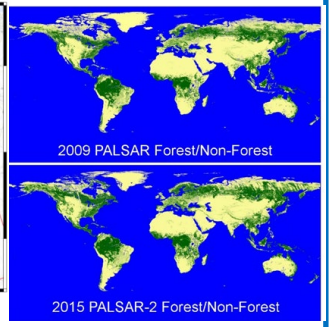


ALOS-2概観図

#### アウトプット

・防災、国土管理等幅広い分野で**ユーザ機関が自ら観測計画の立案に直接参加できる枠組みを実現し、衛星データの利活用が拡大・浸透・定着**した。
・**初号機（レーダー（SAR）、光学同時搭載）の教訓・知見を踏まえ、本2号機はSAR単独ミッション**とするとともに、**SAR新規技術（デュアルビーム方式、スポットライト方式等）の開発、7年間の軌道上実証**により技術を確立し**高分解能、広観測幅の両立等を実現**した。
・世界で唯一LバンドSAR※を継続運用してきたため、海外機関からの関心も高く、 **欧米、アジア諸国の各関係機関と協力協定を締結し、国際的な衛星データ利用拡大に資する取組も推進**した。
※1GHz帯の電波の性質により、木の葉、草等を通過し、地表面で反射するため、より高い周波数を使用するSARに比べ、植生の多い日本やアジアでの観測等に適している。


九州地方の「だいち2号」の観測画像（左）、推定された浸水域（右、青色部分）
2021年8月12日23時23分頃の観測



全球森林マップ
（継続観測による世界の森林の変化を把握）

#### アウトカム

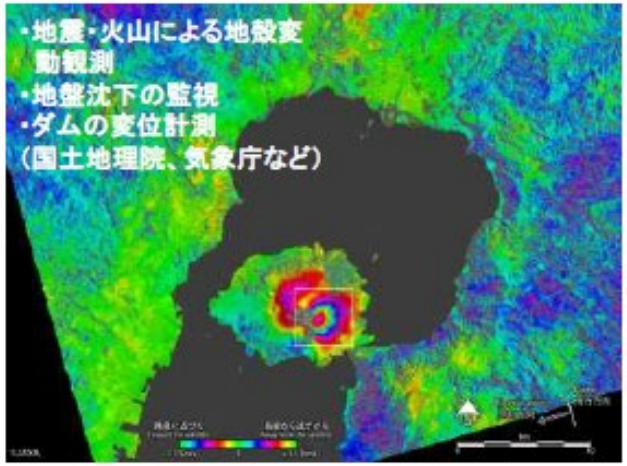
・人工衛星が災害発生時の有効な情報収集手段の一つと位置付けられる等（「防災基本計画」 (中央防災会議決定)に人工衛星の活用が明記等）、**防災・災害対応等に継続的貢献**した。
・衛星データが、民間企業によるインフラモニタ事業（河川堤防監視、パイプライン監視等）にも活用される等、**産業振興に貢献**した。
・**気候変動に係る解析活動等にも貢献**した（ ALOS-2のデータがJJ-JAST(JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム) に活用されいている等）。
・協力協定に基づく多くの国際的取組みにより、**国際協力が強化**された。
・本プロジェクトを通じ実現した**技術の有効性を示しつつ、社会実装に向けた価値を創出**した。
・創出してきた成果は、初号機からの教訓・知見を踏まえ開発・実証が適切に実施されたことの賜物であり、後継機への反映含め、**JAXAの衛星開発における適切なPDCAサイクルを対外的に示した。**

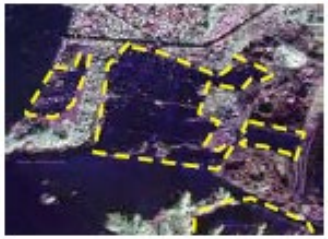
## 1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

# 1. 陸域観測技術衛星２号「だいち２号」ALOS-2の概要

■ プロジェクト目標（代表事例）

### ➢ 公共の安全の確保



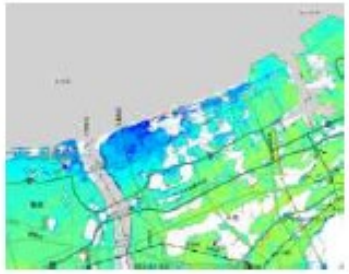
・台風・津波による冠水状況の把握
・土砂崩れの状況把握
（内閣府、国土交通省、自治体など）

### ➢ 地球規模の環境問題の解決

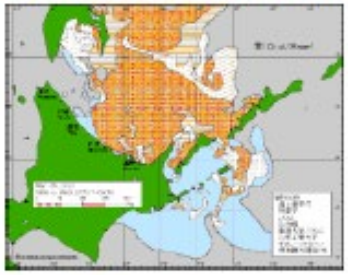



### ➢ 国土保全・管理

・地盤沈下監視



・オホーツク海の海氷監視による船舶への情報提供（海上保安庁）



### ➢ 食料供給の円滑化



## 1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

# 2. プロジェクト目標の達成結果

## ■プロジェクト目標（サクセスクライテリア）の達成状況

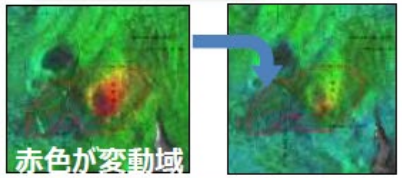
| 目的 | ミニマムサクセス<br>（期間：2014年～2015年） | フルサクセス<br>（期間：2014年～2019年） | エクストラサクセス<br>（期間：2014年～2021年） | 達成結果 |
|---|---|---|---|---|
| 公共の安全の確保 | 打上げ後1年間にわたって、国内または海外の災害時（防災訓練などの対応を含む）の観測を1回以上行い、「だいち」相当のプロダクトを提供すること。 達成 | 打上げ後5年間にわたって、国内または海外の災害時（防災訓練などの対応を含む）に観測を行い、機関毎に取り決めたプロダクトを、取り決めた時間内に提供し、防災活動において利用実証されること。 達成 | 利用機関と協力し、船舶監視のための利用を実証すること。 達成 | （ミニマム/フル）打上げ後5年間にわたって、国内（官邸対策室設置の災害）及び海外の災害（センチネルアジア等）時に観測を行い、機関毎に取り決めたプロダクトを取り決めた時間以内に提供し、防災活動において利用実証された。<br>（エクストラ）船舶監視については海上保安庁等との利用実証を経て、実利用状態となった。 |
| 国土保全・管理 | 打上げ後1年間にわたって、いずれかの観測モードより、日本の国土を一回以上観測し、データを蓄積・提供すること。 達成 | 打上げ後5年間にわたって、日本の国土を観測し、データを蓄積・提供すること。 達成 | 利用機関と協力し、海外での利用を含めた国土保全・管理に関する新たな利用を実証すること。 達成 | （ミニマム/フル）日本の国土を1回以上観測し、ベースマップを整備済み。5年間の観測、データ提供を実施。<br>（エクストラ）環境省等による地盤沈下、国交省等の河川堤防，港湾施設のインフラモニタなど新たな利用の実証を実施 |
| 食料供給の円滑化 | － | 打上げ後5年間にわたって、国内の水稲作付面積把握のためのプロダクトを提供すること。 達成 | 利用機関と協力し、農業や沿岸漁業に関する新たな利用を実証すること。 達成 | （フル）農水省との共同研究により5年間水稲作付面積把握のためのプロダクト提供を実施。<br>（エクストラ）インドネシア、タイ、ベトナムなどにおいて農業の利用実証を実施 |
| 資源・エネルギー供給の円滑化 | － | 打上げ後5年間にわたって、陸域及び海底の石油・鉱物等の調査のためのプロダクトを提供すること。 達成 | － | （フル）5年間の観測、及びJOGMECへの陸域・海底の石油・鉱物等の調査のためのプロダクトの提供を実施。 |
| 地球規模の環境問題の解決 | － | 打上げ後5年間にわたって、熱帯雨林等を観測し、森林減少・劣化に関するプロダクトを提供すること。 達成 | 利用機関と協力し、地球規模の環境問題に関する新たな利用を実証すること。 達成 | （ミニマム/フル）世界の森林を5年間継続観測し、全球森林非森林マップを作成・公開。<br>（エクストラ）JICAとの共同プロジェクト「森林変化抽出システムの構築」を行い、システムの運用中。極地研究所との連携により極域海氷モニタリングを実証。 |
| 技術実証 | | 打上げ後1年以内にSARセンサの新規開発技術（デュアルビーム方式、スポットライト方式等）の軌道上評価ができること。 達成 | 打上げ後7年間にわたって観測運用が継続できること。 達成 | （ミニマム/フル）初期機能確認においてデュアルビーム方式、スポットライト方式の機能・性能を実画像により確認、フルサクセス達成。<br>（エクストラ）順調に観測運用を行っており、7年間の観測運用を行い、実画像により確認し、エキストラサクセスを達成。 |

1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

## 2. プロジェクト目標の達成結果

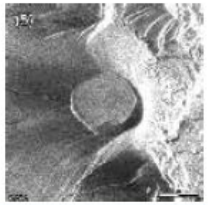
■公共の安全確保　～防災・災害対策におけるALOS-2の利用～

### 火山監視




霧島山の火山活動

噴火警戒レベル引き下げ判断の材料の1つとして利用



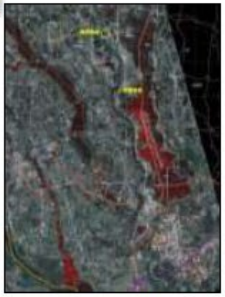
溶岩ドーム（霧島山）

### 洪水状況把握

・広範囲な浸水域を把握

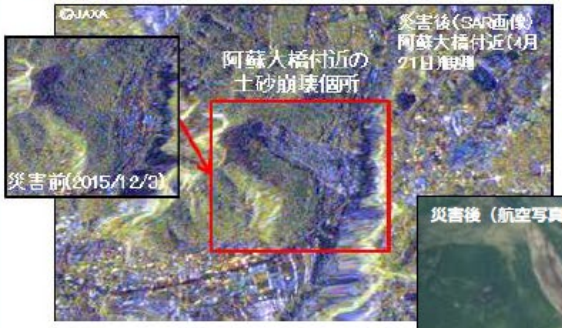
・排水ポンプ車の迅速な配置・運用等に活用

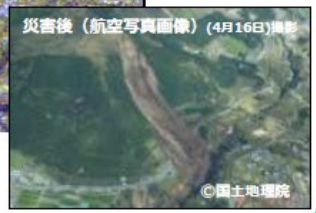
赤色が浸水域



鬼怒川の洪水

### 地震




熊本地震

### 土砂災害




斜面変動の監視

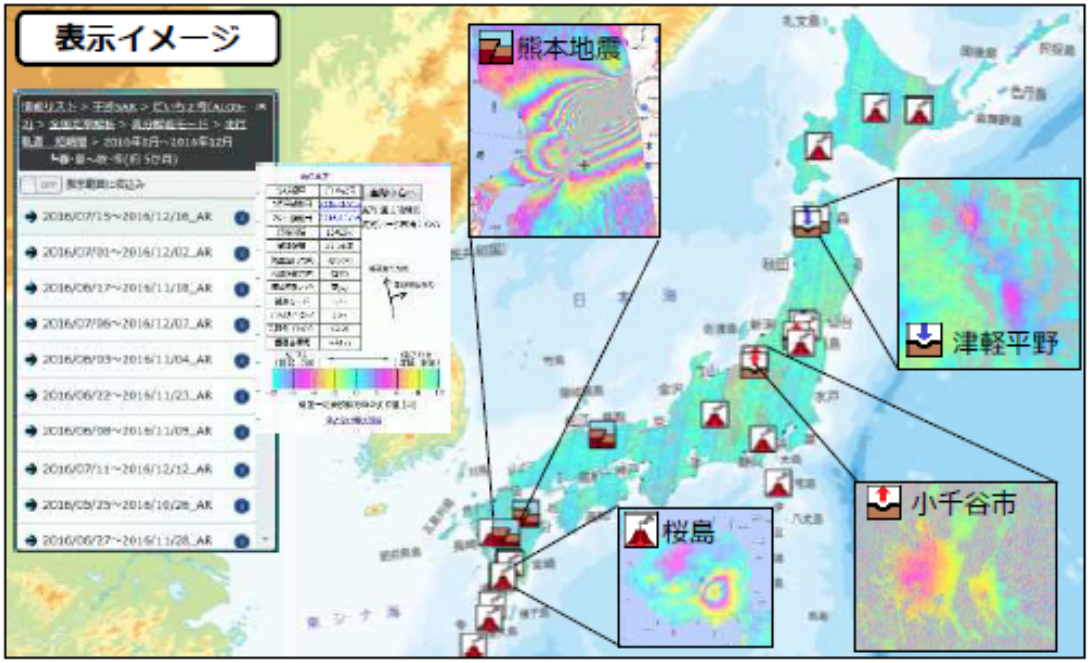


1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

## 2. プロジェクト目標の達成結果

### ■国土保全・管理　~地理院SARマップの運用　GSI~

地理院SARマップとは、だいち及びだいち2号が観測したSARデータを干渉解析して得られた画像（SAR干渉画像）及び国土に関する地理空間情報をウェブ地図「地理院地図」で閲覧できるサービス
※利用登録件数：149件（主に国・自治体）（2020年2月時点）






諸元
SAR衛星：だいち２号
だいち
対象範囲：日本全国
観測頻度：年6回程度
提供情報：地震
火山
地盤変動(沈下)
地盤変動(隆起)

・国・自治体等に、監視箇所の絞り込み、現地調査の実施、地上観測の見直しにSAR干渉画像を活用してもらうことを目的に運用しているサービス
・検出された地震、火山、地盤沈下/隆起による変動はアイコンを付けて情報提供

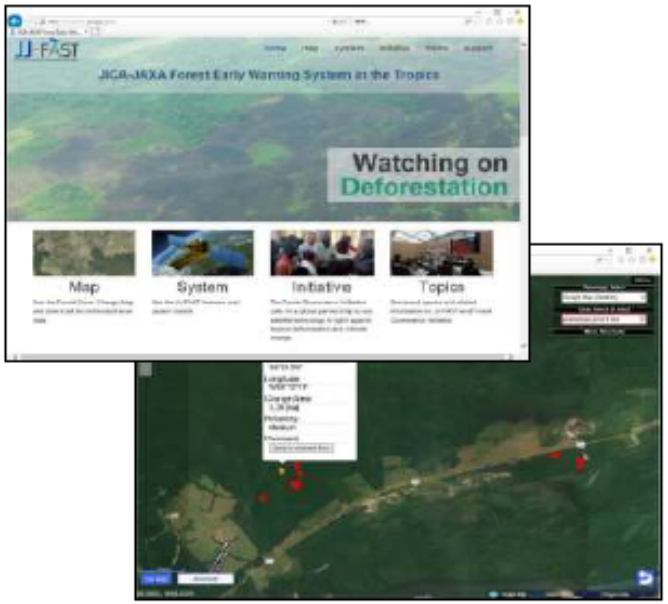
1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

## 2. プロジェクト目標の達成結果

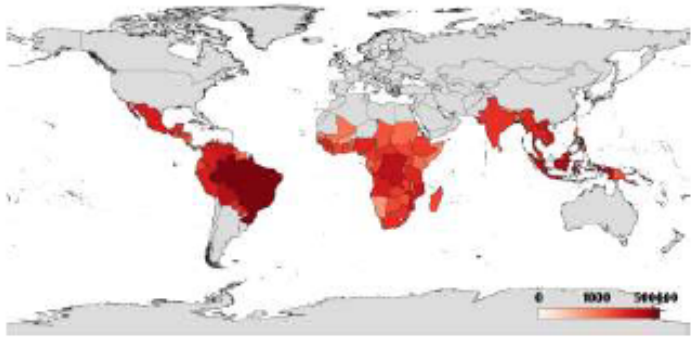
### ■地球規模の環境問題の解決　~JICA-JAXA熱帯林早期警戒システム~

(JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics, JJ-FAST)

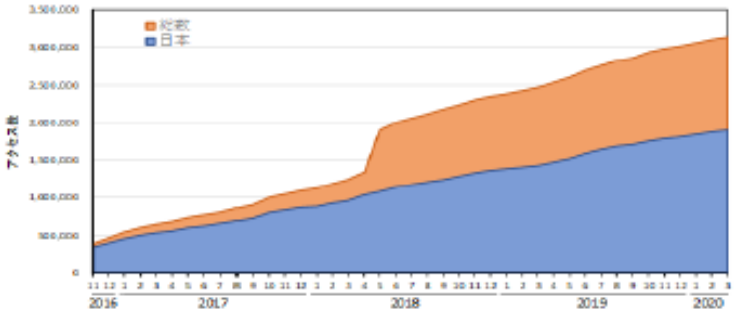
- 国際協力機構（JICA）-JAXA連携協定(2014年4月締結)にもとづき、2016年11月より運用。当初計画の運用期間(5ヶ年度)から2年間延長し現在運用中。
- ALOS-2/PALSAR-2による全球・時系列観測データを用いて、熱帯地方のほぼ全域を対象とした森林伐採(面積変化)情報を約1.5ヶ月毎にウェブを通じて提供。違法な伐採活動の抑止効果や森林管理で利用されている。




JJ-FAST閲覧システム
(Webページ)



JJ-FAST検出数の積算(2021年2月現在, 合計1,521,092ヶ所)
ブラジルでは523,853ヶ所を検知

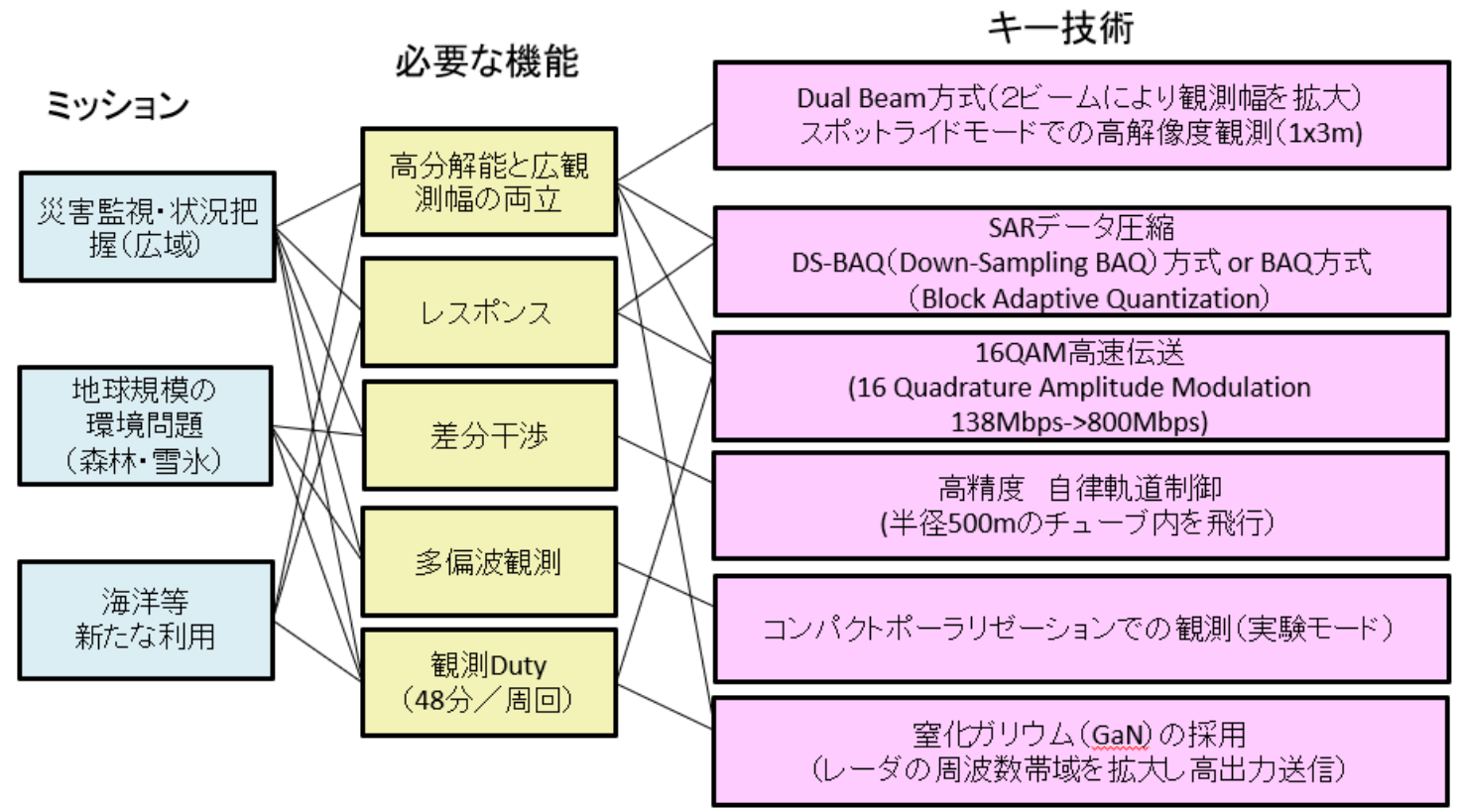



JJ-FAST閲覧システム累積アクセス数の推移(2020年3月末現在)

## 1．陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）の成果（続き）

# ALOS-2　技術開発

ALOS-2ミッション要求に基づく必要な機能を識別するとともに、キー技術を開発、実現した。



## 評定理由・根拠（補足）

### 2．気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書 第1作業部会報告書（AR6/WG1報告書）への貢献

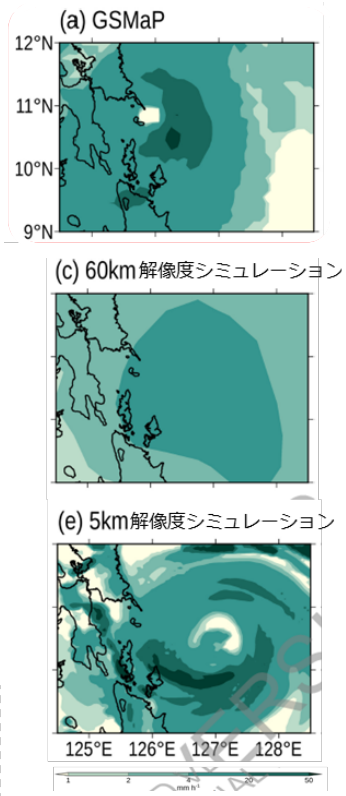
**背景・経緯：**IPCCを中心に気候変動対策に関連する議論が世界中で進んでおり、**自然科学的根拠についてまとめたIPCC AR6/WG1報告書が2013年以来8年ぶりとなる2021年8月に公表**された（2013年報告書では、一部の限定的な範囲で衛星データ（JAXA衛星ではTRMM、AMSER-E、GOSAT（のみ））が活用されていたところ、今回の報告書では幅広く活用された）。

**アウトプット：**AR6/WG1報告書では、**JAXAの地球観測衛星を活用した科学論文が多数引用**され、**全球を均質に観測できる地球観測衛星データが観測事実及び予測の確実性を示す目的で活用された**※。

※全13章のうち、9章でJAXA衛星/センサが引用されただけでなく、JAXA職員による主著論文が7本、共同研究者や一般ユーザーがJAXAデータを利用した論文も多数（50本以上）引用された。

- 【GOSAT】**GOSATにより衛星からのCO2濃度上昇が確認されたことが記載。**さらに地上観測との組み合わせにより吸収排出量の知見が向上したとされた。
- 【GPM& GSMaP】降水は、気温などの他物理量に比べ、温暖化による変化や影響把握が難しく、その精確な把握や気候モデルの評価には全球の観測が可能な衛星情報が有効な手段であり、**全球降水観測(GPM)主衛星や衛星全球降水マップ(GSMaP)等による論文が多数引用**された。**GSMaPの図は直接報告書内で利用**されただけでなく（右図(a)）、GSMaPを用いた数値シミュレーション(解像度60kmと5km)による降水量比較（Typhoon Haiyanの事例（2013年11月頃フィリピンが被災）。右図(c),(e)）は、**熱帯低気圧の精確なシミュレーションには対流を許容する解像度が必要であることを示す材料として掲載**された。また、**JAXAに対する謝辞**も掲載された。
- 【ALOS－２】気候変動研究の大きな不確実性とされる「農業・森林・その他の土地利用」(AFOLU)とその時間変化に対し、**ALOS-2のデータが土地被覆研究に利用できると言及された。**
- 【AMSR】**AMSR-EやAMSR2（及び他のマイクロ波放射計）のデータは、JAXA職員や共同研究者による直接的な解析の引用だけでなく、**国内外の機関が作成する複合データセット（GSMaP等）や、数値モデルに同化した再解析データセット（JRA55等）のように**二次的・三次的に使われており、報告書の各章で多数引用された。**
- 【GCOM-C】**JAXA職員や共同研究者によるGCOM-Cに向けた事前研究が引用**され、GCOM-Cデータが蓄積されることで今後更なる貢献が期待される。

参考：CloudSat（米）やCALIPSO（米仏共同）の衛星観測で得られた知見や衛星観測を基準とした気候モデルの評価結果も引用されているが、これらは開発中のEarthCAREによる世界初のドップラー観測やより精緻な観測データによって、雲・エアロゾルによる気候変動メカニズムの理解を発展させることも期待される。




**アウトカム：**世界の国々が地球温暖化に取り組む中、国際的な気候変動対策に科学的根拠を与える意味で最も重要と位置づけられるIPCC AR6/WG1報告書にJAXA地球観測衛星が気候変動の影響として現れる降水や土地利用の変化など、地球温暖化の原因物質の監視から活用されたことで、**気候変動の根拠及び解明に大きく貢献**し、当該分野における**JAXA衛星データのプレゼンスが国際的に広く示された。**今後は、IPCC AR6でも使われている日本の気候変動予測モデルの研究グループとの連携強化も進めていく。

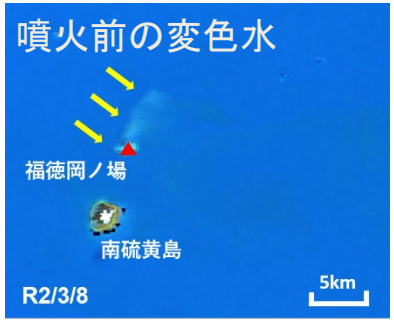
## 評定理由・根拠（補足）

### 3．福徳岡ノ場噴火及び噴火に伴う軽石漂流、漂着等への対応

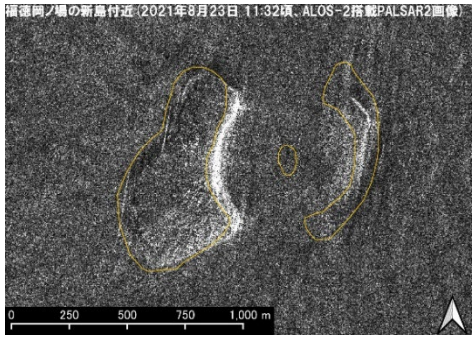
**背景・目的**：広大な周辺海域を有する我が国で発生した海域火山噴火による被害等に関しても、迅速に衛星観測情報を収集、関係機関等に提供することで、貢献することが重要。

**アウトプット**：福徳岡ノ場噴火（2021年8月）及び噴火に伴う軽石漂流に対し、**噴火前（発災前）から広域性を活かした衛星による監視を継続的に実施し、関係機関に提供（最新の軽石漂流位置をJAMSTECにも提供し、軽石漂流予測の精度向上にも寄与）**。防災機関以外にも広く情報提供するため、**特設ウェブサイトも構築・公開**。当該サイトへの問い合わせ対応含め、**迅速に広く情報を行き届けた**。トンガ沖の海域火山噴火（2022年1月）に対しても、福徳岡ノ場の知見を活用し、衛星観測情報（火山島の変化、変色水発生状況、軽石等）の発信を行っている。

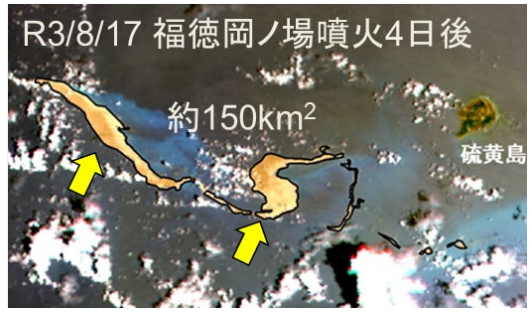
**アウトカム**：**海上災害に対する衛星情報の有効性を示し、我が国の洋上、沿岸の被害対策、安全確保に貢献しつつ、新たな衛星利用を創出した**（例. 沖縄県漁業無線協会にも軽石位置情報を提供しており、同協会の漁業者向け軽石情報提供サービス等で活用されている）。



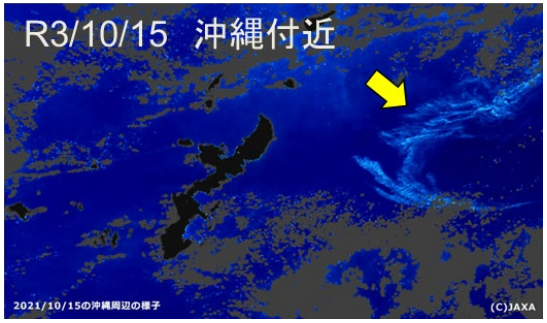

「しきさい」による福徳岡ノ場変色水（2021年3月）
→ **噴火前に活動活発化を発見**



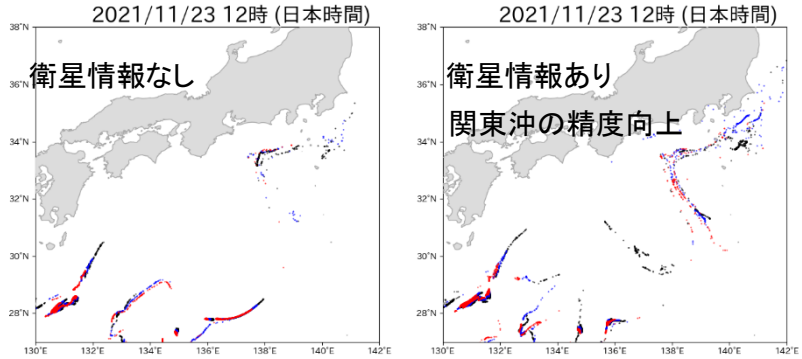

「だいち2号」による新島形成の状況(2021年8月)



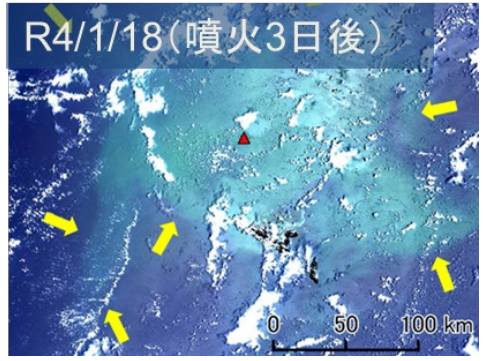

山手線面積2.5倍の軽石漂流面積(2021年8月)




沖縄周辺の軽石分布（水色部分）（2021年10月）




軽石の漂流シミュレーション（海洋研究開発機構提供）（2021年11月）




トンガ火山島周辺変色水（2022年1月）

## 評定理由・根拠（補足）

＜参考1＞ 国内外の関係機関等への衛星データ提供数の推移

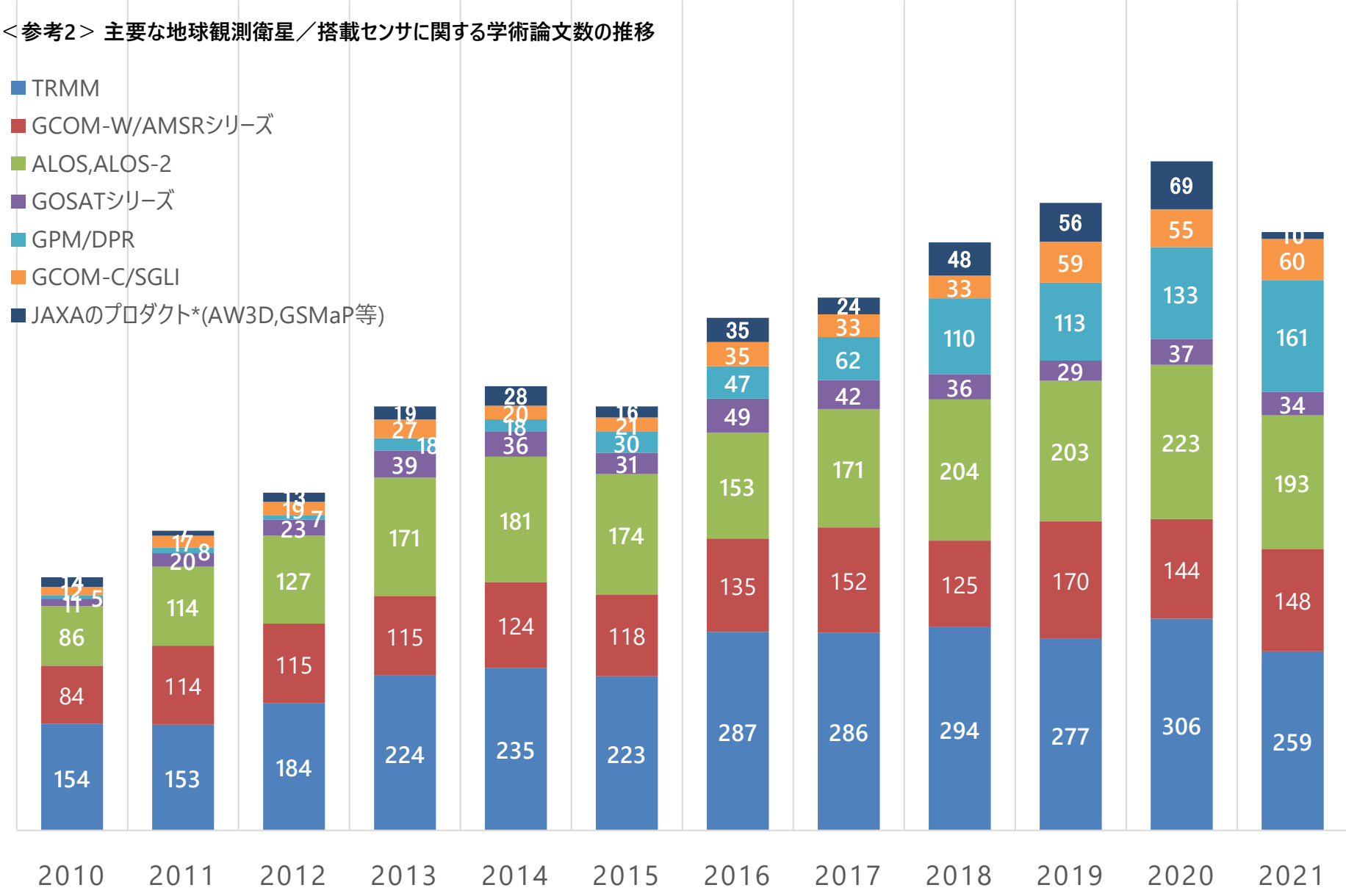
【単位：シーン】

| 衛星名 | 2012年度 | 2013年度 | 2014年度 | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 2020年度 | 2021年度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MOS-1/MOS-1b（海洋観測衛星「もも1号/もも1号b」） | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 20 | 9 | 6 | 4 |
| JERS-1（地球資源衛星「ふよう1号」） | 575 | 722 | 280 | 2,655 | 48,367 | 85,584 | 14,937 | 2,690 | 9,413 | 625 |
| ADEOS（地球観測プラットフォーム技術衛星「みどり」） | 0 | 0 | 19 | 710 | 31 | 2 | 10 | 12 | 33 | 48 |
| TRMM（熱帯降雨観測衛星） | 564,258 | 109,632 | 161,811 | 359,374 | 316,250 | 377,039 | 472,743 | 200,115 | 937 | 189,989 |
| Aqua（地球観測衛星） | 1,934,217 | 1,643,585 | 5,582,670 | 3,424,642 | 3,540,226 | 3,744,344 | 2,286,678 | 1,110,230 | 1,452,202 | 4,468,052 |
| ADEOS-II（環境観測技術衛星「みどりII」） | 138,407 | 2,322 | 18,978 | 82,408 | 447,864 | 633,192 | 49,970 | 30,479 | 213 | 30 |
| MODIS（中分解能撮像分光放射計） | 37,947 | 45,539 | 3,264 | 24,188 | 32,528 | 34,223 | 48,052 | 17,306 | 2,651 | 476 |
| ALOS（陸域観測技術衛星「だいち」） | 36,469 | 29,534 | 36,057 | 21,567 | 18,061 | 12,785 | 10.686 | 6,518 | 4,335 | 1,671 |
| GOSAT（温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」） | 5,592,234 | 9,314,801 | 1,371,196 | 18,094,443 | 5,162,207 | 2,404,810 | 11,154,884 | 14,234,370 | 15,954,019 | 16,356,657 |
| GCOM-W（水循環変動観測衛星「しずく」） | 382,164 | 3,379,886 | 4,007,717 | 6,153,648 | 6,935,100 | 9,381,174 | 4,597,307 | 13,737,449 | 14,219,029 | 15,585,063 |
| GPM（全球降水観測計画） | - | - | 451,347 | 881,709 | 3,318,336 | 2,388,078 | 765,718 | 1,505,856 | 1,197,463 | 1,170,492 |
| GCOM-C（気候変動観測衛星「しきさい」） | - | - | - | - | - | - | 245,023 | 19,285,587 | 17,607,337 | 19,477,938 |
| 合計 | 8,686,271 | 14,526,021 | 11,633,339 | 29,045,343 | 19,818,972 | 19,061,231 | 19,646,028 | 50,130,621 | 50,447,638 | 57,251,045 |
| **2012年度比増加率** | **100%** | **167%** | **134%** | **334%** | **228%** | **219%** | **226%** | **577%** | **581%** | **659%** |

※ JAXA衛星/搭載センサのプロダクト提供を集計(協力機関向け提供を含み、JAXA内部利用を含まず)。

## 評定理由・根拠（補足）

＜参考2＞ 主要な地球観測衛星／搭載センサに関する学術論文数の推移



## 財務及び人員に関する情報（※2）

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 予算額（千円） | 27,580,952 | 16,334,610 | 29,425,096 | 28,005,421 | | | |
| 決算額（千円） | 27,852,134 | 21,245,487 | 24,952,566 | 35,047,445 | | | |
| 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） | 191 | 189 | 185 | 190 | | | |

（※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。

(※2) 予算額、決算額、従事人員数は、それぞれ「Ⅲ.3.2　海洋状況把握・早期警戒機能等」と「Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング」との合計数。

## 主な参考指標情報

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 国内外の関係機関等への衛星データ提供数 | 19,664, 945シーン | 50,130,621シーン | 50,447,638シーン | 57,251,045シーン ※ | | | |

※ 衛星毎の内訳等については、本項「評定理由・根拠（補足）＜参考1＞」を参照。

# Ⅲ．3．6　宇宙科学・探査

2021年度 自己評価　S

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．6 | Ⅰ．1．6. | － | |
| 宇宙科学に係る宇宙や生命の起源を探るなど新たな知の創造につなげるべく、人類共通の知的資産の創出及び革新的・萌芽的な技術の獲得を通じた新たな宇宙開発利用の可能性の開拓を目指し、国内外の研究機関等との連携を強化して 宇宙科学研究を推進する。具体的には、「宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構 造形成の解明」、「太陽系と生命の起源の解明」、「宇宙機及び宇宙輸送システ ムに関わる宇宙工学技術の革新」を目標として位置付け、世界的に優れた研究成果を創出し、地上技術への派生も進める。 | 「宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構造形成の解明」、「太陽系と生命の起源の解明」、「宇宙機及び宇宙輸送システムに関わる宇宙工学技術の革新」を目標として位置付け、世界的に優れた研究成果の創出及び地上技術への派生に取り組む。 | 宇宙科学研究の成果として、木星の高層大気に関して、太陽光以外の熱源を調査するため、地上のケックⅡ望遠鏡を使用して、木星の高層大気の高解像度の温度マップを作成し、このマップから木星の強力なオーロラが惑星全体を加熱する役割を果たしていることが判明した。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>木星の高層大気は、太陽光のみを熱源としたモデルに基づく予測よりもはるかに高温であり、太陽光以外の熱源が何なのかということは、太陽系科学の50年来の謎であったが、今回左記の研究により熱源が判明した。この論文はNature誌に掲載された。 |
| （１）学術研究の推進<br>宇宙科学研究の推進に当たっては、大学の研究者等との有機的かつ多様な形での共同活動を行う大学共同利用システムの下でのミッション提案に加え、長期的な視点での取組が必要な宇宙探査等について、ミッション創出と技術開発を両輪とした効果的な推進（プログラム化）や、国際協力及び国際宇宙探査との連携の観点にも考慮しつつ、JAXAが宇宙科学の長期的・戦略的なシナリオを策定し、実施する。また、シナリオの実施に必要な技術目標（宇宙科学技術ロードマップ）を定め、長期的な視点での技術開発を進めるとともに、将来の多様なプロジェクトにおけるキー技術としての適用を見据え、我が国が世界に先駆けて獲得すべき共通技術及び革新的技術の研究開発等（技術のフロントローディング）を実施する。 | （１）学術研究の推進<br>宇宙科学研究の推進に当たっては、大学の研究者等との有機的かつ多様な形での共同活動を行う大学共同利用システムの下でのミッション提案に加え、長期的な視点での取組が必要な宇宙探査等について、ミッション創出と技術開発を両輪とした効果的な推進（プログラム化）や、国際協力及び国際宇宙探査への貢献の観点にも考慮しJAXAが策定した宇宙科学の次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ（以下、「シナリオ」という。）及びシナリオに基づき策定した技術目標（宇宙科学技術ロードマップ）を踏まえて実施する。また、プロジェクト候補のキー技術、及びその先の多様なミッションの創出を念頭においた共通技術領域の技術（技術のフロントローディング）として、テーマを選定し、研究開発を実施する。 | 宇宙科学分野のプログラム化を引き続き推進するとともに技術のフロントローディングを実施した。2021年度は主に以下の成果を得られた。<br>(1) 深宇宙探査船団構想に向けて、MEMSジャイロを使った国産の小型、軽量、低消費電力の慣性基準装置（IRU）と小型AOCSユニットの開発を完了した。エアロシェルは観測ロケットで飛行実証がされた。半永久電源などの他の超小型探査機技術やサンプルリターン技術の検討と開発を進めている。<br>(2) 多波長観測構想に向けて、宇宙用冷凍機の擾乱抑制・高信頼性・長寿命化開発を進め試作を完了した。軽量高性能観測技術として国産センサの開発を開始。重力波ミッション等に向けた宇宙機のフォーメーションフライトに必要な技術開発を開始した。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>技術のフロントローディングにより、次期戦略的中型計画（LiteBIRD）及び公募型小型計画（小型JASMINE）、戦略的海外共同計画（Athena）の立ち上げの目途を得た。<br>月極域探査ミッション（LUPEX）に技術のフロントローディングにより開発した左記記載のIRUを搭載する方向で進めている。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| さらに、研究の更なる活性化の観点から、ミッションの立ち上げから終了までを見据えたミッション実現性の事前検討機能の充実及び大学共同利用連携拠点の更なる拡大・充実を行う。 | さらに、研究の更なる活性化の観点から、ボトムアップによるミッション提案、特に新規分野からの提案を促進するために、ミッションの立ち上げから終了までを見据えたミッション実現性の事前検討機能の充実及び大学共同利用連携拠点については、拠点活動を通じた事業化の促進も含め、更なる拡大・充実のための取組みを行う。 | ・大学連携拠点事業としてFY2017に採択した３拠点すべて、概ね実施計画通り研究活動を実施。<br>（北海道大学：超小型深宇宙探査機用キックモータ研究開発拠点、千葉工業大学：惑星探査基盤技術開発・人材育成拠点、東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構（IPMU）：硬X線・ガンマ線イメージング連携拠点）<br>・拠点事業としては各拠点、今年度が4年目の最終年度であったが、当初計画から得られた成果の最大化という観点から、東京大学IPMU、千葉工業大学の2拠点より拠点事業延長の申し出（2年）があり、審議・評価を経て延長を認めた。<br>・北海道大学との拠点事業については今年度にて終了した。期間全体を通して実施計画に基づき大きな成果が生み出され、大学からの予算処置、外部資金獲得、ベンチャー企業の立ち上げ等により、拠点事業終了後も様々な形で研究活動を継続することとなった。<br>特にベンチャー企業設立にあたっては、本連携拠点にて取り組んできた開発成果を用いて、超小型深宇宙探査機用キックモーターの事業化を目指している。<br>また、本連携拠点により創出された超小型深宇宙探査機用キックモーターは大学の超小型衛星への搭載が具体化されるなど、実用化に向けた活動が進められている。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>北海道大学については、以下のベンチャー企業の設立などの取組を通じて拠点事業終了後も研究拠点として着実に研究活動を継続することとなった。<br>・ハイブリッドキックモータの開発等の行うベンチャー企業（Letara社）を設立（S-Booster2021にてアジア・オセアニア賞を受賞）<br>・JST、JSPS等の外部資金を獲得<br>など |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 以上の基本方針に基づき、宇宙基本計画にて定める「戦略的に実施する中型計画」、「公募型小型計画」、「戦略的海外共同計画」、「小規模計画」の各機会を活用して、衛星・探査機、小型飛翔体実験（観測ロケット、大気球）の開発・打上げ・運用を一貫して行う。 | 以上を踏まえ、具体的には、<br>「戦略的に実施する中型計画」は、「技術のフロントローディング」の活用を含め、集中的・効率的にリソースを投下してミッションの立案・開発を行うとの実施方針に基づき、宇宙科学コミュニティと宇宙科学研究所の開かれた関係と協力のもとで戦略的に概念検討を進める。<br>「公募型小型計画」は、宇宙科学コミュニティの多様な分野からのミッション提案を募る上での開かれた機会は維持しつつ、戦略的な技術獲得やイプシロンの成長戦略とも総合する「公募の多様化」によるミッション選定との実施方針に基づき、次の公募型小型計画の選定に向けて概念検討を進める。<br>「戦略的海外共同計画」の立案・選定にあたっては、コミュニティと宇宙科学研究所の協力の下に行うとの実施方針に基づき、新たなプロジェクトの選定に向けて概念検討を進める。<br>「小規模計画」は、他の3つのカテゴリと相補的に他では実施できない飛翔機会を提供する仕組みとして、性格をより明確に定義しつつ柔軟で多様なミッション機会を提供するとの実施方針に基づき、幅広い提案を公募・選定し、実施する。衛星・探査機については、次項に定めるとおり開発等を進めるとともに、小型飛翔体（観測ロケット、大気球）による実験機会を提供する。本年度は名古屋大学、千葉工業大学、国立天文台、早稲田大学に実験機会を提供する。 | ・戦略的中型計画、公募型小型計画について、コミュニティと宇宙科学研究所の協力のもと、新たな立ち上げ方を検討し、戦略的中型計画については、計画を立ち上げるためのGDI（戦略的中型創出グループ）を新たに構築する方針とした。公募型小型計画については、公募の多様化の具体例として、短期間での開発が見込まれる計画を募集するFast Track公募及び経済的な開発費が見込まれる計画を募集する公募などを実施する方針とした。本方針について、宇宙政策委員会宇宙科学・探査小委員会へ報告を行った。当該立ち上げ方策について、宇宙科学・探査ロードマップへの反映手続きを実施中（2022年4月に改訂済）。<br><br>・戦略的海外共同計画について、2021年度は海外と共同し計画の具体化を進めHeraを宇宙科学研究所内プロジェクト化し、Dragonfly、Roman宇宙望遠鏡について宇宙科学研究所内プロジェクト化に向け審査中（2022年4月プロジェクト化判断済）。また、Comet Interceptor及びAthenaについて、今後の参画に係る調整を進めた。小規模計画は10件の活動を継続している。<br><br>・大気球実験は、大型気球による4実験とゴム気球による1実験を計画し、そのうち大型気球2つとゴム気球1つの計3実験を実施した。残る2実験は、実験期間中に気球飛翔運用に適した高層風を得られなかったことなどから、2021年度の実施を見送った。また、2022年春に実施予定だったオーストラリア気球実験は新型コロナウイルス感染拡大に伴い計画を2023年春に変更した。<br><br>・観測ロケットS-520-31号機（7月）、SS-520-3号機（11月＠ノルウェー）の打上げ実験を計画通り実施した。S-520-31号機に搭載したデトネーションエンジンシステムは、世界初の宇宙技術実証となった。この成果は、アメリカ航空宇宙学会発行の雑誌誌「Aerospace America」12月号の"2021 Year in Review（2021年の総括）"において、取り上げられた。<br>同時に搭載したインフレータブル回収カプセルの洋上回収にも成功しており、テレメータで伝送しきれない大容量データを入手した。SS-520-3号機のノルウェーでの打上げは、コロナ禍であったが、適切なコロナ対策及びノルウェー宇宙機関等との交渉・調整を通し、ノルウェー入国を実現し、感染者を出すことなく遂行できた。また、SS-520-3号機のロケットモータは、5年超の長期保管品であったが、適切な品質保証活動を通じてロケット実験に供することの妥当性を確認し、結果も良好であった。後続の計画についても作業を着実に進め、S-520-32号機については計器合わせ試験まで完了した。S-520-33号機は予定通り設計確認会議を完了させ、各部フライトモデルの製造に着手した。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>・戦略的海外計画は、海外の大型ミッションに対して、日本の宇宙科学分野で培ってきた世界最高水準の技術と知見で参画するものであり、少ないコストで貴重な科学的知見と国際的プレゼンスを獲得できる優れた機会である。これらについて複数の計画を立ち上げていることで、我が国の予算的規模では獲得が難しい第１級の科学的データの取得などが期待される。また、これら複数の国際協力により、我が国のプレゼンス向上にも貢献が期待される。<br><br>・S-520-31号機に搭載したデトネーションエンジンシステムについて世界初の宇宙技術実証が出来たことにより、革新的に軽量化した深宇宙探査用キックモーター等への実用化に大きく近づき、より自在な深宇宙探査の実現が期待される。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 衛星・探査機の開発に当たっては、宇宙科学研究所のみならず、JAXA全体で密に連携し、大型化・複雑化する衛星・探査機システムを確実に開発する。また、我が国の強みであるサンプルリターンについて、大学を含む外部機関等とサンプル分析等のフォローアップ体制の整備を図りつつ、学術界における成果創出に貢献する。さらに、これらのプロジェクトから創出される世界一級の観測データ（採取した地球外の物質試料を含む）は、国際的に広く活用されるようユーザーフレンドリーな形態で公開する。 | 衛星・探査機の開発に当たっては、宇宙科学研究所のみならず、JAXA全体で密に連携することで、大型化・複雑化する衛星・探査機システムを確実に開発する。<br>また、我が国の強みであるサンプルリターンについて、将来の全体戦略を描ける人材を育成するために、有期雇用（テニュアトラック）特任助教制度等を活用した、人材の確保を進める。本年度は、惑星物質科学分野の人材を確保する。<br>さらに、これらのプロジェクトから創出される世界一級の観測データ（採取した地球外の物質試料を含む）については、国際的に広く活用されるようユーザーフレンドリーな形態で公開する等の国際連携活動を行う。 | 衛星・探査機システムの開発について、以下のとおり審査会での確認を経て、開発を着実に推進した。<br>・美笹深宇宙探査用地上局（GREAT）プロジェクトについて、運用移行が完了したためプロジェクト終了審査を実施し、プロジェクトを終了した。<br>・深宇宙探査技術実証機（DESTINY$^{+}$）について、プロジェクト移行審査を実施し、プロジェクト化した。<br>・小惑星探査機「はやぶさ２」について、定常運用終了審査を実施し、定常運用を終了した。<br>・小惑星探査機「はやぶさ２」拡張ミッションについて、宇宙科学研究所内プロジェクト移行審査を実施し、宇宙科学研究所内プロジェクト化をした。<br><br>テニュアトラック（特任助教）制度に基づき、人事公募を2件行い、年度内に1名の特任助教が着任した。<br>「はやぶさ2」が帰還させたサンプルのキュレーション作業を通して、404粒子を個別容器に回収し初期記載を実施した。初期記載の結果はサンプルカタログとして出版すると同時にサンプルデータベースとして、アーカイブ化して公表した。初期記載による研究成果が2編Nature Astronomy誌に掲載された。「はやぶさ２」探査機のタッチダウン地点に関する観測成果と回収されたサンプルの初期記載成果を統合した論文が1編Science誌に掲載された。<br>リュウグウのサンプルを帰還6か月後の2021年6月に初期分析チームおよびPhase2キュレーションチームに分配し、詳細分析研究を開始した。帰還12か月後の2021年12月にはNASAとのMOUの取り決めに従い、帰還試料総量の10%に当たる0.5gの試料をNASAに分配した。帰還試料の一部をアウトリーチ用として、2021年12月に一般公開を実施した。2021年11月に第8回宇宙物質科学シンポジウムを行い、初めて初期記載および詳細分析研究の成果を公表した（参加者数345人（うち4割が海外研究者））。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>帰還試料の初期記載から、リュウグウのサンプルは人類が手にしている最も始原的なタイプの地球外物質試料であることがわかり、この試料のより詳細な分析によって科学的に第1級の成果の創出が期待できる。<br>またキュレーションの試料ハンドリングは地球大気遮断環境下で行われ、地球物質の汚染を受けていない初めての始原的地球外試料であり、地球外物質試料の物質分析を高い信頼性をもって実施することが可能になっている。<br>これらのことから、今後も太陽系の形成に係る、世界初の発見が続くことが期待される。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 衛星・探査機の開発に当たっては、宇宙科学研究所のみならず、JAXA全体で密に連携し、大型化・複雑化する衛星・探査機システムを確実に開発する。また、我が国の強みであるサンプルリターンについて、大学を含む外部機関等とサンプル分析等のフォローアップ体制の整備を図りつつ、学術界における成果創出に貢献する。さらに、これらのプロジェクトから創出される世界一級の観測データ（採取した地球外の物質試料を含む）は、国際的に広く活用されるようユーザーフレンドリーな形態で公開する。 | 衛星・探査機の開発に当たっては、宇宙科学研究所のみならず、JAXA全体で密に連携することで、大型化・複雑化する衛星・探査機システムを確実に開発する。<br>また、我が国の強みであるサンプルリターンについて、将来の全体戦略を描ける人材を育成するために、有期雇用（テニュアトラック）特任助教制度等を活用した、人材の確保を進める。本年度は、惑星物質科学分野の人材を確保する。<br>さらに、これらのプロジェクトから創出される世界一級の観測データ（採取した地球外の物質試料を含む）については、国際的に広く活用されるようユーザーフレンドリーな形態で公開する等の国際連携活動を行う。 | （前頁からの続き）<br>・宇宙科学データアーカイブシステム（DARTS）にて、赤外線天文衛星「あかり」（ASTRO-F）や「はやぶさ２」のりゅうぐうサンプルキュレーションデータなど運用中の衛星・探査機のデータを随時公開するとともに、大学等と協力し過去の有用な科学衛星データを整備し公開する活動や過去に公開したデータの一般産業界での利用を拡大する活動などを実施した。<br>・新規に公開された観測データは、分野別（天文学、太陽物理学、月惑星科学 等）及び標準フォーマットによりシステマティックに管理し、広く一般公開することで、データ寿命や利用範囲の拡大に伴う成果最大化や、観測結果の第三者検証に貢献している。<br>・これらの取り組みの結果、DARTSの認知およびデータの利用も進んでいる。DARTSへの謝辞またはURLを含めている論文は確認できただけで、2015年以降毎年20件を超えており2021年内に出版された論文は21件だった。<br>・科学衛星・探査機の異常の早期発見・通知をすることを目的に開発した「衛星自動監視ソフトウェア(ATMOS)」について、2021年度は、可視帯だけでなく非可視帯をも含むデータの自動監視を「ひさき」、「あらせ」、「はやぶさ2」などで開始した。<br>・科学衛星・探査機の運用を行う統合化衛星管制ソフトウェア（GSTOS）の運用性とメンテナンス性向上のため、フロントエンド部分をREST APIによりWebクライアント化したシステムを開発した。<br>・衛星の開発運用情報を一元的に扱う衛星ベース２（SIB2)の国際化を鑑み、国際標準であるXTCEとSIB2間の相互変換ツールを開発した。<br>・衛星管制に用いる多様なソフトウェアの一元管理のためコンフィグレーション管理システム（COSMS）を開発し、他の多様な管理にも適用できるようになった。JAXA全体から採用検討の引き合いがきている。 | （前頁からの続き）<br>・学会などで認知向上上活動を行い、新たにデータを一般公開するなどDARTS利用拡大の取り組みの結果、本来の研究分野を超えて組み合わせたデータを用いた新たな研究成果が発表され、多分野データアーカイブセンターとしての利用が広がりつつある。<br>・衛星自動監視ソフトウェア(ATMOS)の運用の結果、いくつかの監視ルールが科学衛星・探査機の異常早期発見に繋がった。これにより、初期段階で対策を打てることで、リスク低下とミッション継続への影響を最小限化することが出来た。<br>・GSTOSが、衛星プロジェクトの改修要望（低コスト、短期間、低改修量）に対応するためのサーバークライアント方式及びREST APIの採用は、今後の多様な衛星プロジェクトへの対応がよりし易くなった。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 世界最先端の成果創出を続けるには、人材育成と人材流動性、人材多様性の確保が必須であることから、そのための取組を行う。具体的には、学生や若手研究者を始めとする多様な人材が宇宙科学・探査プロジェクト等に参加する機会の提供、世界的業績を有する研究者の招聘、終身雇用（テニュア）教育職への外国人や女性の積極的採用、終身雇用を見据えた有期雇用（テニュアトラック）特任助教制度の整備、大学への転出促進のための制度整備、クロスアポイントメント制度の活用、他分野との連携・民間企業との交流促進等の施策を進める。 | 人材育成と人材流動性、人材多様性の確保に向けた取組として、学生や若手研究者を始めとする多様な人材が宇宙科学・探査プロジェクト等に参加する機会の提供、国際トップヤングフェローシップ（ITYF）制度による世界トップレベルの若手研究者の招聘、終身雇用（テニュア）教育職への外国人や女性の積極的採用、終身雇用を見据えた有期雇用（テニュアトラック）特任助教制度の運用、大学への転出促進のための制度整備、クロスアポイントメント制度の活用等、他分野との連携・民間企業との交流促進等の施策を進める。本年度は特に、若手研究者育成のための人事制度の見直しを進め、人材育成機能のより一層の強化を図る。 | テニュアトラック（特任助教）制度に基づき、公募を行い、年度内に 2 名の特任助教が着任（2021年度末、8名在籍）。クロスアポイントメント制度の活用事例は12件。2021年度末現在、女性研究者（テニュア、特任助教、プロジェクト研究員）は 7 名、外国人研究者（テニュア、ITYF、プロジェクト研究員）は、6名、日本学術振興会研究員は6名在籍している。<br>また、宇宙科学研究所人材育成基本方針に基づき、若手研究者育成のための人事制度の見直しを進め、宇宙航空プロジェクト研究員制度改革や日本学術振興会研究員受け入れ制度整備を行った他、テニュアトラック制度含めた特任教員制度の見直しを実施。更に、社内の若手人材育成への貢献としても、新人研修の一環である現場実習の積極的な受け入れ（4件）や観測ロケット実験機会における他の事業所の若手職員の受け入れ、また、人事部の研修制度を活用した探査機運用研修を実施（様々な部門から若手職員が参加中）。 | 計画に基づき着実に実施。大学等の研究機関とのクロスアポイントメント制度の活用を積極的に推進。機関間連携を制度面でもサポートし推進することで、日本全体での宇宙科学・探査分野研究の発展に繋げている。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （２）研究開発・運用を行う衛星・探査機等 | （２）研究開発・運用を行う衛星・探査機等<br>宇宙科学の目標の達成に向け、科学衛星・探査機プロジェクトの立ち上げに向けた検討・研究、開発及び運用を行う。 | 宇宙理学・工学委員会のもとでワーキンググループ（WG）、リサーチグループ（RG）での開発研究を進め、宇宙理学委員会下の「ガンマ線バーストを用いた初期宇宙・極限時空探査計画WG（HiZ-GUNDAM）」がプリプロジェクト候補チーム設置に伴い次のフェーズへと移行した。<br>さらに、宇宙工学委員会下の「デトネーションキックモーター観測ロケット軌道投入実証WG」が観測ロケットS-520-31号機実験により世界初となるデトネーションエンジンシステムの宇宙飛行実証に成功した。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| ①宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構造形成の解明 | ①宇宙の始まりと銀河から惑星に至る構造形成の解明 | – | |
| ・X線による宇宙の高温プラズマの高波長分解能観測を実施するためのX線分光撮像衛星（XRISM）の開発及び運用を行う。 | ●X線分光撮像衛星（XRISM）の製作・試験を行う。（平成29年度開発開始、令和４年度製作・試験完了予定、令和４年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞ 筑波宇宙センターにて衛星バス機器のインテグレーション試験を進めた。搭載ミッション機器については、軟X線撮像装置Xtendの開発を完了し衛星システムに引き渡した。軟X線分光装置Resolveの開発を、NASA、ESA、大学等と協力して進めた。なお、Resolve開発に必要なNASA及びESAチームは、新型コロナウィルスの防疫対策を講じて、大きな制約のなか来日して作業を実施した。地上システムのソフトウェア及びツールの整備をほぼ完了し、インテグレーション試験を進めた。科学運用準備としてPerformance Verification Phaseにの観測ターゲットリスト毎のチームを編成、Guest Scientist募集検討を開始した。 | 計画に基づき着実に実施。新型コロナウイルス禍での国際協力作業であったが、日本政府及びJAXA内関係部署の協力により、適切な防疫対策を施し、開発を推進した。 |
| ・これまでにない感度での赤外線による宇宙観測を実施するための次世代赤外線天文衛星(SPICA)のプロジェクト化に向けた検討を行う。 | ●次世代赤外線天文衛星（SPICA）について、欧州宇宙機関（ESA）ミッション公募からの取り下げに伴い、計画の終了審査を実施する。 | 計画に基づき終了審査を実施した。SPICAミッションのレッスンズラーンド等を取りまとめた総括を実施し、宇宙理工学委員会や関連する天文学会等のコミュニティへ説明し、一定の理解を頂いた。なお、SPICA搭載を目指し研究を行っていた中間赤外線高分散分光器の要となり、イマージョングレーティングの素材として採用されたCzZnTe結晶について、中間赤外線領域における光学特性を常温から極低温まで測定し、その温度依存性の原因を解明した。 | 左記の成果はSPICA終了後も、将来の赤外線天文衛星計画をはじめとする宇宙からの高分散中間赤外線分光観測に必須の技術として、活用が見込まれる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ②太陽系と生命の起源の解明 | ②太陽系と生命の起源の解明 | － | |
| ・水星の磁場・磁気圏・内部・表層の総合観測を実施するための水星探査計画／水星磁気圏探査機（BepiColombo/MMO）の開発及び水星到着に向けた運用を行う。 | ●水星探査計画／水星磁気圏探査機（BepiColombo/MMO）の運用支援を行う。（令和7年度水星到着予定） | ＜プロジェクト＞2021年8月に2回目の金星スイングバイ、2021年10月に日本初の水星スイングバイを実施し計画通りの軌道修正に成功したほか、「みお」およびMPOともに科学観測を実施した。水星スイングバイ時には史上で最も南半球に接近して観測を実施することに成功した（世界初の成果）。<br>また惑星間空間巡航中にも内部太陽圏観測を複数回実施し、太陽風電子の観測や太陽高エネルギー粒子の検出に成功した。水星スイングバイ時には一般向けオンラインイベント及び運用室からのライブ配信を実施した。 | 計画に基づき着実に実施。<br>水星スイングバイによって、新たな科学的データを取得できただけでなく、水星環境下での設計や運用に関する知見を得た。<br>本ミッションに関連する情報発信を積極的に進め、宇宙科学及び惑星探査への認知度向上に貢献した。 |
| ・惑星間ダスト及び地球飛来ダストの母天体の観測を実施するための深宇宙探査技術実証機（DESTINY⁺）についてプロジェクト化に向けた研究を行う。 | ●深宇宙探査技術実証機（DESTINY+）の基本設計を進める。（平成31年度開発開始、令和3年度基本設計完了予定、令和6年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞　公募型小型計画２として選定したDESTINY⁺は、本年6月28日の第61回宇宙開発利用部会において、JAXAが実施した事前評価（DESTINY⁺プロジェクト移行審査結果）について調査審議され、JAXAの事前評価は妥当であると判断された。観測カメラの開発にあたる千葉工業大学、ダスト分析器を提供予定のドイツ・シュツットガルト大学とは綿密に連携して、開発を続けている。また、探査機システムの構成機器（ミッション機器含む）やキックステージシステムの構成機器について、主要な基本設計審査（PDR）を終えている。探査機のイオンエンジンサブシステムの構成要素の一つであるループヒートパイプについて、製造元のスペイン企業において機械環境条件に沿った設計作業を実施中のところ、新型コロナウイルスの感染者の発生等もあり、システム全体の基本設計作業としては継続している。なお、令和6年度の打ち上げ目標は維持している。 | 計画に基づき着実に実施。<br>（参考：2021年6月宇宙開発利用部会事前評価調査審議済） |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ②太陽系と生命の起源の解明 | ②太陽系と生命の起源の解明 | － | |
| ・火星及び衛星の近傍観測と衛星からのサンプル回収を実施するための火星衛星探査計画（MMX）の開発及び運用を行う。 | ●火星衛星探査機（MMX）の詳細設計及び製作に着手する。（平成31年度開発開始、令和4年度詳細設計完了予定、令和6年度製作・試験完了予定、令和6年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞2022年度にかけて順次詳細設計審査（CDR）を開始しており、一連のCDR結果を踏まえてJAXA総括審査を2022年度前半で完了し、製造試験フェーズに移行する予定。<br>詳細設計と並行して各種試験モデルの製作を進め、それらを用いたシステムレベルの試験（探査モジュール熱真空試験、MDPインタフェース試験、他）を行った。<br>開発進捗に伴い国際協力相手方との協定締結・改訂を進めた。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| ・欧州宇宙機関（ESA）が実施する木星氷衛星探査計画（JUICE）に参画する。 | ●欧州宇宙機関（ESA）が実施する木星氷衛星探査計画（JUICE）に搭載する観測機器（RPWI, GALA, PEP/JNA）を欧州宇宙機関（ESA）に引き渡し、欧州における試験を支援する。 | ハードウェアの一部を開発提供する、3つの機器（電波・プラズマ波動観測装置、高速中性粒子観測装置、ガニメデレーザ高度計）については2020年末までに全機器フライトモデルの欧州への出荷を完了した。また、電波・プラズマ波動観測装置(RPWI)、高速中性粒子観測装置(PEP/JNA) については2021年 3 月迄にフライトスペアモデルの出荷も完了した。ガニメデレーザ高度計（GALA）については、2021年度中にフライトスペアモデルの設計・製造・試験を行なった。サイエンス参加の 2 機器（カメラシステム(JANUS)、磁力計(J-MAG)）についても欧州の機器チームと協力して、それぞれ観測計画や、観測機器較正方法の検討などに貢献した。 | 計画に基づき着実に実施。<br>実績記載の内容により、国際共同ミッションにおける、日本からの参加チームとしての責任を果たすことができ、欧州宇宙機関（ESA）との良好な関係の維持/発展に貢献することができた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ②太陽系と生命の起源の解明 | ②太陽系と生命の起源の解明 | － | |
| ・欧州宇宙機関（ESA）が実施する木星氷衛星探査計画（JUICE）に参画する。 | ●欧州宇宙機関（ESA）が実施する二重小惑星探査計画（Hera）に参画し、観測機器（熱赤外カメラ）の開発に着手する。 | 戦略的海外共同計画として選定したHeraへの参画に関して概念設計の成果を基にシステム定義審査（SDR）を実施し、承認を得て所内プロジェクトに移行した。熱赤外カメラTIRIの基本設計の結果を基に基本設計審査（PDR）を実施し、承認を得てTIRIのEMの製作・試験の実施と、PFMの長納期部品の発注を進めた。さらにTIRIの基本設計の結果についてESA側の評価を受け、TIRIとHera探査機とのインタフェースに大きな問題はなく、Hera探査機試験フェーズへの移行が妥当と判定された。また、Heraの日本チームのサイエンス会議、熱赤外カメラTIRIの国際サイエンス会議の月例での定期開催を開始し、科学的議論の深化と観測運用計画の具体化を進めている。 | 計画に基づき着実に実施。<br>Heraミッションの目的の一つである、所惑星の衝突から地球を守るプラネタリディフェンスについて、HeraミッションをESAと共同で進めることで、以下の効果を得た。<br>・第4回惑星科学用熱物理モデル国際会議（TherMoPS-IV）をHayabusa2/TIRおよびHera/TIRIチームが中核として、2022年年度後半に開催することとなり、世界のプラネタリディフェンスの取り組みをリードする機会を得た。<br>・国内のプラネタリディフェンス関係者の会合を統合した「プラネタリ・ディフェンス・シンポジウム」（第 1 回、2022/2/14-15）を開催し、国内のプラネタリディフェンスに関する機運を高めた。また、これを定期開催することと決定した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ・以下の衛星・探査機の運用を行う。 | ・以下の衛星・探査機の運用を行う。 | － | |
| 磁気圏尾部観測衛星（GEOTAIL） | 磁気圏尾部観測衛星（GEOTAIL）：後期運用を継続し、磁気圏尾部を中心とした観測を行い、磁気圏プラズマ現象に関する科学成果獲得を目指す。 | 搭載科学観測機器の状態は経年劣化により観測を終了した一部の機器を除き良好で、打上げ以降29年以上継続して地球近傍の磁気圏尾部のプラズマの直接観測データを取得している。2022年度前半に運用延長審査を受審するまでの運用が承認されており、2021年度は運用延長審査の準備を進めた。NASA側では2020年に実施されたsenior reviewで2023年までの運用延長が認められている。2021年度には、GEOTAILによって観測された50例以上のサブストーム中に発生した磁気圏尾部磁気リコネクションイベントと地上磁場同時観測を用いて、磁気リコネクション（X-line）の長さが地球半径の5倍以下であることを検証した「サブストーム（オーロラ爆発）時の磁気圏尾部磁気リコネクションと尾部磁場変形や磁気圏電流系との関係解明」[T. Nagai et.al., JGR 2021] などの成果が得られた。 | 計画に基づき着実に実施した。打上げ以降29年以上継続して地球近傍の磁気圏尾部のプラズマの直接観測データを取得してデータを公開することで、GEOTAILデータを使用した学術研究に貢献した他、米国のGEOTAILプロジェクトと協力して共同ミッションを円滑に遂行する事で、NASAとの良好な関係の維持に貢献した。 |
| 太陽観測衛星（SOLAR-B） | 太陽観測衛星（SOLAR-B）：後期運用を継続し、太陽の観測を行い、太陽プラズマ物理学に関する科学成果獲得を目指す。宇宙プラズマ物理学に関する科学成果獲得を目指す。 | 「ひので」(SOLAR-B)は、太陽圏システム研究を国際的に推進する上で高解像度太陽観測の一翼を担い、NASAのIRIS衛星と定常的に連携観測を継続するとともに、新たに飛翔したNASAのParker Solar Probe探査機やESA/NASAのSolar Orbiter探査機との連携観測などを実施した。延長運用IV期(2021年度から3か年)の１年目である。国際研究コミュニティから観測提案を17件採択した。コロナ禍の中で、感染拡大防止に注意しリモート立案などの工夫を行い、大きな支障なく観測を継続させた。観測ロケット実験CLASP2.1(日本参加)やMagIXSの飛翔を支援する共同観測や地上天文台との共同観測も実施された。科学成果として、ひので-IRIS-ALMA共同観測による太陽マイクロフレアの初検出(T. Shimizu et al. 2021 ApJ)など、「ひので」と他探査機や地上観測を用いることで新たな知見が得られている。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 金星探査機（PLANET-C） | 金星探査機（PLANET-C）：後期運用を継続し、金星の観測を行う。特に、水星磁気圏探査（MMO）・惑星分光観測衛星（SPRINT-A）と金星同時観測を行う。 | これまで可視光や紫外線では観測が出来なかった夜側の雲層上端の風速分布が「あかつき」搭載長波赤外線カメラ（LIR）によって始めて明らかになった。これによると昼側では今まで知られていたとおり赤道から極に向かう流れが卓越するのに対し、夜側では反対向きの流れ、すなわち極から赤道へ向かう流れが卓越する事を明らかにした。<br>また、「みお」（MMO）の金星フライバイに合わせて、「ひさき」（SPRINT-A）と3機同時観測を成功した。「あかつき」が紫外、中間赤外を雲層上端で観測し、「ひさき」がその上の領域での極端紫外光を観測した。「みお」はさらに高層でプラズマの動きを観測した。現在は三機の観測の相関関係を調べている。 | 計画に基づき着実に実施した。2021年度の左記研究は、金星雲頂の夜間の大気の流れに関する40年来の謎を解き明かすものであり、ネイチャー誌に掲載された。近年、系外惑星の大気でも金星と同等のことが起きているのでは無いかという議論が盛んで、更なる金星における大気の循環に関する研究・理解の進展が期待される。 |
| 惑星分光観測衛星（SPRINT-A） | 惑星分光観測衛星（SPRINT-A）：後期運用を継続し、木星・金星の観測を行い、惑星の季節変動・太陽活動周期変動に関する科学成果獲得を目指す。 | 今年度は木星・金星を中心に連続モニタリング観測を実施し、世界的にユニークな極端紫外線スペクトルデータを取得した。特に、木星探査機Junoの近木点通過時の観測は、国際的な木星探査研究の中で重要な役割を果たしている。また、長期間にわたる極端紫外線スペクトルデータも貴重なデータとなっている。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 小惑星探査機はやぶさ２（拡張ミッションの検討及び実施） | 小惑星探査機はやぶさ２（拡張ミッション含む）：リュウグウのサンプルの初期分析（化学分析、石の物質分析、砂の物質分析等）、及び小惑星1998 KY26に向けた運用を行う。 | ・はやぶさ２の定常運用及び小惑星リュウグウの初期記載を完了し、定常運用終了審査を実施し、定常運用を終了することを承認した。結果として、エクストラサクセスまで全てのサクセスクライテリアを達成したことを確認した。<br>・さらに、リソースを最大限活用し、成果を最大化することを目的に、「はやぶさ２拡張ミッション」を立ち上げ、2021年10月に実施された審査会にて、「はやぶさ2拡張ミッション」を承認し、小惑星2001 CC21と1998 KY26の観測を目指すことを決定した。当該小惑星に向け運用を継続している。また、地球帰還後、累積で5030時間のイオンエンジン加速運用を行い、はやぶさ２のイオンエンジンによる発生力積がはやぶさ初号機を超えた。<br>・回収された小惑星リュウグウのサンプルについて、2021年1月にカタログが作られ世界に公開された。また、リュウグウのサンプルについても、一般公開をした。採取したサンプルの10％は了解覚書（MOU）に基づき、2021年11月にNASAに提供された。JAXAが保有しているサンプルの初期分析も進められ、CIコンドライト隕石に類似しているが反射率がより低い（暗い）ことなど、成果が順次論文として発表されている。これらの結果により、エクストラサクセスを含む全てのサクセスクライテリアが達成された。プロジェクト終了に向けた部門内の審査会が、2022年3月に実施された。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>・打上げ時からイオンエンジン等の効率的運用により探査機寿命を維持し、拡張ミッションが実行できる余地を作り上げた。リソースの有効活用が新たなミッションを生み出せたことは、衛星の開発費・運用費をより効果的/効率的に使用することに大きな貢献が出来たと考える。<br>・小惑星リュウグウに関する科学論文が、Nature Astronomy誌をはじめとして主要な学術論文誌に多数出版され、太陽系の進化の解明のための新しい情報を提供することに貢献した。リュウグウのサンプルに関する初期記載による成果も論文発表され、水や有機物の存在が確認された。この結果は、今後の更に詳細な分析結果に期待を持たせるものである。<br>・地球に帰還したカプセルについては、全国で公開を行った。また、リュウグウのサンプルについても、一般公開をした。これらのことで、一般の人々に、惑星探査や日本の宇宙技術について関心を持ってもらうことができた。帰還したカプセルやリュウグウのサンプルは、サンプルの詳細な分析結果と相まって、今後も宇宙科学・技術の魅力を発信する活動に利用することができる。<br>・「はやぶさ2」の技術や科学の成果が世界に認められ、UAEドバイで開催された第72回国際宇宙会議（IAC）では、IAF World Space Awardを受賞することができた。 |
| ジオスペース探査衛星（ERG） | ジオスペース探査衛星（ERG）：後期運用を継続し、放射線帯を中心としたジオスペース（宇宙空間）観測を行い、ジオスペース変動に関する科学成果獲得を目指す。 | • 観測運用を順調に継続し、南極昭和基地や、国際的な地上観測ネットワーク網（地磁気、オーロラ、SuperDARNやEISCATの電離圏レーダー観測網）との共同観測を実施した。<br>• 2019年6月から2021年5月まで運用された米国DSX衛星とのバーストモード協調観測を累積50回実施した。<br>• ISASニュース「あらせ」特集号を、広報の協力の下で発行し、「あらせ」打上げから5年間の科学成果のハイライトをアピールした。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>太陽-地球惑星系科学分野の国際学術誌に加えて，Scientific Reports （2件）、Physical Review Letters （1件）のハイインパクトジャーナルに成果を報告するとともに、新聞や科学誌に成果が取り上げられるなど注目される科学成果が得られている. |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ③宇宙機及び宇宙輸送システムに関わる宇宙工学技術の革新 | ③宇宙機及び宇宙輸送システムに関わる宇宙工学技術の革新 | | |
| ・小型探査機による重力天体への高精度着陸技術の実証を実施するための小型月着陸実証機（SLIM）の開発及び運用を行う。 | ●小型月着陸実証機（SLIM）の維持設計及び製作・試験を行う。（平成28年度開発開始、令和4年度製作・試験完了予定、令和４年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞製作・試験・維持設計フェーズの活動を進め、フライトモデルを順次組み立てて試験を行うシステムPFT（Proto Flight Test)を開始した。小型プローブ（LEV）について、重量等を考慮したSLIM搭載の実現性検討、対応を行い、SLIMへの搭載を可能とした。LEVについて着陸直前に分離する構成要素であるLEV-1、SORA-Qともフライトモデルが完成しシステムPFT（Proto Flight Test)に合流した。併せて運用へ向けた準備を本格化し、国内および米国JPL試験局にも出張して無線通信の適合性試験なども実施した。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>地上局（DSN）運用支援を受けるために必要な無線通信試験を実施するため、米国JPL試験局にプロジェクト関係者数名が出張した。オミクロン株の流行初期であり、水際対策も日々更新されるなかで、JAXA内外の関係者と連携しつつ丁寧な状況のフォローに努めた結果、試験を完了することができ、また出張者も無事に帰国することができた。<br>民間企業（タカラトミー、ソニー）、同志社大学、JAXAという産官学連携で開発した変形型月面ロボット（SORA-Q）について、SLIMに搭載できるよう対応したことは、産業界への直接的な貢献となるとともに、今後の産業連携施策の手本となることが期待される。 |
| ・前述の「宇宙科学技術ロードマップ」に従い、深宇宙航行を革新するためのシステム技術・推進技術・大気圏突入技術、重力天体着陸技術や表面探査技術等、また、深宇宙探査機の電源系や推進系統を革新する基盤技術等、プロジェクトを主導する工学技術の世界最高水準を目指した研究開発を行う。さらに、宇宙輸送のための将来のシステム技術・推進技術等の検討を含め、萌芽的な工学技術の研究を行う。 | ●「宇宙科学技術ロードマップ」を踏まえ、プロジェクトを主導する工学技術の世界最高水準を目指した研究開発、及び萌芽的な工学技術の研究を行う。 | 宇宙科学ミッションを支える宇宙機・ロケットのシステム／サブシステム技術や地上試験・検証用のシミュレータ、あるいは軌道決定等の運用技術に関する研究開発を行った。また、宇宙機の開発・運用現場において技術や知見の開拓・蓄積・課題抽出を行い、将来のプロジェクトを牽引する工学技術の研究及び萌芽的な工学技術の研究を推進した。宇宙機用部品の1つであるSRAM(Static Random Access Memory)について、耐放射線設計の１つであるSEU（Single Event Upset）信頼性について設計パラメータから予測可能とするモデルを、宇宙放射線に関する国際会議（IEEE NSREC）で発表した。また本発表は当該会議において“Outstanding Conference Paper Award“を受賞した。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>再使用輸送システムの研究開発を通して培われた水素の貯蔵・供給や安全な取り扱いに関する技術は、2050カーボンニュートラルを目指す国の施策に沿ってNEDOや様々な民間企業、海外機関との共同研究に活用され、「水素社会」の実現や広範囲な産業振興、国際連携に貢献することができる。<br>SRAMのSEU信頼性について設計パラメータから予測可能とするモデルを提案したことにより、宇宙応用のみならずソフトエラー対策の効果検証モデルとしての用途等により、民生用半導体の信頼性向上への寄与も期待できる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ④その他 | ④その他 | | |
| ・宇宙科学プロジェクトの候補ミッション（戦略的中型計画２（LiteBIRD）、公募型小型計画３(小型JASMINE)、４（Solar-C(EUVST)）等）について、初期の成立性検討や初期の研究開発（フロントローディング活動）を従前より充実させ、具体化に向けた検討を実施する。 | 戦略的中型計画２として選定された宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星（LiteBIRD）、公募型小型計画３として選定された赤外線位置天文観測衛星（小型JASMINE）、４として選定された高感度太陽紫外線分光観測衛星（Solar-C(EUVST)）、戦略的海外共同計画のRoman宇宙望遠鏡計画、紫外線宇宙望遠鏡（WSO-UV）等、宇宙科学プロジェクトの候補ミッションについて、初期の成立性検討や初期の研究開発を充実させ、プロジェクト化について検討を実施する。 | LiteBIRDについて、欧州や国内の高エネルギー加速器研究機構（KEK）との共同開発体制の構築に成功し、プロジェクト化へ向けた準備を大きく進めた。フランス国立宇宙研究センター（CNES）とは2021年10月27日にUAEドバイ首長国で開催された第72回国際宇宙会議（IAC）でJAXA理事長−CNES総裁間の協定を締結。KEK素粒子原子核研究所とは2021年11月に協力協定を締結した。<br><br>小型JASMINEについて、国立天文台との共同開発体制の構築に成功し、プロジェクト化へ向けた準備を大きく進めた。<br><br>戦略的海外共同計画のRoman宇宙望遠鏡計画について、宇宙科学研究所内プロジェクト化に目途をつけ審査中（2022年4月プロジェクト化判断済）。<br><br>その他のミッションについても検討活動を進めた。 | 計画に基づき着実に実施した。 |
| ・我が国の宇宙科学・宇宙探査ミッションの自立的遂行のため、また、国際協力による海外機関ミッションの遂行支援により国際的プレゼンスを確保する観点から、現行深宇宙通信局の後継局として、新たにより高い周波数帯であるKa帯の受信も可能とする深宇宙探査用地上局の開発を進める。 | — | — | |

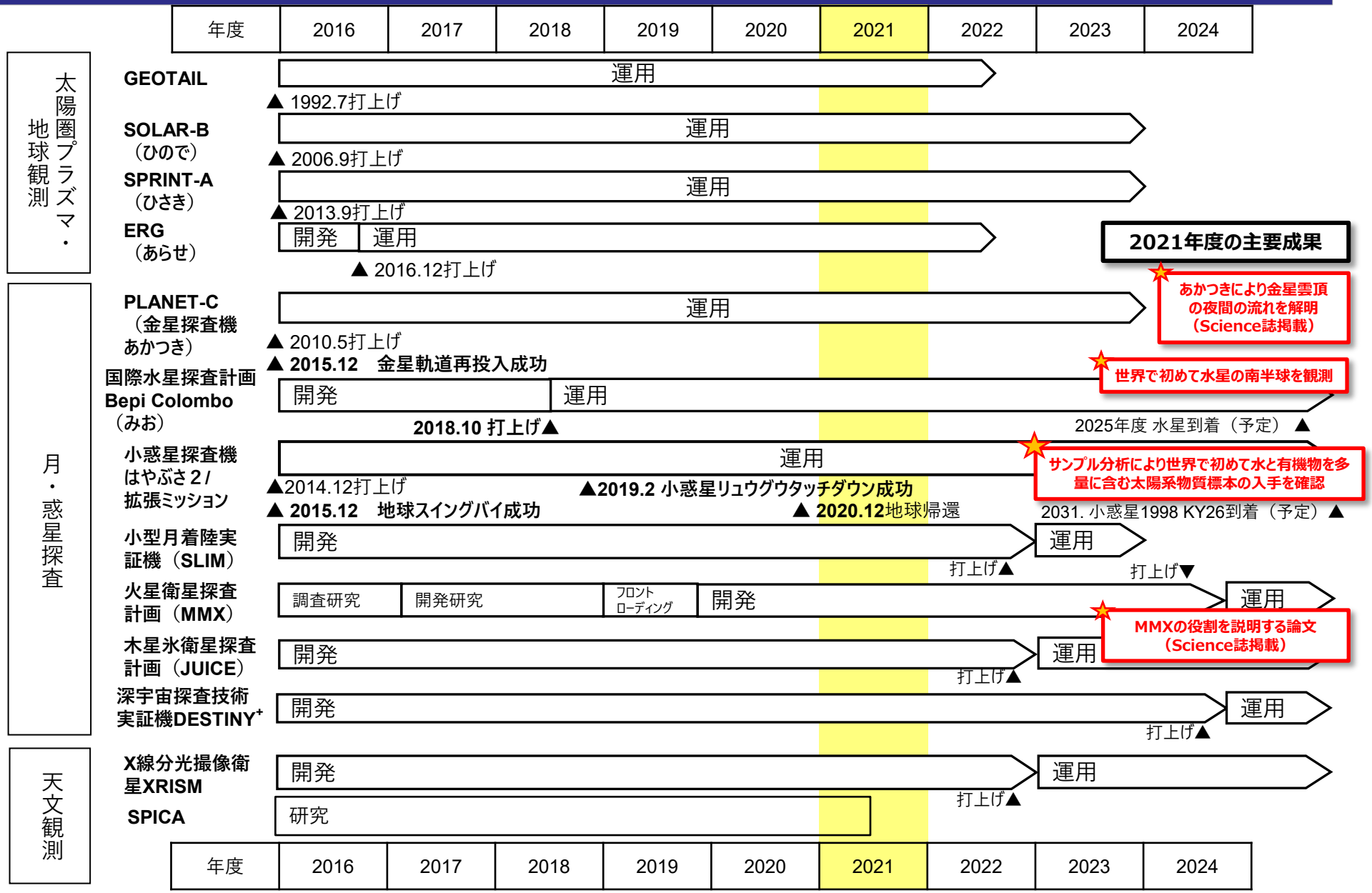
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ・小型飛翔体や実験・試験設備について、多様な実験ニーズへの対応に向けた高度化を図る。特に、大型の設備に関しては、JAXA全体での効率的な維持・整備を行う。 | ●小型飛翔体や実験・試験設備について、多様な実験ニーズへの対応に向けた高度化の検討や大型設備のJAXA全体での効率的な維持・整備に向けた検討を行う。本年度は、宇宙機組立試験設備の高度化計画の立案、また風洞設備の更新及び高度化計画を立案する。 | ・小型飛翔体（観測ロケット）について、工程管理の定型化、役割分担の明確化により、予定期間中に飛翔前試験を完了させた。試験作業内容等の実務可視化により、各職員の担当業務予見性が高まり、併任業務との調整が的確になるとともに、残業時間の大幅削減につながった。<br>コロナ禍において観測ロケットS-520-31号機の噛み合わせ試験およびフライト試験を実施。コロナ感染者を出すことなく実行した。地上試験設備の定期保守を行っており、試験中の不具合は発生しなかった。<br>・宇宙機組立試験設備において窓口業務のワンストップ化、動線・スケジュール・予算手続きの一元化を進め利便性を大幅に向上させた。また、宇宙機組立試験設備の更なる高度化計画として技術維持発展の方策、宇宙機組立試験設備の今後の運用の可能性立案化検討を実施した。<br>・風洞設備（高速気流総合実験設備）について、定期的な更新計画の検討を過去数年間の実績と今後数年間の見通しの両方を鑑みて実施した。抜本的な効率化を目指す高度化計画については、専門委員会において、現実的な手段方法を見据えた議論を開始した。また、風洞実験技術の高度化の観点では、ユーザーへのヒアリングを実施し、現状分析を進めた。<br>・工作室において、超小型探査機「OMOTENASHI」のベース部（SLSロケットとのインターフェース部）及びロケットモータストッパーなどのフライト品を開発した。また、HTV-X搭載用レーザーリフレクター『Mt.FUJI』のフライト品を開発した。HTV-X打ち上げスケジュールに合わせて搭載準備中。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>左記の宇宙機組立試験設備の利便性向上の結果として、体制のスリム化を行い、FY2018比で「本務職員４名→１名」と３名減、「併任職員６名→４名」と２名減の効率成果の中で2021年度の宇宙機組立試験設備運用を問題なく執り行った。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ・宇宙科学研究の取組の中で創出した成果について、産業振興への貢献をはじめとした社会還元に向けた取組を行う。 | ●宇宙科学研究の取組の中で創出した成果について、産業振興への貢献をはじめとした社会還元に向けた取組を行う。 | ・スタートアップ企業による小型衛星打上げロケット開発のための固体ロケットモータの地上燃焼試験に係る能代ロケット実験場の利用について、6月と12月に地上燃焼試験を実施し、それぞれ良好な結果を得た。<br>・能代ロケット実験場の液体水素関連設備を活用して3件のNEDO関連事業及び民間企業との共同研究（NEDO関連の共同研究除き2022年2月現在6件）を実施中。また、NEDO事業の実施（JAXAは航空部門・研開部門と共同で参加）が決定し、2024年度から2030年度まで実施予定。 | 計画に基づき着実に実施した。<br>・スタートアップ企業の固体ロケットモータの地上燃焼試験が成功したことで、当該企業のサービスインに向けたロケット開発に大きく貢献した。<br>・能代ロケット実験場における一連の水素関連事業は、カーボンニュートラルに向けた潮流の中で更なる産業界からのニーズを呼び込み、ISASの外部資金獲得増加にも寄与している。<br>・内閣府の革新的研究開発推進プログラム「ImPACT」で得られた成果を応用し、ベンチャー企業Synspective社等と共同で開発した小型合成開口レーダー（SAR）が軌道上で運用中であり、2021年度には本格的な地表撮像を開始した。研究開発成果が実利用にまでつながった大きな成果である。<br>・経済産業省委託事業の「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業（民生部品等を活用した宇宙機器の軌道上等実証）」（2018~2020年度）で開発された自律飛行安全システムが民間企業の小型航法センサに適用され、2022年度以降の観測ロケットによる飛行実証を予定している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （３）大学院教育への協力<br>宇宙航空分野に留まらず産業界を含む幅広い分野で活躍し、将来の我が国を担う人材の育成を目的として、総合研究大学院大学、東京大学大学院との連携、連携大学院制度等を活用し、教育環境の向上に努めつつ、研究開発の現場であるJAXAでの学生の受入れ指導等により、大学院教育への協力を行う。 | （３）大学院教育への協力<br>宇宙航空分野に留まらず産業界を含む幅広い分野で活躍し、将来の我が国を担う人材の育成を目的として、総合研究大学院大学、東京大学大学院との連携、連携大学院制度等を活用し、教育環境の向上に努めつつ、研究開発の現場であるJAXAでの学生の受入れ指導等により、大学院教育への協力を行う。 | 2021年度、延べ242人の学生を受け入れた（東大学際：79人、総研大：27人、連携大学院：45人、その他：91人）。また、宇宙研での受入れ学生のリサーチアシスタント業務として、通常のリサーチアシスタント業務のほか、「はやぶさ２」の運用管制業務による宇宙科学の最先端の現場体験を内容とする業務を実施した（延べ75人参加）。コロナ禍による水際対策含め、受入申請の了承後に受入に至らなかったケースが4件（辞退：2件、入国待ち：2件）確認されている。<br>また、受け入れ学生を対象とした人材育成プログラムとして、夏期の観測ロケット打ち上げ機会を活用して宇宙科学現場体験プログラムを立ち上げ、学生3名に現場実習機会を提供した。 | 計画に基づき着実に実施した。 |
| （４）宇宙科学・探査ロードマップ<br>宇宙科学プロジェクトの推進のため、「戦略的に実施する中型計画」、「公募型小型計画」、「戦略的海外共同計画」、「小規模計画」の各機会の長期計画を検討し、宇宙基本計画の工程表改訂に資するべく、宇宙科学・探査ロードマップを必要に応じて改訂する。 | （４）宇宙科学・探査ロードマップ<br>宇宙科学プロジェクトの推進のため、「戦略的に実施する中型計画」、「公募型小型計画」、「戦略的海外共同計画」、「小規模計画」の各機会の長期計画を検討し、宇宙基本計画の工程表改定に資するべく、宇宙科学・探査ロードマップを必要に応じて改訂する。 | 宇宙理学・工学委員会及び宇宙科学・探査小委員会にて検討と議論を進め、戦略的中型計画を立ち上げるためのGDI（戦略的中型創出グループ）を新たに構築し、長期計画の検討を行う方針とした。本方針は、改めて宇宙科学・探査小委員会に報告した。その後、宇宙科学・探査ロードマップの改訂手続きを実施中（2022年4月に改訂済）。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果<br><br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の成果<br>（例：受入学生の進路等）<br><br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況<br>（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等） | 【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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br><br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br><br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況<br>（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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
太陽圏プラズマ・地球観測
GEOTAIL
運用
▲ 1992.7打上げ
SOLAR-B（ひので）
運用
▲ 2006.9打上げ
SPRINT-A（ひさき）
運用
▲ 2013.9打上げ
ERG（あらせ）
開発
運用
▲ 2016.12打上げ
月・惑星探査
PLANET-C（金星探査機あかつき）
運用
▲ 2010.5打上げ
▲ 2015.12　金星軌道再投入成功
国際水星探査計画 Bepi Colombo（みお）
開発
運用
2018.10 打上げ▲
2025年度 水星到着（予定）▲
小惑星探査機はやぶさ２/拡張ミッション
運用
▲2014.12打上げ
▲2019.2 小惑星リュウグウタッチダウン成功
▲ 2015.12　地球スイングバイ成功
▲ 2020.12地球帰還
2031. 小惑星1998 KY26到着（予定）▲
小型月着陸実証機（SLIM）
開発
運用
打上げ▲
打上げ▼
火星衛星探査計画（MMX）
調査研究
開発研究
フロントローディング
開発
運用
木星氷衛星探査計画（JUICE）
開発
運用
打上げ▲
深宇宙探査技術実証機DESTINY+
開発
運用
打上げ▲
天文観測
X線分光撮像衛星XRISM
開発
運用
打上げ▲
SPICA
研究
2021年度の主要成果
あかつきにより金星雲頂の夜間の流れを解明（Science誌掲載）
世界で初めて水星の南半球を観測
サンプル分析により世界で初めて水と有機物を多量に含む太陽系物質標本の入手を確認
MMXの役割を説明する論文（Science誌掲載）

# Ⅲ．３．６　宇宙科学・探査

**2021年度 自己評価　S**

**【評定理由・根拠】**

**【総括】**

小惑星探査機「はやぶさ２」が回収した小惑星リュウグウのサンプルについて、2021年度は、大量に採取されたサンプルの量と未知の特性に応じた非汚染のハンドリング手法を新たに検討、**スピードを考慮して実行し、非破壊的手法による初期分析を行った**。これにより、**世界で初めて、多量な水と有機物を含む最も始原的な太陽系物質標本を我が国が手に入れたことを確認**した。この成果はNature Astronomy誌をはじめとした主要な学術論文誌に出版され、太陽系の進化の解明に向けた人類史において貴重な情報となった。さらに、帰還サンプルがリュウグウを代表する粒子であることが示された論文が科学雑誌Science誌に掲載された。「はやぶさ２」プロジェクトは、上述の**2021年度の活動により、残されたフルサクセス項目を１つ、エクストラサクセス項目１つを達成したことを確認**した。さらに、打上げ時からの効率的運用により探査機寿命を維持していたことから、リソースを最大限活用することを目指し、新たに２つの小惑星を目指す「はやぶさ２拡張ミッション」を立ち上げた。

上述の「はやぶさ２」の論文に加えて、MMXの科学意義を示した論文がScience誌に、「あかつき」による金星雲頂の夜間の大気の流れを世界で初めて解明した論文や木星高層大気の太陽光以外の熱源を世界で初めて解明した論文がNature誌に掲載されるなど、**世界初の成果を複数発表し、計４編の論文がScience誌・Nature誌に掲載され、宇宙科学分野において世界トップクラスの成果を創出した**。

さらにこれまでの宇宙科学分野での成果や技術力を元に、海外の複数のフラッグシッププロジェクトへの参画調整を行った。結果として、**欧州Hera、米国Dragonfly、米国Roman宇宙望遠鏡への参画を行う**方針とし、Heraについて開発に着手した。また、Dragonfly、Romanへの日本寄与分の開発着手目途が立ち審査を開始した(2022年4月に審査通過、開発着手)。例えば、Heraでは「はやぶさ２」で実績を積んだ中間赤外カメラを搭載することを計画している。また、科学的意義について、Dragonflyへの参画は我が国の予算規模では到達が難しい**土星の衛星タイタン表面での科学的データ取得を可能とする**など、低コストで、世界第一級の科学的成果を得ることができ、大きな科学的意義を持つ。

また、コロナ禍においても、事業を確実に推進した。特に開発が佳境を迎えているXRISM、SLIM、MMXについて、NASA等からの人員受入、NASA JPLへの出張による地上局調整などを行い、スケジュールキープに努めた。欧州と共同運用を行っている水星探査機「みお」について、渡航が難しいため、欧州と共同で新たなオンラインツールを導入し、円滑なコミュニケーションを可能とし、結果、**水星の南半球における人類未踏領域の観測に成功した**。

また、宇宙科学コミュニティとの調整を行い、今後、月・火星の宇宙科学については、アルテミス計画等の国際協力で進める活動において、世界第一級の成果を獲得することを目指す方針とした。本整理により、大型の国際協力の中で宇宙科学成果の創出を目指す仕組みを構築するとともに、具体的に、第一級の月面科学を実現するためのシナリオと実現性の検討を開始した。

以上のことから、コロナ禍を乗り越えつつ、宇宙科学・探査分野における世界最高水準の成果創出及び我が国の国際的プレゼンスの向上に貢献する、特に顕著な成果を創出したと評価する。

**【評定理由・根拠（続き１）】**

**【小惑星探査機「はやぶさ２」】＜補足１＞**

１．小惑星探査機「はやぶさ２」が回収した小惑星リュウグウのサンプルについて、2021年度は、大量に採取されたサンプルの量・特性に応じた真空化でのハンドリング手法を新たに検討する必要が生じ、追加の回収容器や専用のスパチュラ（専用の匙）を用意し、試料の初期記載作業を行った。これらの検討・実施が追加で必要となったため、スケジュールはタイトとなったが、**科学的価値の最大化のためにはスピードも重視され、素早く初期分析チーム等への試料配布を行う必要がある**ため、作業手順の工夫・効率化を通し、**試料帰還の６か月後までに、初期分析チーム等への試料配布を完了**させた。

２．以上のプロセスを経て、**非破壊的手法による初期分析を行い、サンプルに水や有機物の存在が確認された**。これにより、**世界で初めて多量の水と有機物を含む太陽系物質の標本を我が国が手に入れたことを確認**した。さらに、小型モニタカメラCAM-Hによる小惑星リュウグウの観測結果と帰還したサンプルを比較することにより、帰還サンプルがリュウグウを代表する粒子であることが示された論文が科学雑誌Science誌に掲載された。上述の**2021年度の活動により、残されたフルサクセス項目を１つ、エクストラサクセス項目１つを達成したことを確認した。**

３．さらに、リソースを最大限活用し、成果を最大化することを目的に、「はやぶさ２」拡張ミッションを立ち上げ、新たに小惑星2001 CC21と1998 KY26の観測を目指すことを決定した。打上げ時からイオンエンジン等の**効率的運用により探査機寿命を維持していたからこそ、拡張ミッションが実行できる余地が出来、リソースの有効活用が新たなミッションを生み出せた**と考える。また、この拡張ミッションの運用中に、はやぶさ２のイオンエンジンによる発生力積がはやぶさ初号機を超えた。

４．「はやぶさ2」プロジェクトから、協力いただいた民間企業152社及び大学等に感謝状を贈呈した。20社以上の企業からweb上で発信があり、企業活動にも役立てていただけたと考えている。また、2021年度に再突入カプセルの展示を23か所、サンプルの展示を２か所実施し、計11万7千人以上の方々にご覧いただき、日本の科学教育への貢献を行った。

**【世界的に優れた研究成果の創出】＜補足２＞**

４．上述の「はやぶさ２」の論文に加えて、新時代を迎える火星生命探査における火星衛星探査計画「MMX」の科学意義を示した論文がScience誌に、**太陽系科学における40年来の謎であった「あかつき」による金星雲頂の夜間の大気の流れを世界で初めて解明した論文や太陽系科学における50年来の謎であった木星高層大気の太陽光以外の熱源を世界で初めて解明した論文がNature誌に掲載**されるなど、**計４編の論文がScience誌・Nature誌に掲載され、宇宙科学分野において世界トップクラスの成果を創出した**。

**【海外の先進的ミッションへの参画、開発着手（戦略的海外共同計画の立ち上げ）】＜補足３＞**

５．これまでの宇宙科学分野での成果や技術力を元に、海外の複数のフラッグシップミッション等への参画調整を行い、コロナ禍においても、計画を具体化、Heraについて開発着手した（宇宙科学研究所内プロジェクト化を行った）。また、Dragonfly、Roman宇宙望遠鏡への日本寄与分について開発着手目途が立ち審査中（2022年4月に審査通過、開発に着手した）。

【評定理由・根拠（続き２）】

【海外の先進的ミッションへの参画、開発着手（戦略的海外共同計画の立ち上げ）（続き）】＜補足３＞

６．欧州が主導する**「Hera」について、「はやぶさ２」で小惑星リュウグウを探査し、実績を積んだ中間赤外カメラ（TIRI）を搭載することが決定され、開発に着手**した。これにより、当該計画の目的である小惑星の衝突から地球を守る手段を検討するプラネタリディフェンス分野においても日本の貢献が期待される。これは我が国のプラネタリディフェンス分野におけるプレゼンスの確保にもつながり、外交等の面においてもメリットがある。

７．米国が主導する**「Dragonfly」について、技術的難易度からかつて開発中止となった月探査機「LUNAR-A」で培った技術を用いて、技術的に成熟度の高い地震計を搭載する**方針となり、開発着手に目途が立ち審査中（2022年4月に審査通過、開発に着手した）。これにより、我が国の予算規模では到達が難しい**土星の衛星タイタン表面での科学的データといった世界第一級の成果が低コストで取得可能となる**など、我が国にとっては飛躍的な成果を上げることが期待される。また、この実績を積むことで、欧米が進める木星、土星等の外惑星探査に参画していくこととなり、我が国のプレゼンス向上にも貢献する。

８．米国が主導する**「Roman宇宙望遠鏡」について、日本が経験を持つ偏光光学系を活かして装置の一部となる光学素子を搭載すること、地上局によってデータ受信協力する**方針となり、開発着手に目途が立ち審査中（2022年4月に審査通過、開発に着手した）。「Roman宇宙望遠鏡」は、開発費が１兆円を超えるJWST（ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡）に続く**NASAの宇宙物理分野のフラッグシップミッション（開発費数千億円）であり、このミッションに日本が参加し、その科学的価値の向上に貢献できることは、貴重な科学データが取得できることに留まらず、我が国のプレゼンス向上にも貢献**する。

【コロナ禍での研究開発の推進】＜補足４＞

９．2021年度においても、新型コロナウイルスのデルタ株・オミクロン株の出現等により、リモートでの対応や海外渡航の壁、物流の混乱等が発生し、事業を予定どおり推進することは困難な状況であった。そのような中においても、リモートをベースとした技術調整、相手国との調整と万全のコロナ対策による海外渡航・帰国等により、事業を推進した。具体的には、**観測ロケットSS-520-3号機のノルウェーでの打上げ成功、XRISMの機器調整のためのNASAからの人員受入、MMXの電気系インタフェース試験のための米国からの人員受入、SLIMの打上げに向けた米国への地上局調整のための渡航**等があげられる。また、欧州と共同運用を行っている水星探査機「みお」について、渡航が難しいため、欧州と共同で新たなオンラインツールを導入し、円滑なコミュニケーションを可能とし、結果、**水星の南半球における人類未踏領域の観測に成功した**。

【国際宇宙探査との連携体制の構築】

１０．「月面活動に関する基本的な考え方」（2021年5月 内閣府宇宙開発戦略推進事務局）を踏まえ、宇宙科学コミュニティとの調整を行い、今後、月・火星の宇宙科学については、アルテミス計画等の国際協力で進める活動において、世界第一級の成果を獲得することを目指す方針とした。本整理により、大型の国際協力の中で宇宙科学成果の創出を目指す仕組みを構築するとともに、具体的に、第一級の月面科学を実現するためのシナリオと実現性の検討を開始した。これを先駆けとして、従来の宇宙科学研究所の活動との連動による柔軟な対応で宇宙科学成果の最大化を目指していく。

なお、年度計画で設定した業務は、概ね計画通り実施した。

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」のサンプル分別・初期記載作業

**大量に採取されたサンプルの量と未知の特性に応じた非汚染のハンドリング手法を新たに検討、実行**

「はやぶさ２」はプロジェクト目標である0.1gのサンプル採取を大幅に超える5.4gのサンプル採取に成功した。また、C型小惑星の試料取り扱いも世界初であり未知の特性を踏まえた非汚染のハンドリングが必要になる。これらを踏まえて必要なハンドリング手法を新たに検討、実行する必要があった。

### 得られた成果

大量のサンプルを非汚染環境下でハンドリングする必要があったが、工夫を実施し帰還後６か月以内での初期分析チームへの試料配布を達成。サンプルカタログの公開も2021年度中に実施した。

＜具体的な工夫＞

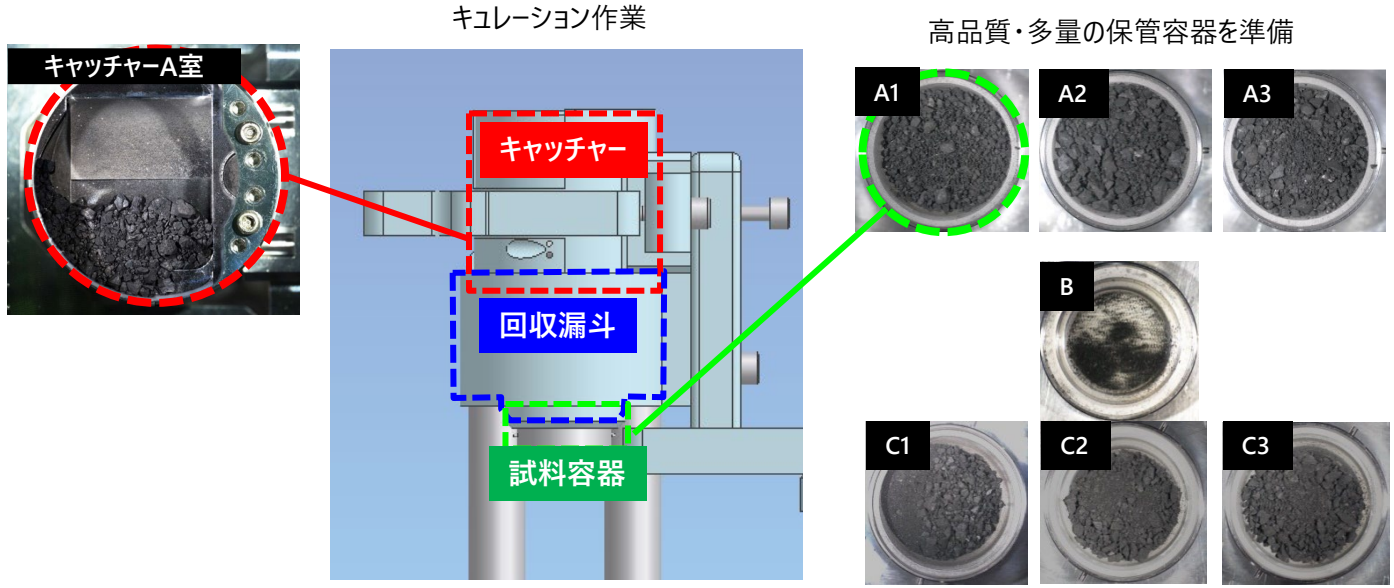
・本来は、回収漏斗に取り付けられていてる容器を取り外して秤量や顕微鏡観察、分光測定等初期記載を最初に行う予定だったが、漏斗部の部分まで試料があふれてしまっており取り外すと試料がこぼれ落ちてしてまう懸念があったため、**手順を変更し、容器を複数制作し漏斗状部分がついた回収容器の状態から直接スパチュラ（専用の匙）を用いて試料を掬い出し別の試料容器に移動させる作業を行い、期間後6ヶ月以内での試料配布を達成した。**

・サンプルカタログを2022/1/13に公開。試料カタログはトレーサビリティ情報を保持しており、試料容器のどの部分から回収されたか、また顕微鏡観察データ、秤量データ、分光データ等を紐付けして、ユーザーフレンドリーな形で分析等を行いやすくしている。またHP上での検索機能も充実させ、試料IDによる検索のみならず、試料の形態や行われた分析種別などラベルに表記されている情報を用いた検索やソート機能を付けた。

### 期待されるアウトカム

**スピードを考慮して試料配布を終えたことで、競合するNASAの小惑星探査ミッション（OSIRIS-REx）の帰還前に、タイムリーにサンプルの詳細分析結果が公表できることが期待**される。これにより、太陽系形成史に「はやぶさ２」の成果が有力な情報を与えるなど、科学的成果の最大化が期待される。

さらに、今回、検討、実施したハンドリング手法により、数g程度の試料までハンドリング可能であることを実証した。続くサンプルリターンミッションのMMXなどで、この知見が活用されることが見込まれる。



## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」のサクセスクライテリア評価

はやぶさ２の定常運用終了審査を実施した。
**2021年度に実施したサンプル分析結果により残されたフルサクセス項目を１つ、エクストラサクセス項目１つを達成したことを確認した。**

**2021年度の活動により達成した項目**

| ミッション目標 | ミニマムサクセス | フルサクセス | **エクストラサクセス** |
|---|---|---|---|
| 【理学目標１】<br>Ｃ型小惑星の物質科学的特性を調べる．特に鉱物・水・有機物の相互作用を明らかにする。 | **[Sci1-Min]→達成**<br>小惑星近傍からの観測により、Ｃ型小惑星の表面物質に関する、新たな知見を得る。<br><br>【達成判断時期】<br>探査機の対象天体到達1年後 | **[Sci1-Ful]→達成**<br>採取試料の初期分析において、鉱物・水・有機物相互作用に関する新たな知見を得る。<br><br>【達成判断時期】<br>試料回収カプセルの地球帰還1年後 | **[Sci1-Ext]→達成**<br>天体スケールおよびミクロスケールの情報を統合し、地球・海・生命の材料物質に関する新たな科学的成果を上げる。<br>【達成判断時期】<br>試料回収カプセルの地球帰還1年後 |
| 【理学目標２】<br>小惑星の再集積過程・内部構造・地下物質の直接探査により、小惑星の形成過程を調べる。 | **[Sci2-Min]→達成**<br>小惑星近傍からの観測により、小惑星の内部構造に関する知見を得る。<br><br>【達成判断時期】<br>探査機の対象天体到達1年後 | **[Sci2-Ful]→達成**<br>衝突体の衝突により起こる現象の観測から、小惑星の内部構造・地下物質に関する新たな知見を得る。<br><br>【達成判断時期】<br>探査機の対象天体離脱まで | **[Sci2-Ext]→達成**<br>・衝突破壊・再集積過程に関する新たな知見をもとに小惑星形成過程について科学的成果を挙げる。<br>・探査ロボットにより、小惑星の表層環境に関する新たな科学的成果を挙げる。<br>【達成判断時期】<br>探査機の対象天体出発1年後 |
| 【工学目標１】<br>「はやぶさ」で試みた新しい技術について、ロバスト性、確実性、運用性を向上させ、技術として成熟させる。 | **[Eng1-Min]→達成**<br>イオンエンジンを用いた深宇宙推進にて、対象天体にランデブーする。<br><br>【達成判断時期】<br>探査機の対象天体到達時 | **[Eng1-Ful]→達成**<br>・探査ロボットを小惑星表面に降ろす。<br>・小惑星表面サンプルを採取する。<br>・再突入カプセルを地球上で回収する。<br>【達成判断時期】<br>試料回収カプセルの地球帰還時 | N/A |
| 【工学目標２】<br>衝突体を天体に衝突させる実証を行う。 | **[Eng2-Min]→達成**<br>衝突体を対象天体に衝突させるシステムを構築し、小惑星に衝突させる。<br>【達成判断時期】<br>生成クレータ確認時 | **[Eng2-Ful]→達成**<br>特定した領域に衝突体を衝突させる。<br><br>【達成判断時期】<br>生成クレータ確認時 | **[Eng2-Ext]→達成**<br>衝突により、表面に露出した小惑星の地下物質のサンプルを採取する。<br>【達成判断時期】<br>試料回収カプセルの地球帰還時 |

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」の論文成果・その1

**リュウグウの花吹雪 ～小型モニタカメラCAM-Hが捉えた表面粒子とリターンサンプル～**

「はやぶさ２」は2018年6月から2019年11まで小惑星リュウグウの近傍でリモートセンシングおよび着陸機で様々な観測を実施し、さらに2020年12月に地球帰還したリュウグウ表層物質の分析を進め、天体サイズから原子サイズに至るマルチスケールの科学データからリュウグウの形成・進化過程の解明を進めている。

**得られた成果：Science誌に掲載**

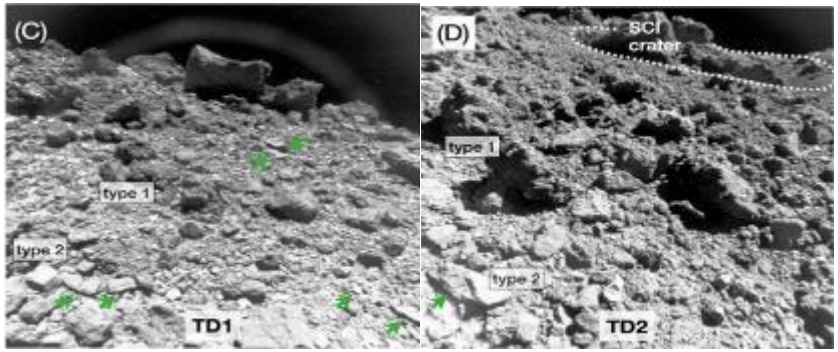
〇リュウグウ表面の粒子の特徴が明らかに

・小惑星表層は、母天体が衝突によって破壊され、再集積した岩塊や岩片が宇宙空間に晒され、太陽風、宇宙線、隕石衝突、太陽熱などを受けて変質したものである。従って、小惑星表層物質の特徴は母天体の性質と、その後に受けた影響を反映する。「はやぶさ２」では弾丸衝突による破片を回収するという方式のサンプラーが正常に作動し、5gを超える岩石片のサンプル採取に成功した。**リュウグウ表面の粒子の形態的な特徴を、サンプル採取時に舞い上がった粒子の小型モニタカメラCAM-Hによる観察や、MINERVA-II1ローバによる複数地点での観測での表層撮像観察と、帰還サンプルの顕微鏡観察などによるマルチスケール結果をあわせて、帰還サンプルがリュウグウを代表する粒子であることが示された。**リュウグウ表面には着陸機MASCOTでも確認された岩塊の特徴と同様に、大部分を占める非常に凸凹の激しい粒子のほかに平板状で細長い粒子も存在していることが分かった。

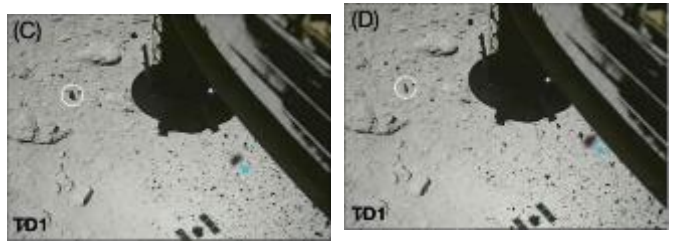
(Tachibana, S., et al. 2022, Pebbles and sand on asteroid (162173) Ryugu: in situ observation and particles returned to Earth, Science, published online (10 Feb 2022), doi: 10.1126/science.abj8624.)

**期待されるアウトカム**

「はやぶさ2」サンプラーが正常に作動し、5g以上のリュウグウ表面を代表する粒子を持ち帰ることに成功したことから、**着陸困難な天体の表層から周辺地質を代表する試料回収手段を確立したことになり、将来のサンプルリターン探査での技術の活用が期待される。**また、サンプルリターンで得られる試料の詳細分析が地質構造の全体像を明らかにすることになり、引いては**太陽系の起源や進化、地球への水や有機物の供給といった太陽系探査の主要課題の解明に迫ることが期待される。**




図：TD1およびTD2地点付近の様子。凹凸の激しい岩塊(Type1)と平坦な岩塊(Type2)が存在することが分かる。




図：TD1の試料採取後の上昇時にモニタカメラCAM-Hで捉えた飛散する表層物質の破片（白い〇の枠内）。平坦で長細い形状であることがわかる。




左図：帰還試料のうち、表面凹凸の激しい形状(A0008)のほか、平坦な表面形状(A0046)、平坦で細長い形状(C0028)なども含まれることが確認された。

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」の論文成果・その2

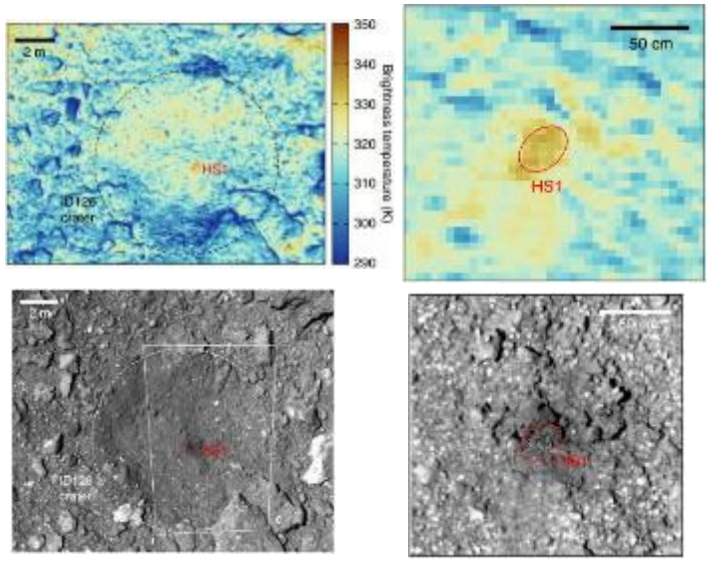
「はやぶさ２」は2018年6月から2019年11まで小惑星リュウグウの近傍でリモートセンシングおよび着陸機で様々な観測を実施し、さらに2020年12月に地球帰還したリュウグウ表層物質の分析を進め、天体サイズから原子サイズに至るマルチスケールの科学データからリュウグウの形成・進化過程の解明を進めている。

### 得られた成果：Nature Astronomy誌に掲載

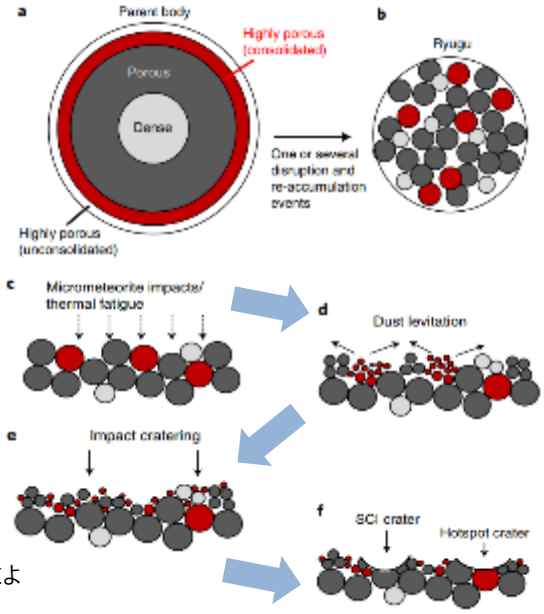
〇リュウグウで最も始原的な岩塊を発見
リュウグウは、原始太陽系の中で高空隙な塵が集まって微惑星と呼ばれる天体が形成され、その内部で変成作用や圧密を経て、その後の衝突で破壊された物質が再集積したラブルパイル天体だと考えられている。しかし、変成や圧密の程度についてよく分かっておらず、それらを知ることが惑星形成過程の最大の課題のひとつである。「はやぶさ２」の中間赤外カメラ(TIR)や小型着陸機MASCOT搭載の熱放射計(MARA)の観測から、リュウグウ表層の岩塊の熱慣性が通常の炭素質隕石に比べて低いことが分かり、高空隙(空隙率30～50%)な物質であることが示唆されている。今回、低高度からのTIRや光学航法カメラ(ONC)の高解像度観測から、より低熱慣性の岩塊が発見され、その空隙率は70%と推定された。また、そのような超低熱慣性の岩塊と同様な岩石破片が広く分布していることが分かった。**リュウグウ母天体の内部の大部分が高空隙な物質、一部が超高空隙な物質であったことが推定され、後者は変成や圧密の程度の低い最も始原的物質であると考えられる。**帰還試料にもそれらが含まれる可能性があり、分析結果が期待される。
(Sakatani, N., et al., 2021, Anomalously porous boulders on (162173) Ryugu as primordial materials from its parent body, Nature Astronomy 5, 766-774 (2021), doi: 10.1038/s41550-021-01371-7.)

### 期待されるアウトカム

**リュウグウ母天体の空隙率など物理的性質の理解を進展させる重要な発見**であり、今回発見した超高空隙率で最も始原的な物質を採取試料から見つけ出せれば、リュウグウ母天体の形成・進化史を明らかにするのみならず、**微惑星の形成や惑星形成に至る衝突破壊と再集積過程という、太陽系形成過程の初期段階を実証することに繋がる。**




図：TIRによるリュウグウ表面のホットスポット＃1の温度分布(上段)とONCによる地形の特徴(下段)。高温領域が数10cm大の岩塊であることが分かる。




図：(a)リュウグウ母天体の内部で変成作用や圧密の程度に深さ依存性があり、表層付近は超高空隙な状態が保持された。(b)衝突破壊の後、再集積したラブルパイル天体リュウグウが形成された。(c)表層では微小隕石衝突や熱疲労によって破砕され、(d)塵が飛散し、広範囲に分布した。(e)衝突クレータが形成され、(f)新鮮なクレータ内部で超高空隙岩塊がある場合は露出し、ホットスポットとして観察される。

## 評定理由・根拠（補足）

# 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」の論文成果・その3

「はやぶさ２」は2018年6月から2019年11まで小惑星リュウグウの近傍でリモートセンシングおよび着陸機で様々な観測を実施し、さらに2020年12月に地球帰還したリュウグウ表層物質の分析を進め、天体サイズから原子サイズに至るマルチスケールの科学データからリュウグウの形成・進化過程の解明を進めている。

### 得られた成果：Nature Communications誌に掲載

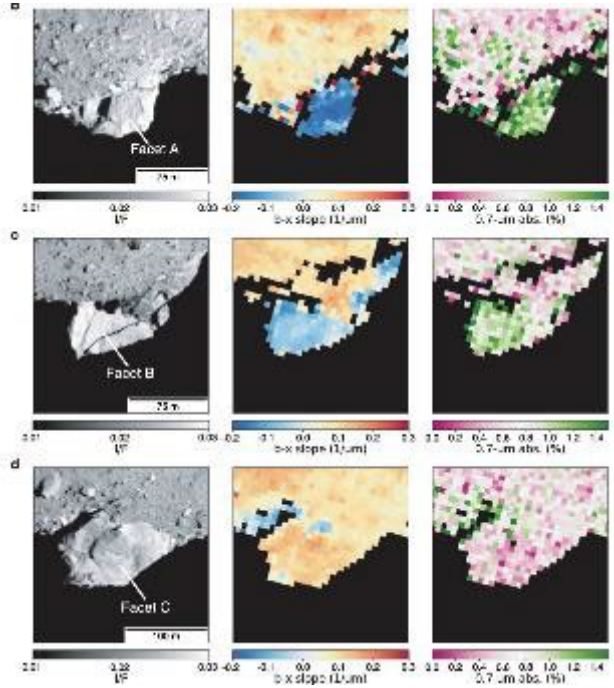
○リュウグウの母天体小惑星の進化を解明

リュウグウには、その母天体となったより大きな小惑星の熱進化が記録されているものと考えられるが、リュウグウ形成後の宇宙風化や太陽加熱によって、過去の情報を探ることは困難であると考えられてきた。そこで、はやぶさ２搭載航法カメラ（ONC）によるリモートセンシング観測データの中で、特に宇宙風化や太陽加熱の影響が小さいと考えられる北極と南極の周辺領域に着目してデータ解析を行った。その結果、波長0.7μm付近に吸収を持つ、鉄含有フィロケイ酸塩を示す青い炭素質コンドライト物質の存在が明らかになった。

このことから、スペクトル的に青かった**リュウグウの母天体が、約200-250万年前の進化初期段階に、短寿命放射性核種の放射性崩壊によって加熱されて温度が300～400℃に達したこと、これによって激しい水質変成とそれに続く熱変成作用を経験したという進化史を持つことが明らかになった。**(Tatsumi, E., et al., 2021, Anomalously porous boulders on (162173) Ryugu as primordial materials from its parent body, Nature Communications 12, article id. 5837 (2021), doi: https://doi.org/10.1038/s41467-021-26071-8.)

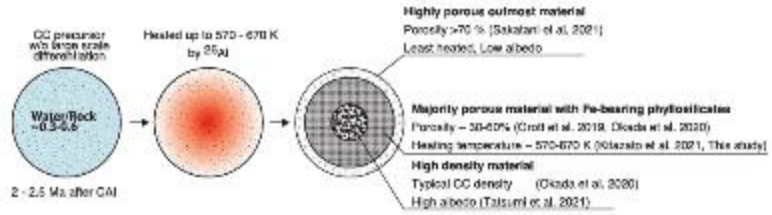
### 期待されるアウトカム

リュウグウは、これまでの「はやぶさ２」観測データの分析から、より大きな母天体と小さな小惑星との衝突によって誕生したことが知られていた。しかしリュウグウ誕生の際の熱・衝撃によって、母天体の情報は消され、それを得ることは困難と考えられてきた。今回、**極域付近のデータに着目することで、母天体の情報を得ることができたことに加え、その進化史も明らかになった。このことは、地球の水の起源とも考えられているC型小惑星が、どのような歴史を持ち、また衝突によりどのような変化を起こすのかを知る、重要な手掛かりを与えることとなった。**




左図：様々な経度から観測した、Ryugu南極付近のOtohime岩の画像。（左）反射率、（中央）波長0.48–0.86μmのスペクトル傾斜、（右）波長0.7-μmの吸収深さ。

下図：リュウグウ母天体の熱・水質変成史。（左）母天体はCMコンドライトと同様の水/岩石比で構成されていた。（中）広範な水質変成によって大量の鉄含有フィロケイ酸塩を含むCMコンドライト的な前駆体が形成されたのちに、短命の放射性崩壊による加熱によって、温度が300～400°Cに達して脱水された。（右）最終的に、リュウグウの母天体は、熱変成作用の程度が異なるいくつかの層で構成された。



## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」の論文成果・その4

「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウのサンプルは地球外物質研究グループが運用するキュレーション設備において受入が実施され、大気遮断環境下での、サンプルコンテナ開封が行われた。2020年12月～5月までの6か月間で行われた初期記載作業から、回収されたサンプル量が当初予定の50倍以上の5.4gであることがわかった。その密度が1.1～1,5g/ccと隕石の中でも低密度であること、高温包有物含まないなどの特徴から、**サンプルが、水・有機物に富み太陽系初期の情報を保持する、始原物質であることが分かった。**

### 得られた成果：Nature Astronomy誌に掲載

○リュウグウサンプルの初期記載から得られた成果
小惑星リュウグウ試料の初期記載において、秤量、顕微鏡観察から、回収試料のサイズ分布や密度分布を測定し、**既知のどの隕石よりも低密度であること**、高温環境で生成する包有物が見られないことが分かった。**分光観測から、2.7μmの含水鉱物の特徴、3.4μmの有機物・炭酸塩鉱物の特徴を検出した。**高解像度の分光観測からは、個々の構成粒子の中に、窒素化合物(NH)の特徴や水酸基化合物(OH)の特徴を持つものが見つかった。これらの特徴は太陽系の平均元素組成と最も近い、非常に始原的な隕石(CIコンドライト)と似ていると考えられる。(T. Yada, et al. “Preliminary analysis of the Hayabusa2 samples returned from C-type asteroid Ryugu.”, Nature Astronomy (2021). DOI:10.1038/s41550-021-01550-6, C. Pilorget, et al. “First compositional characterization by the MicrOmega hyperspectral microscope of Ryugu returned samples.”, Nature Astronomy (2021). DOI:10.1038/s41550-021-01549-z.)

### 期待されるアウトカム

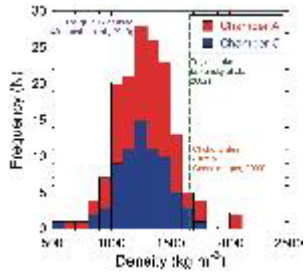
帰還試料の初期記載から、**リュウグウのサンプルは人類が手にしている最も始原的なタイプの地球外物質試料であることがわかり**、この試料の詳細分析によって科学的に第1級の成果の創出が期待できる。またキュレーションの**試料ハンドリングを地球大気遮断環境下（非汚染下）で行い、地球物質の汚染を受けていない世界で初めての始原的地球外試料**であり、地球外物質試料の物質分析を高い信頼性をもって実施することが可能になっている。

リュウグウ試料(A室の一部)の光学顕微鏡写真



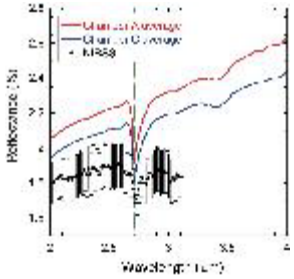
顕微鏡観察の結果、高温包有物が見られなかった

個別リュウグウ粒子の全体密度分布

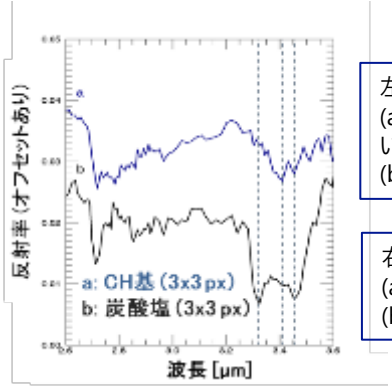



リュウグウ粒子の全体密度の平均値は既知のどの隕石よりも小さかった。

リュウグウ試料と探査機データの赤外反射スペクトルの比較

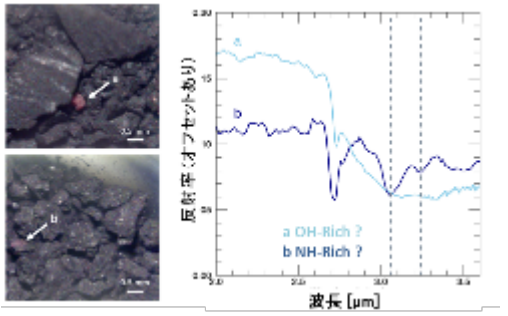


含水鉱物(2.7μm)、有機物、炭酸塩鉱物(3.4μm)に特徴的な吸収特性が見られた




左図
(a)　CH基（脂肪族有機化合物）の特徴 → 高温になっていない
(b)　1% 程度の粒子は炭酸塩の特徴 → 水質変成の証拠

右図
(a) 3.1μmの幅広の吸収帯をもつ粒子 → OH基の可能性を示唆
(b) 3.06μmと3.24μmの組み合わせ → NH基の可能性を示唆



## 評定理由・根拠（補足）

### 補足２：世界的に優れた研究成果の創出（金星探査機「あかつき」）

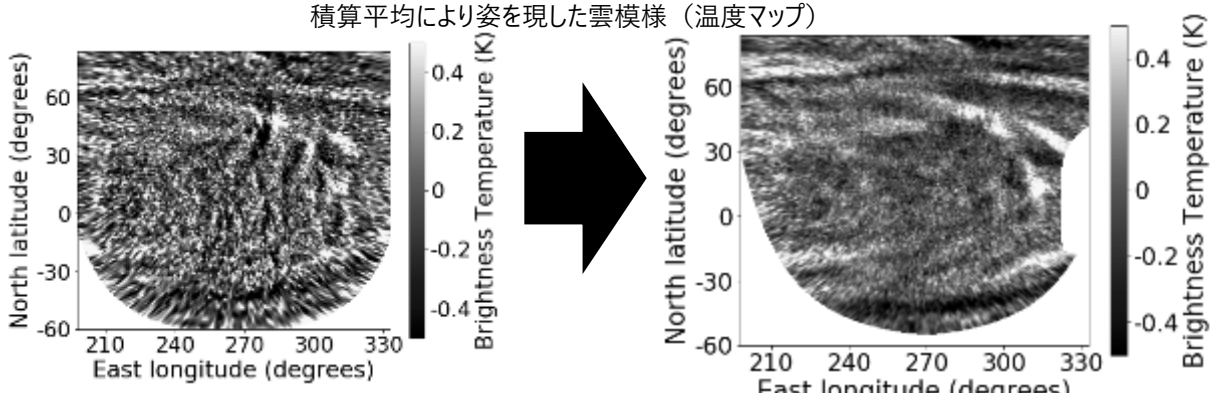
「あかつき」は、2015年12月に金星周回軌道投入に成功し、撮像カメラと電波観測装置で金星大気の運動と温度構造を継続的に調査している。紫外線データで昼側半球の情報を得てスーパーローテーションの維持機構に関する知見を得、熱赤外線で夜側の理解を深めることで、金星気象の解明と地球との相違理解を進めている。

**得られた成果：Nature誌に掲載**

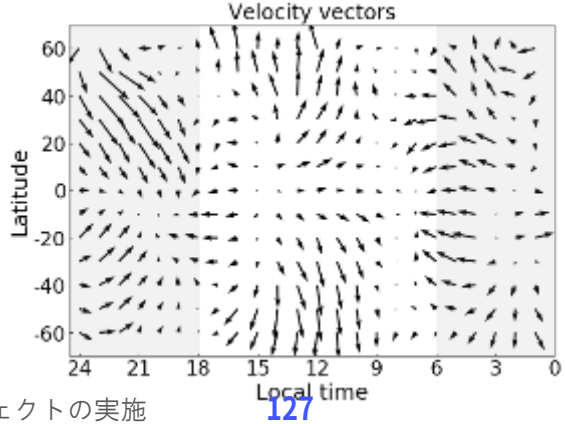
○金星の夜間の大気循環を解明

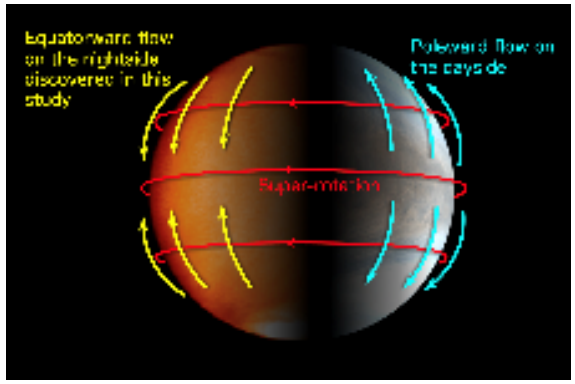
金星の雲の高度における風速分布を世界で初めて昼夜の区別なく「あかつき」搭載長波赤外線カメラ（LIR）により計測し、この計測結果をもとに金星全球（昼夜とも）の雲頂温度マップを「大気運動（スーパーローテーション）とともに移動する座標系で積算平均」することにより、**金星雲頂の流れの可視化に成功**。昼側では赤道から発散し、**夜側では赤道へ収束するような子午面内の流れ（夜間には昼間とは逆方向の南北風が生じる）が存在することを、世界で初めて示した**。*(K. Fukuya, et al. “The nightside cloud-top circulation of the atmosphere of Venus”, Nature 595, 511-515 (2021). https://doi.org/10.1038/s41586-021-03636-7.)*

積算平均により姿を現した雲模様（温度マップ）




時間追跡から得られた風速のスーパーローテーションからの偏差（右側）




**期待されるアウトカム**

金星雲頂での大気運動追跡は従来「太陽反射光で観測できる昼側に限定されており、**金星の雲頂に夜間、どのような流れのパターンが生じるのかは太陽系科学における40年来の謎であり、本研究はそれを解明したものである。**これにより熱潮汐成分を取り除いた「純粋な子午面循環」を分析することで、金星大気運動の深い理解へとつながる重要な成果である。

**厚い雲に包まれた低速自転惑星という、地球と大きく異なる状況にある天体の大気循環の理解が進んだことは、地球型惑星の多様な環境が作られるしくみの解明につながる。**

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足２：世界的に優れた研究成果の創出（「新時代を迎える火星生命探査における火星衛星探査計画「MMX」の役割」）

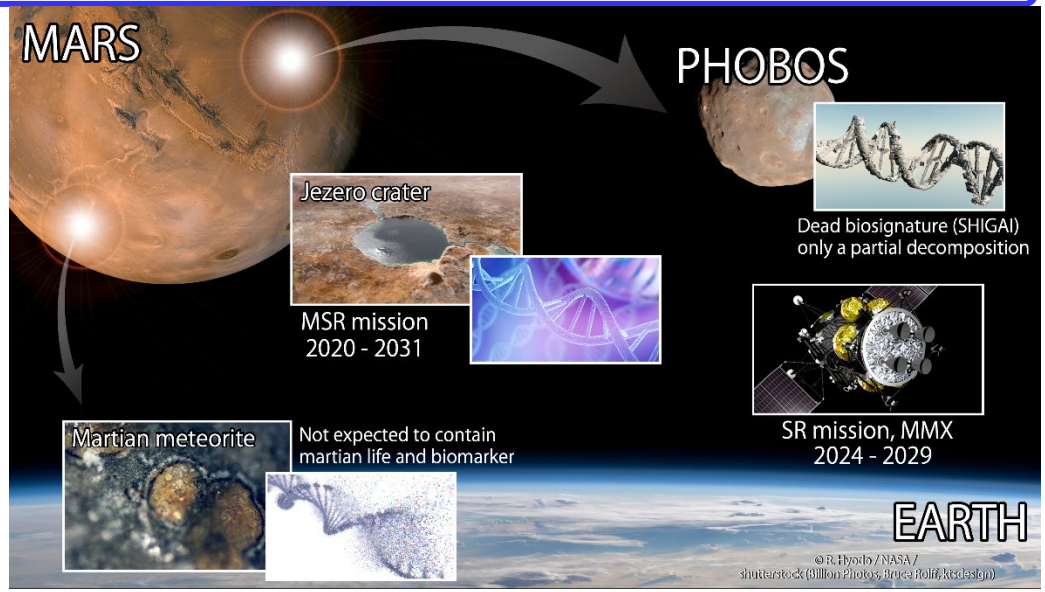
MMX探査計画では、火星の周囲を回る衛星フォボスからのサンプルリターンを計画している。サンプリングされうる物質の科学価値の事前評価は、諸外国が進める火星探査計画との比較を通して、MMX計画独自の科学意義を構築・評価するために重要である。世界最高レベルの高解像度・衝突計算と軌道計算を用いて、火星表面に観測されるクレータが形成される無数の隕石衝突イベントにおいて、その度に火星表層物質が巻き上げられ、その一部がフォボスへ輸送されることを明らかにした。さらに、そのクレータ形成衝突と破片輸送のプロセスを熱力学的に詳細に調べることで、フォボスに輸送される火星物質が十分に溶融するほどのエネルギー状態を伴わないことが明らかになった。このことから、もし火星に生命の痕跡が存在していた場合、その痕跡が失われることなく、フォボスまで輸送されうることが明らかになった。ただし、ここで重要なポイントは、もし生きた生命が火星からフォボスに輸送された場合でも、フォボスに到達後、フォボス上での宇宙線等による滅菌で死に至る。つまり、衛星フォボスで発見されうる火星生命の痕跡は、存在したとしても「死骸」として発見されるということである。**このようにして、MMX探査計画は、「火星生命の痕跡を探す」という重要な科学目標を担う。**

### 得られた成果：Science誌に掲載

火星全球には無数のクレータが存在する。その一つ一つのクレータは、隕石衝突によって形成される。そして、その隕石衝突の度に、火星表層物質が巻き上げられ、その一部が火星衛星フォボスまで到達する。つまりフォボスには、火星全球から飛来する「多様な火星物質」が存在する。さらに、隕石衝突過程および輸送過程を（世界最高レベルの解像度を持つ衝突計算と破片の輸送計算を用いて）詳細に調べることにより、輸送される火星物質は、必ずしも完全溶融を伴わないでフォボスに到達することが明らかになった。つまり、**もし火星に生命が存在、または、生命の痕跡が存在していた場合、それらが失われることなくフォボスへ輸送されることが明らかになった。**但し、もし生きた生命がフォボスへ輸送された場合、輸送後に宇宙線等によって滅菌される。ゆえに、フォボス上で発見されうる生命の痕跡は、化石を含む、「死骸」となる。
(Hyodo, R. & Usui, T. “Searching for life in Mars and its moons (2021). Science. doi.org/10.1126/science.abj1512)

### 期待されるアウトカム

NASA-ESAが主導する火星サンプルリターン計画（Mars Sample Return, MSR）では、火星本体にあるジェゼロ・クレーターに限られるが、「大量の火星物質」の採取を目指している。つまり、ジェゼロ・クレーターに限られるが、そこを詳細に調べることで、もし存在すれば生きた生命までも発見できる可能性を秘めている。一方MMX計画では、少量であるが、火星全表面から掘り起こされた「多様な火星物質」を採取できると期待される。そして、その多様な火星物質の分析から、**太古に化石化した生命の痕跡、最近まで存在していた生命の死骸、DNAの破片などが発見される可能性がある。**このように、MSRとMMXが協働することで、火星生命の痕跡を多角的に調査する能力が向上し、2020年代における火星生命探査新時代の幕開けを加速すると期待される。



## 補足２：世界的に優れた研究成果の創出（木星高層大気の熱源の解明）

木星の高層大気は、太陽光のみを熱源として使用したモデルに基づく予測よりも実際ははるかに高温であり、**木星高層大気の太陽光以外の熱源が何かということは太陽系科学における50年来の謎であった**。太陽光以外の熱源を調査するため、地上のケックⅡ望遠鏡を使用して、木星の高層大気の高解像度の温度マップを作成した。この新しい温度マップにより、**木星の強力なオーロラが木星全体を加熱する役割を果たしていることが判明した**。

### 得られた成果：Nature誌に掲載

地球上で最大の赤外線望遠鏡（ケックⅡ望遠鏡）を使用して、木星の高層大気温度のグローバルマップを作成した。このマップは、これまでの木星高層大気の温度マップよりも空間分解能およびスペクトル分解能が10倍向上している。**このマップにより木星のオーロラが惑星の高層大気全体を加熱していることがわかり、惑星が何十年もの間非常に高温で測定されてきた理由が明らかになった**。また、木星の半球全体が高温状態となっている特徴も見つかった。太陽風が木星系に衝突することに反応してオーロラから伝搬していることを示している。

**この論文は、その成果からNature Astronomy誌の編集長により「Research Highlight」に選ばれた**。

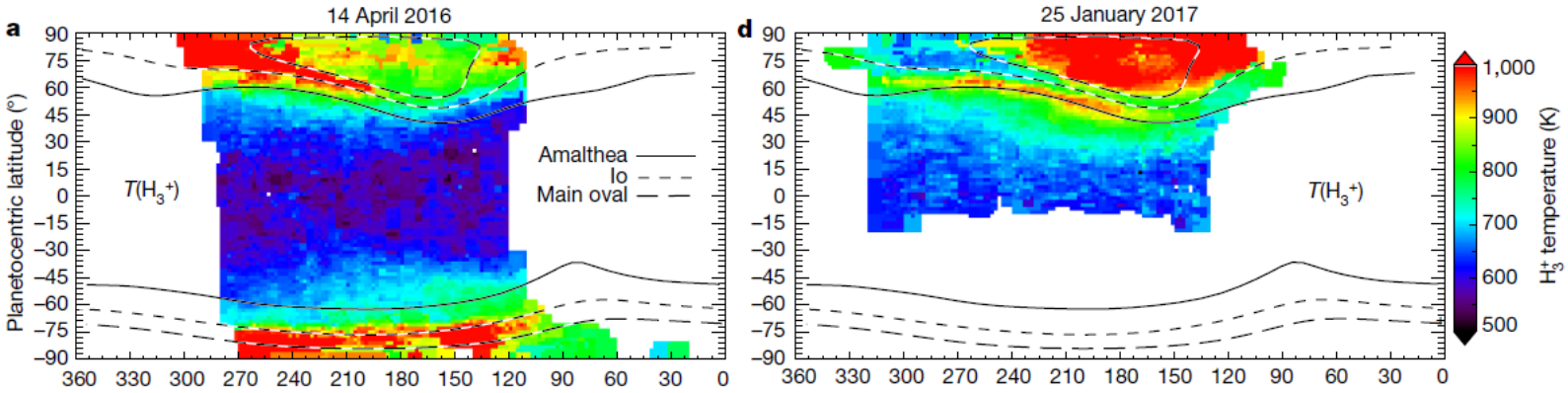
(J. O'Donoghue, et al. "Global upper-atmospheric heating on Jupiter by the polar aurorae", Nature 596, pages54–57(2021). doi:10.1038/s41586-021-03706-w.)

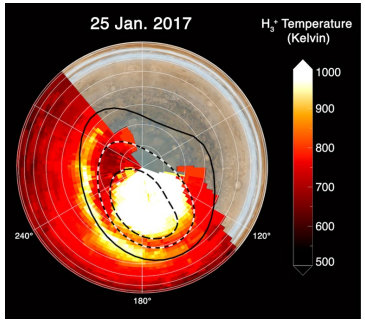
### 期待されるアウトカム

今回のオーロラが惑星全体に熱を拡散する循環モデルは、巨大ガス惑星全般（土星、天王星、海王星、太陽系外惑星）に期待される現象である。

その一方で、様々な要素により惑星風の状態が決まることを考えれば、**それぞれの巨大ガス惑星で大気加熱源としてのオーロラの役割は様々に異なっている可能性があり、今回の研究結果がベースとなり、更なる謎の解明につながっていくことが期待される。**

木星のオーロラから赤道までの温度勾配を示すマップ（2016年4月14日 / 2017年1月25日）




2017年1月25日には、幅広く温度上昇が見られた。

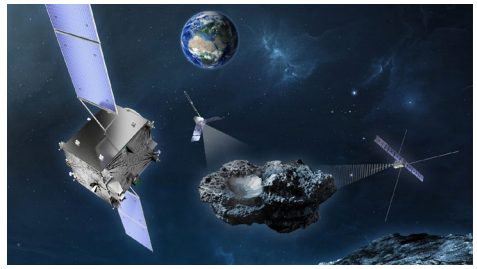
## 評定理由・根拠（補足）

### 補足３：複数の海外の先進的ミッションへの参画（戦略的海外共同計画の立ち上げ）

これまでの宇宙科学分野での成果や技術力を元に、海外の先進的ミッションへの参画調整を行い、コロナ禍においても、計画を具体化、Hera、 Dragonfly、Roman宇宙望遠鏡の３つのプロジェクトへの参画を行う方針とした。また、欧州Comet Interceptor及び欧州Athenaへの参画調整を進めた。

#### ヨーロッパESA：二重小惑星探査計画「HERA」

欧州宇宙機関(ESA)が2019年11月に選定、惑星形成過程において普遍的な物理現象である「始原天体の微小重力下での衝突進化」の解明と、**人類社会への潜在的脅威となる「地球近傍小惑星の衝突回避（プラネタリディフェンス）技術の実証」を実施する**。「はやぶさ２」で**小惑星リュウグウを探査し、実績を積んだ中間赤外カメラ（TIRI）を搭載することが決定され、開発に着手**した。これにより、プラネタリディフェンス分野においても日本の貢献が期待される。これは我が国のプラネタリディフェンス分野におけるプレゼンスの確保にもつながり、外交等の面においてもメリットがある。



二重小惑星探査計画(Hera)イメージ図

#### アメリカNASA：土星衛星タイタン離着陸探査ミッション「DragonFly」

ドローン型離着陸機を利用して、土星の衛星タイタンの大気中および表層物質の化学分析や気象観測・地中探査を多地点で行うことで、生命前駆物質の存否や太古の地球環境に似ているとされるタイタンの進化過程を明らかにする米国NASA主導のプロジェクト。
技術的難易度からかつて開発中止となった月探査機「LUNAR-A」で培った技術を用いて、**技術的に成熟度の高い地震計を搭載する**方針とし、開発着手に目途が立ち審査中（2022年4月に審査通過、開発に着手した）。これにより、我が国の予算規模では到達が難しい**土星の衛星タイタン表面での科学的データといった世界第一級の成果が低コストで取得可能となる**など、我が国にとっては飛躍的な成果を上げることが期待される。



Dragonflyミッションのイメージ図（右：タイタン着陸時の探査機、地震計は探査機下面に搭載予定）

#### アメリカNASA：Nancy Grace Roman宇宙望遠鏡

口径2.4mの光学望遠鏡に「広視野観測装置」を搭載し、近赤外線波長域での広範な撮像・分光観測を実施することにより、宇宙の加速膨張史と構造形成の高い精度での観測及び太陽系外惑星の全体像を捉える観測を中心とする天文学研究を行う米国NASA主導のプロジェクト。
日本が経験を持つ偏光光学系を活かして**装置の一部となる光学素子を搭載すること、米国から不可視に当たる時間帯に、日本の地の利を生かして日本の地上局によってデータ受信協力する**ことを方針とし、開発着手に目途が立ち審査中（2022年4月に審査通過、開発に着手した）。**「Roman宇宙望遠鏡」は、開発費が１兆円を超えるJWST（ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡）に続くNASAの宇宙物理分野のフラッグシップミッション（開発費数千億円）**であり、このミッションに日本が参加し、その科学的価値の向上に貢献できることは、貴重な科学データが取得できることに留まらず、我が国のプレゼンス向上にも貢献する。



Roman宇宙望遠鏡
イメージ図

#### ヨーロッパESA：長周期彗星探査計画(Comet Interceptor) & 国際大型X線天文衛星「Athena」（参画へ向け調整中）

欧州が進める２つのミッションへの参画に向けても調整を進めている。
・欧州宇宙機関(ESA)が主導する彗星探査ミッション「Comet Interceptor」に参画し、彗星の中でも特に始原的とされるカテゴリーに属する長周期彗星あるいはオウムアムアに代表される恒星間天体を、人類として初めて直接探査する。
・欧州宇宙機関(ESA) にフラッグシップミッションとして採択された、2030年代の国際大型X線天文衛星「Athena」計画に参加し、これまでにない大面積X線望遠鏡と、優れた分光力を備え、2030年代の大型天文台時代におけるX線領域を担う。

# 補足4：コロナ禍における事業の実施

2021年度においても、新型コロナウイルスのデルタ株・オミクロン株の出現等により、リモートでの対応や海外渡航の壁、物流の混乱等が発生し、事業を予定どおり推進することは困難な状況であった。そのような中においても、リモートをベースとした技術調整、相手国との調整と万全のコロナ対策による海外渡航・帰国等により、事業を推進した。

## 海外渡航による探査機引き渡し、ミッション実施等

**〇小型月着陸実証機「SLIM」**
地上局（DSN）運用支援を受けるために必要な無線通信試験を実施するため、2021年12月に米国NASA JPL試験局にプロジェクト関係者数名が出張した。ちょうどオミクロン株が流行り始めた頃であり、水際対策も日々更新されるなかで、JAXA内外の関係者と連携しつつ丁寧な状況のフォローに努めた結果、予定通り試験を完了することができ、SLIMの開発スケジュールへの影響を最小限にとどめた。

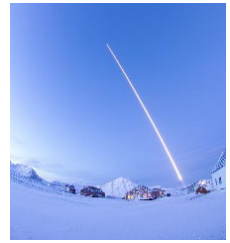
**〇観測ロケットSS-520-3号機打上げ**
ノルウェー宇宙庁、在ノルウェー日本大使館等と調整し、支援をいただき、**ノルウェーへの特例入国を実現した**。出張前の自主隔離、2回のワクチン接種等対策を十分に行い、**本実験を無事に、かつ、成功裡に行うことができた**。

**〇SLS搭載超小型探査機「OMOTENASHI / EQUULEUS」のNASAへの探査機引き渡し**
2022年度打上げのための探査機を引渡しが必須であったため、必要最小限の人数に絞り、かつ十分なコロナ対策を講じて出張を行った。NASA側のサポートを得つつ、現地でも万が一感染、あるいは濃厚接触者となっても作業が継続できるように、レンタカー同乗者のグループ分け等を周到に検討行い、**無事にNASAに探査機を引渡すことができた**。

SLS搭載超小型探査機
組立作業（米国）



SS-520-3号機実験
（ノルウェーでの打上げ）



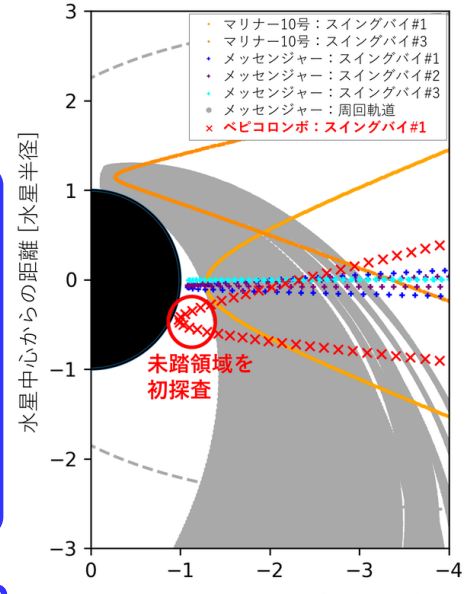
## 海外からの必須人員の受入による開発の推進

**〇X線分光撮像衛星「XRISM」**
XRISMに搭載される軟X線分光装置（Resolve）の組み立て試験のため、NASA及びオランダ宇宙研究所（SRON）の技術者の来日、現地作業が必須であった。厚生労働省の指導にも基づき入国後の隔離ホテルの手配、連絡体制の確保を行い、動線・作業場所の確保等、JAXA側で実施可能なバブル方式の対策を万全に整えた上で、文部科学省に支援いただき、政府内協議を進め、技術者の来日を実現し、試験を実施することができ、開発スケジュールへの影響を最小限に留めた。なお、入国後は、感染者を出すことなく作業を行った。

**〇火星衛星探査計画「MMX」**
MMXに搭載されるガンマ線・中性子分光計（MEGANE）の電気系インターフェイス試験のため、NASA委託業者（ジョンズホプキンス大学）の技術者の来日、現地作業が必須であった。政府の示す水際対策に準拠し、所定の期間待機を行い、連絡体制の確保を行った上で、文部科学省に支援いただき、政府内協議を進め、技術者の来日を実現し、開発スケジュールへの影響を最小限に留めた。なお、入国後は、感染者を出すことなく作業を行った。

## 事業を着実に推進するためのコロナ対策

**〇国際水星探査計画BepiColombo（ベピコロンボ）/MMO「みお」**
共同運用を行うヨーロッパ宇宙機関（ESA）との双方向コミュニケーションが容易なオンラインツールを新たに導入。バーチャル会合では難しい個人間コミュニケーションの促進を図った。探査機の運用においても、密にならないように人数を考慮しシフトを組んで相模原から実施。これら対応により、**水星の南半球における人類未踏領域の観測に成功した**。



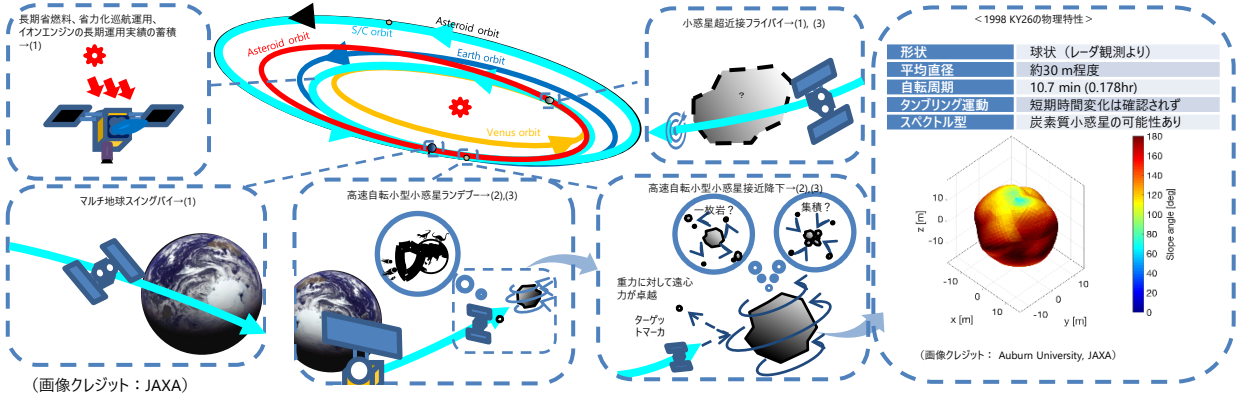

過去の全水星探査機の軌道と「ベピコロンボ」による1回目水星スイングバイの軌道の比較

# （参考）補足１：小惑星探査機「はやぶさ２」の拡張ミッションの立ち上げとアウトリーチ

## ○リソースの有効活用による「はやぶさ２」拡張ミッションの立ち上げ

「はやぶさ２」拡張ミッションを立ち上げ、新たに小惑星2001 CC21と1998 KY26の観測を目指すことを決定した。打上げ時からのイオンエンジン等の効率的運用により探査機寿命を維持していたからこそ、拡張ミッションが実行できる余地が出来、リソースの有効活用が新たなミッションを生み出せたケースと考える。

はやぶさ２拡張ミッションのイメージ図




（画像クレジット：JAXA）

## ○「はやぶさ２」感謝状を企業に贈呈、企業における発信

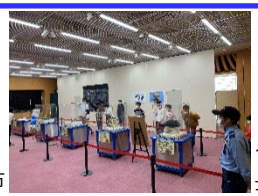
協力いただいた民間企業152社及び大学等に感謝状を贈呈。
20社以上の企業からweb上で発信があった。

## ○再突入カプセルおよびサンプルの展示

2021年度に再突入カプセルの展示を24か所、サンプルの展示を２か所実施し、計11万5千人以上の方々に来場いただいた。
（2020年度実施分を含めると計12万人）



11/12-11/23
北海道札幌市



10/5-10/19
長野県佐久市



リュウグウサンプルオープニングセレモニー
2021/12/6 相模原市立博物館

再突入カプセルおよびサンプルの公開状況

| 展示期 | 開催地 | 主催者 | 入場者数 |
|---|---|---|---|
| 2021年 | | | |
| 3月12日（金）～3月16日（火） | 相模原市 | 相模原市立博物館※ | 4,624 |
| 3月27日（土）～4月11日（日） | 台東区 | 国立科学博物館※ | 20,857 |
| 7月15日（木）～7月28日（水） | 墨田区 | Society5.0※ | 23,277 |
| 9月3日（金）～9月7日（火） | 海老名市 | ロマンスカーミュージアム | 3013 |
| 9月10日（金）～9月14日（火） | つくば市 | つくばエキスポセンター | 2,327 |
| 10月8日（金）～10月12日（火） | 尼崎市 | (一財)尼信地域振興財団/尼崎市/尼崎市教育委員会他 | 4,271 |
| 10月15日（金）～10月19日（火） | 佐久市 | sakumo 佐久市子ども未来館 | 1,319 |
| 10月22日（金）～10月26日（火） | 鹿児島市 | 鹿児島県 | 2,551 |
| 10月29日（金）～11月2日（火） | 上越市 | 上越科学館 | 1481 |
| 11月5日（金）～11月9日（火） | 大樹町 | 北海道大樹町 | 1,783 |
| 11月12日（金）～11月23日（火） | 札幌市 | (公財)札幌市生涯学習振興財団 | 13,338 |
| 11月26日（金）～11月29日（月） | 新潟市 | 新潟県立自然科学館 | 3829 |
| 12月4日（土）～12月13日（月） | 江東区 | 日本科学未来館※ †1 | 7,511 |
| 12月6日（月）～12月12日（日） | 相模原市 | 相模原市立博物館※ †2 | 3,523 |
| 12月16日（木）～12月19日（日） | 砺波市 | 富山県砺波市教育委員会 | 2,794 |
| 2022年 | | | |
| 1月14日（金）～1月18日（火） | 蒲郡市 | 生命の海科学館 | 2,450 |
| 1月21日（金）～1月25日（火） | 明石市 | 明石市立天文科学館 | 2,235 |
| 1月28日（金）～2月1日（火） | 福岡市 | 福岡市科学館 | 4,581 |
| 2月4日（金）～2月8日（火） | 武豊町 | 武豊町文化発信事業実行委員会 | 1,589 |
| 2月11日（金）～2月15日（火） | 各務ヶ原市 | 岐阜かかみがはら航空宇宙博物館 | 4,626 |
| 2月18日（金）～2月22日（火） | 松江市 | 松江市 | 2,098 |
| 2月25日（金）～3月1日（火） | 熊本市 | 熊本博物館 | 3,153 |
| 3月4日（金）～3月8日（火） | 板野郡 | 徳島県立あすたむらんど | 709 |
| 3月11日（金）～3月15日（火） | 八王子市 | 八王子市こども科学館 | 1,163 |
| 3月18日（金）～3月22日（火） | 館林市 | 向井千秋記念子ども科学館 | 1,884 |
| | | 合計 | 120,986 |

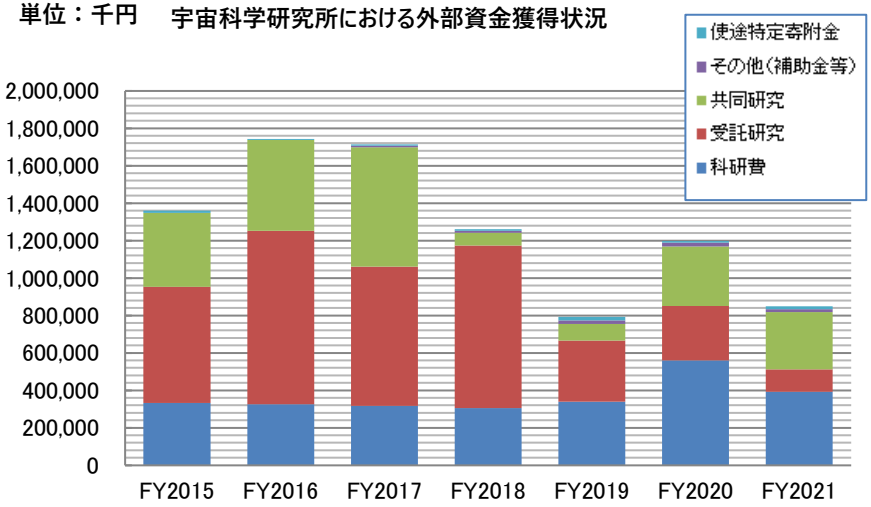
※は巡回展には組み込まれていないもの。他は巡回展で開催。
（†1カプセルとサンプル公開、†2サンプル公開）

## 参考情報

| | 実績 | 備考 |
|---|---|---|
| 1. 2021年度の研究成果 | | |
| (1) 査読付き学術誌掲載論文 | 363編（2021年1月-12月） | Web of Science (WOS)調べ（図2） |
| (2) 著名な学術誌での掲載数 | Nature 2編、Science 2編（2021年4月-2022年3月） | |
| (3) 主な学術賞受賞 | ○國中均（宇宙科学研究所長）：<br>紫綬褒章受章、2021年（第91回）服部報公会「報公賞」受賞<br>○はやぶさ2：IAF World Space Award 受賞、<br>第26回AMD Award「Digital Contents of the Year '20 優秀賞」受賞、<br>Prix international d'astronautique 受賞（フランス）<br>○福家英之（准教授）他（気球用ペロブスカイト太陽電池開発チーム）：<br>11th SOLARIS 2021　Best Paper Award受賞<br>○月崎竜童（准教授）：文部科学大臣表彰　若手科学者章受賞<br>○ジェームズ・オダナヒュー（International Top Young Fellowship (ITYF)）：<br>2021 Europlanet Prize for Public Engagement受賞 | |
| 2. 高被引用論文数 | 48編（過去10年間における高被引用論文数） | 2022年3月に更新されたEssential Science Indicators（ESI）データに基づく（図3） |
| 3. 外部資金獲得額 | 約 8.4億円 | （図1） |
| 4. 学位取得者数 | 60名（修士50名、博士10名） | （参考4） |

## （図1） ■　外部資金獲得状況　（FY2015～FY2021）

単位：千円　宇宙科学研究所における外部資金獲得状況




| 年度 | FY2015 | FY2016 | FY2017 | FY2018 | FY2019 | FY2020 | FY2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 計 | 1,359,098 | 1,743,065 | 1,713,181 | 1,259,964 | 793,206 | 1,196,967 | 848,172 |
| 科研費 | 333,147 | 324,890 | 316,514 | 305,377 | 340,219 | 560,464 | 391,617 |
| 受託研究 | 619,484 | 927,347 | 744,326 | 868,792 | 326,421 | 289,668 | 121,178 |
| 共同研究 | 395,185 | 486,208 | 637,341 | 67,977 | 88,516 | 318,585 | 304,696 |
| その他（補助金等） | 0 | 0 | 9,000 | 10,000 | 19,000 | 20,000 | 15,762 |
| 使途特定寄附金 | 11,282 | 4,620 | 6,000 | 7,818 | 19,050 | 8,250 | 14,919 |

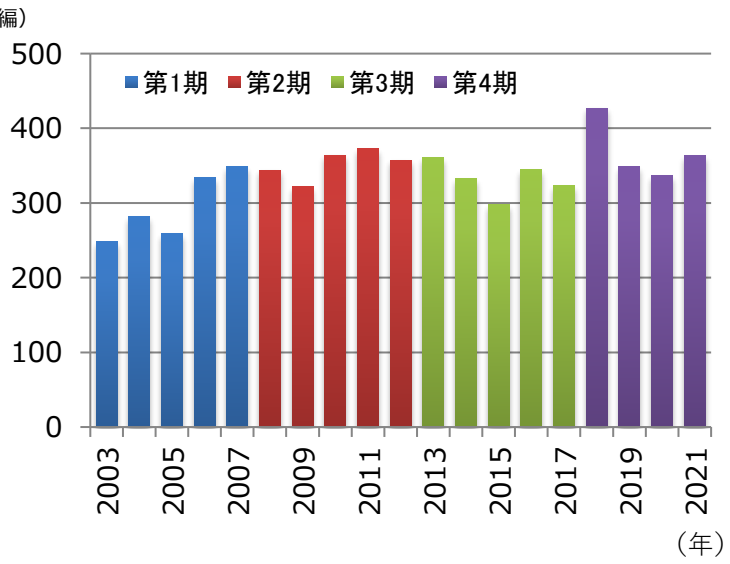
●受託研究には、科学技術振興機構（JST）の競争的資金制度含む
●科研費は宇宙科学研究所所属の研究者が研究代表者として獲得した課題の交付額

単位：千円

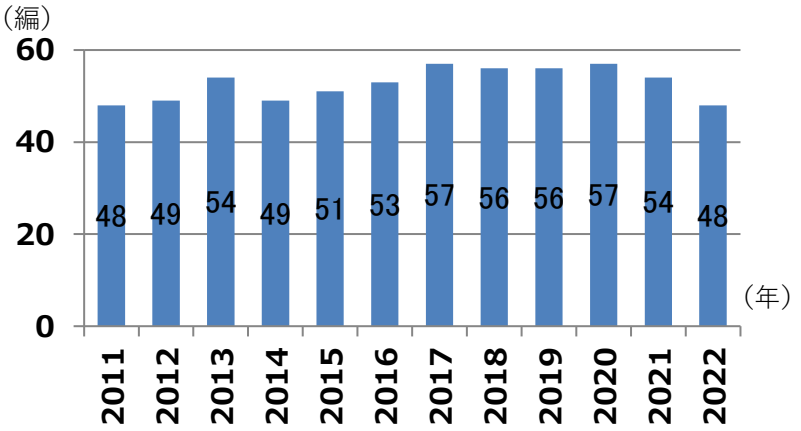
## （図２）■論文数の推移（注1）

Number of papers (Web of Science)

（注1）ISASの研究者を共著者に含む論文の中で、Web of Science（WOS）が調査の対象としている学術誌に掲載された論文のみの数。
　従って、全査読付き論文数よりも少ない。また、集計は年度ではなく暦年。（各年1月～12月）




## （図3）■高被引用論文の推移（2022年3月に更新されたESIデータに基づく）（注２）




（注２）過去10年間における高被引用論文数。クラリベイト・アナリティクス・ジャパン株式会社のデータベースであるEssential Science Indicators（ESI）において、科学全体を大きく22の研究分野に分類しており、それぞれの分野において被引用数が上位１％の論文を高被引用論文(Highly Cited Papers)と定義している。

## ■ 学位取得状況

**(参考4) ISAS 学位取得者状況等**

大学院生に実践的な研究現場を提供し、人材育成、技術者養成を実施。

| 学位取得年度 | 2017年度 | | | 2018年度 | | | 2019年度 | | | 2020年度 | | | **2021年度** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 修士 | 博士 | 小計 | 修士 | 博士 | 小計 | 修士 | 博士 | 小計 | 修士 | 博士 | 小計 | **修士** | **博士** | **小計** |
| 総合研究大学院大学 | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 | 0 | 3 | 3 | 0 | 5 | 5 | **1** | **3** | **4** |
| 東京大学大学院 | 28 | 7 | 35 | 25 | 10 | 35 | 21 | 6 | 27 | 22 | 7 | 29 | **23** | **6** | **29** |
| 受託指導学生<br>（旧・特別共同利用研究員） | 12 | 0 | 12 | 18 | 1 | 19 | 7 | 0 | 7 | 8 | 2 | 10 | **9** | **0** | **9** |
| 連携大学院 | 10 | 3 | 13 | 8 | 0 | 8 | 20 | 0 | 20 | 23 | 2 | 25 | **17** | **1** | **18** |
| 計 | 51 | 13 | 64 | 52 | 15 | 67 | 48 | 9 | 57 | 53 | 16 | 69 | **50** | **10** | **60** |

## ■ 学位取得者の進路

| 修士課程 | 総数： 50名 | 博士課程 | 総数： 10名 |
|---|---|---|---|
| | ○進学 7名<br>○就職 40名<br>うち、宇宙分野 16名<br>・公共機関 0名<br>・民間企業 16名 (三菱重工、アストロスケール他)<br>うち、非宇宙分野 24名<br>・公共機関 2名<br>・民間企業 22名<br>○その他 3名 | | ○就職 10名<br>うち、宇宙分野 4名<br>・ 公共機関 3名（内JAXA 3名）<br>・ 民間企業 1名<br>うち、非宇宙分野 6名<br>・ 公共機関 2名<br>・ 民間企業 4名<br>○その他 0名 |

## ■ 大学院在籍者

**(参考5) ISAS 大学院在籍者**

大学院生に実践的な研究現場を提供し、人材育成、技術者養成を実施。

| 年度 | 2017年度 | | | | 2018年度 | | | | 2019年度 | | | | 2020年度 | | | | **2021年度** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 修士 | 博士 | 研究生 | 小計 | 修士 | 博士 | 研究生 | 小計 | 修士 | 博士 | 研究生 | 小計 | 修士 | 博士 | 研究生 | 小計 | **修士** | **博士** | **研究生** | **小計** |
| 総合研究大学院大学 | 6 | 20 | 2 | 28 | 4 | 21 | 4 | 29 | 5 | 22 | 1 | 28 | 6 | 23 | 1 | 30 | **6** | **20** | **1** | **27** |
| 東京大学大学院 | 61 | 45 | 1 | 107 | 50 | 36 | 1 | 87 | 47 | 32 | 0 | 79 | 49 | 28 | 0 | 77 | **50** | **29** | **0** | **79** |
| 受託指導学生<br>（旧・特別共同利用研究員） | 25 | 1 | 0 | 26 | 34 | 4 | 0 | 38 | 19 | 3 | 0 | 22 | 11 | 3 | 1 | 15 | **10** | **5** | **1** | **16** |
| 連携大学院 | 23 | 8 | 0 | 31 | 23 | 7 | 0 | 30 | 45 | 4 | 0 | 49 | 42 | 5 | 0 | 47 | **40** | **5** | **0** | **45** |
| 計 | 115 | 74 | 3 | 192 | 111 | 68 | 5 | 184 | 116 | 61 | 1 | 178 | 108 | 59 | 2 | 169 | **106** | **59** | **2** | **167** |

| 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) | 17,106,903 | 20,473,275 | 20,908,298 | 34,797,158 | | | |
| 決算額 (千円) | 17,435,242 | 21,401,455 | 19,864,360 | 28,485,366 | | | |
| 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) | 307 | 318 | 337 | 324 | | | |

(※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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 大学共同利用設備の利用件数 | 87 | 93 | 95件 | 99件 | | | |
| 女性・外国人の教員採用数 | 1名 | 0名 | 1名 | 0名 | | | |
| 日本学術振興会のフェロー数 | 8名 | 7名 | 9名 | 6名 | | | |
| 大学などへの転出研究者数 | 1名 | 3名 | 0名 | 1名 | | | |
| 大学共同利用連携拠点数 | 5 | 3 | 3 | 3 | | | |
| 学生受入数及び学位取得者数 | 受入学生数：278名、学位取得者数：67名 | 受入学生数：264名、学位取得者数：57名 | 受入学生数：226名、学位取得者数：69名 | 受入学生数：242名、学位取得者数：60名 | | | |
| 査読付き論文数 ※1 | 427 編 | 348編 | 337編 | 363編 | | | |
| 高被引用論分数 ※2 | 56編 | 57編 | 54編 | 48編 | | | |
| 学術表彰の受賞件数 | 8件 | 19件 | 30件 | 38件 | | | |
| 科研費等外部資金の申請数と取得額 | 125件<br>1,261,278千円 | 137件<br>793,206千円 | 144件<br>1,127,234千円 | 158件<br>848,172千円 | | | |

※1 査読付き論文数：暦年で換算
※2 高被引用論文数：過去10年間における高被引用論文数
Essential Science Indicators（ESI）データに基づく

# Ⅲ．3．7　国際宇宙探査

2021年度 自己評価　B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．7 | Ⅰ．1．7. | | |
| アルテミス計画において、日米協力関係をはじめとする国際協力関係の強化への貢献を見据えつつ、我が国の宇宙探査計画を提案・実施する。提案に当たっては、宇宙科学・探査との連携、ミッションの科学的意義、「きぼう」/「こうのとり」等の技術実績の継承、異分野の企業を含む民間事業者の発展等を踏まえ、計画立案する。<br>アルテミス計画への戦略的な参画及び同計画の先を見据え、主体的に技術面を含めた我が国の計画の検討を進める。また、有人宇宙探査において重要となる技術のうち、我が国が優位性を発揮できる技術や他分野への波及効果が大きく今後伸ばしていくべき技術として、月周回有人拠点（ゲートウェイ）構築に向けては深宇宙補給技術（ランデブ・ドッキング技術等）と有人宇宙滞在技術（環境制御技術等）、有人月着陸探査活動に向けては重力天体離着陸技術（高精度航法技術等）と重力天体表面探査技術（表面移動技術、掘削技術、水氷分析技術等） の実証に、宇宙科学・探査における無人探査と連携して取り組む。その上で、アルテミス計画及びその一環であるゲートウェイ構築などに貢献し、日本人宇宙飛行士の活躍の機会を確保する等、我が国の宇宙先進国としてのプレゼンスを発揮する。 | 火星を視野に入れつつ、月での持続的な活動を目指す、米国主導の国際宇宙探査（アルテミス計画）への戦略的な参画及び同計画の先を見据え、主体的に技術面を含めた我が国の計画の検討を進め、国際調整や技術検討及び開発を行う。国際宇宙探査において重要となる技術のうち、我が国が優位性を発揮できる技術や他分野への波及効果が大きく今後伸ばしていくべき技術として月周回有人拠点「ゲートウェイ」の整備に向けては深宇宙補給技術（ランデブ・ドッキング技術等）と有人宇宙滞在技術（環境制御技術等）の技術検討・技術実証に取り組む。また、月着陸探査活動に向けては小型月着陸実証機（SLIM）、火星衛星探査機（MMX）等の機会も活用しつつ、宇宙科学・探査における無人探査と連携し、重力天体離着陸技術（高精度航法技術等）と重力天体表面探査技術（表面移動技術、掘削技術、水氷分析技術等）の技術検討・技術実証に取り組む。 | ・世界の宇宙機関間の宇宙探査調整メカニズムである国際宇宙探査協働グループ（ISECG）において、NASAとともにワーキンググループの共同議長機関として、有人月面探査の運用コンセプトの技術検討を主導し、基準文書として取りまとめた。<br>・また、本運用コンセプトのキーシステムとなる有人与圧ローバシステムの構築に関し、そのミッション要求とシステム要求（主要部分）をNASAと合意した。<br><br>・日米政府が合意したゲートウェイ（月周回有人拠点）のMOUで定めた日本の貢献となる環境制御技術と補給技術に関して、技術検討と要素の軌道上技術実証の準備を進めた。<br><br>・SLIMで実証する技術をベースに、月面裏面や高緯度域へのピンポイント着陸を可能にする高精度画像航法技術、障害物検知回避技術の検討を進めた。<br>また、「宇宙開発利用加速化戦略（スターダスト）プログラム」での検討と連携しつつ、月近傍測位基盤システム(LNSS) に着手した。<br>さらに、月極域探査ミッション（LUPEX）において、重力天体表面探査技術の要素技術検討を進めた。 | ・国際的な枠組みの中で初めてとなる月面探査の具体化に向けた運用コンセプトを取りまとめ、ISECG活動における今後の月探査活動の道標を示した。<br>・日本人初月面着陸の実現に向けて、NASAとの間で有人与圧ローバ研究等、アルテミス計画における日本の貢献案具体化の検討・調整を進めたことで、欧州や他のアルテミス署名国に先立ち、具体的な案文に基づく日米政府間の交渉の開始に繋げた。JAXAは、この政府間交渉を法務面でも支えている。<br><br>・これまでの地球近傍における測位システム構築等の実績や技術検討結果により、「スタータストプログラム」において、文科省公募事業「月面活動に向けた測位・通信技術開発に関する検討」の受託に繋げた。ベンチャーを含む民間企業と連携した体制を構築し検討を進めている。また、LUPEXにおいては、コロナ禍にも拘らずISROとの調整を進め、2022年3月の日印首脳会談共同声明でも協力の進展が言及された。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ①ゲートウェイ居住棟<br>ゲートウェイへの貢献として、NASA等が提供する居住棟に対し、中核的な生命維持等の機器を提供する。 | ●ゲートウェイ居住棟へ提供する環境制御・生命維持装置等の機器について、基本設計を進める。また、設計の固まったものから順次製作に着手する。（基本設計完了予定：令和4年度、製作完成予定：令和6年） | ゲートウェイへ提供する機器について、NASA、ESAと協力してシステム仕様を設定し、システム定義審査を完了した。本格的な開発に向けた体制を整え、基本設計に着手した。また、HALO等へ提供する機器等については、順次製作に着手している。 | 有人宇宙滞在に係る基幹技術である生命維持機能のコア技術を確立する。また、今後の有人宇宙探査システム（有人与圧ローバ等）への適用が期待される。 |
| ②ゲートウェイへの物資補給<br>ゲートウェイへの物資・燃料補給を行うことを目指し、ISSへの物資輸送ミッションの機会を活用して新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）によるドッキング技術実証等を行う。 | ●ゲートウェイへの物資・燃料補給を行うことを目指し、HTV-Xを活用した実証に向けて自動ドッキングシステムの基本設計を進める。また、設計の固まったものから順次製作に着手する。（基本設計完了予定：令和3年度、製作完成予定：令和5年度） | 自動ドッキング技術実証ミッションについて、システム定義審査を完了した。本格的な開発に向けた体制を整え、基本設計に着手し、加えてドッキング試験設備の改修を終え、EM試験を開始した。<br>3年度までに基本設計は完了できなかったが、設計が固まったコンポーネント等から先行してEM製作試験等を進めるなどの工夫により、全体スケジュールへの影響は最小限に抑えている。<br><br>先行している相対航法センサについては、EM試験において性能要求達成の目処を得るとともに、ドッキング向けソフトウェア設計を終えた。 | • 世界最軽量、かつ高信頼性のドッキング機構の技術獲得に向けた進展を得るとともに、JAXA独自のドッキング試験設備構築およびデジタルツイン導入による効率的な開発技術の獲得に向けた検討も進めている。<br>• 海外競合品と比べて省電力の航法センサ(フラッシュ・ライダ)について、性能要求達成の目途を得た。また、検出器開発企業が、地上の自動運転分野等への展開を目指した仕様要求設定・カスタマイズを進めている。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ③月極域探査による月面の各種データや技術の共有<br>重力天体表面探査技術の実証及び月極域における水資源の存在と利用可能性を確認し、獲得した月面の各種データを米国に共有するために、インド等との国際協力により、月極域探査機の開発を行う。 | ●インド等との協力による月極域探査機(LUPEX)の基本設計等を進める。また、設計の固まったものから順次製作に着手する。（基本設計完了予定：令和4年度、製作完成予定：令和6年度） | 月極域探査機ローバシステム、ローバ搭載観測機器（水資源分析計および近赤外画像分光装置）について、システム定義審査を完了し、本格的な開発に向けた体制を整え、基本設計に着手した。また、コロナ禍によりインドの社会機能が強く制限され、オンラインでの調整も難航する中、政府、研究者間など複数の交渉ルートを駆使しながらISROと調整を進め共同計画としてPhase-A Study（予備設計活動）を完了し、Phase-B-Study（基本設計活動）を開始した。<br><br>原子力を用いない長期間の月探査（越夜等）を実現する世界最高密度（従来比40%増）を誇る超高エネルギー密度リチウムイオン電池について、開発モデルを用いた寿命試験等を行い、電池セルレベルの開発を完了させた。 | 持続的な月面活動に向けて、世界に先駆けて水氷の直接定量分析を行い、月極域における水の存在量や存在形態など、水の資源としての利用可能性の判断に資するデータを取得する。<br>科学への貢献に加え、月面における民間活動の呼び水となる期待感が外部評価においても示された。 |
| ④月面探査を支える移動手段（与圧ローバ）<br>非宇宙分野の民間企業の車両走行技術等を活用しつつ、持続的な月面探査を支える移動手段として与圧ローバの開発研究を進める。また、キーとなる要素技術について先行的な研究と技術実証を進める。 | ③持続的な月探査活動の実現に必要となる基盤技術として、月面探査を支える移動手段、環境制御・生命維持技術の高性能化、月面環境計測等の研究開発を進め、技術成熟度の向上を図る。 | 与圧ローバを用いた月面探査活動について、米国が提供する月面インフラとの連携も含めNASAと協議し、与圧ローバシステム検討のベースラインとなるミッション要求とシステム要求（主要部分）をNASAと合意した。これと併行して、与圧ローバのシステム検討や要素技術の試作試験を非宇宙のグローバル企業（トヨタ、ブリヂストン、ホンダ等）と連携して推進した。また、月面環境計測に向けた超小型ロボットのフライト品開発の完了目途を得た。 | 与圧ローバシステムの検討や、要素技術としての再生型燃料電池研究の推進、月面環境計測等において、非宇宙関連の技術の活用を積極的に進めたことで、これら企業が今後の宇宙活動に参画する足がかりを提供できた。<br>また、月極域における広範囲の探査活動を実現するために必要な与圧ローバを日本が提供することを前提に、NASAとの協議で具体的なミッション要求を作成したことで、アルテミス計画における有人月面活動の運用シナリオを具体化することができた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| これらの活動を通じ、政府と協力して、ISSパートナーとの関係の一層の強化及び新しいパートナーとの関係の構築を図り、新たな国際協調体制やルール作りに貢献するとともに、獲得した技術の波及による産業の振興にも貢献する。<br>これらの活動の推進に当たっては、広範な科学分野の参画を得るとともに、非宇宙分野を含む多様な民間企業や大学等の優れた技術の活用を進め、人材を含めた技術基盤の強化と裾野拡大を図る。また、そのため、技術実証機会の拡充や、民間企業等の参画意欲を喚起する取組を進める。 | また、計画の具体化と推進にあたり、以下の取組を進める。 | | |
| ①科学分野との連携の推進<br>測位・通信・リモートセンシングや多点探査等、ゲートウェイの活用も含めた取組を科学コミュニティと連携して検討し、広範な科学分野の参画も得て推進する。 | ①科学コミュニティとも連携して、ゲートウェイの活用等を含めた取組を検討する。これらも踏まえて国際調整パネルにおいて国際パートナーとともにゲートウェイの全体利用計画を策定する。 | ゲートウェイを用いた利用について、国際調整パネル（GUCP: Gateway Utilization Coordination Panel)にて、科学コミュニティと連携して、継続的に長期的な利用戦略(Gateway 15year Outlook)策定の議論を進めている。更に、将来の持続的な月面活動や月面利用に必須となる月面環境の計測や世界をリードする成果の創出が期待される月面での科学に関してのフィージビリティスタディ（FS）活動を計画、科学コミュニティと協力して研究を開始した。 | 科学コミュニティと連携し、アルテミス計画における月面科学の具体化に向けた国際的な議論を開始した。有人与圧ローバのミッション検討やFS活動と連動して具体的な機会の検討を進め、科学成果創出に貢献する。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ②民間企業等との連携の推進<br>　非宇宙分野を含む民間企業や大学等の持つ優れた技術やリソースを活用した研究開発、宇宙探査プロジェクトへの新規参加促進を進める。その際、民間企業等のコミュニティとの連携を強化し、民間企業等による主体的な活動に向けて、民間企業等との情報・意見交換を通じて、積極的に意見を取り入れるとともに、宇宙探査と地上でのビジネス・社会課題解決の両方を目的として研究開発を行う宇宙探査イノベーションハブ等の仕組みを活用する。 | ②広範な民間企業や大学等の新規参加を促進するため、産業界等との連携を強化して、ゲートウェイ、月周回軌道、月面等における利用機会構築に向けた取組を進める。具体的には、ゲートウェイ利用に向けて、国内の利用テーマ候補を公募・選定し、実現性検討を開始するとともに、民間サービスを活用しその事業自立化を目指す月周回や月着陸の実証機会について検討し、事業化に資する具体的なミッション案を策定する。 | 産官学を含めて、月面や月周回への実証機会の提供と、将来的には民間からのサービス調達の仕組みの導入も視野に入れた「月探査促進ミッション」の検討を進めている。更に、具体的なミッション検討の一環として、スターダストプログラムにおいて、「月面活動に向けた測位・通信技術開発」をMEXTから受託し、測位実証機、搭載通信システム及び地上局などの検討をベンチャー企業を含めた広範な民間企業と連携して進めている。<br><br>ゲートウェイ利用については、初期段階における利用機会を確保し、日本人研究者も参画する形で進める国際協力ミッションとしての放射線計測や、日本の水星探査ミッション（Bepi Colombo）の技術を用いた月周回軌道のダスト環境計測の実施を進めている。<br><br>2019年度に発足した「有人与圧ローバが拓く“月面社会”勉強会」は、非宇宙分野を中心に参加企業が136社に上り、2021年度は、将来の月面社会のビジョン共創として、前年度に構築した月への輸送手段や月面移動等の個別検討チーム（15チーム約200名）活動を推進した。 | 持続的な月面探査の実施、更にその先の民間活動に向けて、初期のインフラ構築段階からベンチャー企業や非宇宙関連企業を含めて情報・意見交換や連携を進め、オールジャパン体制で活動を進めている。<br><br>ゲートウェイ利用の初期段階から、ISS/きぼうや深宇宙探査ミッションで培った日本の優位な技術を用いて参画することで、今後のゲートウェイ利用における日本発ミッションの多様性・発展性を示し、科学分野におけるイニシアチブ確保に貢献している。<br><br>3年間の勉強会活動を通じて、非宇宙分野を中心に参加企業の拡大と月面活動への理解増進に大きく寄与している。本勉強会は引き続き推進し、国内企業等の探査活動への参入や、探査シナリオへの反映および探査ミッション検討に繋げる。 |
| | | | |

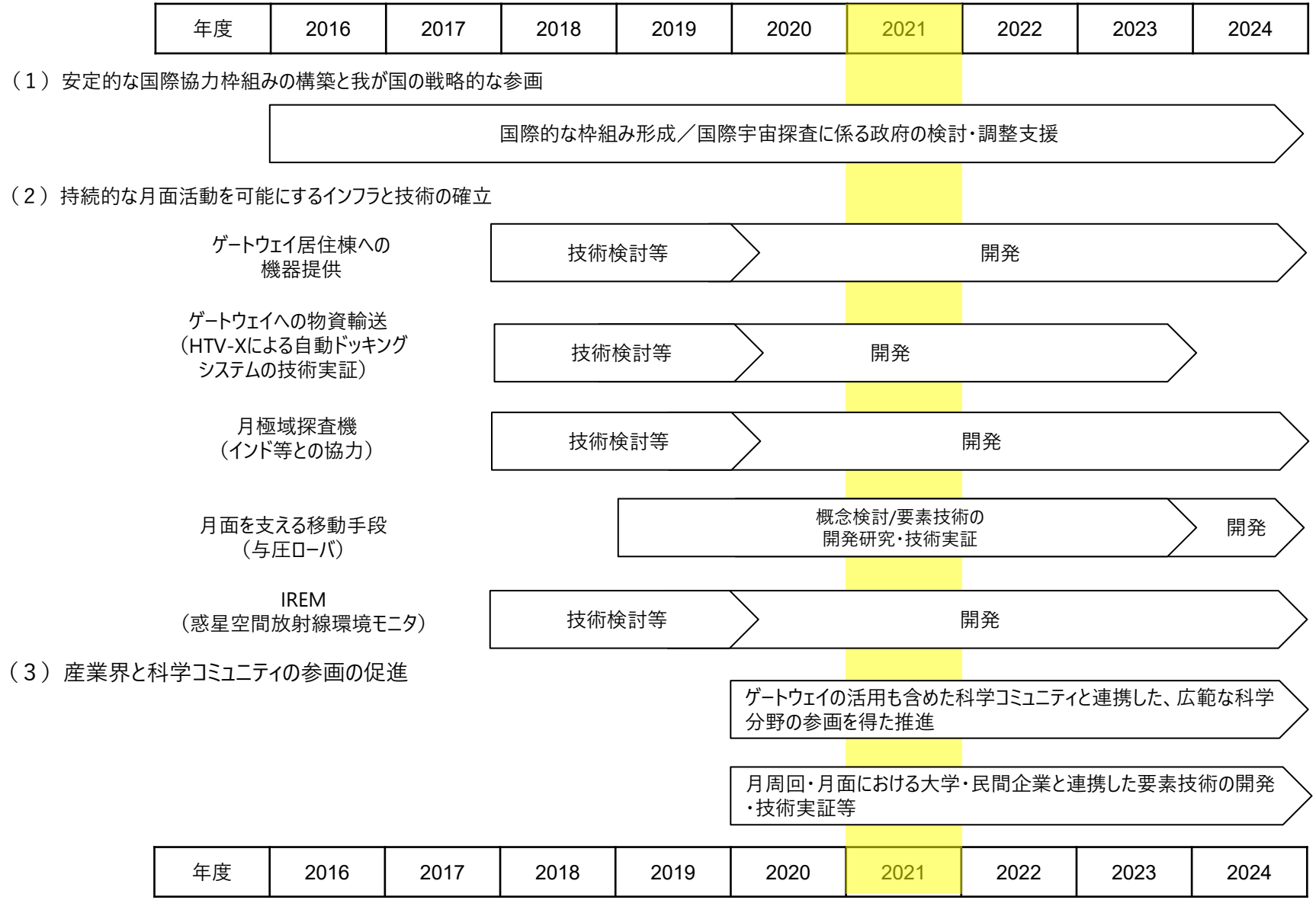
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ③将来の探査に向けた技術基盤の強化<br>月以遠への探査等、今後想定される国際的な探査プログラムの進展に向けて、環境制御・生命維持技術の高性能化や、重力天体着陸技術（高精度航法技術等）の高度化等、基盤技術の研究開発を進めるとともに、「きぼう」等の活用や地球周回軌道、月周回軌道及び月面等における実証機会の拡充に取り組む。 | ③持続的な月探査活動の実現に必要となる基盤技術として、月面探査を支える移動手段、環境制御・生命維持技術の高性能化、月面環境計測等の研究開発を進め、技術成熟度の向上を図る。また、技術検討・研究開発を踏まえて、月周回・月面における具体的な実証ミッションを提案する。 | 環境制御・生命維持技術として完全再生ECLSSの実現に向け、高効率な水再生や空気再生システムの基盤技術の確立に向けた研究を進めている。また、超小型ロボットを用いて月面移動技術の研究開発に資する月面環境データを取得するミッションの実現に向けて開発を進めている。更に、スタードストプログラムと連携し、月周回における測位・通信技術の実証ミッションの検討を開始した。 | 持続的な月探査活動の実現に向けて、必要となるインフラ構築における要素技術や月面環境計測に必要な技術の検討を進めることで、将来の有人宇宙探査ミッションを実現する有人システム（有人与圧ローバ等）への適用が期待される。 |
| | ●MMXへの搭載に向け、惑星空間放射線環境モニタの基本設計を完了し、詳細設計・製作に着手し、開発を進める。（詳細設計完了予定：令和3年度、製作完了予定：令和6年度） | MMXへの搭載に向け、惑星空間放射線環境モの基本設計を完了し、詳細設計・EM製作に着手した。なお、コロナ感染拡大の影響を受けて、EM用部品入手の遅れが発生し、令和3年度末までに詳細設計完了はできなかったが、MMXとのインタフェースに関わる試験等を優先することで、MMX計画全体へのスケジュール影響はない。 | 太陽フレアという飛行士にとって非常に有害な放射線イベントについて、特に有害な100Mev以上の放射線スペクトラムを、世界で初めて深宇宙で計測する。このデータは、有人月・火星探査での宇宙飛行士の国際的な被ばく管理運用に貢献するとともに、日本の国際プレゼンス向上に寄与することが期待される。 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>○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）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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）安定的な国際協力枠組みの構築と我が国の戦略的な参画
国際的な枠組み形成／国際宇宙探査に係る政府の検討・調整支援
（２）持続的な月面活動を可能にするインフラと技術の確立
ゲートウェイ居住棟への
機器提供
技術検討等
開発
ゲートウェイへの物資輸送
（HTV-Xによる自動ドッキング
システムの技術実証）
技術検討等
開発
月極域探査機
（インド等との協力）
技術検討等
開発
月面を支える移動手段
（与圧ローバ）
概念検討/要素技術の
開発研究・技術実証
開発
IREM
（惑星空間放射線環境モニタ）
技術検討等
開発
（３）産業界と科学コミュニティの参画の促進
ゲートウェイの活用も含めた科学コミュニティと連携した、広範な科学分野の参画を得た推進
月周回・月面における大学・民間企業と連携した要素技術の開発・技術実証等
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．３．７　国際宇宙探査

**2021年度 自己評価　B**

**【評定理由・根拠】**

国際協働による持続的な月探査と、その中での日本人飛行士による月面着陸の実現に向け、中長期的な戦略に基づき様々な取組を連携させて進めている。2021年度は、昨年度に合意形成された政府レベルの協力枠組み（「ゲートウェイに関する日米間MOU」他）に基づき、コロナ禍で国内外との調整が難航する中にあっても、国際宇宙探査に係る事業の具体化を着実に進めた。特に、2020年代後半以降の持続的な月探査のキー要素となる**有人与圧ローバシステムについて実現性の目途**を得るとともに、その運用に必要となる**測位・通信システムのアーキテクチャ検討を開始**した。また、**月極域における水資源利用の可能性を調査する月極域探査機（LUPEX）や、地球ー月面間の中継拠点ゲートウェイの居住棟開発のプロジェクト化を実現**。さらに、**月面活動協力に向けた法的枠組みの構築やゲートウェイ計画の実施取り決めに関する日米政府間の協議を支援し、合意に向けて貢献**した。これら一連の取組により、2021年末の宇宙開発戦略本部の会合において、総理による「2020年代後半の日本人月面着陸実現を目指す」ことの発言につながった。なお、年度計画で設定した業務は概ね達成した。　主な業務実績・成果は、以下のとおり。

## １．安定的な国際協力枠組みの構築と我が国の戦略的な参画

### （１）ゲートウェイや日本人の月面着陸の実現に向けた日米協力の推進と、国際プレゼンス向上への貢献

- 日米政府が合意したゲートウェイ（月周回有人拠点）のMOU（了解覚書）で定めた日本の貢献内容を具体化するため、**ゲートウェイへの物資補給シナリオなどに関して、技術的な実現性を示すことで政府間協議を支援**した。
- 日本人による月面着陸の実現や有人与圧ローバ等を用いた持続的な月面活動の展開に向けた検討において、月面活動における飛行士の刑事裁判権等の管轄権や損害賠償の相互免責、知財の扱い等を明確にするため、新たな政府間合意が必要であると分析し、**日米政府間の法的枠組み整備の必要性をNASA及び日本政府に働きかけてきた。その結果、日本政府による交渉開始の方針決定と米国への協議の申し入れに至った。**並行して、技術面では、JAXAがNASAとの間で有人与圧ローバ研究等、アルテミス計画における日本の貢献案具体化の検討・調整を進めたことで、**欧州や他のアルテミス署名国に先立ち、**米国も法的枠組みの協議に応じ、2021年12月より**具体的な案文に基づく交渉が開始された**。
- JAXAとして初めてとなるISRO（インド宇宙研究機関）との本格的な協力ミッションとして、月面での持続的な活動計画構築のキーとなる月南極域での水資源利用の可能性を探査する**月極域探査機（LUPEX）計画をプロジェクト実行フェーズに移行**させた。コロナ禍によりインドの社会機能が強く制限され、オンラインでの調整も難航する中、政府、研究者間など複数の交渉ルートを駆使しながらISROと調整を進め、**日印首脳会談共同声明でも協力の進展が言及された**。

### （２）月探査活動の具体化に向けた技術シナリオ検討や、有人月面活動の運用コンセプトに係る国際間協議を主導　【補足１参照】

- 世界の宇宙機関間の宇宙探査調整メカニズムである国際宇宙探査協働グループ（ISECG）において、NASAとともにワーキンググループの共同議長機関として、有人月面探査の運用コンセプトの技術検討を主導し、初めて基準文書として取りまとめ、国際的な月探査計画策定の具体化に向けた道標を示した（2021 年12月）。併せて、月面探査における日本の貢献案である**有人与圧ローバのミッション要求とシステム要求（主要部分）をNASAと合意（2021年12月）**するなど、有人月面探査ミッションの具体化に必要な基盤構築を推進した。
- 国際宇宙探査を戦略的に進めるためにJAXA独自に策定した探査シナリオを改定し、政府より示された「月面活動における基本的な考え方」も踏まえ、持続的な月面活動で必須インフラとなる月面での測位・通信技術の獲得に向け、**NASA、ESAと測位・通信アーキテクチャに関する議論を開始**した。**統一的なアーキテクチャを目指す国際的な活動の一翼を担う**とともに、国内では、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）における研究開発を受託し、**国内のベンチャー企業や他研究開発機関（情報通信研究機構：NICT）とも連携**して測位実証機、搭載通信システム、地上局などの検討を進めた。

【評定理由・根拠】(続き)

## ２．持続的な月探査活動を可能にするインフラと技術の確立

### （１）ゲートウェイの日本貢献案の実現に向けた技術の確立

- ゲートウェイの基盤システムである居住棟環境制御・生命維持機能（ECLSS）について、NASA/ESAと協力して具体的なシステム仕様を設定するとともに、**本格的な開発に向けて体制を構築し、基本設計に着手した。**空気再生システムについては、地上試験においてCO2除去性能を達成する見込みを得るとともに**小型化・高効率化を実現する要素技術についても試作試験により性能目標を達成**した。また、将来探査に向けて生命維持物資（空気・水等）の補給を最小限とする「完全再生ECLSS」研究については、水再生システムでキーとなる高温高圧水電解技術について、模擬尿を用いて**「きぼう」での軌道上実証**を行い、**NASAを上回る小型・省電力の尿再生装置の実現に向けた原理実証に成功**した。【補足２参照】
- HTV-Xによるゲートウェイ補給に向けた自動ドッキングシステムの開発では、**ソフトキャプチャシステムの技術的成立性のカギとなる回生電流方式を確立し**、2020年度の国内特許出願に続き、**開発企業と連名で国際特許を出願した。**また、非協力物体対応のライダーとして測距分解能、消費電力、質量、サイズで世界最高を実現する可能性がある高感度3D画像検出器を採用した**「フラッシュ・ライダ」についても、EMを用いた距離・方向測定試験等によりセンサレベルで性能達成の目途を得た。**さらに、開発企業により民生用途（自動運転分野）への展開に向けた仕様要求設定やカスタマイズが開始された。【補足３参照】

### （２）将来の月面探査活動を戦略的に推進するためのシステム検討、要素技術開発

- 月面探査を支える移動手段である有人与圧ローバについて、月極域における広域探査ミッション（1回の有人探査で最大32日、10年で10,000km走行）を定義した。これらに基づき与圧ローバのシステム検討を**非宇宙のグローバル企業（トヨタ、ブリヂストン、ホンダ等）と連携**して推進し、**与圧ローバシステムの成立性の目途**が得られた。【補足４参照】
- 月極域探査ミッションにおいては、**世界初となる月面での含水率の水平・垂直分布の直接測定を実現する目途**を得て、本格的な開発に向けて体制を構築し、探査機/ミッション機器の基本設計に着手した。また、必要な越夜性能を実現する**宇宙用で世界最高密度（従来比40%増）を誇る超高エネルギー密度リチウムイオン電池**について、**電池セルレベルの開発を完了**させた。**同電池については、ISROの着陸機への搭載に向けた具体的検討が開始されている。**【補足５参照】
- 持続的な月探査活動に必須となる月面輸送能力について、基幹ロケット発展型構想と連携して中型着陸機の概念検討を実施し、ESAのランダを上回る能力と単価により2-3トンの輸送能力の実現性があることを確認した。また、このコンセプトで必要な液体水素エンジンの採用で課題となる液体水素の蒸発対策について、**2020年度の成果を踏まえた高性能多層断熱材の1/2スケールモデルの熱真空試験により、世界最高水準の断熱性能（海外類似品に対し質量単位で2倍以上）を確認しTRL（技術成熟度）4を達成**した。**この技術は、地上における液体水素輸送への応用も期待**される。【補足６参照】

【評定理由・根拠】(続き)

**3．産業界・科学コミュニティを巻き込んだ宇宙探査の推進**

- 月面探査活動において、国際優位性のある日本発の科学ミッション創出や、持続的探査を実現するアーキテクチャやシステム検討を推進するにあたり、産業界や科学コミュニティとも連携した検討を開始した。
  - 日本にとって意義のある搭載ミッションを早期に設定してNASA等と協議するため、**宇宙理学委員会／宇宙工学委員会と連携**し、**月面の環境計測及び月面の科学に関してのフィージビリティスタディを募集、選定し研究を開始**した。【補足 7 参照】
  - JAXAにおける具体的なミッションの検討の一環として、「月面活動に向けた測位・通信技術開発」をスタータダストプログラムの枠組みで受託し、**ベンチャー企業や他研究開発機関（NICT）とも連携**し、測位実証機、搭載通信システム、地上局などの検討を開始した。【補足 8 参照】
  - 本格化する月面利用を見据え、**科学コミュニティや産業界に対して月面・月周回軌道での実証・利用機会を定期的に提供**するとともに、**民間企業による輸送サービスの事業自立化も視野に入れた**取り組みとして、「月探査促進ミッション」を企画立案し、民間企業と連携した具体的な検討を開始した。【補足 8 参照】
- **民間事業者による月輸送サービスを活用**し、超小型ロボットを月面上で走行させることで月面データを取得するミッションについて、**タカラトミー・ソニーなど幅広い分野の民間企業と連携**して開発を進め、来年度のミッション実施に向けてフライト品の開発完了の目途を得た。
- ゲートウェイの最初のモジュール打上に向けて、放射線環境観測やゲートウェイ運用に資する建設初期の月周回軌道上のダスト環境の観測を行うミッションを国際協力で設定した。**科学コミュニティとも連携し、水星探査機（Bepi Colombo）やMMXに搭載する日本が世界に先行する宇宙塵計測センサ技術を活用**することで**日本の強みを持って国際貢献**を果たし、**国際的なプレゼンスの発揮に貢献**している。【補足 7 参照】
- 2019年度に発足した「有人与圧ローバが拓く"月面社会"勉強会」は、**非宇宙分野を中心に参加企業が136社**に上り、2021年度は、前年度に構築した将来の月面社会のビジョン共創を検討する個別チーム活動を推進するとともに、実現に向けて課題となる大容量通信およびロボットアームの活用について新たに課題解決チームを編成し、より深化した検討に進んだ。

## 評定理由・根拠（補足）

# 補足１：安定的な国際協力枠組みの構築

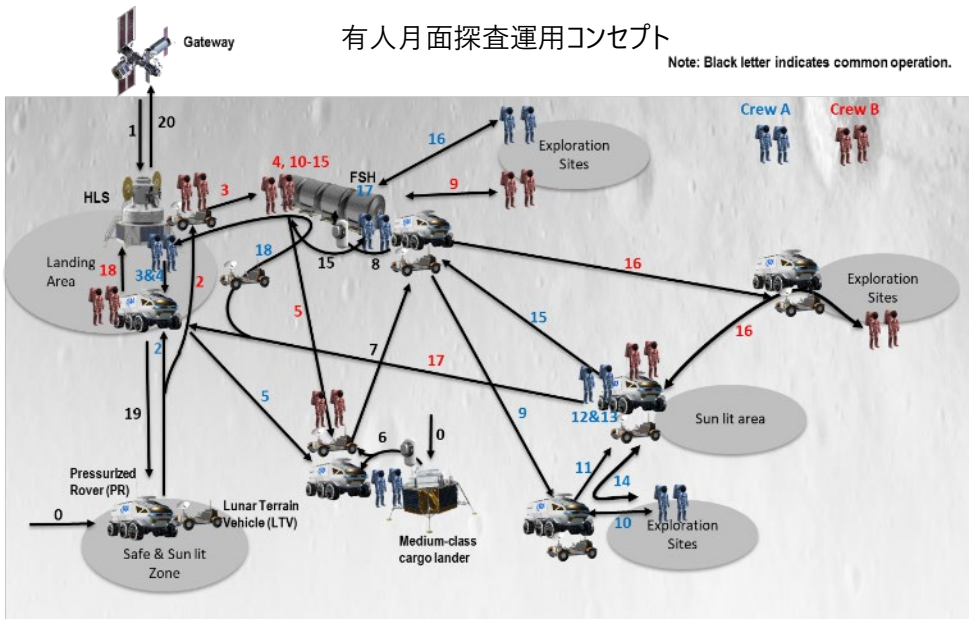
### 背景

政府と協力して、ISSパートナーとの関係の一層の強化及び新しいパートナーとの関係の構築を図り、新たな国際協調体制やルール作りに貢献する。（中長期計画）

### アーキテクチャWG議長機関として月面運用コンセプト検討を主導

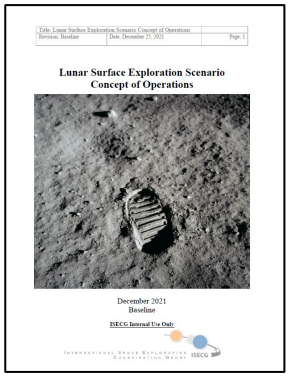
- 世界の宇宙機関が参加する国際宇宙探査協働グループ（ISECG）において、**JAXAはアーキテクチャ（探査全体システム検討）WG共同議長機関として有人月面探査の運用コンセプト文書作成を主導した。（2021年12月完成）**
- 運用コンセプト文書は、ミッションで想定される典型的な運用手順を分析することにより、エレメントの過不足やエレメント自体の機能要求をアウトプットするもの
- 広域での有人月面活動の具体化に向けて、中核的な要素となる有人与圧ローバの活用を軸としたシナリオの検討・調整を進めた。
- NASA、ESAと測位・通信アーキテクチャに関する議論を開始し、統一的なアーキテクチャを目指す活動を主導。

有人月面探査運用コンセプト




### 得られたアウトカム

- **国際的な枠組みの中で、初めて具体的な有人月面探査の運用コンセプト文書を作成**したことで、その共通運用コンセプトを宇宙機関間で共有することを可能とし、その取りまとめを行ったことで日本の存在感を高めた。
- この運用コンセプト文書の成果である、運用コンセプトをベースに導出されたエレメントへの機能要求は、各エレメントの開発を計画する宇宙機関にとって開発仕様のベースラインを与えるとともに、より確実な有人月探査ミッションの実現に貢献する。




有人月面探査運用コンセプト文書

機能要求



有人与圧ローバ



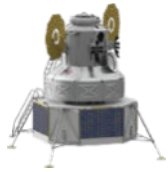
有人曝露ローバ



宇宙服



貨物ランダ



有人ランダ

## 評定理由・根拠（補足）

# 補足2：生命維持機能（ECLSS）の開発

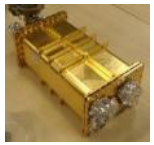
### 背景・課題

- 国際有人宇宙探査の最初のステップである月周回有人拠点「ゲートウェイ」において、日本がキー技術や強みのある有人宇宙滞在技術を基に国際居住棟（I-HAB）に生命維持機能を提供することにより、長期に継続する国際有人宇宙探査における当該技術の実績と優位性を確保する。
- 将来の持続的な月周回・月面活動における生命維持に必要となる空気・水等を完全に再生できる完全再生ECLSSの実現に向けて基盤技術の開発に取り組む。

### ゲートウェイ搭載ECLSSの開発着手と再生ECLSSの基盤技術確立の目途付け

#### ①ゲートウェイ搭載ECLSSの確実な開発

- CO2除去性能評価のためクルー1人分および4人分処理の反応筒を試作し、ゲートウェイ、ISSの模擬環境で性能試験を実施。CO2吸脱着サイクルや吸着剤加熱時間プロファイル等の運転条件を最適化した結果、CO2除去性能が目標を概ね達成できる見込みを得た。
- ゲートウェイの厳しい寸法・電力リソース要求に対し、ECLSS全体システムでの性能達成に向け、民生品を活用した超小型ブロワや、３Dプリンティングによる高効率な熱交換器などシステム構成機器の実証を進め、機器レベルで目標性能に到達した。

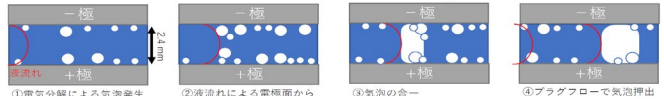

ISS実証機搭載用のCO2吸着筒試作品


超小型ブロワ


熱交換器

#### ②世界最高レベルの高効率水再生システム

- NASA水再生技術と比較し小型低電力で尿中の有機物を効率よく分解可能な、高温高圧水電解をベースとした尿再生装置の「きぼう」宇宙実証を進めた。実尿相当の有機物を含む模擬尿を微小重力でも継続的に水電解処理できることを実証した。また実験データから微小重力での流体挙動を推定し、クルー4人分の尿再生処理装置開発に反映可能な知見を得た。



電流電圧データから推定した微小重力環境における電気分解セル内での流体挙動

- 凝縮水再生処理装置のゲートウェイ搭載に向けた概念検討を実施し、厳しいリソース制約においても処理性能を発揮するための技術課題・リスクの識別と対策の立案、開発計画の検討等を含むシステム検討を実施した。

#### ③廃棄物処理

- 月面ローバ向けトイレを試作し、筐体の軽量化、座高調節機能による高身長や男女共用化、便の梱包時の空気量100 mL低減等の工夫により、小型、軽量、消耗品低減の見込みを得た。


月面ローバ向けトイレ試作品

### 得られたアウトカム

- I-HABに係る審査会等においてNASA等に示した仕様・性能が高く評価され、ゲートウェイにおける日本の貢献案であるECLSSの具体化を推進した。
- 月周回・月面における生命維持に必要となる物資（空気・水等）の補給を最小限とする「完全再生ECLSS」の実現に向けた空気再生、水再生、廃棄物処理等の基盤技術の確立に向けて、宇宙搭載化の目途を得た。

### 期待されるアウトカム

- 完全再生ECLSSが実現されれば、物資補給量の大幅削減による輸送コストの低減に資するとともに、月面での拠点構築や有人与圧ローバへの展開を図ることで持続的な探査計画の実現に貢献できる。
- 国際宇宙探査計画における日本の技術の優位性を示すことで、国際協力におけるプレゼンスの更なる向上が期待される。

# 補足3：ゲートウェイ物資補給に向けた自動ドッキングシステムの開発

## 背景・課題

- HTV-Xを活用してゲートウェイ計画の中核機能である物資補給を提供することを、日本の貢献案としてゲートウェイMOUで合意している。
- 軌道上宇宙飛行士を介在することなく、自動で宇宙機をドッキングする技術（国際標準に準拠したドッキング機構を含む）は、ゲートウェイへ補給するために必須の技術である。
- HTV-Xの国際宇宙ステーション（ISS）への物資輸送の機会を利用してISSとの自動ドッキングの事前の軌道上技術実証を行う。

【課題】
- ゲートウェイ輸送における質量価値を踏まえ、輸送における最も重要な国際競争力指標であるシステムの質量低減。
- 深宇宙ミッションにおいて、限られた質量制約の中で、高い自律性と信頼性の確保。
- 将来ミッションに向けたさらなる軽量化や要求へのきめ細かい対応。

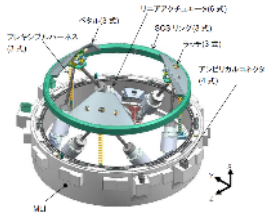
【新規開発】
①航法センサ（ISS/ゲートウェイとの相対的な位置・姿勢を測定）
②ドッキング機構（国際標準に沿った機械的結合機構）

## 軽量化・高信頼性を実現するコア技術の確立

①航法センサ
- 高性能・低リソース（質量、電力、サイズ）かつ将来ミッションへの対応に優れたFlash型のLidarを採用、開発を進めている。
- 「フォトンカウンティングレベルの高い感度」と「サブナノ秒(数センチメートル）のTime of Flight分解能」を併せ持った世界初の検出器について、高感度である反面、ノイズ光に敏感であるため、光学系や画像処理等の設計最適化に加え、フライト環境に近い条件（模擬太陽光源や飛行場の直線路等を活用）で試験を行う等の工夫により、H/W性能要求達成の目処を得た。
- この高感度な検出器を使用することで、計測に必要なレーザー光の出力を抑えることが可能となり、海外競合品と比較して消費電力を十分低く抑えた（約60～75%）航法センサ開発が可能となる。




②ドッキングシステム
- ドッキングの再トライを可能とするソフトキャプチャシステムのカギとなる回生電流方式を応用した技術を確立し、民間企業と連名で特許出願済み(国内出願＋外国出願)。質量制約の中で高い自律性と信頼性を確保することが可能となり、ドッキングシステムの軽量化に貢献。
- 基本設計を開始し、ドッキング機構コントローラEM試験に着手した。
- 国内ドッキング試験設備改修を完了。また、統合ダイナミクス解析環境を構築し、試験結果のコリレーション作業を実施中。

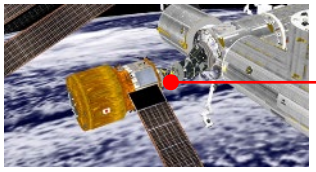

ドッキング機構

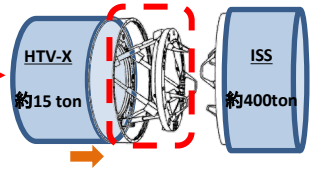
## 得られたアウトカム

- 補給システムのキー技術であるドッキングシステムの軽量化及び高機能・高信頼性の実現の目途が立ち、我が国の補給能力の国際優位性と自律性を確保した。結果、ゲートウェイにおける日本の貢献案である物資補給技術の具体化を推進した。

## 他機関との連携

Flash Lidar検出器開発メーカが、検出器の民生用途への展開を目指した仕様要求設定・カスタマイズを進行中。


ISSへのドッキング実証



ドッキング機構

## 期待されるアウトカム

- 検出器の自動運転分野への展開。
- 他の深宇宙探査システムや軌道上の衛星に対する燃料補給、修理、改修等による衛星の寿命向上・デブリ除去等への展開。


自動運転車載センサ


深宇宙探査

## 評定理由・根拠（補足）

# 補足４：有人与圧ローバに向けた研究開発

### 背景・課題

- **米国が主導するアルテミス計画において、持続可能な月面探査の構築に向けて必須のシステムである有人与圧ローバを開発して提供**する。
- 日本が強みを持つ自動車分野を中心に**宇宙産業の枠を超えた技術を糾合して開発を進める。**

### NASA及び宇宙産業の枠を超えた共同研究

**①NASAとの共同検討**

- 米国が提供する月面インフラとの連携も含めた与圧ローバを用いた月面探査活動の運用コンセプトおよび運用コンセプトを踏まえたミッション要求、システム要求について合意した（なお、ペイロード支援要求については引き続き調整中）。また、与圧ローバシステム検討に必要な月面環境条件（日照、走行条件等）を検討し、月極域における広域探査ミッション（1回の有人探査期間最大32日、10年間の運用で計約10,000km）を定義した。



自動運転実証試験

**②トヨタ自動車との共同研究**

- 有人与圧ローバは、月面の広域探査を可能とする有人の移動体であり、世界でもかつて実用化されたことがなく、その開発にあたっては月面環境（1/6G、レゴリスダスト、高放射線環境、長期間越夜環境、温度環境、走行路面の不確定性等）という、JAXAが今まで実施してきた宇宙開発では経験のない条件下で長期間運用することが求められている。その実現に向けての大きなシステム課題である「打上げ質量（目標8.5トン）」、「排熱システム」、「電力システム」の成立性について、実現性検討及び試作試験（オフロード自動走行試験、水電解システム試作試験、有人与圧ローバモックアップによる操縦インタフェース確認・画像運転支援）を実施し、初期運用フェーズにおける与圧ローバシステムの成立性の目途が得られた。質量については、目標値に対して未達であるため、NASAとの打上げ質量調整含め、質量低減策について検討を継続する。



循環型再生エネルギーシステム

**③本田技術研究所との共同研究**

- 有人与圧ローバの長期間越夜を、リチウムイオン電池よりもはるかに高いエネルギー密度で支える再生型燃料電池システムの実現を目指し、本田技術研究所が有する高圧水電解技術に対し、月面での使用を踏まえ純酸素を適用したシステムの概念検討および要素試験を実施し、実現に向けた課題抽出並びに来年度以降の作業計画を立案した。

**④与圧ローバの研究開発に向けた月面でのデータ取得**

- 与圧ローバの航法・誘導技術及び走行技術の実現性、設計精度の向上を目的として、民間事業者による月輸送サービスを活用し、超小型ロボットを月面上で走行させてデータを取得する「民間企業の月着陸ミッションを活用した月面でのデータ取得」ミッションについて、民生技術を最大限活用することで打上げ質量制約に収まるよう超小型ロボットフライト品の開発・試験を着実に進め、来年度のミッション実施に向けてフライト品の開発完了の目途を得た。


超小型ロボット（月面でのイメージ）

### 得られたアウトカム

米国アルテミス計画における月極域探査において、与圧ローバは広範囲の探査実現に必要不可欠なエレメントの1つとしてNASAの探査シナリオにも位置付けられ、NASAとの共同検討を継続(延長)することについて合意を得た。

### 期待されるアウトカム

・有人与圧ローバの開発と提供を通じて月面での日本人宇宙飛行士の活動機会の確保等、我が国の宇宙先進国としてのプレゼンスを格段に向上させる。
・有人与圧ローバの開発成果は、すそ野が広い自動車産業を中心に地上の幅広い分野への展開と波及効果が期待できる。

# 補足５：重力天体表面探査技術の開発と月極域探査ミッションの本格的開発への移行

## 背景・課題

- 月の水資源が将来の宇宙探査活動に利用可能か判断するため、インド等との国際協力にて月極域探査機を開発し、水の量と状態を解明するためのデータを取得する。この探査機の開発において、コア技術である水資源を分析するセンサと長期間の月面運用を可能とするリチウムイオン電池の開発がカギとなる。
- 持続的な月探査活動の実現に向けて大きな課題である熱・温度・エネルギーの観点からも超高エネルギー密度リチウムイオン電池は重要な技術。

【課題①】　高性能で信頼性の高い宇宙用水資源センサ技術の確立
【課題②】　持続的な月探査を実現する超高エネルギー密度リチウムイオン電池の実用化

## 月極域探査機（LUPEX）の開発

月極域探査機ローバシステム、ローバ搭載観測機器（水資源分析計および近赤外画像分光装置）について、システム定義審査を完了し、本格的な開発に向けた体制を整え、基本設計に着手した。また、コロナ禍によりインドの社会機能が強く制限され、オンラインでの調整も難航する中、政府、研究者間など複数の交渉ルートを駆使しながらISROと調整を進め共同計画としてPhase-A Study（予備設計活動）を完了し、Phase-B-Study（基本設計活動）を開始した。

## 宇宙用水資源センサ技術の確立

地上用の高精度重量計測器メーカの協力を得て、民生用計測器の宇宙搭載化を検討し、世界初の月面での水の重量濃度を高精度（1/6Gで6g質量の試料を0.1wt%精度）で直接測定できる目途を得た。真空・高放射線環境下での測定精度保持が課題となっており、解決に向け厳しい温度制御要求を満足する熱・構造設計や高い耐放射線性能を持つ基板設計等の工夫により基本設計を実施中。


放射線試験の様子


ランダム振動試験の様子

## 得られたアウトカム

他国の探査は、土壌の含水率測定に間接的な推定を用いているが、本センサにより、地上で幅広く用いられている信頼性の高い直接測定を行うことにより、水の可用性に対して精度のよいコスト見積が可能となることで、我が国の月資源探査に優位性をもたらす。

## 超高エネルギー密度リチウムイオン電池の実用化

世界最高密度（従来比40%増）を誇る超高エネルギー密度リチウムイオン電池に対し、2020年度に安全性試験、充放電試験等を実施し月探査への実用化の目途を得た。電極材料・構造を工夫し、月面での低充放電頻度と、高エネルギー密度・使用温度範囲向上に特化させた設計に変更することで性能達成を実現。電池セルレベルの開発を完了し、バッテリ組立開発に着手。


超高エネルギー密度電池


バッテリ過放電試験の様子

## 得られたアウトカム

- 原子力を用いない長期間の月探査が実現可能。
- 無人ローバだけでなく、有人与圧ローバでの採用も検討中。

# 補足6：重力天体離着陸技術の開発

## 背景・課題

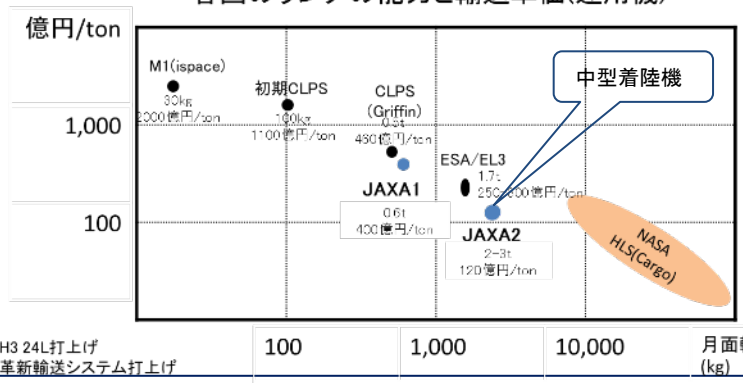
◆有人月探査活動に向けて、日本が必要な貢献を行いつつ、自律的な活動を行うためには、十分な量の月面輸送能力を確保することが重要。
（NASAの検討によると有人1ミッション当たり2ton前後の貨物輸送が必要）
【課題①】 2ton前後の輸送量を確保する中型着陸機開発の実現性確認
【課題②】 従来のヒドラジン系エンジンに比べ、燃費が著しく向上（約1.4倍）する液体水素エンジンを採用するにあたって最大の課題である液体水素の蒸発対策。

## 着陸技術の精度向上と世界最高の断熱性能の更新

### ①中型着陸機の実現性確認

基幹ロケット発展型での打ち上げを前提とした中型着陸機の概念検討を実施し、2-3tonの輸送能力の実現性があることを確認。（下図の通り、ESAのEL3ランダを上回る能力と単価の見込み）

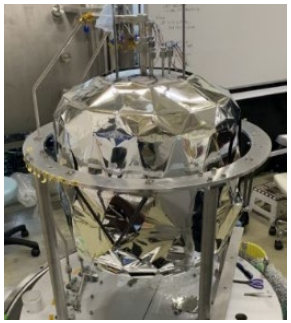
各国のランダの能力と輸送単価(運用機)




JAXA1：H3 24L打上げ
JAXA2：革新輸送システム打上げ

### ②液体水素の蒸発対策

JAXAで研究を進めてきた高性能多層断熱材に関して、層間のスペーサの形状や配置を工夫することで実装状態(1/2スケール)での断熱性能(LH2：0.88 W/m2）を確認した。これは世界最高水準の断熱性能であるとともに、左記の輸送能力確保に十分な値となっている）。



1/2スケール熱真空試験モデル

| | JAXA断熱材 N-NICS-MLI | 海外断熱材 Integral MLI |
|---|---|---|
| 熱流束[W/m2] LN2(77K-300K真空環境) | 0.78 | 1.3 |
| 熱流束[W/m2] LH2(20K-300K真空環境) | 0.88 | N/D |
| 面密度[kg/m2] | 0.31 | 1.5 |
| 単位熱流量あたりの質量（LN2の場合）（小さいほど効率的な断熱材） | 0.39 | 1.15 |

## 得られたアウトカム

持続的な月探査活動の実現性に向けて、それらに必要となるインフラ構築に必要となる要素技術の検討やその実証機会の確保を進めており、着陸機の実現性目途を得たことは、計画実現に向けて、民間を含む今後の活動の呼び水となることが期待される。また、そのコンセプトを支える液体水素の蒸発対策もTRL（技術成熟度）4を達成し、中型着陸機の技術的実現性がより確実となった。この液体水素蒸発対策（断熱材技術）は、地上の水素社会実現にも大きく貢献が期待される。

# 補足７：科学分野との連携

## 背景・課題

◆科学コミュニティとも連携して、ゲートウェイの活用等を含めた取組を検討する必要がある。ゲートウェイの特性（軌道や月面への中継拠点となること等）を生かしたミッション及びISSの特徴も踏まえた 相補性・相乗効果も期待できる戦略的なミッションを優先して設定する。

【課題①】 ゲートウェイの利用はISSと異なり予めの利用配分がないため、科学コミュニティと連携して、国際協力の中で日本の優位性をもってミッションの提案を推進する必要がある。

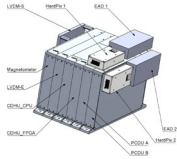
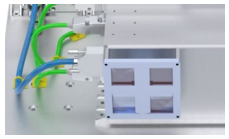
【課題②】 月面科学探査・科学利用の長期的目標を明確にし、段階的に実施していくシナリオが未定。（月面天文台、特定地点からのサンプル採集、月震計観測）月面の利用に向けたシナリオを科学コミュニティとともに策定することにより、戦略的な月面利用／サイエンスを促進する必要がある。

## ゲートウェイ搭載の放射線環境やダスト環境観測ミッションの推進

➢ これまでのISS/きぼうや探査機に搭載実績のある技術を最大限利活用し、開発リスクの低減と短期間での機器提供を実現すべく開発を進めている。




D-Space / PADLES

LVDM (ERSA搭載)

➢ 放射線環境計測（D-Space/PADLES）
ISS/きぼう等で獲得してきた放射線環境計測技術によりゲートウェイ船内宇宙放射線計測に関する国際共同ミッション（IDA）計画に貢献。

➢ 低速ダストモニター（LVDM）
Bepi ColomboやMMXで実績のあるダストモニターを活用し、ゲートウェイ外壁に飛来するダスト環境を計測、各モジュールへの影響評価に資するデータを取得。

### 期待されるアウトカム

➢ ゲートウェイ設置時にしか取得することができない、初期の環境計測データを提供することで、その後のゲートウェイ運用における国際貢献を果たす。

➢ 他極では実施することができない「Bepi Colombo」搭載実績のある宇宙塵環境計測センサ（MDM）を提供することで、日本の強みを持って参画するとともに、この貢献を通じて日本のプレゼンスを発揮することが期待できる。

## 月面利用に関するフィージビリティスタディの開始

➢ 科学コミュニティとの連携を進め、以下の各テーマのフィージビリティスタディ(FS)を開始、長期目標やシナリオ、実証ミッションの具体化に向けた検討を開始した。各テーマの提案者と月一回程度の定期的なフォローアップ会合を開催し、進捗状況を確認している。

課題Ａ：月面での科学研究・技術実証ミッション

➢ 月面利用の拡大に向けた超小型・高機能な宇宙放射線環境の計測技術とﾘｱﾙﾀｲﾑ被ばく線量評価ｼｽﾃﾑの構築（名古屋大学他）

➢ ﾏﾙﾁｽｹｰﾙ月面誘電率計測のﾌｨｼﾞﾋﾞﾘﾃｨｽﾀﾃﾞｨによる月浅部地下探査新手法の検討（東京大学他）

課題Ｂ：世界をリードする科学成果の月面活動からの創出

➢ 水資源探査とも連携した宇宙の暗黒時代に迫るγ線・低周波電波の月面天文台

➢ （理化学研究所他）

➢ 第一級の月面科学を実現するためのシナリオと実現性の検討（JAXA/ISAS、国立天文台他）

### 期待されるアウトカム

フィージビリティスタディの募集、選定、研究を通して、科学コミュニティとの連携を深めつつある。

# 補足８：民間企業等との連携

## 背景・課題

◆非宇宙分野を含む民間企業や大学等の持つ優れた技術やリソースを活用した研究開発、宇宙探査プロジェクトへの新規参加促進を進めることが必要。
持続的な月面活動を実現するため、必要となるインフラの整備に向けた技術実証や実証機会の確保を進める。
【課題①】 長期的に、持続的な月面活動を支える輸送技術として、月面への物資輸送能力を、民間企業とどう連携して整備していくかのシナリオが未定。
【課題②】 通信・測位インフラを国際的に分担して整備していくかの全体構想が未定。その中で日本は民間企業と連携してどのように関与するかのシナリオが必要。

## 月探査促進ミッション定義活動を開始

- 国産基幹ロケットをベースに、月周回だけでなく月面にもペイロード(200-400kg目標）を輸送可能な小型の着陸機について、社内検討をベースに、将来的にはサービス調達の可能性含めて概念検討を発注する準備を完了した。
- ミッションとしては下記を主案として検討を進めている。
  ①グローバルな着陸を可能とする技術実証
  ②通信・測位インフラ構築
  ③月面科学探査・科学利用

③については、補足7に示すサイエンスコミュニティとのフィージビリティスタディと連携して進めている。




## スターダストプログラム「月面活動に向けた測位・通信技術開発」開始

- 内閣府／MEXTのスターダストプログラム「月面活動に向けた測位・通信技術開発」を受託。
- JAXAで行ってきた通信・測位アーキテクチャ検討をベースに、ベンチャーを含めた関連企業とアーキテクチャ検討を実施し、民間インフラの活用を含む幅広いアイディアを集めたトレードオフを行った。
- 特に、持続的な月面活動に必須となる月面与圧ローバの運用を具体的なユーザ要求として提示し、そのアーキテクチャ案を設定。
- その結果、国際間協議をリードでき、かつ官民共同のベースラインコンセプト(案)を得ることができた。

**技術的目標**
- 月南極域での航法精度40m(水平)
- 月ー地球間の高速通信1Gbps




月探査測位システムコンセプト(案)

## 期待されるアウトカム

持続的な月面活動を進める上で、技術の実証に加え、その実証機会の安定的な確保が必要となる。このような機会提供を目指し、将来的には民間からのサービス調達の可能性をスコープに含めることで、民間活動の拡大にも寄与する。

## 期待されるアウトカム

測位実証機の検討、搭載通信システム、地上局の検討を通じて、情報・意見交換を密に行い、ベンチャーを含む民間企業や大学との連携を深めつつある。

## 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) | 385,280 | 2,619,428 | 3,811,508 | 13,161,856 | | | |
| 決算額 (千円) | 329,458 | 909,304 | 2,161,303 | 7,734,668 | | | |
| 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) | 10 | 26 | 28 | 39 | | | |

(※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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JAXAと他極の実施機関との合意文書数(*1) | 12 | 14 | 57 | 20 | | | |
| JAXAが議長を務めた国際会議及び日本で開催した国際会議の数(*2) | 4 | 7 | 1 | 0 | | | |

(*1) JAXAと他極実施機関との合意文書
・月面モビリティに係るNASAとの共同検討のための延長取決め (2022/3)
・火星衛星探査機プロジェクト(MMX)にかかるNASAとの改訂取決め (2022/3)
・Gateway/I-HABにおける再生生命維持機器の取り扱いに関する三者技術合意の改訂 (2022/1)
・フランス国立宇宙研究センター(CNES)とのMMXに関する実施取決め (2021/10)
・月極域探査ミッション共同検討に係るISROとの実施取決め改訂 (2021/5)
・ISROとの月極域探査機に係る実施計画書(案)およびインタフェース管理仕様書(案)等の合意 (全 9 件)
・NASAとの月極域探査機に係るインタフェース管理仕様書(案)等の合意 (全 2 件)
・ESAとの月極域探査機に係るインタフェース管理仕様書(案)等の合意 (全 2 件)
・NASAとの有人与圧ローバミッション要求書(案) (2021/12)
・NASAとの有人与圧ローバシステム要求書(案) (2021/12)

(*2) JAXAが議長を務めた国際会議及び日本で開催した国際会議の数
・該当無し

# Ⅲ．3．8 ISSを含む地球低軌道活動

2021年度 自己評価 S

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．8 | Ⅰ．1．8. | － | |
| ISSを含む地球低軌道活動に関して以下の取組を行う。<br><br>（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<br>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。<br>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。 | ISSを含む地球低軌道活動に関して以下の取組を行う。<br><br>（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<br>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目指すプラットフォームについて構想案をまとめる。 | • i-SEEP(中型曝露実験アダプタ)の事業者であるSpaceBD社と小型簡易曝露実験装置(ExBAS)をNG-17で打上げ(2月)。<br>• 「こうのとり」7号機の再突入カプセル技術を発展させ開発したタンパク質等サンプルのISS向け小型運搬容器(試料輸送用真空断熱容器)を軌道上で実証(6月)。<br>• i-SEEPの軌道上ミッションに関し、ユーザが直接自社等からペイロードをリモート運用できる環境を構築。<br>• 静電浮遊炉(ELF)実験は、機能改修等を通じ装置の安定稼働を向上させ、実験回数が大幅に増大。<br>• きぼうの利用拡大を目指し、インフラ機能の拡充の一環で最新の民生技術を利用した画像処理圧縮機能とデータストレージ容量の拡充を図りSpX-22(5月)にて打ち上げ、運用に投入した。 | • ExBASは、事業化を想定して設計段階から事業者が関与できるよう、利用部分は事業者、基盤部分はJAXAが担う共同開発方式とし、JAXAによるPR活動を含め、早期の顧客開拓(10社・機関)を実現。<br>• 小型運搬容器は、NASAのサービスに依存せずに、単体で恒温維持（20°C±2°Cを12日間）を実現し、タンパク実験のサンプル輸送・回収の自律性を向上し、2021年度から開始した事業者による民間利用の開拓にもつなげることができた。<br>• i-SEEPは、リモート運用化の実現により、ユーザーの利便性、効率性、運用性を向上。リモート運用環境を用い民間企業による独自開発の通信規格技術実証を実現。<br>• ELFは、前年度比約2.6倍で過去最多の115回に浮遊溶融成功数が向上。より多様な試料のデータ取得が可能となり、NASAテーマの継続利用促進や民間の有償利用拡大に貢献(一例として、AGCが成果を学会発表済）。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 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。<br>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。<br>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。 | 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、タンパク質結晶化実験サービス提供における民間活用を目指し、選定した民間企業への技術移管を着実に進めるとともに、「きぼう」からの超小型衛星放出事業については民間への完全な事業移管を実現し、JAXA の放出分は事業者からのサービス調達する形に切り替える。<br>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。<br>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。 | • SpaceBD社と高品質タンパク質結晶化実験サービスの技術移管に係る基本協定を締結（5月）。<br>• 船外実験プラットフォームでの地球撮影事業について、将来の民間企業による自立的な事業展開を目指し、次世代ハイビジョンカメラ（HDTV-EF2）による映像取得、利用機会を創出(5月)。<br>• KIBO宇宙放送局は、(バスキュール社の事業化案件として人気アニメとのコラボレーションや年越しライブを実施。<br>• 科学成果も、マウスの腎臓を解析した結果宇宙旅行により血圧や骨の厚みが変化する仕組を解明したほか(Kidney International(IF:10.612)、11月)、船外実験装置（X 線観測データ利用、高エネルギー線・ガンマ計測論文引用を含む）による計205報の論文発表等、数々創出。 | • 高品質タンパク質結晶化実験サービスは、民間パートナーの裁量で実験を実施できる民間パートナー実験枠を導入した結果、約半年でユーザを獲得し、3社・11実験(新型コロナに関する創薬研究を含む)の実施、SpX-24での回収成功(1月)につながった。<br>• 軌道上実証数も合計で過去最多の10件となり利用が拡大（参考：各年度の件数】FY2019：0件、FY2020：6件）。<br>• HDTV-EF2は、民間が参加しやすいトライアル利用枠を創出した結果、9社、9件の利用を実現。<br>• KIBO宇宙放送局は、『ONE PIECE』(9月）が375万人 、年越しライブ (12月）は214万人が視聴し事業が定着化。<br>• こうした活動が評価され、avatarin(株)との「きぼう」での宇宙アバター実証等が日本オープンイノベーション大賞（内閣総理大臣賞）、及び、宇宙利用大賞（総務大臣賞）を受賞（3月）。<br>• また、軌道上有償利用件数は過去最多となる32件（前年度比152%）となった。<br>• リソースが限られる中、これらの科学成果をISS参加5極中最も効率よく創出。ミッション数も、利用拡大や機能向上の取組みが実を結び、「きぼう」運用開始以降最多となる、前年度比約2割増の68件を達成。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 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。 | 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政府の議論に貢献する提案を行うとともに、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トレードオフ検討などを実施し、その結果を踏まえた必要な要素技術・システムの研究開発を進める。 | • 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、トレードオフ検討を含め、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）等を通じ、主に技術的な観点から政府の議論を支援。 | • 小委では1月以降集中的に議論を行い、「ISSを含む地球低軌道活動の在り方に関する中間とりまとめ」（R3.2.9、利用部会）記載のISS延長判断のための6項目（探査を見据えたビジョン、技術実証、知の創造・社会課題解決、国際協力、人材育成、コスト削減）に向け、ISSを通じた成果の総括、国際動向の調査分析、それらに基づくJAXAとしての提案等を纏め、政府の議論に貢献。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （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<br>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で、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。 | （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 | | |
| 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。 | 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、日米協力関係の強化に資するため、静電浮遊炉等の共同実験テーマでの実験を実施する。また、小動物飼育装置を用いた新たな共同実験の実現に向けて、日米協力による実験準備作業を進める。 | • 静電浮遊炉（ELF）の協力において、米国研究者の実験を通しペロブスカイト型やガーネット型酸化物の物性データを取得。<br>• NASAと連携した第2回「きぼう」ロボットプログラミング競技会（2nd Kibo-RPC）を開催。<br>• 全天X線観測装置MAXI(JAXA)と高感度X線観測装置NICER(NASA)とのISSでの軌道上連携観測の枠組みを構築。 | • ELF実験にて取得した物性データは、レーザー等の光学素子に利用され、光学素子の高品質化等に貢献。<br>• ロボットプログラミング競技会は、11の国・地域から286チーム、905人が参加し、広がりが拡大。次回第3回では、参加希望者のニーズを踏まえKibo-RPCの参加国・地域以外にも範囲を拡大し、より多くの学生に機会を提供。<br>• MAXI と NICERは、日米連携枠組みにより天体の精密な位置を世界中の研究者にすばやく速報できるネットワークを実現。結果、連携枠組みやネットワークを活かした両装置による長期観測成果を論文へ掲載（Astrophysical Journal 誌、IF:5.87）。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 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・着実に行 う。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。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。 | また、「きぼう」を安定的かつ効率的に運用するとともに、2 名の 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・着実に行う。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募集を行い、選抜および基礎訓練の準備を開始する。<br>さらに、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の維持設計を行い、また次のとおり製作等を行う。1 号機：PFM 製作継続(令和 4 年度完成予定)、2 号機：PFM 製作継続(令和 5 年度完成予定)、3 号機：PFM 製作継続(令和 6 年度完成予定)。<br>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 2 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<br>小型衛星放出を通じた人材育成パッケージの取組に着手する。 | • 野口飛行士は米国民間有人輸送船運用初号機(Crew-1)初の国際パートナーとしての任務を終え帰還(5月)。星出飛行士は、2号機(Crew-2)に搭乗(4月)。さらに、文科省「GIGAスクール」の一環としての宇宙特別講座、パラリンピックへ宇宙からの参加等多くの人々へのアウトリーチ活等を実施。<br>• 新たな宇宙飛行士候補者募集は、民間ノウハウを活かしPRイベントなどを企画し、十分な準備期間を確保し12月から開始。選抜及び基礎訓練の準備を開始。<br>• 初の日本人搭乗となるロシアの宇宙飛行参加者ミッション(SFP)に向け搭乗者への訓練等を実施。また、米国の民間宇宙飛行士ミッション(PAM)に対しNASAとの間で訓練等に関するプロトコルを締結。<br>• HTV-Xは、計画に基づき維持設計、製作等を実施。<br>• 「きぼう」からの超小型衛星の放出は、モーリシャス(6月)、フィリピン(10月)、豪州(10月)、UAE/バーレーン(2月)の衛星を放出。<br>• アジアンハーブ実験は、過去最多の12か国・地域が参加。<br>• UNISEC-Japanと「きぼう」からの超小型衛星放出を用いた学術利用、人材育成に係る包括的な連携協力の推進に関する協定を締結(4月)。また、超小型衛星開発を通した持続的・国際的な人材育成を目的に、国内大学向けに超小型衛星放出機会の提供(J-CUBE)の公募を開始(10月)。 | • 星出飛行士は日本人2人目の船長を務め、ISS姿勢喪失時の安全確保などクルー全体を統括し、ISSの安定運用に貢献、国際プレゼンスを向上。船外活動では新型太陽電池アレイの架台取付け、アップグレードを行う等、ISSの持続的発展に貢献。<br>• 飛行士募集は、パブリックコメント等を通じ、応募条件の大幅な見直しやアウトリーチ活動を積極展開の結果、前回の約4.3倍、4,127名の応募があった。<br>• 日本人初となる民間宇宙旅行者に対し、「きぼう」入室訓練実施等ISS訪問を支援するとともに、民間宇宙旅行への国民の関心向上に貢献。<br>• 超小型衛星の放出数は、過去最多タイの7機、累計で26か国39機（国内も含めると62機）となり、パラグアイでは同国初となる衛星への貢献評価されパラグアイ国家功労勲章を受章。打上げ手段を持たない新興国等に宇宙への参画機会を設け、人材育成にも貢献。<br>• アジアンハーブ実験は、「きぼう」でのハーブ栽培等を通じアジア・太平洋地域の理科教育にも貢献し、例えば豪州では約30万人の生徒、教師が参加。<br>• 新たにフィリピンの機関がKibo-ABCへ参加し、参加国は延べ14ヵ国・地域、19機関となり、SDGsを含め「きぼう」を通じた貢献が拡大。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 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。 | 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。（CO2 除去装置:令和 4 年度から技術実証目標、マウス実験クルー作業代替：令和 6 年度軌道上実証目標、宇宙医学・健康管理技術：令和 5 年度軌道上実験・実証目標） | • 探査に不可欠な水再生技術に関し、民生技術を応用し、模擬尿を処理精製するプロセスのうち、最も微小重力の影響を受ける電気分解プロセスの動作実証に成功。（12月）<br>• 「きぼう」ならではの環境を活かした早期実証として、竹中工務店、キリンホールディングス、千葉大学、東京理科大学と世界初となる宇宙での袋型培養槽技術実証実験を実施。<br>• 「きぼう」で約 6 年間宇宙放射線に曝露されたマウスのフリーズドライ精子からマウスの作出に成功（ Science Advances(IF=14.136) 、6月）。 | • 水再生技術の軌道上実証として、電気分解プロスの動作実証の実施により、探査に向けた重力依存性に対する知見の獲得につながったとともに、探査に向けた技術実証ベッドとして「きぼう」の有用性、プレゼンスをさらに示すことが出来た。<br>• 袋型培養槽技術は、ウイルスフリーな苗の育成等を目指した培養槽の給液システム実証等に成功。惑星探査における長期宇宙滞在時などに必要となる大規模栽培に向けた知見を獲得。<br>• 将来の探査等長期宇宙滞在につながる知見として、フリーズドライ精子により作出されたマウスは、正常かつ次世代への影響もないことを確認し、理論上宇宙で200年以上保存できる可能性を示した。（月周回有人拠点「ゲートウェイ」での継続研究を目指した予備実験も開始）。 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>○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）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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．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
「きぼう」における多様な宇宙利用の拡大
ISS計画への参加に関する現時点での期限(2024/12末）
▲「きぼう利用戦略」策定
４つの重点分野（新薬設計支援、加齢研究支援、超小型衛星放出、船外ポート利用）のPF化
▲静電浮遊炉（ELF)実験開始
▲東京大学との包括連携協定（超小型衛星、船外ポート利用、自動化・自律化技術）
▲超小型衛星放出（ルワンダ）
▲東北メディカル・メガバンク機構との連携協定（新薬設計支援PF/加齢研究支援PF）
▲有償利用契約→
▲ペプチドリーム社との戦略パートナーシップ（高品質タンパク質結晶生成実験（有償））
宇宙科学分野への貢献
全天X線監視装置(MAXI) (2009.7~)
高エネルギー電子・ガンマ線観測装置(CALET) (2015.8~)
新規事業創出
▲超小型衛星放出　事業化
▲船外ポート利用　事業化
▲高品質タンパク質結晶化実験サービス事業化
▲宇宙イノベーションパートナーシップ地球低軌道事業共創（J-SPARC/LEO）開始
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
日米協力(JP-US OP3)
▲JP-US OP3枠組み構築
▲長期宇宙滞在における眼球組織障害の軽減に対する人工重力負荷の有効性の解明（日米共同研究）
SDGsへの貢献等
▲国連との連携協定(KiboCUBE)(超小型衛星)
▲(継続合意)
▲(継続合意)
▲KiboCUBE#1小型衛星放出（ケニア）
▲ KiboCUBE#2超小型衛星放出（グアテマラ）
▲ KiboCUBE#3小型衛星放出（モーリシャス）
▲九州工業大学との連携協定(超小型衛星)
▲UNISECとの連携協定(超小型衛星)
▲東北大学・北海道大学との連携協定(超小型衛星)
▲JAXA-トルコ運輸海事通信省連携協力合意（超小型衛星、船外ポート利用)
▲超小型衛星放出(トルコ：UBAKUSAT)
▲第1回材料曝露実験
▲第2回材料曝露実験（トルコ）
きぼう・HTVの安定的運用
▲HTV6
▲HTV7
▲HTV8
▲HTV9
▲HTV搭載小型回収カプセル
HTV-Xの開発、打上げ
▲総括CDR
▲開発完了審査
HTV-X1
HTV-X2
HTV-X3
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．３．８　ISSを含む地球低軌道活動

**2021年度 自己評価　S**

【評定理由・根拠】

野口、星出両宇宙飛行士は日本人飛行士として2期連続、計約1年間ISSに長期滞在し、探査等に不可欠な科学的・技術的成果の創出や船外活動でのISSのアップグレード作業、星出飛行士は日本人最長の約5ヶ月間船長を務めるなど、ISSの安定運用や地球低軌道の持続的発展に貢献。日本実験棟「きぼう」利用は、民間との相乗効果による利用拡大に向け高品質タンパク質結晶化実験サービスの事業化や民間共同開発による船外曝露実験装置の打上げ等新たな施策に挑戦し、前年度比5割増しとなる過去最多の軌道上有償利用を実現したほか、さらなる利用拡大を目指し「きぼう」の機能向上にも取り組んだ。国際協力は、超小型衛星放出やアジアンハーブ実験等各国ニーズに合わせた多様な協力・支援を行い、打上げ手段を持たない国々の宇宙活動参画の実現化や人材育成等SDGsへ貢献。国際宇宙探査では、水再生や植物栽培技術等探査に不可欠な技術を獲得。また、将来の宇宙探査等に向けた新たな日本人宇宙飛行士の募集については、より多様な人材確保に向け応募要件を大幅に見直すとともにアウトリーチ活動を積極的に展開した結果、前回比4倍強の応募者数を得ることができた。これら全てをコロナ禍の中で達成し、有人宇宙技術の発展、利用の拡大、探査に向けた技術獲得、産業振興に至るまで顕著な成果を創出した。

**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（例）**

（１）民間利用の拡大に向けた新たな事業化案件の創出、早期連携を含む民間との共同開発と顧客獲得

- 新たな事業化案件：SpaceBD社へタンパク実験サービスを技術移管 (5月)し、民間パートナーの裁量で実施できるパートナー枠を導入の結果、約半年間で3社、11実験(新型コロナの創薬研究を含む)を実施し、SpX-24で回収に成功(1月)。
- 民間との共同開発や成果活用：i-SEEP(中型曝露実験アダプタ)用に簡易実験アダプタSPySEを開発すると共に、SPySE上の小型簡易曝露実験装置(ExBAS)をSpaceBD社と共同開発（利用に関する部分は事業者、支える基盤部分はJAXA）し、NG-17で打上げ(2月)。ExBASは、JAXAによるPR活動を含め、共同開発により早期に顧客を獲得(10社・機関)。
- 民間企業を後押しする施策と事業の発展、定着化：「きぼう」からの地球撮影事業について、民間の事業創出を目指し、次世代ハイビジョンカメラによる映像取得機会を創出(5月）した結果、9社・9件が実施。(株)バスキュールのKIBO宇宙放送局は、人気アニメ『ONE PIECE』とのコラボ放送(9月、375万人が視聴) や年越しライブ (12月、214万人が視聴)を放送し、JAXAとの共創フェーズを経て民間事業として定着化。
- 過去最多の利用と外部表彰：これらの取り組みにより、**軌道上有償利用件数は過去最多となる32件**（前年度比152％）を達成。こうした取組みが評価され、avatarin(株)との「きぼう」での宇宙アバター実証等が**日本オープンイノベーション大賞内閣総理大臣賞及び宇宙利用大賞総務大臣賞を受賞**（3月）。

（２）地球低軌道の自律的、持続的な利用拡大に向けた機能向上と科学成果

- 自律的、持続的な利用拡大に向けた機能向上：「こうのとり」7号機の再突入カプセル技術を発展、開発したタンパク質等サンプルのISS向け小型運搬容器を軌道上実証(6月)し、NASAに依存していた温度管理を自ら行なえるようになる等サンプル輸送・回収の自律性が向上するとともに、上記事業者の民間利用開拓につなげた。i-SEEPの軌道上ミッションは、ユーザが自社等からペイロードのリモート運用を可能にし、効率化。静電浮遊炉(ELF)は、機能改修等を通じ装置の安定稼働を向上させ前年度比約2.6倍、過去最多の115回に浮遊溶融数が増大し、より多様なデータ取得を通じNASAテーマの継続利用促進や有償利用拡大に貢献。
- 科学成果の効率的な創出：マウスの腎臓を解析した結果として宇宙旅行により血圧や骨の厚みが変化する仕組の解明(Kidney International(IF:10.612)、11月)、船外実験装置（X線観測データ利用、高エネルギー線・ガンマ計測論文引用を含む）による計205報の論文発表等、限られたリソースの中これらの科学成果をISS参加5極中最も多く創出。ミッション数も、利用拡大や機能向上の取り組みが実を結び、「きぼう」運用開始以降過去最多となる前年度比約2割増の68件を達成。

**【評定理由・根拠】（続き）**

（３）探査に向けた技術実証

「きぼう」の強みを活かし、補給量削減や長期滞在を含め、探査や将来の低軌道活動に不可欠な技術獲得の場として下記の軌道上実証を実施し、技術を獲得。

- 水再生：民生技術を応用し、模擬尿の処理精製に関し、最も微小重力の影響を受ける電気分解プロセスの動作実証に成功。
- 食糧栽培：惑星探査における長期宇宙滞在時の大規模栽培を目的に、竹中工務店、キリンホールディングス、千葉大学、東京理科大学と**世界初となる宇宙での袋型培養槽技術の実証実験を実施**(10月)。ウイルスフリーな苗の育成等に向け、培養槽への給液システム等を実証。

（４）ISS延長に向けた議論

- 2025 年以降の 地球低軌道における在り方について、これまでのISSでの成果の総括、国際動向の調査分析結果、それらに基づくJAXAとしての提案等を纏め、宇宙開発利用部会（ISS・探査小委員会）へインプットし、政府の議論を支援。

**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）野口、星出両飛行士の長期滞在ミッション成功、新たな飛行士募集、民間宇宙旅行への貢献等による地球低軌道の持続的発展

- 野口、星出飛行士：野口飛行士は米国民間有人輸送船運用初号機(Crew-1)初の国際パートナーとして帰還(5月)。2号機(Crew-2)の星出飛行士は、若田飛行士の2倍超となる約5ヶ月間日本人2人目となる船長を務め、姿勢喪失時の安全確保等ISSの安定運用をけん引。船外活動では新型太陽電池アレイの架台取付けを行う等ISSのアップグレードにも貢献(9月)。文科省「GIGAスクール」(7月)やパラリンピック参加(8月)を含め、コロナ禍の中これらを実現。
- 飛行士募集：多様な人材獲得に向け理系への限定や年齢制限の撤廃等応募条件を大胆に見直すとともに、各種イベント等アウトリーチ活動を積極的に展開した結果、4,127名（前回比約4.3倍)の応募を獲得（予備登録者数は13,453名）。
- 民間人ISS搭乗への技術的貢献：民間日本人初のロシア便宇宙飛行参加者(SFP)に対し、「きぼう」入室訓練等を実施。米国の民間宇宙飛行士ミッション(PAM)に対しては、NASAとの間で訓練等に関するプロトコルを締結し民間人のISS搭乗に向けたスキーム策定等をけん引。

（２）「きぼう」利用を通じた新興国等の宇宙活動への参画機会の提供、人材育成、SDGsへの貢献

- 国内大学等と連携し、開発から打上げ、運用までをパッケージに各国のレベルやニーズに合わせた実験プログラムの設定、持続的サポートの提供等により、打上げ手段を持たない新興国等に宇宙活動への参画機会を設け、人材育成やSDGsに貢献した。
  - ➢ 超小型衛星の放出：モーリシャス、フィリピン、豪州、UAE／バーレーンの衛星を放出し、**放出数は過去最多タイの7機、累計で26か国39機**（国内も含めると62機）となった。パラグアイからは、前年度に放出された同国初となる衛星への貢献が評価されパラグアイ国家功労勲章を受章(11月)。
  - ➢ アジアンハーブ実験：過去最多の12か国・地域が参加し、「きぼう」でのハーブ栽培等を通じ、アジア・太平洋地域の理科教育、人材育成に貢献。豪州では約30万人の生徒、教師が参加。また、こうした活動の結果、フィリピンがKibo-ABCへ参加し、参加国は延べ14ヵ国・地域、19機関となった。

（３）日米協力 (JP-US OP3)による成果の最大化と日米協力関係の強化

- 静電浮遊炉によるデータ取得：レーザー等の光学素子に利用されるペロブスカイト型やガーネット型酸化物の物性データを取得し、光学素子の高品質化に貢献。
- 「きぼう」ロボットプログラミング競技会の参加拡大：NASAと連携した第2回「きぼう」ロボットプログラミング競技会を開催(10月)し、11の国・地域から286チーム、905人が参加。次回第3回では、参加希望者のニーズを踏まえKibo-RPCの参加国・地域以外にも参加範囲を拡大し、より多くの学生に参加機会を提供。
- X線観測の連携：JAXA-NASA間でのX線観測装置を相互に連携する枠組みを構築し、天体の精密な位置を世界中の研究者に速報するネットワークを実現。連携の枠組みやネットワークを活かしたMAXI と NICERによる長期観測の成果を論文へ掲載（Astrophysical Journal 誌、IF:5.8、2月）。

**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）

### 野口・星出飛行士長期滞在、ISS安定運用と持続的発展への貢献、前回比4倍超の飛行士募集（①）



- コロナ禍の中、２名の日本人宇宙飛行士による初の２期連続となる約1年にわたる長期滞在に成功。
- 探査につながる科学成果や船外活動での新型太陽電池パネルの架台取付け、船長としての安全確保等地球低軌道の持続的発展に貢献。
- 飛行士募集は、応募要件の大幅見直しや積極的PRにより前回比4倍強（4,127名）の応募を獲得。

### 民間利用の拡大に向けた新たな事業化案件の創出と民間との共同開発、過去最多の有償利用（②）






- 民間との高品質たんぱく質結晶化実験サービスの事業化や船外曝露実験関連装置の共同開発により民間の早期顧客獲得を後押し。
- こうした取り組みにより、軌道上の有償利用件数は過去最多となるる32件（前年度比152%）となり利用を拡大。

### 「きぼう」の強みを活かした民間を含む探査に不可欠な技術獲得の場としての軌道上実証（③）



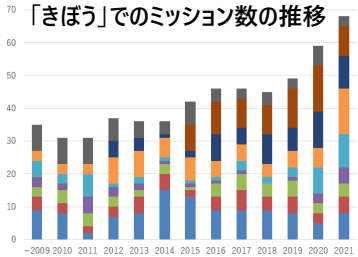
水再生技術実証システム



袋型培養槽技術の実証実験

- 水再生技術開発において最も微小重力の影響を受ける電気分解プロセスの動作実証に成功。また探査時代の「宇産宇消」に繋がる食糧栽培に資する袋型培養槽技術の軌道上実証を実施。
- これらを通じ、補給量削減や長期滞在を含め、探査や将来の低軌道活動に不可欠な技術を獲得。

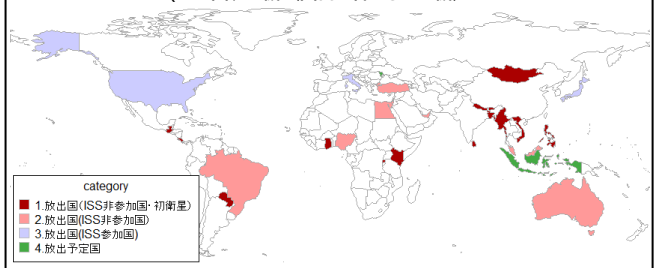
### 地球低軌道の自律的、持続的な利用拡大に向けた「きぼう」の機能向上と科学成果（④）




- 静電浮遊炉の改良に取り組み、前年度比2倍超、100回以上の浮遊溶融に成功し、より多様な試料のデータ取得が可能に。
- 「こうのとり」の成果を活かした小型運搬容器の開発等自律的、持続的な利用拡大に向けた機能向上や深宇宙での利用が期待される科学成果を獲得。
- 限られたリソースの中、これら成果をISS参加国中最も多く創出。ミッション数も過去最多の68件を達成。

### 「きぼう」利用を通じた新興国等の宇宙参画実現、人材育成、SDGsへの貢献（⑤）

日本の協力による「きぼう」からの衛星放出国
(26か国、39機（国内も含めると62機）

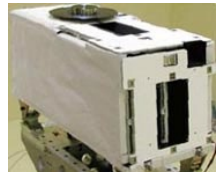



・各国のニーズに合わせた実験プログラムや持続的なサポートを含め、超小型衛星放出やアジアンハーブ（過去最多の12か国・地域が参加）を通じ、打上げ手段を持たない新興国等の宇宙活動への参画や人材育成を実現し、SDGsへ貢献。
・Kibo-ABCへの加盟も、14か国・地域に発展。

### 日米協力 (JP-US OP3)による成果の最大化と日米協力関係の強化（⑥）

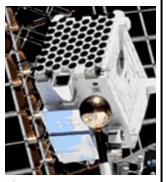


静電浮遊炉(ELF)
米国研究者利用



MAXI
(JAXA)

観測連携



NICER
(NASA)

- 静電浮遊炉の共同実験やJAXA-NASA間でのX線観測装置の相互連携を行い、世界初を含む成果を創出（ELFでの実験数は、JP-US OP3を含め、前年度比約2.6倍、過去最多となる115件に）。
- ロボットプログラミング競技会は、更なる発展を遂げ11の国・地域から286チーム、905人が参加。人材育成にも寄与。

## 評定理由・根拠：補足（各論①）

**野口・星出飛行士長期滞在、ISS安定運用と持続的発展への貢献、前回比4倍超の飛行士募集**

**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、2名の ISS 長期滞在をはじめとする日本人宇宙飛行士の活動を安全・着実に行う。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募集を行い、選抜および基礎訓練の準備を開始する。

**アウトプット：**
- 野口飛行士は米国民間有人輸送船運用初号機(Crew-1)初の国際パートナーとしての任務を終え帰還(5月)。星出飛行士は、2号機(Crew-2)に搭乗(4月)。さらに、文科省「GIGAスクール」の一環で宇宙特別講座を行った他、パラリンピックへ宇宙から参加し多くの人々へのアウトリーチ活動等を実施。
- 新たな宇宙飛行士候補者の募集について、12月から応募を開始。選抜及び基礎訓練の準備を開始。
- 日本人民間初のロシア提供による宇宙飛行参加者(SFP)に対し、きぼうへの入室訓練等を実施。また、米国の民間宇宙飛行士ミッション(PAM)に対し、NASAとの間で訓練等に関するプロトコルを締結し、民間人のISS搭乗に向けたスキーム等に合意。

**アウトカム：**
- 星出飛行士は、若田飛行士の2倍超、米ロ宇宙飛行士以外で最長となる約5ヶ月間日本人2人目となる船長を務め、ISS姿勢喪失不具合時の安全確保を含めISSの安定運用に貢献し国際プレゼンスを向上。船外活動では、新型太陽電池アレイの架台取付けを含むアップグレードを行う等ISSの持続的発展に貢献。
- 新たな宇宙飛行士募集は、理系限定や年齢制限の撤廃等前回からの大幅な条件緩和、広報部と連携した各種イベント開催などアウトリーチ活動の積極展開が功を奏し、3月の締め切りまでに4,127名（前回比約4.3倍)の応募者数を獲得。（【参考】予備登録者数は、13,453名。）
- 日本人初の民間宇宙旅行者に対し、「きぼう」入室訓練を受託する等ISS訪問を支援し、今後の民間宇宙旅行時代に向け国民の関心向上へ貢献。


帰還した野口宇宙飛行士の様子


星出宇宙飛行士のISS船長交代の様子



新たな宇宙飛行士募集の開始

## 民間利用の拡大に向けた新たな事業化案件の創出と民間との共同開発、過去最多の有償利用

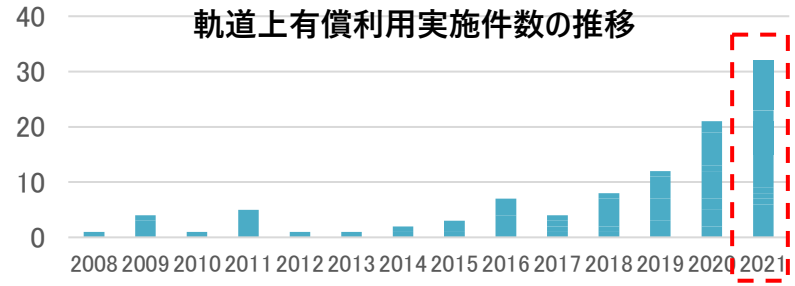
**背景・目的：**
ISS 及び将来の地球低軌道における利用の拡大に向け、海外も含めた新たなユーザーを開拓するとともに、民間事業者主体による「きぼう」利用事業の一部自立化を目指し、長期的・国際的な市場需要が見込まれるプラットフォームおよびノウハウ等を含む技術の移転により民間活用や事業化を推進。

**アウトプット：**
- 高品質タンパク質結晶化実験サービスの技術移管に係る基本協定をSpaceBD社と締結（5月）。
- i-SEEP(中型曝露実験アダプタ)の事業者であるSpaceBD社と小型簡易曝露実験装置(ExBAS)を共同開発しNG-17で打ち上げ(2月)。
- 「きぼう」の実証成果を基に、(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所が宇宙でのネットサービスの技術基盤となるデータファイルの転送実証に成功(1月)。
- 船外実験プラットフォームからの地球撮影事業について、将来の民間企業による自立的な事業展開を目指し、次世代ハイビジョンカメラ（HDTV-EF2）を使った映像取得機会を創出(5月)。KIBO宇宙放送局は、(株)バスキュール社の事業化案件として、人気アニメとのコラボや年越しライブを実施。

**アウトカム：**
- 高品質タンパク質結晶化実験サービスは、民間パートナーの裁量で実験を実施できる民間パートナー実験枠を導入した結果、半年程度でユーザーを獲得し、3社・11実験(新型コロナウイルスに関する創薬研究を含む)の実施、SpX-24での回収成功(1月)につながった。軌道上実証数も、過去最多の10件となり利用が拡大（【参考：各年度の件数】FY2019：0件、FY2020：6件）。
- ExBASは、事業化を想定して設計段階から事業者が関与できるよう、利用部分は事業者、基盤部分はJAXAが担う共同開発方式とし、JAXAによるPR活動を含め、早期顧客開拓(10社・機関)を実現。
- 「きぼう」を通じたソニーとの一連の成果は、宇宙光通信事業に向けた米国での新会社設立等に繋がり、従来の電波通信では困難な大容量通信の小型機器での実現等に向け進展。
- HDTV-EF2は、民間が参加しやすいトライアル利用枠を創出した結果、9社の利用を実現。KIBO宇宙放送局は、新事業促進部のJ-SPARCと連携の結果、『ONE PIECE』(9月）とのコラボ企画は375万人 、年越しライブ (12月）は214万人が視聴し、事業として定着化。
- 上記取り組みの結果、軌道上有償利用件数は過去最多の32件（前年度比152%）を実現。こうした利用拡大の活動が評価され、avatarin(株)との「きぼう」での宇宙アバター実証等が日本オープンイノベーション大賞（内閣総理大臣賞）及び宇宙利用大賞（総務大臣賞）を受賞（3月）。



Space BD社によるよる初めての高品質たんぱく質結晶化実験(サンプル外観)






民間参画の推進～KIBO宇宙放送局

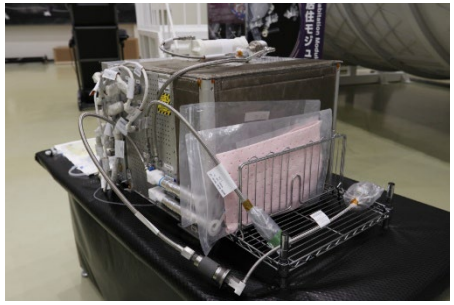
## 評定理由・根拠：補足（各論③）

### 「きぼう」の強みを活かした民間を含む探査に不可欠な技術獲得の場としての軌道上実証

**背景・目的：**
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に資するため、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。

**アウトプット：**
- 水再生技術は、民生技術を応用し模擬尿を処理精製するプロセス中最も微小重力の影響を受ける電気分解プロセスの動作実証に成功（12月）。
- 「きぼう」ならではの環境を活かした早期実証として、竹中工務店、キリンホールディングス、千葉大学、東京理科大学と世界初となる宇宙での袋型培養槽技術の実証実験を実施。
- 「きぼう」で約 6 年間宇宙放射線に曝露されたマウスのフリーズドライ精子からマウスの作出に成功（ Science Advances(IF=14.136) 、6月）。
- 宇宙探査イノベーションハブの枠組みを通じ、世界初の宇宙での実用化に向け日立造船(株)と全固体リチウムイオン電池の軌道上実証を開始(3月)。

**アウトカム：**
- 水再生実証における電気分解プロセスの動作実証は、探査に向けた重力依存性への知見獲得につながり、探査に向けたテストベッドとしての「きぼう」の有用性、プレゼンスをさらに示すことが出来た。
- 袋型培養槽技術の研究は、培養槽への給液システムの実証等に成功し、惑星探査における長期宇宙滞在時等に必要な大規模栽培におけるウイルスフリーな苗の育成等につながる知見を獲得。
- フリーズドライ精子により作出されたマウスは、正常かつ次世代への影響もないことを確認し、理論上宇宙で200年以上保存できる可能性を示し、将来の探査等長期宇宙滞在につながる成果を創出。（月周回有人拠点「ゲートウェイ」での継続研究を目指した予備実験も開始）。
- 全固体リチウムイオン電池は、曝露環境での充放電機能を確認。同電池は次世代の電池として注目されており、様々な機器への搭載が見込まれる。
- これら「きぼう」の強みを活かした取り組みを通じ、補給量削減や長期滞在等探査や将来低軌道活動に不可欠な技術を獲得し、可能性を拡大。



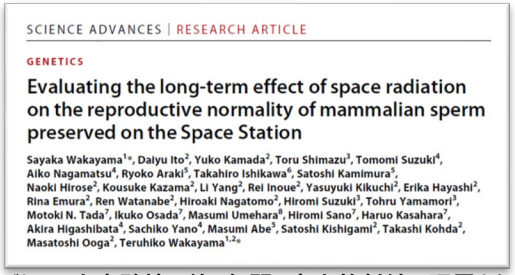
水再生技術実証システム







袋型培養槽技術の実証実験


SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

GENETICS

Evaluating the long-term effect of space radiation on the reproductive normality of mammalian sperm preserved on the Space Station

Sayaka Wakayama[1]*, Daiyu Ito[2], Yuko Kamada[2], Toru Shimazu[3], Tomomi Suzuki[4], Aiko Nagamatsu[4], Ryoko Araki[2], Takahiro Ishikawa[4], Satoshi Kamimura[5], Naoki Hirose[2], Kousuke Kazama[2], Li Yang[2], Rei Inoue[2], Yasuyuki Kikuchi[2], Erika Hayashi[2], Rina Emura[2], Ren Watanabe[2], Hiroaki Nagatomo[2], Hiromi Suzuki[2], Tohru Yamamori[2], Motoki N. Tada[2], Ikuko Osada[2], Masumi Umehara[6], Hiromi Sano[7], Haruo Kasahara[7], Akira Higashibata[4], Sachiko Yano[4], Masumi Abe[3], Satoshi Kishigami[2], Takashi Kohda[2], Masatoshi Ooga[2], Teruhiko Wakayama[1,2]*

「きぼう」日本実験棟で約6年間、宇宙放射線に曝露された精子からマウスの作出に成功(Scienceの姉妹紙、Science Advances)

# 地球低軌道の自律的、持続的な利用拡大に向けた「きぼう」の機能向上と科学成果

## 背景・目的：

- プラットフォーム化した利用サービスや技術の量的・質的向上、実験手法の開発、地上設備との連携により実験の適用範囲を広げ、利用の拡大を図る。
- 我が国の課題解決や科学技術の発展に向け、小動物飼育ミッションによる健康長寿や静電浮遊技術による革新材料の研究を通じ、成果を創出する。

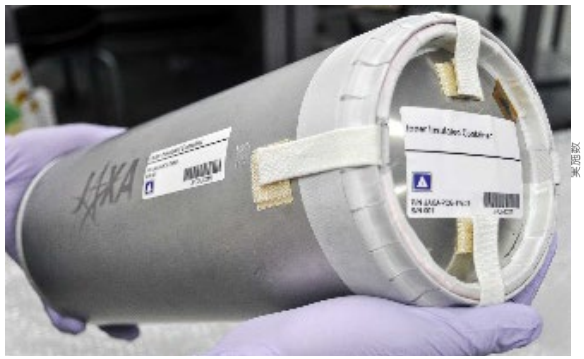
## アウトプット：

- 「こうのとり」7号機の再突入カプセルを発展させた、タンパク質等サンプルのISS向け小型運搬容器(試料輸送用真空断熱容器)を軌道上実証(6月)。
- i-SEEPの軌道上ミッションに関し、ユーザが直接自社等からペイロードをリモート運用できる環境を構築。
- 静電浮遊炉(ELF)実験は、機能改修等により装置の安定稼働を向上させ、実験回数が大幅に増大。また、最新の民生技術を利用した画像処理圧縮機能とデータストレージ容量を有する機器をSpx-22(5月)で打ち上げ、運用に投入。
- マウスの腎臓を解析した結果として宇宙旅行により血圧や骨の厚みが変化する仕組を解明したほか(Kidney International(IF:10.612)、11月)、船外実験装置（X線観測データ利用、高エネルギー線・ガンマ計測論文引用を含む）による計205報の論文発表等、数々の科学成果を創出。

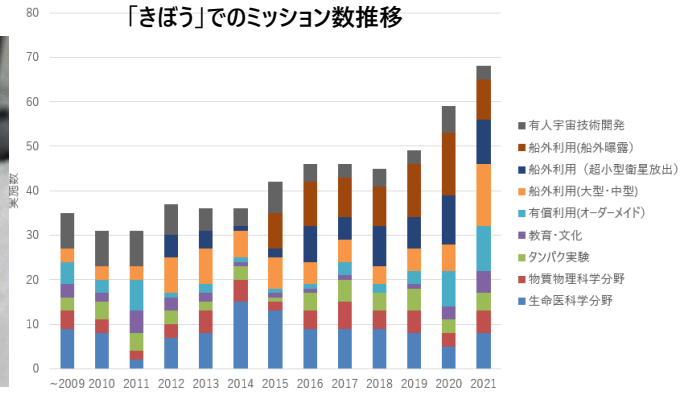
## アウトカム：

- 小型運搬容器は、NASAのサービスに依存していた温度管理を自前で行なえるようになる等、サンプル輸送・回収の自律性が向上するとともに、p.15に記載の事業者による民間利用開拓につなげることができた。
- i-SEEPは、リモート運用化の実現により、ユーザーの利便性、効率性、運用性を向上。
- ELFは、前年度比約2.6倍で過去最多の115回に浮遊溶融成功数が増加し、より多様な試料のデータ取得が可能となり、NASAテーマの継続利用や民間利用を促進。画像処理圧縮機能とデータストレージ容量の向上も、「きぼう」のインフラ機能を拡充させ、更なる利用の拡大に貢献。
- リソースが限られる中、これらの科学成果をISS参加5極中最も数多く創出（効率は、NASAのレポートに基づき、実験総数を利用リソースの割合で除し算出）。ミッション数も、利用拡大や機能向上の取り組みが実を結び、「きぼう」運用開始以降過去最多となる前年度比約2割増の68件を達成。

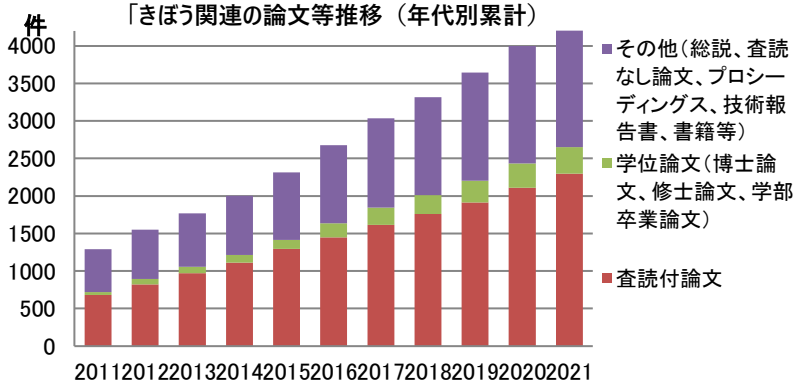
試料輸送用真空断熱容器



「きぼう」でのミッション数推移




「きぼう関連の論文等推移（年代別累計）



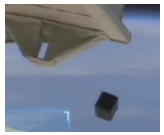
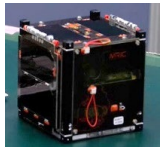
## 評定理由・根拠：補足（各論⑤）

### 「きぼう」利用を通じた新興国等の宇宙参画実現、人材育成、SDGsへの貢献

**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ンレンジ国際競技会(第 2 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 を通じた取組や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パッケージの取組に着手する。

**アウトプット：**
- 「きぼう」からの超小型衛星の放出は、モーリシャス(6月)、フィリピン(10月) 、豪州(10月)、UAE/バーレーン(2月)の衛星を放出。
- アジアンハーブ実験において、過去最多の12か国・地域が参加。
- UNISEC-Japanと「きぼう」からの超小型衛星放出を用いた包括的な連携協力の推進に関する協定を締結(4月)。また、超小型衛星開発を通した国内大学向け超小型衛星放出機会提供(J-CUBE)に関する公募を開始 (10月)

**アウトカム：**
- 超小型衛星の放出数は過去最多タイの7機、累計で26か国39機（国内も含めると62機）となり、パラグアイでは同国初となる衛星への貢献評価されパラグアイ国家功労勲章を受章。衛星技術を有する国内大学との連携等により開発から打上げ、運用までをパッケージに各国レベルやニーズに合わせた実験プログラムの設定、持続的サポートの提供等により、打上げ手段を持たない新興国等に宇宙への参画機会を設け、人材育成にも貢献。
- アジアンハーブ実験は、「きぼう」でのハーブ栽培等を通じアジア・太平洋地域の理科教育にも貢献し、例えば、豪州では約30万人の生徒、教師が参加。こうした活動の結果、新たにフィリピンがKibo-ABCへ参加し、参加国は延べ14ヵ国・地域、、19機関となり、SDGsを含め「きぼう」を通じた貢献が拡大。
- J-CUBEは、国際協力枠（国際貢献に資する人材育成推進）を3件、国内先進ミッション枠（先進的な技術実証）を2件選定し、大学を通じた持続的、国際的な学術利用、人材育成を創出。




衛星放出後のジャグナット・モーリシャス首相(左)
放出された超小型衛星(右)


軌道上で撮影
された種子


第1回 学生が回収した
種子を栽培


第2回 地上比較実験
結果の分析


JAXA山川理事長(左)
アセベド パラグアイ共和国外務大臣(右)

# 日米協力 (JP-US OP3)による成果の最大化と日米協力関係の強化

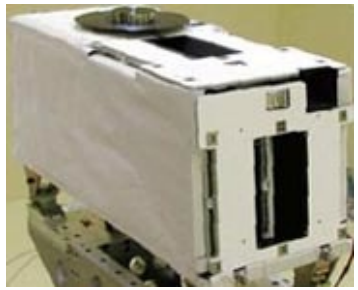
**背景・目的：**
日米オープン・プラットフォーム・パートナーシップ・プログラム(JP-US OP3)に基づいた、日米協力関係の強化に資するため、静電浮遊炉等の共同実験テーマでの実験を実施する。また、小動物飼育装置を用いた新たな共同実験の実現に向けて、日米協力による実験準備作業を進める。

**アウトプット：**
- 静電浮遊炉（ELF）の協力において、米国研究者の実験を通し、ペロブスカイト型やガーネット型酸化物の物性データを取得。
- NASAと連携した第2回「きぼう」ロボットプログラミング競技会（2nd Kibo-RPC）を開催。
- 全天X線観測装置MAXI(JAXA)と高感度X線観測装置NICER(NASA)とのISSでの連携観測の枠組みを構築。

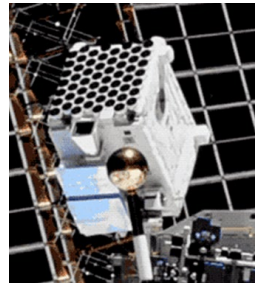
**アウトカム：**
強固な日米協力の下、全体として協力拡大が進み、継続して成果創出と日米協力関係の強化につながっている。
- ELF実験にて取得した物性データは、レーザー等の光学素子に利用され、光学素子の高品質化に貢献。
- ロボットプログラミング競技会は、11の国・地域から286チーム、905人が参加し、裾野が拡大。次回第3回では、参加希望者のニーズを踏まえKibo-RPCの参加国・地域以外にも参加範囲を拡大し、より多くの学生に参加機会を提供。
- MAXI と NICERは、日米の連携枠組みにより天体の精密な位置を世界中の研究者にすばやく速報できるネットワークを実現。その結果、連携枠組みやネットワークを活かした両装置による長期観測の成果を論文掲載（Astrophysical Journal 誌、IF:5.87）。



静電浮遊炉(ELF)の外観



MAXI (JAXA)



NICER (NASA)

広く浅く観測可能なMAXIの軟X線突発天体情報を、視野は狭いが深い観測のできるISS搭載のX線望遠鏡NICERに即座に伝え観測することで、継続時間の短い貴重な突発現象の時間発展をとらえることが可能。




第2回「きぼう」ロボットプログラミング競技会

## 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 | | | |
| 決算額 (千円) | 37,140,172 | 38,426,964 | 42,621,270 | 36,410,378 | | | |
| 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 | | | |

(※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。

# Ⅲ．3．9 宇宙輸送システム

2021年度 自己評価 C

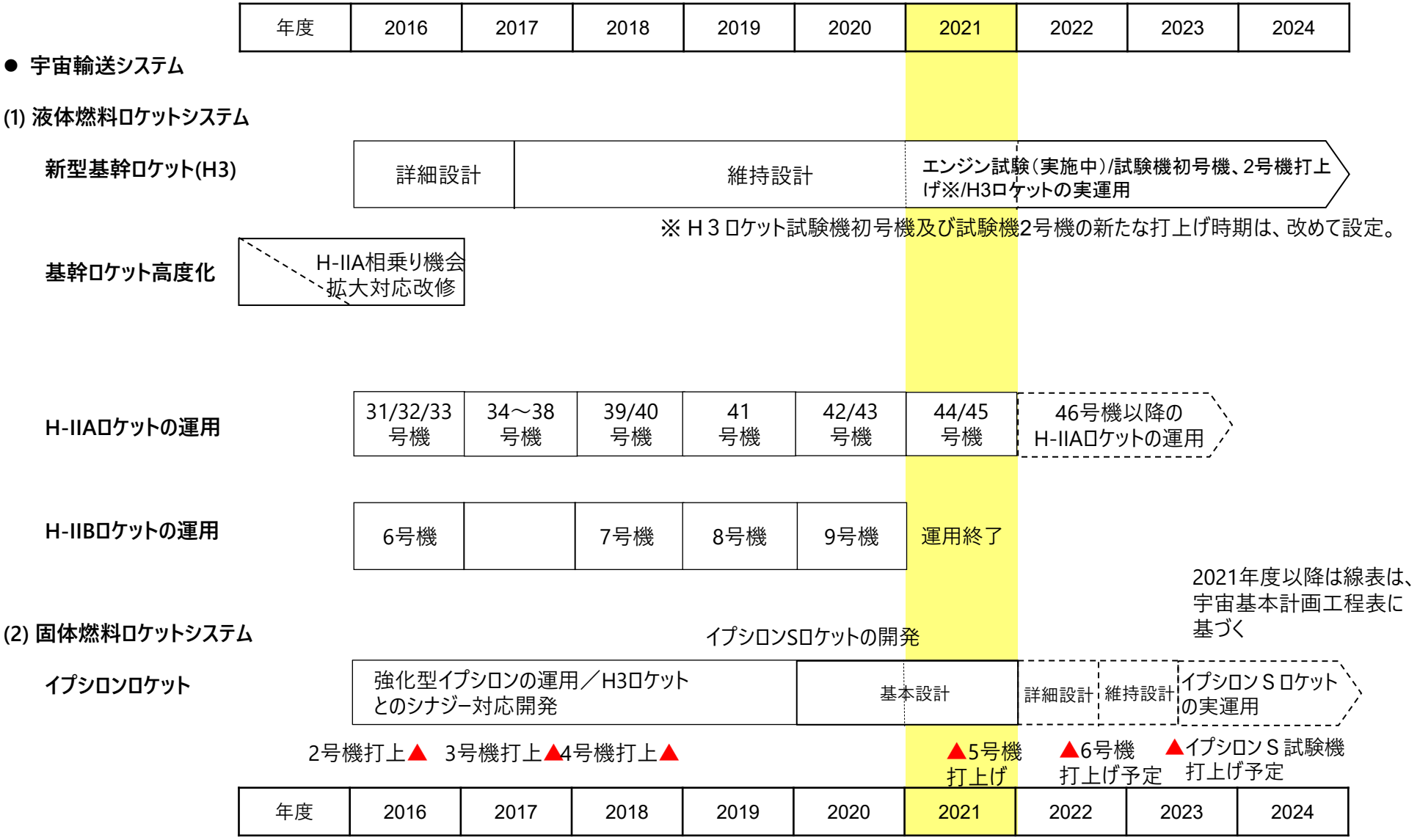
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．9 | Ⅰ．1．9 | － | |
| 我が国が宇宙活動の自立性確保のため宇宙輸送能力を切れ目なく保持することを目的に、次のとおり基幹ロケット及び産業基盤の維持・発展に資する開発・高度化等を行う。さらに、将来にわたって、商業的に我が国の宇宙輸送サービスが一定の需要を獲得し、我が国の自立的な宇宙輸送能力が民間事業者を主体として継続的に確保できるよう、次のとおり宇宙輸送システムの国際競争力強化に向けた開発・高度化等を行う。この際には、複数衛星の打上げなど、将来の打上げ需要に柔軟に対応できるように取り組む。 | | | |
| （１）液体燃料ロケットシステム<br>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。<br>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行う。 | （１）液体燃料ロケットシステム<br>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、令和3年度の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。（初号機：令和3年度打上げ予定、2号機：令和4年度打上げ予定） | ＜プロジェクト＞<br>H3ロケット試験機初号機は令和3(2021)年度の打上げを目指し、第1段エンジン(LE-9)の液体水素ターボポンプの課題の原因究明と対応策の具体化を進めた結果、対策に技術的見通しを得たものの、新たに検討を要する事象が見つかり、令和3年度の試験機初号機の打上げを見合わせた。 | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．9 | Ⅰ．1．9 | － | |
| | 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、部品枯渇に伴う機器等の再開発を引続き進め、開発した機器を飛行実証する。飛行安全機器については、昨年度に飛行実証した結果を反映して実運用を行う。 | 部品枯渇について、H-IIA44号機で飛行安全機器の実運用を行い、結果は良好であった。また、運用性向上として軌道要素情報が入手困難な中国の有人宇宙物体との衝突を回避するため、新たな解析手法を構築し、打上げの制約緩和を行った。 | ロケット機体と有人宇宙物体との衝突回避解析（COLA解析）の新たな解析手法の構築 |
| （２）固体燃料ロケットシステム<br>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行う。 | （２）固体燃料ロケットシステム<br>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、令和3年度の5号機の打上げに向け、機体製造を実施するとともに、6号機に向けた搭載検討及び機体製造を実施する。（令和3年度搭載検討完了予定、令和4年度機体製造完了予定）<br>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ロケットの基本設計を終了して詳細設計を進める。（令和4年度詳細設計完了予定） | 第3四半期に容易に打上げ日を変更できないイプシロン５号機、H-IIA44号機(政府衛星)及び45号機(商業衛星)の3機の打上げが集中し、イプシロン5号機の遅延の際に搭載衛星への影響とH-IIA44号機の玉突き遅延を回避するため、射場作業の短縮や一部前倒し、打上げ順番の入替え等の工夫により全体計画への影響を回避しつつ、イプシロン5号機打上げに成功した。<br>また、種子島で適用済の新雷制約を内之浦に適用し、打上げ機会拡大に資した。<br>6号機は、機体製造を実施するとともに、政府が進める民間SAR衛星コンステレーション構築への貢献と将来のSAR衛星によるイプシロンロケットの利用拡大の観点より、事業者提案のSAR衛星2基の有償相乗り打上げにスキームを変更した。この際、ペイロードインテグレーション、発射整備作業を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た。<br>イプシロンSロケットは、コロナの影響や6号機のスキーム変更の検討のため一時検討を中断し、基本設計完了は次年度当初となったが、全体スケジュールへの影響は無い。 | 短期間に集中した多機種打上げの実施<br><br>イプシロンロケット5号機の打上げ成功<br><br>内之浦からの打上げに初適用した新雷制約による打上げ機会の拡大<br><br>イプシロンの段階的民間移管の推進 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．9 | Ⅰ．1．9 | － | |
| 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。 | 基幹ロケットの成熟度向上のための取組みとして、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計画を策定する。 | H3ロケットの成熟度向上に必要となるコンステレーション対応開発を進めている。<br>また、国際競争力強化のための能力拡大、低コスト化などに必要な技術課題の識別、並行して革新的将来宇宙輸送システム（基幹ロケット発展型）の研究開発成果の先行実装や飛行実証機会をH3ロケット高度化で提供し、研究開発の着実な遂行が実施できるよう輸送シナリオの策定を行った。 | 計画に基づき着実に実施 |
| 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。 | 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支援機械棟のフェアリング空調・バックアップ空調設備及び海上監視レーダ設備の更新を実施し、内之浦は構内電源幹線ケーブルの更新を本年度実施する。さらに、追尾局のリモート運用等を含む運用性改善を行う。<br>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の導入を進める。 | 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。<br>設備保全については、設備の劣化が進行して打上げ遅延を引き起こしたことを踏まえ、全ての重要設備に対し設備の劣化状況を定量的に把握しつつ、点検内容や周期を見直しを行い、潜在的不具合を検出し予防保全の導入を進め、H-IIAロケットの打上げ成功率・オンタイム率ともに世界最高水準を維持した。 | 打上げ関連施設・設備の老朽化更新：計画に基づき着実に実施<br><br>設備予防保全の導入<br><br>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 |
| 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。 | 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。 | (株)IHIエアロスペースにあるH-IIA、イプシロン、H3専用治工具について、スペースワン(株)の依頼により「超小型衛星打上げ用ロケットの開発」を目的として貸出を行った。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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
● 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)
詳細設計
維持設計
エンジン試験（実施中）/試験機初号機、2号機打上げ※/H3ロケットの実運用
※ H３ロケット試験機初号機及び試験機2号機の新たな打上げ時期は、改めて設定。
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
2021年度以降は線表は、宇宙基本計画工程表に基づく
(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号機打上げ予定
▲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

# Ⅲ．３．９　宇宙輸送システム

**2021年度 自己評価　C**

**【評定理由・根拠】**

H3ロケットは、第1段エンジン(LE-9)の技術的課題に対応するため、解析や試験の高度化を図り検証を実施し、液体水素ターボポンプの翼列由来の共振への対策に一定の目途がつけられたが、新たに液体水素ターボポンプと液体酸素ターボポンプに振動応答の発生を把握した。この新たな事象の原因究明と対応策を具体化し、LE-9エンジンに万全の対策を施すため令和3(2021)年度の試験機初号機の打上げを見合わせることにした。

新型基幹ロケットであるH3ロケットの開発遅延により全体スケジュールの見直しを発生させたことは、わが国の宇宙利用や科学探査等に影響を与える重大なものである。H3試験機初号機の2度の打上げ遅延を起こし、年度計画で定める令和3年度の打上げを計画通り達成することができず、複数の対策案を並行して検討・検証し開発遅延リスクを最小化する等、再度の計画変更を発生させないよう、全力で取り組む所存。

主な業務実績・成果は以下のとおり。

【自立的な宇宙輸送能力の拡大】

１．H3ロケットの開発

液体水素ターボポンプ２段動翼共振不具合について、解析の高度化を図るとともに、翼の振動を直接計測する等の新たな試験技術で検証を実施し、対策に一定の目途がつけられたが、新たな事象（液体水素ターボポンプの第1段タービンディスク部にフラッタ発生、液体酸素ターボポンプの振動応答）を把握した。現在、この新たな事象の原因究明と対応策の具体化及びターボポンプの設計確定に向け試験を進めている。

燃焼室内壁開口の不具合について、試験データの評価とシミュレーション等により、定常燃焼中に負荷される高温の温度サイクルにより壁面に塑性変形が累積し、開口に至ったと推定し、壁面の変形が進行しない壁温範囲（約1100K以下）で作動させる対策案を確立した。試験機初号機は壁温上限には十分な余裕があることを確認済みであるが、試験機2号機以降の3D造型噴射器を適用したエンジン仕様での機能・性能を検証するため、技術データ取得燃焼試験を追加実施する予定。

＜補足１参照＞

【自立的な宇宙輸送能力の拡大】（つづき）

２．イプシロンロケットとH3ロケットシナジー対応開発

①イプシロンロケット5号機は設備不具合及び高層風の制約条件逸脱のため打上げを延期し、その後、高層風の改善が見込めない状況であったため、搭載中の革新的衛星技術実証2号機の早期打上げも踏まえつつ、後続打上げの玉突き遅延を回避するためH-IIA44号機の打上げと順番を入れ替え、革新的衛星技術実証２号機の打上げを行い目的の軌道に投入した。その際、打上げ時の制約の一つである雷制約について、従来、内之浦では設定された雲の厚さに基づく制約条件のみで運用を行ってきたが、既に種子島で適用している雲中の電場の発生原因のあられ等の粒子量を推定するレーダ反射強度も用いた新雷制約をイプシロン5号機の打上げに取入れ、打上げ機会の拡大を図った。

同6号機は、機体製造を実施するとともに、政府が進める民間SAR衛星コンステレーション構築への貢献と将来のSAR衛星によるイプシロンロケットの利用拡大の観点より、事業者提案のSAR衛星2基の有償相乗り打上げにスキームを変更した。この計画変更に際しては、JAXA打上げとしつつも、機体の納入をリフトオフ時に後ろ倒すことによるロケット製造・射場作業の請負範囲の拡大、及びペイロードインテグレーション等の実作業を事業者が主体的に実施する体制に変更することにより事業者の役割・責任範囲を拡大し、宇宙基本計画で定められた民間移管に向けて、段階的かつ着実にイプシロンSに向けて取組を進めた。

＜補足2、3参照＞

②イプシロンSロケットはH3ロケットとの部品の共通化等のシナジー効果を発揮することにより国際競争力を向上することを目的として基本設計を進めているが、コロナの影響や6号機のスキーム変更の検討のため、一時検討を中断し、基本設計の完了は次年度当初となったが、全体スケジュールへの影響は無い。

【継続的な信頼性、運用性向上による確実な打上げ】

1．基幹ロケットの確実な打上げ

令和3(2021)年度は第3四半期内に打上げが集中し、予備期間がない玉突きスケジュールで3機（イプシロン5号機、H-IIA44号機及び45号機）の打上げが予定されていた。各打上げの射場作業で万が一大幅遅延を起こす不具合が発生した場合に備え、H-IIA44号機の射場作業の一部をイプシロン5号機の前に実施すること、及びイプシロンとH-IIAで共用する設備の切替え期間の短縮を図るなどの対応を事前に計画した。

結果的にイプシロン5号機の打上げ遅延が発生した際、H-IIA44号機と玉突き遅延になる直前までイプシロン5号機の打上げを追求し、天候回復が暫く見込めない状況を踏まえ打上げの順番を入れ替え、H-IIA44号機への影響を回避しつつ**イプシロン５号機の打上げを実施することができた**。

**その後、H-IIA45号機も天候不良以外の遅延は生じさせず、計画通り第3四半期内に3機の打上げを完遂し、**政府衛星及び商業衛星打上げに貢献するとともに、世界トップ水準の成功率98.1%、オンタイム率85.7%を維持した。＜補足4、5参照＞

1）徹底したコロナ感染防止対策

離島で、医療設備が充実していない種子島に、島外から大勢の関係者が入島することから、感染者を出さないよう地元の役場及び関連企業と緊密に連携して、徹底した感染防止対策、感染者発生時の初動体制、情報連携体制を維持している。また内之浦では種子島で実績のあるコロナ感染対策を踏襲して対策を実施した。クリスマス局運用は、コロナ感染防止のためクリスマス島への渡航ができないことから、H-IIA_44号機及び45号機共に種子島からの遠隔操作による運用を行った。なお、クリスマス局は保全を実施できない状態が続いたため、万が一の不具合発生時には現地常駐者を遠隔指示のみで対応できるよう、事前に遠隔での訓練等、連携を強化した。

2）打上げ関連施設・設備の予防保全の定着

2019年度の打上げ当日の設備不具合を踏まえ、設備保全の抜本的見直しに取り組んだ。地上設備配管のようにシステム(ENDtoEND)では健全性を確認していたが、その配管の細部で劣化が進行して、打上げ遅延を引き起こしたことを受け、2020年度での一部の重要設備への試行に引き続き、非破壊検査技術を活用し設備の劣化状況等を定量的に把握し、劣化のメカニズムに基づく点検内容や周期を見直し、予防保全を全ての重要設備に対し、拡大・強化した。但し、イプシロン5号機の打上げ時の設備不具合の発生を踏まえ、保全のみならず設備運用時の点検手順にも配慮が必要であり改善を進めている。なお、この予防保全の本取組をJAXA全体に浸透させるためにJAXAの標準として制定した。＜補足6参照＞

２．ロケット機体と有人宇宙物体との衝突回避解析（COLA解析）の新たな手法の構築

打上げ前の有人宇宙物体のCOLA解析に関し、国際宇宙ステーション（ISS）は軌道要素情報を入手できたが、中国の宇宙ステーション（天宮）は入手できず、米軍が公開している位置・速度データを統計処理することにより、有人飛行物体の軌道のバラツキを導き出す新たな解析手法により確率判定方式を確立した。これによりISS軌道要素及び天宮軌道要素を用いて、イプシロンの３段ロケットや衛星等と干渉がないことを確認しイプシロン５号機の打上げを実施した。＜補足7参照＞

# 補足１：H3ロケットLE-9エンジン対応状況

## 【翼振動計測試験】

2020年度作業

■ ターボポンプの翼振動計測手法を新たに導入の上試験を実施し、翼の振動応答レベルを直接計測（単体試験に加えエンジン燃焼状態でも計測）
■ 原因となった共振モードの特定および対応策を検証

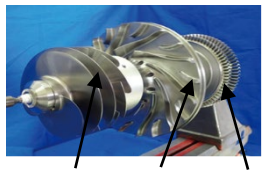
**2021年度作業**

【液体水素ターボポンプ（FTP）】
• 全翼の設計変更等により翼列由来の共振を回避し、翼振動計測試験にて改善効果を確認
→**新たな事象発生：翼振動計測試験において、第1段タービンディスク部にフラッタの発生を認めたため、現在対応策を具体化中**

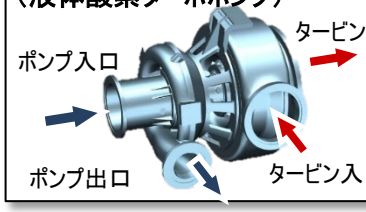
【液体酸素ターボポンプ（OTP）】
• FTPからの水平展開として、全翼の設計変更等により翼列由来の共振を極力回避し、翼振動計測試験にて改善効果を確認
→**新たな事象発生：翼振動計測試験により、対応すべき振動応答を新たに把握し、現在対応策を具体化中**

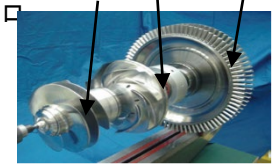
**FTP（液体水素ターボポンプ）**

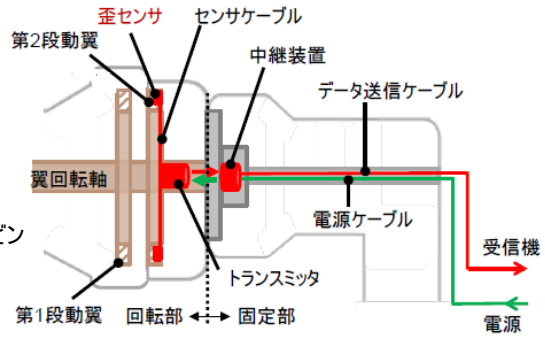



**OTP（液体酸素ターボポンプ）**






翼振動試験の概要図

## 【技術データ取得試験】

2020年度作業

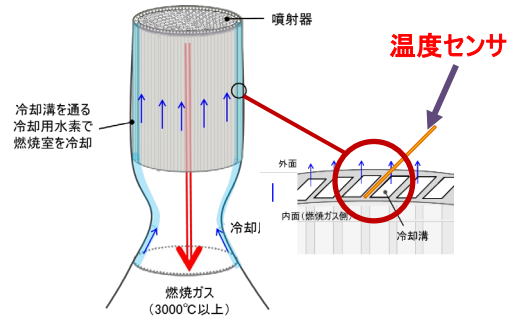
2020年11月より燃焼試験を実施し（計9回、1154.6秒）、様々な燃焼状態における燃焼室内壁面直近の温度データを取得し、各試験後に燃焼室内面の性状変化を観察（認定燃焼試験での事象が実際に発現）

2020年度作業

試験データの評価とシミュレーション等により、「定常燃焼中に壁面に繰り返し高温の温度サイクルが負荷されることにより一定方向の塑性変形が累積し、最終的に開口」に至ったと推定。

**2021年度作業**

作動点の調整により壁面の変形が有意に進行しない壁温の上限（約1100K）以下で作動させる。なお、今後2号機に向け3D造型噴射器での実証データを増すとともに最終設計での機能・性能を検証するため、技術データ取得燃焼試験を追加実施する予定




燃焼室内壁面温度計測の概要図

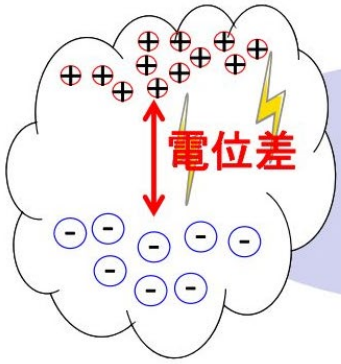
## 補足2：雷制約適正化に係る取り組み

**課題**

従来の雷制約は、米国での事故等を踏まえて設定された雲の厚さに基づく安全側の制約条件にて運用を行ってきた。H-IIAロケット10号機以降の打上げにおいて雷制約による延期が多発した状況を踏まえ、打上げ機会の拡大を図る必要が生じた。

**工夫と成果（アウトプット）**

打上げ機会の拡大を図るための雷制約の適正化に関する研究の結果、雲の厚さ（下図（１））のみではなく、レーダ反射強度（下図（２））も打上げ可否の評定に加えることで、打上げ可能となる条件を拡大できるようになり、本制約（新雷制約）について、2016年より種子島宇宙センターから打ち上げるH-IIA/Bロケットの冬期打上げを対象に運用を開始した。その後内之浦宇宙空間観測所周辺のレーダ反射強度データ等を追加収集・解析し、その評価結果を受け、内之浦宇宙空間観測所から打ち上げるイプシロンロケットについても、2021年度以降冬期打上げに新雷制約を適用することとした。その結果、イプシロン5号機の打上げにおいて新雷制約を適用することで、打上げ機会を逸することなく、適切な天候判断に寄与する情報を提供できた。
今回のような取組みがなければ、新雷制約を許容できる打上げ機会が少なくなり、予定されている後続機の打上げにも影響する可能性があった。実際にイプシロン5号機の場合は、打上げ翌日から天候の悪化が続き、後続のH-IIA45号機の打上げスケジュールに影響を与えるところであった。




誘雷の可能性のある雲の状態を研究し、予測手法を高度化

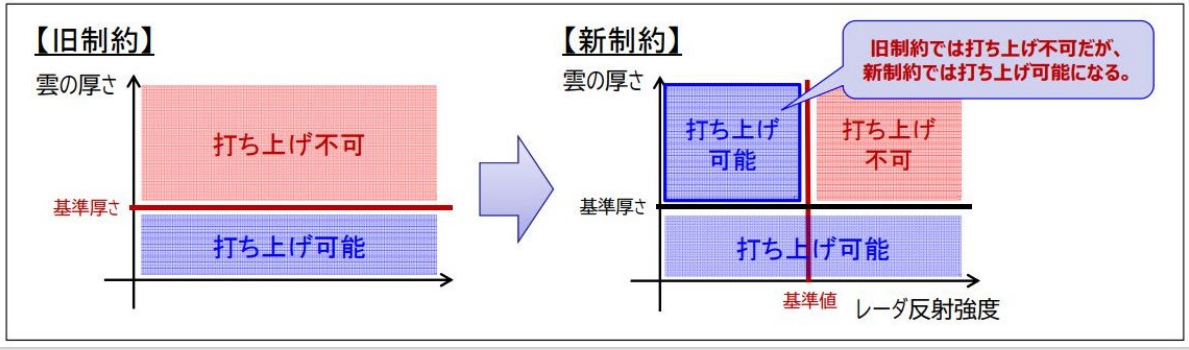
**（1）雲の厚さ（従来よりの予測手法）**

雲の厚さが現行制約以下の場合、十分安全であることを確認。

**（2）レーダ反射強度（新規適用※）**

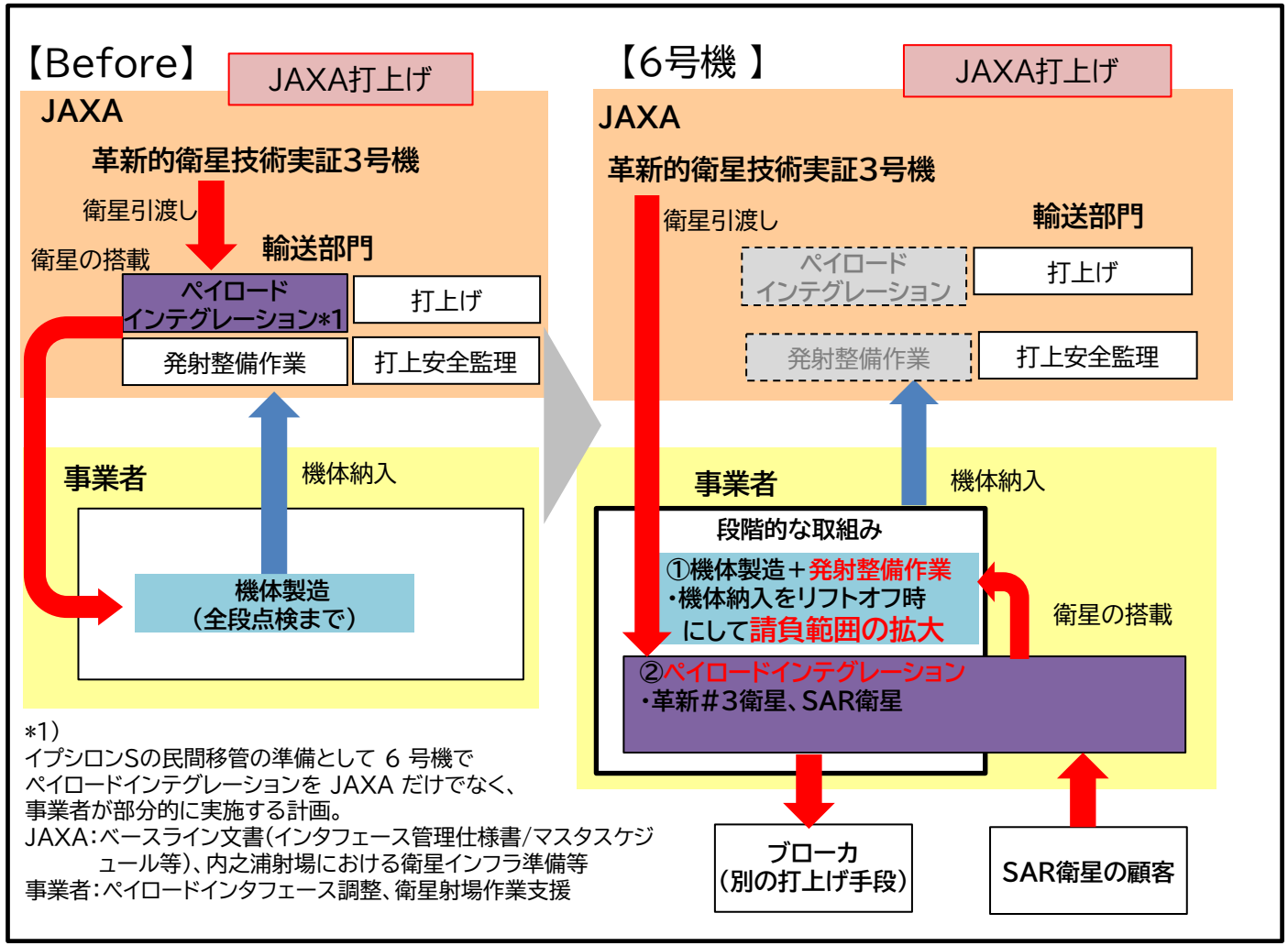
レーダの反射強度が基準値以下の場合、十分安全であることを確認。

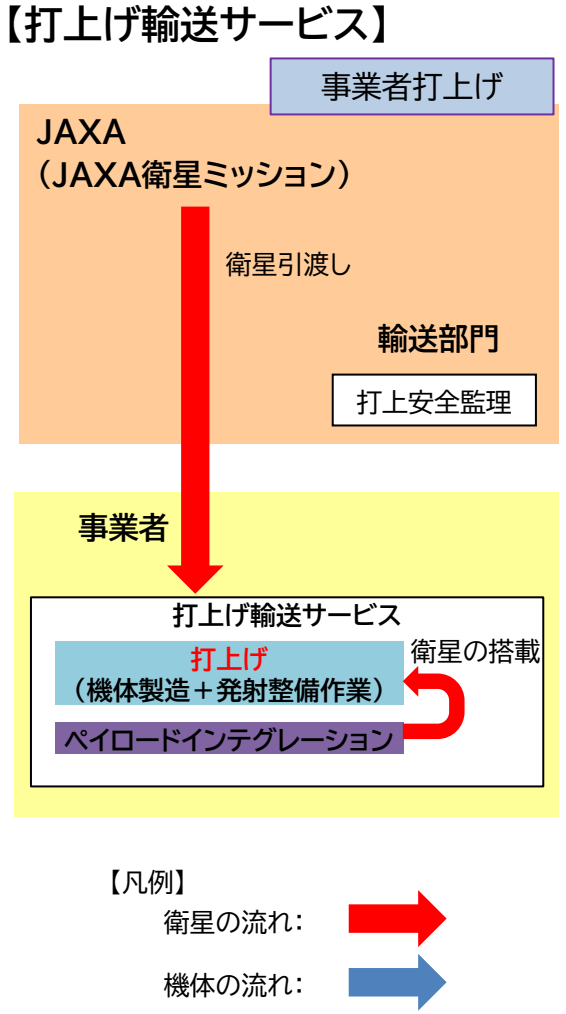
① これまで雲の厚さだけで予測していた**誘雷の可能性を、より精度高く予測**できることになった。
② 結果として、**雷雲による打ち上げ延期をこれまでの半分程度に減らす**こととなった。



## 補足3：イプシロン6号機の段階的な打上げ輸送サービス化に向けた取組

JAXA打上げとしつつ、ペイロードインテグレーション及び発射整備作業の実施を事業者主体に変更することにより、事業者の責任範囲の拡大を行い、段階的に着実に打上げ輸送サービス化に向けた取組を行う。今まで機体製造のみであった事業者は、搭載する衛星のインテグレーションを行い、かつ、発射整備作業を実施する体制とした。このことにより政策文書で示す民間移管の実現に向けて段階的に推進することができた。



# 補足4：多機種打上げスケジュール確保の検討

**課題**

2021年度は第３四半期に打上げが集中し、容易に打上げ日を変更できない3機(イプシロン5号機、H-IIA44号機及び45号機)の打上げが予定され、特に、H-IIA44号機と45号機との間は予備期間がない打上げ計画が設定された。各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玉突きでの延期を回避するための対策を準備する必要があった。

**工夫と成果（アウトプット）**

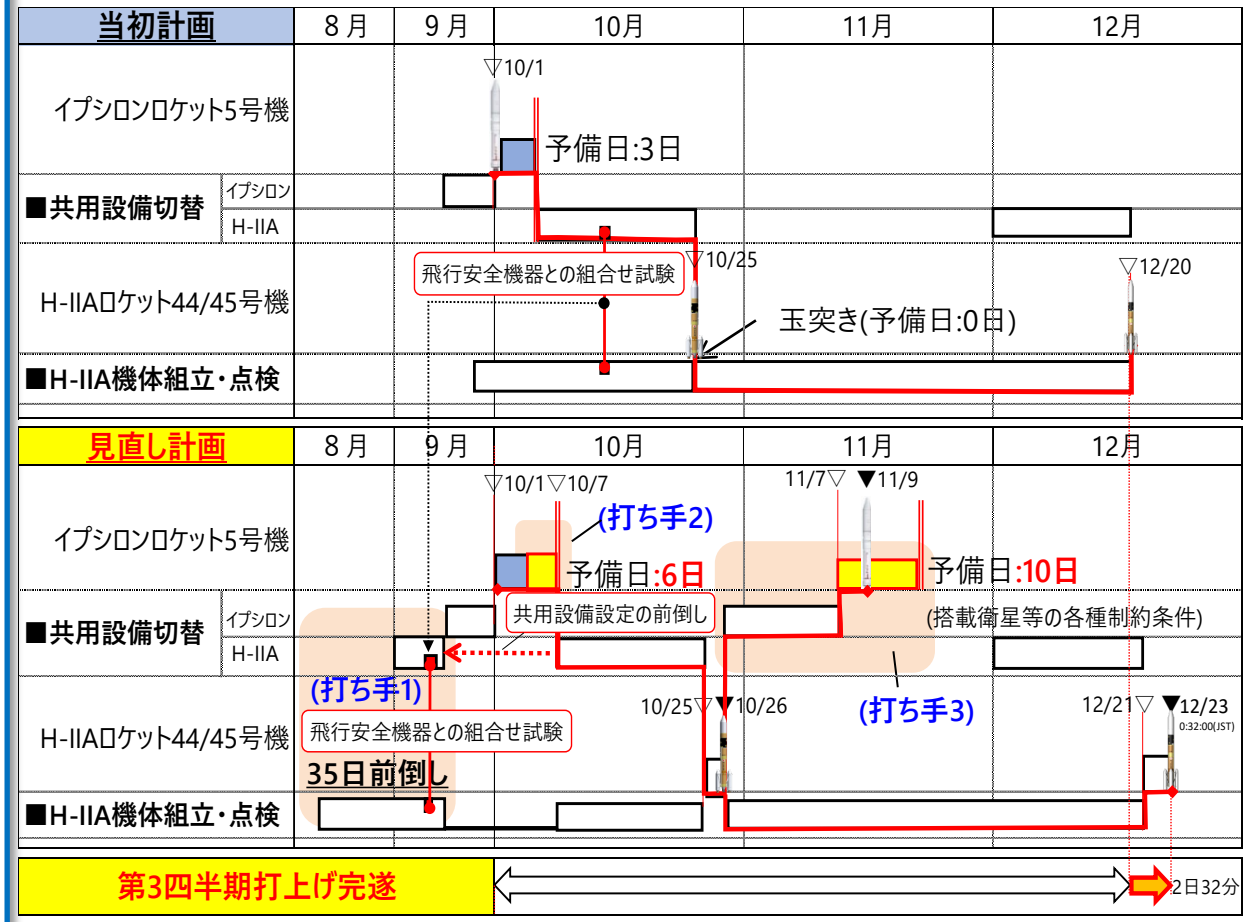
**(打ち手1)H-IIA44号機の遅延リスクの早期低減**
⇒H-IIA44号機で初適用となる飛行安全機器と設備との組合せ試験での不具合による遅延リスクを回避するため、機体の射場搬入を前倒し、同組合せ試験を実施し、**H-IIA機体と設備の健全性を早期に確認し打上げ遅延リスクを低減**した。

**(打ち手2)イプシロン5号機の予備期間の確保**
⇒上記のH-IIA44号機の飛行安全機器の組合試験に合わせて**共用設備の設定の一部を前倒して実施**し、イプシロンからH-IIAへの設備切替期間を短縮し、**予備日を追加確保**した。

**(打ち手3)H-IIA玉突き計画影響回避に対する備え**
⇒H-IIA44号機が遅延すると45号機が玉突き遅延するため、イプシロン５号機の大幅遅延に備え、搭載中の**衛星の早期打上げも踏まえた44号機と打上げ入替えを検討し、迅速な判断に備えた。**44号機打上げ後３日以内に**内之浦へ可搬設備の輸送を確実に行う**こと、44号機打上げで共用設備が健全に機能した場合は、**イプシロン打上げに向けた設備機能点検での不具合発生リスクを評価し、予備日を削減し期間短縮化**、さらに**衛星の各種制約も踏まえ予備期間を確保した。**

**【結果】**イプシロン5号機はH-IIA44号機と玉突き遅延の直前まで打上げを追求し、暫く天候回復しない状況を踏まえ打上げ順番を入れ替え、**革新2号機とH-IIA44号機への影響を回避し、打上げを成功した。**その後、H-IIA44・45号機も天候以外の遅延は生じさせず、計画通り3機の打上げを完遂した。

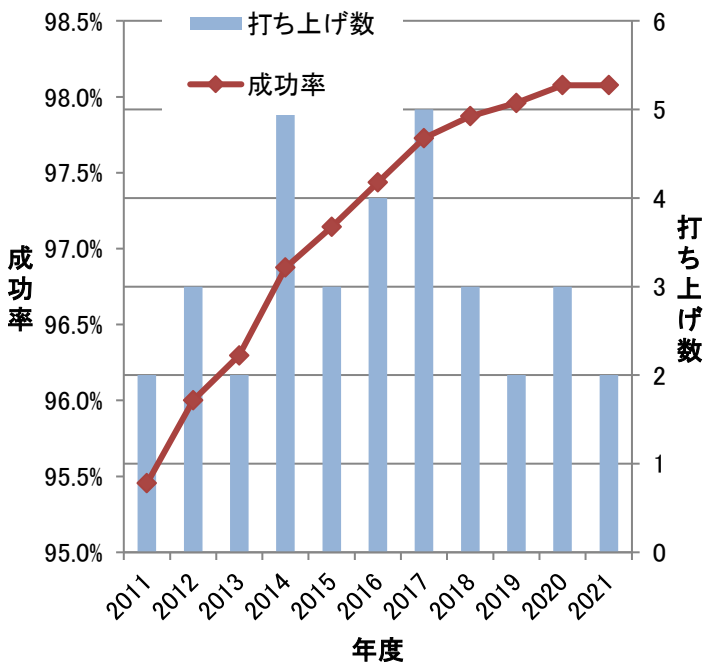
## 【2021年度　打上げ当初計画と実績】



アウトプット

## 補足5：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（2022.1時点）

| 各国ロケット | 打上げ成功率 |
|---|---|
| **H-IIA/B (日)** | **98.1% (53/54)** |
| デルタ４ (米) | 97.6% (41/42) |
| アトラス5 (米) | 98.9% (89/90) |
| ファルコン９ (米) | 98.5% (135/137) |
| アリアン５ (欧) | 96.4% (108/112) |
| プロトンM (露) | 90.1% (100/111) |
| ゼニット３ (露) | 91.3% (42/46) |
| 長征3 (中) | 95.0% (134/141) |

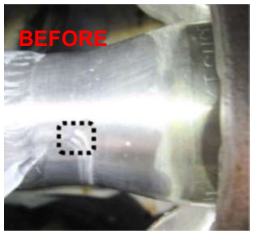
| 各国ロケット | オンタイム率※ |
|---|---|
| **H-IIA/B (日)** | **85.7%(36/42)** |
| デルタ４ (米) | 44.1%(15/34) |
| アトラス5 (米) | 63.0%(51/81) |
| ファルコン９ (米) | 60.6%(83/137) |
| アリアン５ (欧) | 69.2%(54/78) |

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

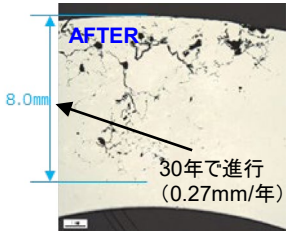
**打上げ成功率は、衛星ユーザーが打上げ事業者を選定する指標になっており、打上げ事業者の顧客獲得に貢献した。**
【H-IIA45号機（英国インマルサット社のInmarsat-6_F1）副最高技術責任者の記者会見コメント】
インマルサット社が三菱重工業を選んだ理由は、H-IIAの信頼性、それからオンタイムの打上げである。非常に高いレベルでの技術的な安心感、そして能力というものを提供してもらった。さらに、H3ロケットの商業打上げで新しいケーパビリティを身につけることによって、商業市場のニーズに応えることができると考えている。

# 補足6：確実な打上げのための関連施設・設備の予防保全の定着

【予防保全の導入】
重要設備（配管、バルブ類、空調設備等）等の錆や摩耗の生じ方、進行速度等の劣化メカニズムに基づく点検やオーバホールの内容や周期の最適化を行い、保全要求や手順書に反映した。この結果、従来に比べ多くの潜在的な不具合を検出した。(2020年度に一部設備に試行し、今年度は全ての重要設備に適用)




点検し漏洩箇所を修理
↓
経年とともに増加
打上げ直前にも発見されうる

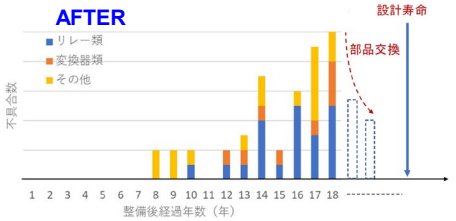



過去の漏洩箇所の
切断検査
↓
腐食メカニズムの把握
↓
進行速度を評価
↓
貫通が近い潜在箇所の点検強化
↓
打上げに余裕をもって事前修理

【状態を把握しきれない設備への対応の明確化】
多数の電子部品を含む制御システム等については、過去の不具合発生履歴を分析し、内部部品が劣化しシステムとして不具合が増加するまでの年数を評価し、部品レベルでの更新を行うことによるリスク低減等を実施した。(2020年度は仕組みを構築し、今年度は全ての重要設備に適用)




故障したら部品交換・修理
↓
設計寿命後期に不具合増加




実績データによる劣化傾向評価
↓
部品レベル（低コスト）の計画的交換
↓
設計寿命後期でのリスク低減

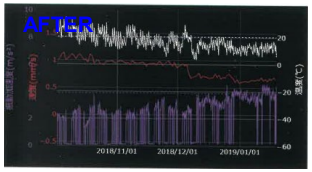
## アウトプット

【世の中の最新動向を受けた技術への改善更新】
金属の肉厚減少や粒界割れの進行や、回転機器の異常兆候に対し、超音波センサ、渦電流センサ、振動センサ等の非破壊検査技術を適用することで、定量的に把握し、異常発生前に予防する技術等を取り込んだ。これらの結果得られた知見を踏まえ、水系配管系統や空調設備等の長期的な更新計画に反映を行った。(2020年度に一部設備に試行し、今年度は全ての重要設備に適用)



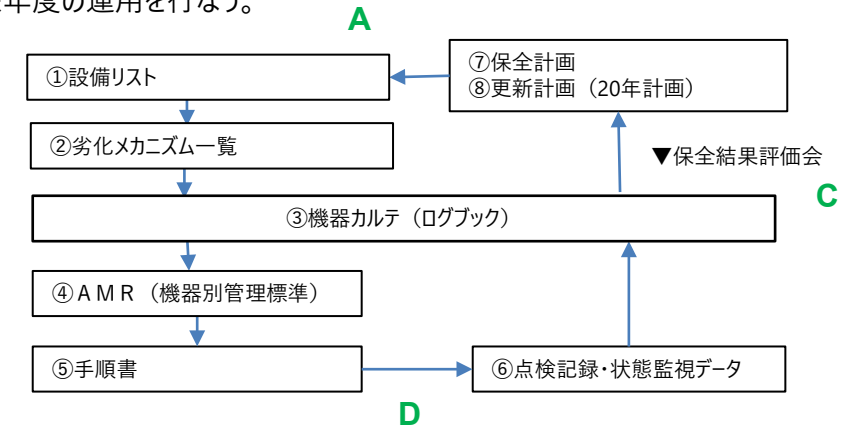

定期オーバホール（高コスト）
↓
設計上予測されていない
不具合が起こり得た






過去の点検結果を評価し
有効なもののみ抽出し定期交換（低コスト）
↓
運転中、振動・温度センサで常時監視
↓
内部状態を知り不具合に至る前に修理

【仕組みの改善】
2021年度中に予防保全を定着させ、機器カルテの整備及びPDCAサイクルを実施し来年度の運用を行なう。



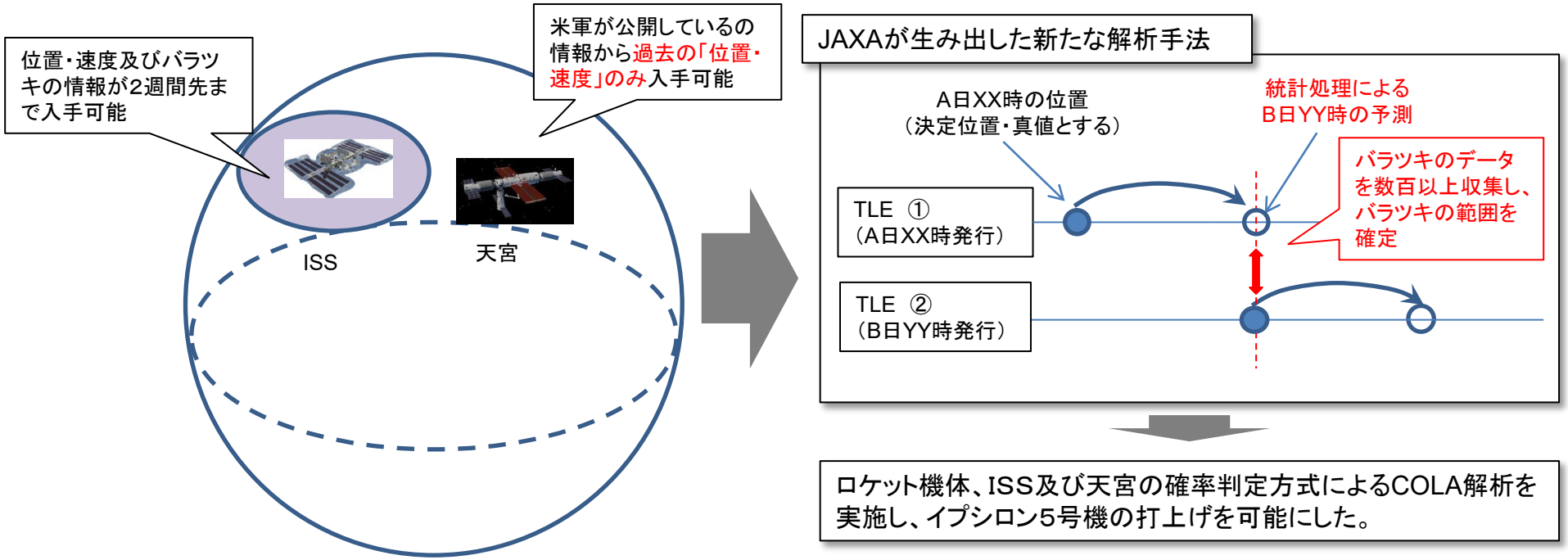
# 補足7：有人飛行物体に対する新たなCOLA解析の取組

**課題**

ロケット機体と有人宇宙物体との衝突回避解析（COLA解析）に関し、国際宇宙ステーション（ISS）はNASAとの情報ラインにより2週間先までの位置・速度情報とバラツキ情報を入手できたが、中国の宇宙ステーション「天宮」は位置誤差（バラツキ）情報等を入手できず、距離判定方式では打上げ機会が少ない状況にあった。

**工夫と成果（アウトプット）**

米軍が公開している「天宮」の過去の位置・速度データ（TLE）を統計処理することでバラツキ範囲を確定し、ISS軌道要素及び天宮軌道要素を用いて確率判定方式による解析を行い、打上げ軌道投入物体（3段機体/小型液体推進系（PBS）/衛星）と干渉がないことを確認し打上げを実施した。
今回の取組を実施することにより、干渉を大幅に緩和でき、打上げ機会の拡大を行うことができた。



## 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 | | | |
| 決算額（千円） | 47,111,693 | 45,481,274 | 42,842,000 | 40,812,897 | | | |
| 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 | | | |

（※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% | | | |
| イプシロンロケット打上成功率（通算） | 100% | 100% | 100% | 100% | | | |

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 2021年度のH3試験機初号機打上げに向け慎重にH3ロケット開発を進めてきたが、2度目の開発遅延を生じさせたことにより、ALOS-3のみならず、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。 | LE-9エンジンの課題解決に向けて、一点の曇りもない完成度の高いエンジンに仕上げることを最優先に、試験での確実な検証を基本としていく。その上で、複数の対策案を並行して進め、可能な限り開発試験の準備の前倒しを図っていく。また、開発チームをメーカ含めて強化して総力を上げて課題解決に取り組んでおり、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。<br>具体的には、以下の取組みを実施している。<br>◆ 複数の対応案の技術的、スケジュール的な成立性を検討<br>◆ 解析的に成立性を確認した対応案は、順次、詳細設計および翼振動計測試験用供試体の製造を行い、試験にて検証を実施。<br>◆ 検証により設計の妥当性を確認の上、認定燃焼試験を開始<br>◆ 技術チームの強化やプライムコントラクターの研究所の協力を得て、ターボポンプの開発を推進 |

# Ⅲ．3．10 衛星通信等の技術実証

2021年度 自己評価 B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．3．10 | Ⅰ．1．10. | | |
| 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。<br>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ザから、高速宇宙通信インフラの構築が求められている。<br>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、ユーザーニーズの他、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。 | 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。具体的には以下を実施する。 | － | － |
| 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。<br>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。 | | | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| 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。 | – | – | – |
| （研究開発・運用を行う衛星等）<br>・光データ中継衛星<br>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。 | ● 光データ中継衛星の初期機能確認後に定常運用に移行し、NICT沖縄に設置した光地上局との校正運用を行う。また、ALOS-3搭載光衛星間通信機器について、打上前準備及び打上後チェックアウトを実施する。（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） | ＜プロジェクト＞2021年5月20日から定常運用に移行し、順調に運用を実施中（光データ中継衛星の初期機能確認後に定常運用に移行し、NICT沖縄に設置した光地上局との校正運用を実施し、十分な性能を実現・維持していることを確認している）。ALOS-3搭載光衛星間通信機器の打上後チェックアウト等については、（H３ロケット試験機1号機の2021年度打上見合わせに伴う）ALOS-3の打上げ延期があったため、延期した。 | ALOS-3搭載光衛星間通信機器の打上後チェックアウト等を除き、計画に基づき着実に実施。 |
| ・技術試験衛星９号機<br>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。 | ● 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、令和5年度打上げ目標）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、基本設計を実施し、詳細設計に着手する。合わせてフライトモデルの製作・試験を開始する。 | ＜プロジェクト＞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基本設計を行い、メカニカルポンプを用いた排熱向上技術は基本設計を完了し、それぞれ詳細設計に着手した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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．光宇宙通信については、次世代の宇宙通信インフラのキー技術として各国が開発にしのぎを削っている。この分野で先行している欧州は、2013年のAlpha-satでの実証を皮切りに、2016年のEDRS-A、2019年のEDRS-Cを打ち上げ、光データ中継ネットワークを着実に構築している。米国においても2021年にLCRD、および2023年のISS搭載LEOターミナルによる光宇宙通信の軌道上実証が計画されている。また、中国においても詳細は不明ではあるが2017年の実践13号による光宇宙通信への取り組みが示されている。

2．一方、国内においても2018年2月、JAXA、ソニー及びソニーコンピュータサイエンス研究所は、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟を利用したISS-地上間長距離空間光通信の軌道上実証を実施するなど、国内関係機関が連携した光宇宙通信関連の研究開発が進められている。

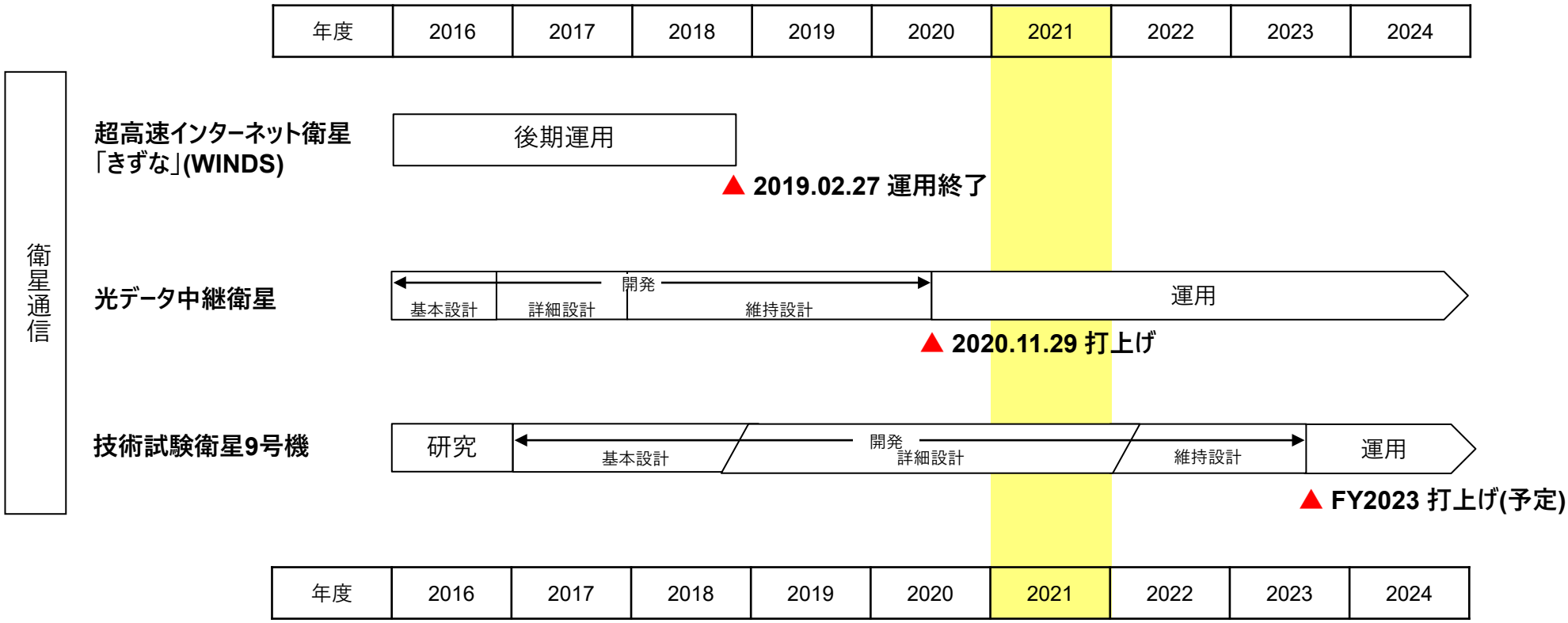
3．軌道上実証により確立された光宇宙通信技術を用いた、商用及び安全保障用途向け通信システムとして国内外で関心が高まっているLEO衛星コンステレーションへの利用に向けたLEO-LEO間/LEO-地上間高速光通信 (10Gbps～数百Gbps)、GEO-航空機間の通信、月・深宇宙探査機用光通信機の開発、そして量子暗号通信に向けた研究・開発に展開が期待される。

**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置き換えなどの一定の需要は存在すると考えられ、商用衛星の動向に詳しいユーロコンサルでは、2020年代半ばまで年間平均10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、デジタル化の取り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において実証する計画変更を行った。

## スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
衛星通信
超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)
後期運用
▲ 2019.02.27 運用終了
光データ中継衛星
基本設計
詳細設計
開発
維持設計
運用
▲ 2020.11.29 打上げ
技術試験衛星9号機
研究
基本設計
開発
詳細設計
維持設計
運用
▲ FY2023 打上げ(予定)
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．３．１０　衛星通信等の技術実証

**2021年度 自己評価　B**

**【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打上後チェックアウト等を除き、年度計画で設定した業務を計画通り実施した。
なお、年度計画で設定した業務は、ALOS-3の打上げを除き、計画通り実施した。

1．　光データ中継衛星については、チェックアウト運用及び軌道上定期校正運用を通して、**所定の機能・性能が達成されていることを確認**し、**定常運用を実施**している。また光衛星間通信機器（LUCAS）について、2021年度は情報通信研究機構（NICT）の沖縄県の光地上局を用いた**捕捉追尾運用を113回実施し、良好な特性が達成・維持されていることも確認**した。さらに、ALOS-3搭載用光衛星間通信機器との間で、速やかに光データ中継の実証及び観測データのダウンリンクが実現できるよう、準備も進めた。
＜補足1., 補足2.参照＞

2．　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、2021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基本設計を行い、メカニカルポンプを用いた排熱向上技術は基本設計を完了し、それぞれ詳細設計に着手**した。
＜補足3.参照＞

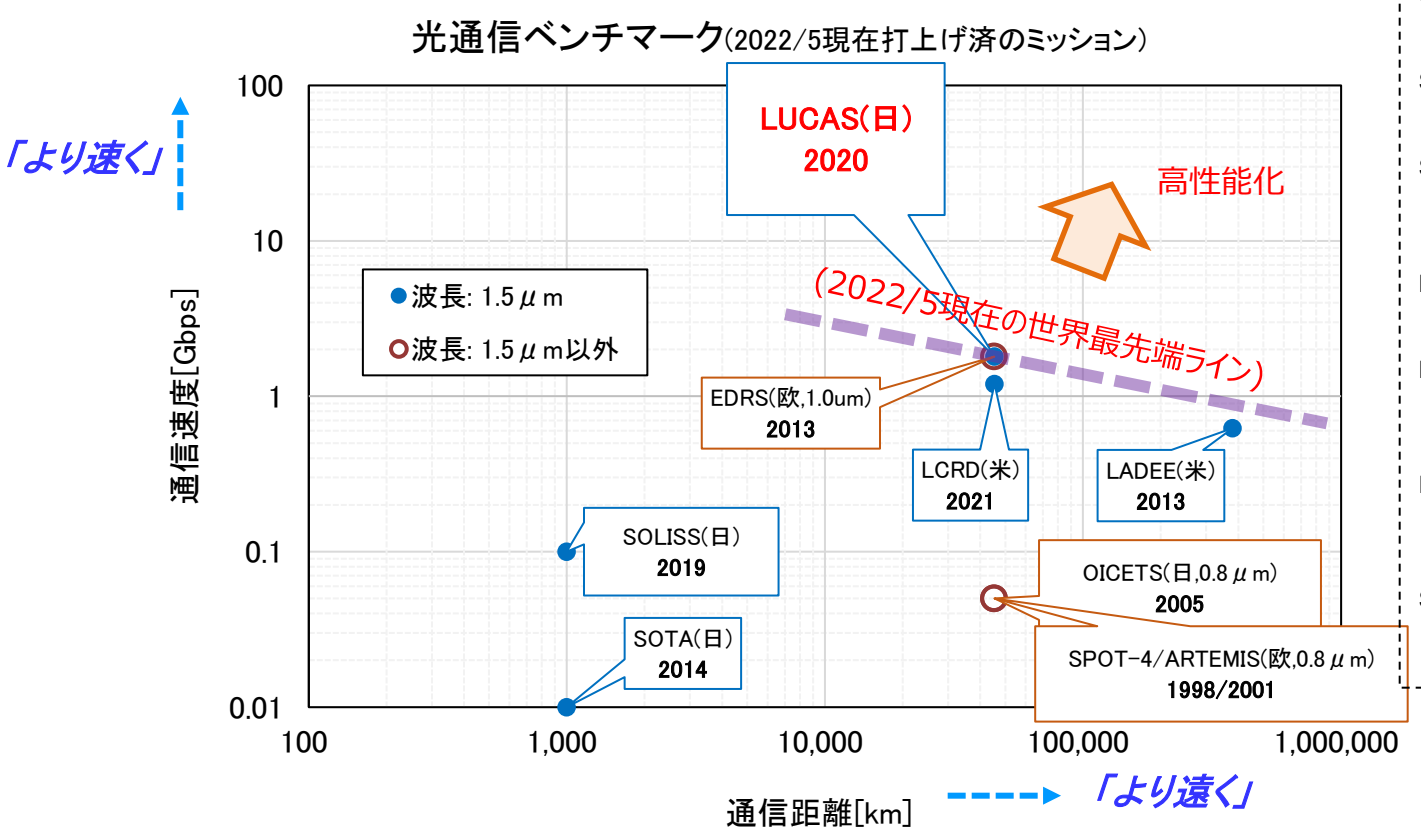
## 評定理由・根拠（補足）

### 1．光データ中継衛星の先進性について（欧米との比較）

◆宇宙通信の性能の指標として以下の2つの観点で比較した：

★「より速く」：通信速度の高速化。送信機側の①送信レーザ光出力の増加や受信側の②受信感度向上がキー技術となる。

★「より遠く」：より遠距離間の通信の可能性。上記①、②も不可欠。加えて、遠距離でも確実に通信相手を捕捉・追尾しつづけるには、③高性能な光学機器（光学特性の精度及びその安定性）、④レーザ光の送受信に係る高度な指向・追尾制御の実現が必要になる。




OICETS： JAXAが開発した光衛星間通信実験衛星。ARTEMISとの間で、2005年に世界で初めて光衛星間双方向通信を実施。

SOTA： エイ・イー・エス社が開発した小型衛星SOCRATESに搭載された、NICTが開発した小型光トランスポンダ。

SOLISS： 国際宇宙ステーション（ISS）の「きぼう」日本実験棟に搭載された、ソニーコンピュータサイエンス研究所とJAXAが開発した小型光通信実験装置。

LCRD： STPsat6(GEO衛星）に搭載される光通信機器。LEO(ISS/IILLUMA-T,2022打上げ予定)や地上局と1.2Gbps通信を実施する計画。

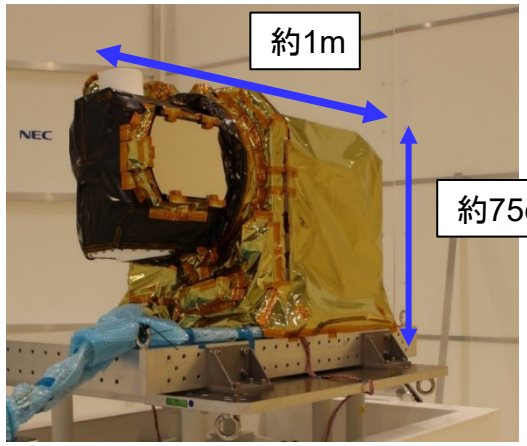
LADEE： NASAが開発した月大気・塵環境探査機。LLCDという光通信ターミナルを搭載し、月周回軌道-地上間で622Mbpsの通信の通信を実証した。

EDRS： ESAのデータ中継衛星システム。Alpha-sat（2013年打上げ）で事前実証が行われ、EDRS-C（2019年打上げ）で1.8Gbps通信を実施する計画。

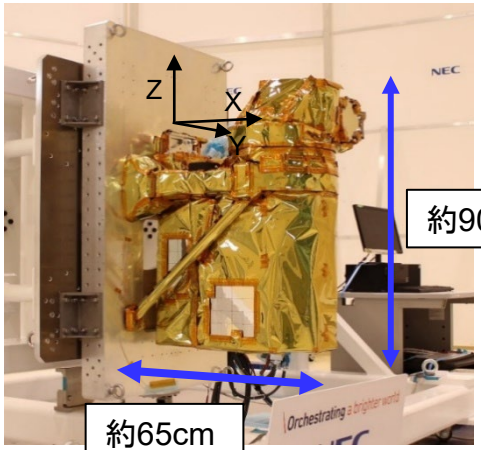
SPOT-4/ARTEMIS： ESAのデータ中継技術衛星。ARTEMIS は、2001年にSPOT-4からの光通信実験によるデータ受信を成功。

◆LUCASにより、我が国は『拡張性から今後の中心となる通信光波長1.5μm帯』にて『世界最先端ライン』の光宇宙通信技術を【世界初】獲得した。

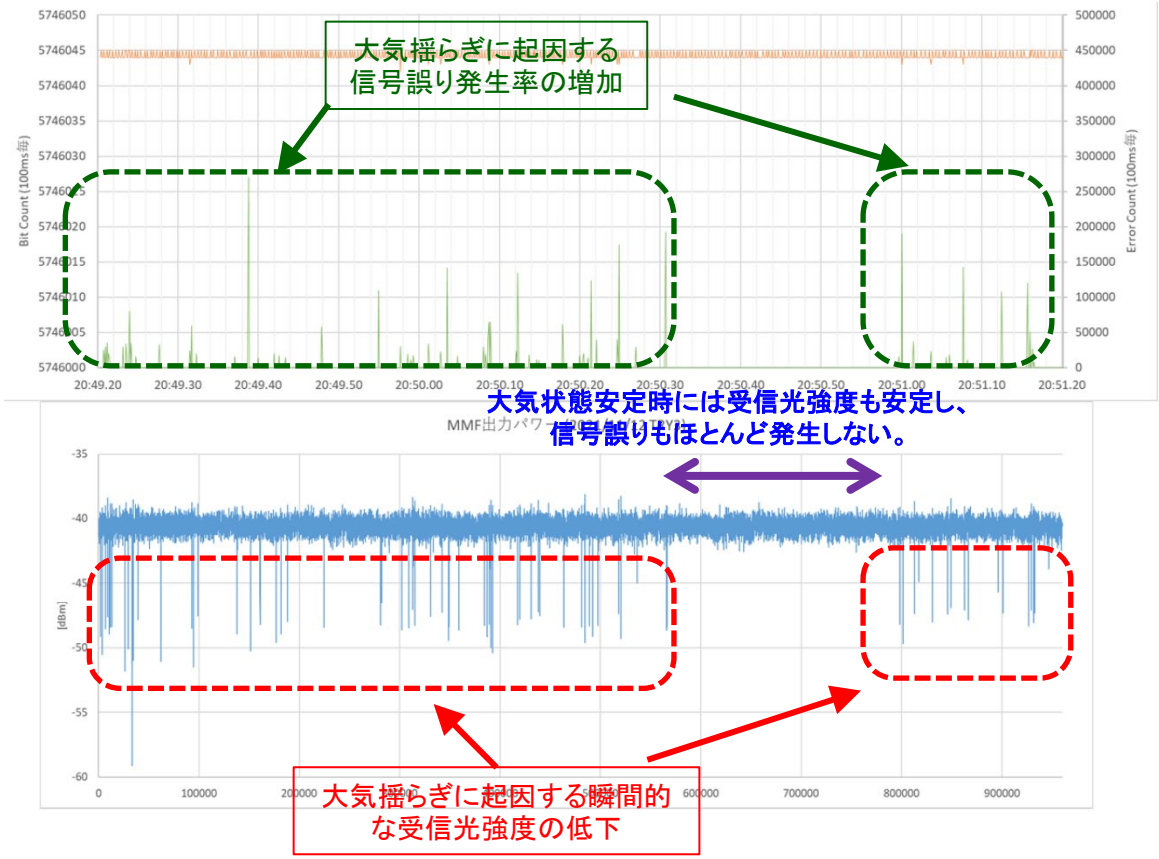
## 2．光データ中継衛星−地上間の光伝搬特性データの取得について




静止衛星側光通信機器
【光データ中継衛星搭載】




ユーザ宇宙機側光通信機器
【ALOS-3搭載】



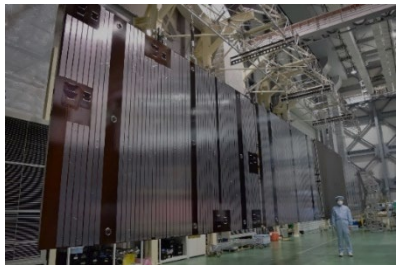

**NICT沖縄電磁波技術センターに設置した光地上局で受信した**
**光データ中継衛星からの受信光強度と信号の誤り発生率**

（将来の宇宙-地上光直接通信に向けた基礎データを取得し、課題と対策の検討、今後のR&D計画の立案に資するべく、大気状態と通信光の受信状態の相関把握のため実施）

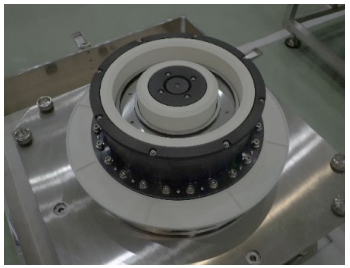
## 3．技術試験衛星9号機の開発概要

- 基本設計を完了し、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、展開ブーム式ジンバル 等）については、EM機器の製作・試験を完了。
- 一部の搭載機器については、詳細設計を完了してフライト品の製造に着手済み。
- 主要な開発機器であるホールスラスタについては、認定モデルの製作・試験に着手。
- フルデジタル通信ペイロード及びアクティブ熱制御実証システムの基本設計を完了。フライトモデルの製造に移行。

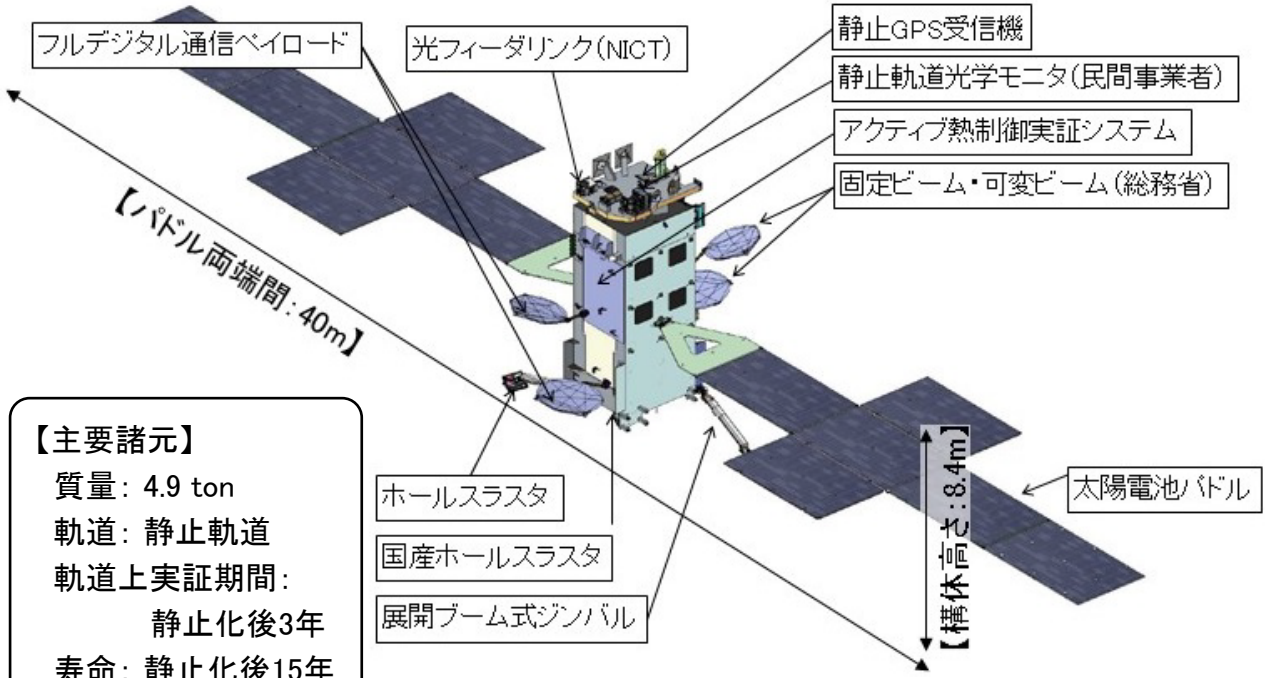
太陽電池パドル
構造モデル展開試験



国産ホールスラスタ
認定モデル

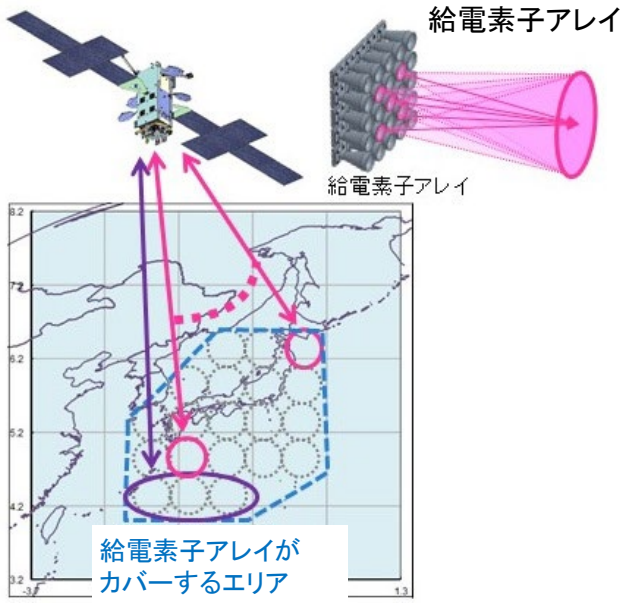


【技術試験衛星9号機の概要】




【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。

EM（Engineering Model）：開発試験モデル

## 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 | | | |
| 決算額 (千円) | 14,266,992 | 8,265,342 | 12,535,363 | 5,750,097 | | | |
| 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 | | | |

(※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）

2021年度 自己評価 **A**

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| **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）** | **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）** | － | － |
| 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。<br><br>（１）追跡運用技術等<br><br>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。 | 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。<br><br>（１）追跡運用技術等<br><br>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。 | 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行い、人工衛星等の運用を支えた。<br>また、NASA,ESA、CNESと宇宙機相互運用（Cross Support）の協定を締結した。<br><br>１）運用を開始した美笹深宇宙探査用地上局で、NASAとの協定に基づく木星探査衛星（JUNO）の緊急支援やVLBI観測などの国際協力を実施し、JUNOのサイエンスデータの取得や国際基準座標系の精度向上に貢献した。<br><br>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。<br>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設計、運用計画系、基盤ネットワーク系の機能付加に対する設計及び美笹局を利用予定のJAXA将来探査機（MMX、DESTINY+、EQUULEUS等）に対応するシステム設計や運用準備並びに海外探査機（NASA/Roman、ESA/Hera）に対応するシステム設計を問題無く完了させた。整備は2023年度末に完了予定。 | 海外宇宙機関との宇宙機運用を相互に協力する体制を確立した。<br><br>海外ミッションに対する緊急支援の第一歩を踏み出した。<br>NASA、ESAとの国際基準座標系に対する協力体制を確立した。<br><br>計画に基づき着実に実施 |

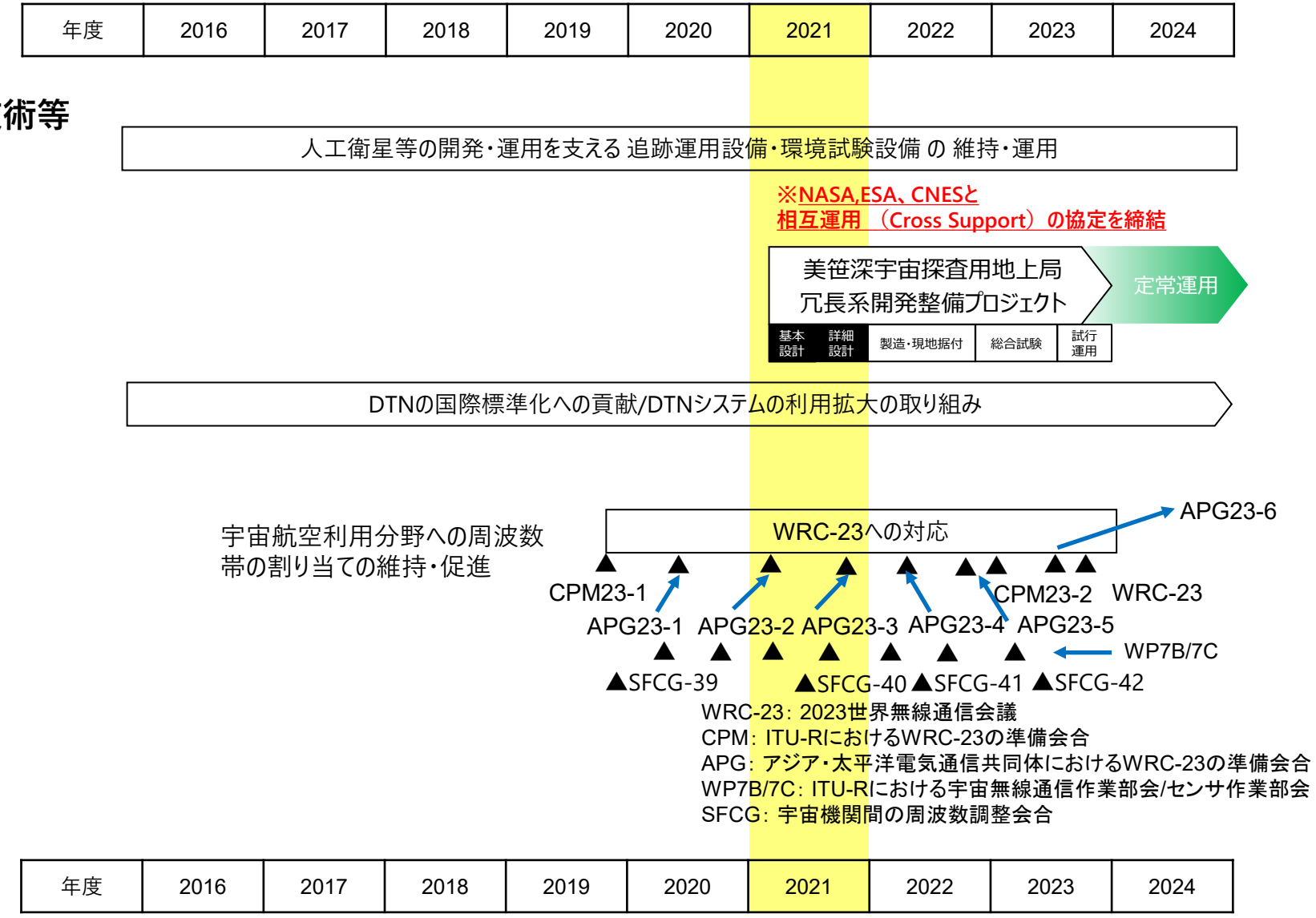
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | さらに、設備維持・運用の効率化及び低コスト化を踏まえた次世代の追跡ネットワークシステム等の整備に着手する。本年度は次期軌道力学系システムの整備に着手し、概念設計を完了する。<br>　将来ミッションの実現に向けて、引き続き遅延・途絶耐性ネットワーク（DTN）システム等の研究開発を推進する。本年度は、DTNの国際標準策定活動の推進を引き続き主導するとともに、国際宇宙探査等の将来ミッションでの実用化に向けて、DTN技術の宇宙機への搭載化検討や民間企業との通信実験を推進する。 | ３）精密軌道決定の技術開発では、軌道決定に必要なSLR設備整備は、新型コロナウイルスによる外国人入国規制のため技術者が来日できなかったため、完了できず2021年度中の開局には至らなった。<br>SLR反射器（通称：Mt.FUJI）は開発完了した。HTV-Xに搭載予定であり、SLRを用いて精密軌道決定、軌道上運動（自転）推定が可能となる。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。 | 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きる。 |
| | | 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。<br>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や民間企業との通信実験を推進し、当初研究目標を上回る高速通信の実証に成功した。 | ISECG GER Supplementで言及されている将来の国際探査活動を支える通信インフラに必要と目されるデータレート1Gbpsに対して、隣接ノード間通信については実装可能性と通信性能の実用化に目途を立てた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 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。 | 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。 | 5G等の地上用無線システム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。<br><br>１．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<br>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、関係の国際会議に適切に対応した。<br>（１）地球観測衛星 (GOSAT-GW)搭載受動センサ (AMSR3)の周波数保護<br>携帯電話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）におけるセンサ諸元を定める勧告文書にAMSR3を反映するなど干渉検討ルール策定の活動に継続的に参画した。<br>（２）月探査ミッション（LUPEX等）の周波数調整促進<br>月ミッションについては、宇宙機関間の周波数調整会合（SFCG）に、地上用との共用で逼迫している2GHz帯の与干渉解析に関する寄書を提出しその利用を維持した他、NASAによる周波数選定支援に関する決議策定に寄与するなどJAXA月ミッションの周波数調整促進のための環境整備に努めた。<br><br>２．各ミッションに係る周波数調整及び無線局免許取得<br>各ミッションの打上スケジュールを踏まえ、周波数調整（GOSAT-GW、HTV-X、衛星MIMO（革新3号機）、HELIOS（〃）、HAYSBUSA-2延長等）及び無線局免許申請・取得（SSAレーダ、EQUULEUS美笹局等）を着実に進めた。<br>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のコロナ禍に伴う積滞を年度前半に解消し（4月:23件→9月末:4件）、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。 | 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。 |

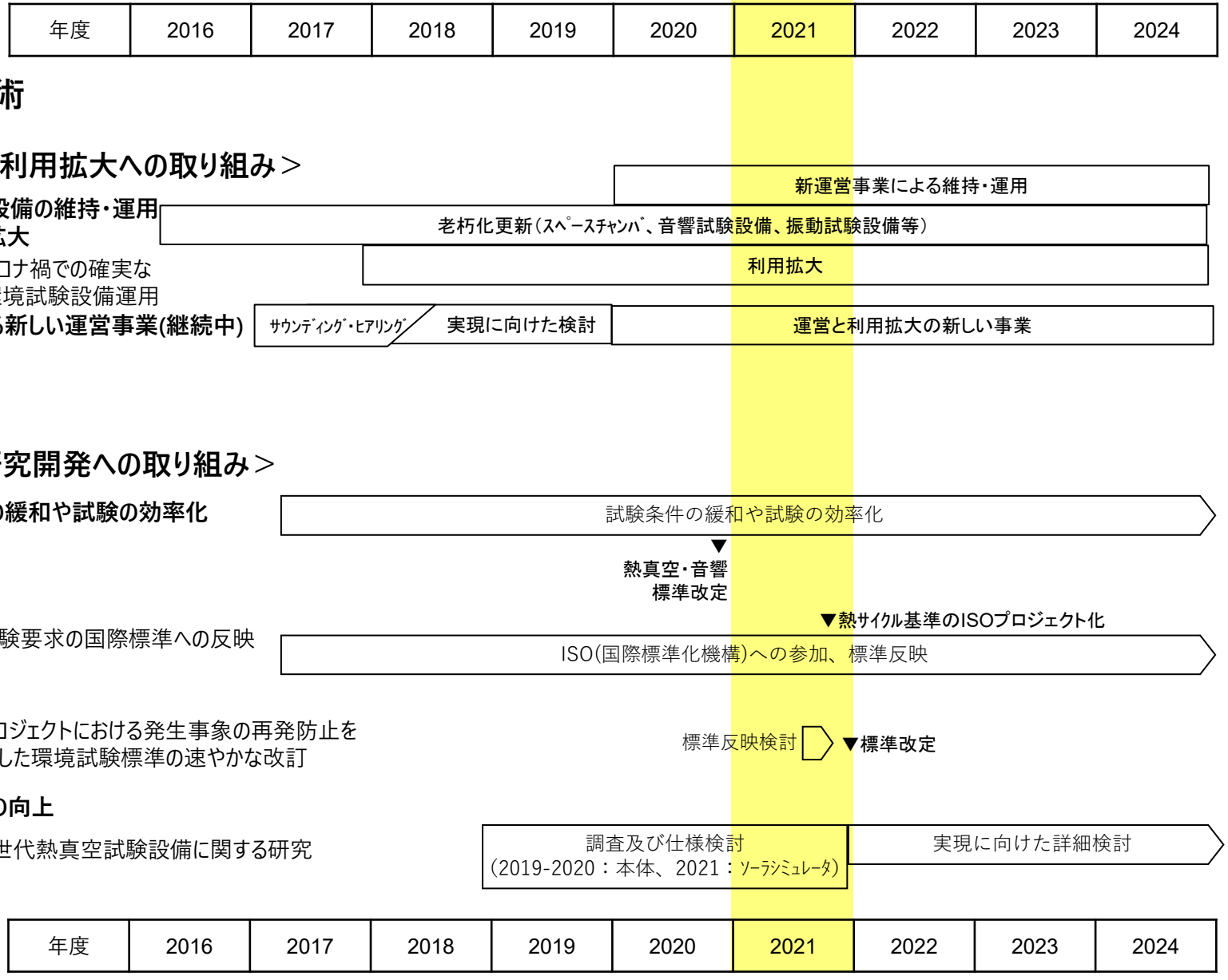
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）環境試験技術<br><br>確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試<br>験を着実に遂行するとともに、環境試験技術の向上を目指した研究開発等を行う。具体的には、老朽化対策を含む確実かつ効率的な環境試験設備の維持・運用を行うとともに、振動や熱真空の試験条件緩和及び試験効率化に関する技術開発に取り組む。さらに、他産業との交流により、培った環境試験技術と設備<br>の利用拡大を進める。 | （２）環境試験技術<br><br>確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試<br>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<br>の利用拡大を進める。 | 下記のとおり、環境試験設備の適切な維持・運用及び老朽化対策、並びに試験技術研究を着実に遂行した。<br><br>１）試験設備の維持・運用と設備利用の拡大に関しては、2020年度開始の民間事業者主体による試験設備運営を継続し、計画的な保守点検を実施しつつ、X線分光撮像衛星(XRISM)や小型実証衛星3号機等のJAXAプロジェクト試験、及び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。特に外部試験については、コロナ禍の諸制約の中でも例年以上の試験件数を実施し、利用拡大に大きく貢献した。<br>また、試験設備の老朽化更新として6mΦ放射計スペースチャンバーのデータ処理装置・試験用電源装置の更新を計画に従い実施し、試験設備の安定運用を図った。<br>２）試験技術研究に関しては、各種研究成果を創出し、環境試験及び関連解析技術の向上（条件緩和、効率化）、標準化、及び開発を推進した。<br>・熱真空サイクル数に関する規格のISO（国際標準化機構）プロジェクト化により将来の試験コスト削減に向けて前進。また産業標準化法第70条の国研努力義務にも貢献。<br>・試験標準文書の速やかな改訂によるプロジェクトにおける同種不具合発生の防止。<br>・次世代熱真空試験設備について特にソーラシミュレータの将来ニーズを明らかにし、分割鏡の微小変形が均一度に及ぼす影響の解析評価手法を構築。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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
美笹深宇宙探査用地上局
冗長系開発整備プロジェクト
定常運用
基本設計
詳細設計
製造・現地据付
総合試験
試行運用
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への対応
APG23-6
CPM23-1
CPM23-2
WRC-23
APG23-1
APG23-2
APG23-3
APG23-4
APG23-5
WP7B/7C
SFCG-39
SFCG-40
SFCG-41
SFCG-42
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
＜設備運営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
新運営事業による維持・運用
老朽化更新（ｽﾍﾟｰｽﾁｬﾝﾊﾞ、音響試験設備、振動試験設備等）
①コロナ禍での確実な環境試験設備運用
利用拡大
（参考）PPP的手法による新しい運営事業(継続中)
ｻｳﾝﾃﾞｨﾝｸﾞ・ﾋｱﾘﾝｸﾞ
実現に向けた検討
運営と利用拡大の新しい事業
＜環境試験技術の研究開発への取り組み＞
2）試験条件の緩和や試験の効率化
試験条件の緩和や試験の効率化
▼
熱真空・音響標準改定
▼熱ｻｲｸﾙ基準のISOプロジェクト化
①試験要求の国際標準への反映
ISO(国際標準化機構)への参加、標準反映
②プロジェクトにおける発生事象の再発防止を目指した環境試験標準の速やかな改訂
標準反映検討
▼標準改定
3）試験技術の向上
①次世代熱真空試験設備に関する研究
調査及び仕様検討
(2019-2020：本体、2021：ｿｰﾗｼﾐｭﾚｰﾀ)
実現に向けた詳細検討
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# 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）

**2021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、海外宇宙機関（NASA、ESA,CNES）との相互運用協定※の締結、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むことで、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出来た（補足、参考情報を参照）。主な業務実績・成果は以下のとおり。

※各機関と個別に締結し、ミッション毎に個々に運用協定を結ぶことなく**本協定により、随時必要な時に支援し合う**ことを可能とした。

**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との協定に基づく木星探査衛星（JUNO）の緊急支援やVLBI観測などの国際協力を実施し、JUNOのサイエンスデータの取得や国際基準座標系の精度向上に貢献した。これにより、海外ミッションに対する緊急支援やNASA、ESAとの国際基準座標系に対する協力体制を確立した。（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設計、運用計画系、基盤ネットワーク系の機能付加に対する設計及び美笹局を利用予定のJAXA将来探査機（MMX、DESTINY+、EQUULEUS等）に対応するシステム設計や運用準備並びに海外探査機（NASA/Roman、ESA/Hera）に対応するシステム設計を計画どおり完了させた。冗長化開発整備により相互運用で信頼性の高い地上局の提供が可能となる。（補足2,3）

**３）高精度軌道決定技術**

研究のインフラであるレーザ測距設備（SLR; Satellite Laser Ranging）の整備では、2021年度中に開局予定であったが、新型コロナウイルスによる外国人入国規制のため技術者が来日できず、2021年度中の開局には至らなった。（補足4,5）

SLRで使用する宇宙機搭載用SLR反射器として、低軌道に特化した汎用的かつ安価で小型のSLR反射器（通称：Mt.FUJI）の開発を完了した。「Mt.FUJI」により、精密軌道決定、軌道上運動（自転）推定が可能となる。FY2022に打上げが計画されているHTV-Xに搭載し、利用実験を実施する予定である。(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要素部分試作を行い世界的にも最高水準となる最大3Gbps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。(補足7)

また、技術の実用化に向けた共創活動として、通常のインターネット(TCP/IP)では通信継続が困難な低品質な通信環境を模擬した地上実験を民間企業と共同で行い、将来の成層圏/低軌道での光通信事業に不可欠な、エラー環境下での完全なデータファイル転送技術の実証に成功した。本通信実証成果を端緒として、共創先企業において地球低軌道や成層圏における小型光端末同士の通信サービスへの事業展開につながることが期待される。(補足8)

**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。

**２．環境試験技術**

環境試験設備の適切な維持・運用及び老朽化対策、並びに試験技術研究を着実に遂行し、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

なお、年度計画で設定した業務は概ね達成した。

## 評定理由・根拠（補足1）

### 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

■NASA木星探査機（JUNO）支援

**概要**

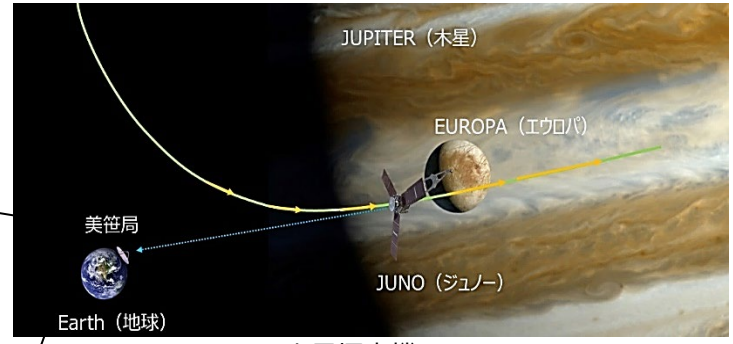
- NASAとの協定に基づく木星探査衛星（JUNO）の支援に係るLoA（Letter of Agreement）に基づいて、NASAからの緊急支援の要請に応じた。

**アウトプット**

- NASAからの緊急支援の要請に応じてドップラーデータの技術データ取得を複数回行いNASAに提供した。
- 美笹局で取得されたドップラーデータは、木星の衛星エウロパの重力場の推定などサイエンス実験で利用される非常に貴重なデータとなった。
- 美笹局の存在価値を世界に発信

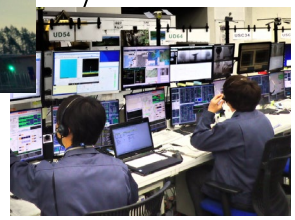
**アウトカム**

- 海外機関との相互支援（クロスサポート）で極東地域における地上局を提供することで、国際協力に貢献



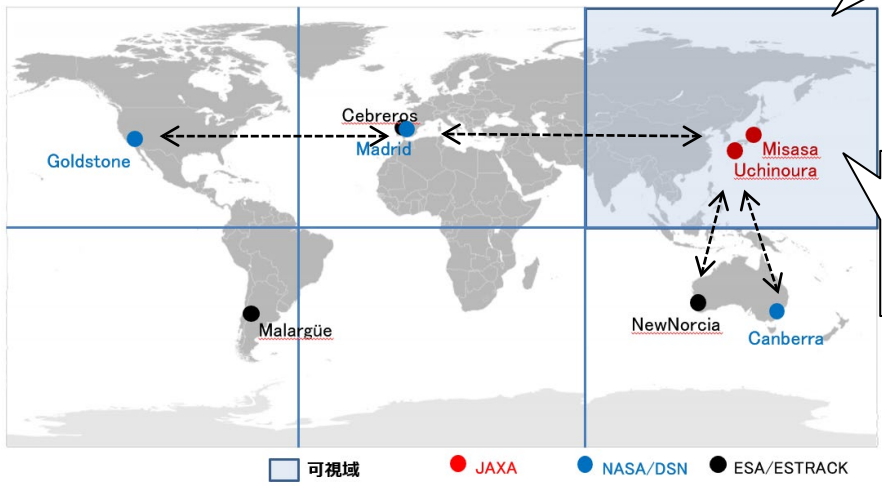

木星探査機(JUNO) Credit NASA/JPL





美笹局におけるJUNO探査機のドップラーデータ取得イメージ

極東地域での可視域を確保




日本国内で深宇宙探査地上局を提供することで、海外宇宙機関からも探査機の追跡に理想的な局配置となる

# 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（続き）

### ■X/Ka帯によるNASA、ESAとのVLBI観測体制の確立

**概要**

➢ 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、クェーサー（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。

**アウトプット**

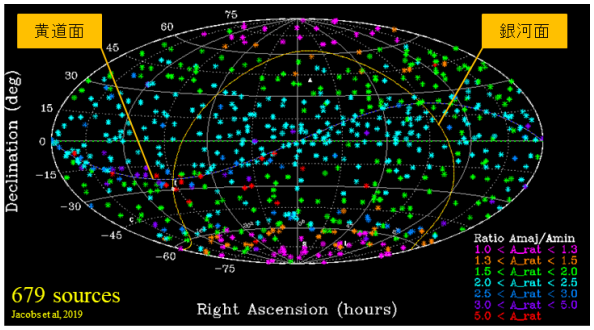
➢ X帯/Ka帯を装備し、かつ、地理的にも良い場所にある美笹局の整備により、NASA/JPLやESAとの協力体制を確立し、世界初のX/Ka帯による24時間VLBI共同観測が2021年10月に成功し所期の成果が得られた。

**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ェーサーや惑星（観測対象は679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/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




天空上に分布するクェーサーや惑星位置、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

# 1. 追跡運用技術等（続き）

## 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。

### 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（臼田局を含み、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。）

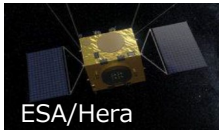
# 1. 追跡運用技術等（続き）

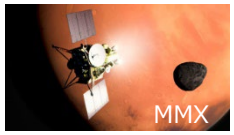
## 2）美笹深宇宙探査用地上局冗長系開発整備プロジェクト（部門内プロジェクト）（続き）

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、全体システム（CCSDS対応を含む）の基本設計を開始し、2021年10月に基本設計を、2022年3月に詳細設計を、それぞれ計画どおり完了した。また、これに並行して新型コロナウイルスの影響による半導体部品等の納期遅延や入手不可を回避するため、冗長系等の部品調達を前倒しで開始する措置を行い、結果として、2022年3月末時点で必要部品の入手を完了し、計画どおり製造を開始した。
- また、技術課題としていた極低温（-269℃）下での導波管切替スイッチの動作及び信頼性については評価試験を実施し、問題無いことを確認したため、プロジェクトとしての重要開発課題はクリアした。
- その他、将来探査機とのインタフェース調整を完了した。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、基礎工事まで完了させた。

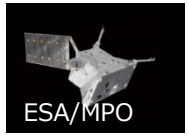
※大規模の電力貯蔵用に使われる二次電池。負極にナトリウム(Na)を、正極に硫黄(S)を使用することからNASと呼ばれる。大容量、高エネルギー密度、長寿命を特長とし、鉛蓄電池の約3分の1のコンパクトサイズで、長期にわたって安定した電力供給が可能。電力負荷平準によるピークカット、再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電）の安定化に役立ち、節電対策やエネルギーコスト削減及び環境負荷低減に寄与する。















EQUULEUS

将来探査機とのインタフェース調整及び設計を完了



海外機関
（NASA、ESA、CNES等）

本格的な海外ミッション支援の実現に向けた設計完了



筑波宇宙センター




NAS電池イメージ

▼ここまで完了

| | FY2021 | FY2022 | FY2023 | FY2024 |
|---|---|---|---|---|
| マイルストーン | ▲プロジェクト発足(2021/6)<br>▲PDR　▲CDR<br>▲美笹局定常運用開始(2021/4)<br>単一系統による定常運用（はやぶさ２/MPO/EQUULEUS） | | △開発完了<br>△定常運用移行<br>△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 | 冗長系構成による定常運用 |

全体整備スケジュールと進捗



美笹深宇宙探査用地上局



バックアップ電源用基礎が完成
本体工事は2022年度に予定



マルチレンズ風車型
風力発電設備イメージ

# 1. 追跡運用技術等（続き）

## 3）高精度軌道決定の技術

### 研究開発の目的・背景

【背景】
日本、米、欧、露、印、中が測位衛星を保有し、精密軌道分野でしのぎを削っている。近年、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】
①SLR(衛星レーザ測距）局整備を行い、ALOS4, ETS9の精密軌道決定、ALOS3のGPS受信機精度検証、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）を実施する。
②SLR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局整備は、出荷前検査において実衛星測距を実施し、仕様を上回る測距精度を達成した。2022年度早期に完成・開局を予定。（新型コロナ第6波をうけ、外国人入国制限(2021/12）発令のため、当初予定の2021年度中の完成には至らなかった。）
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.FUJI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、物つ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
②FY2022打上げのHTV-Xに搭載し技術実証を行うことが決定している。FM品製造まで完了。

DLRが、JAXA活動に触発され小型反射器を開発着手した。世界的に小型汎用SLR反射器開発がトレンドとなってきた。JAXAが先導。

### 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再投入予測の精度向上に貢献。（デブリとなった物体の軌道がTLEに比べ格段に正確に把握でる。（TLE 1km誤差→SLR センチ級と3~4桁小さくなる)。更に、Mt.FUJI搭載により、大きな誤差が課題となっている再突入予測が、軌道が正確になることで再途入地点の予測がより正確になることが期待できる。

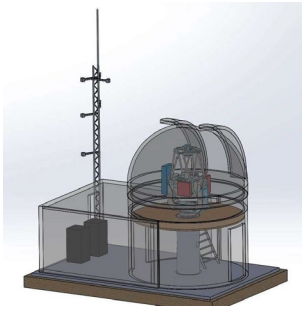
## 1. 追跡運用技術等（続き）

### ○技術開発の目的、アウトカム　観測衛星で得られるメリット

・SLR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）に測定するシステム

・ALOS4, ETS9の精密軌道決定、ALOS3のGPS受信機精度検証（SLRを標準原器として利用）、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）

### ○SLR設備の概要、利用イメージ



**○特徴**

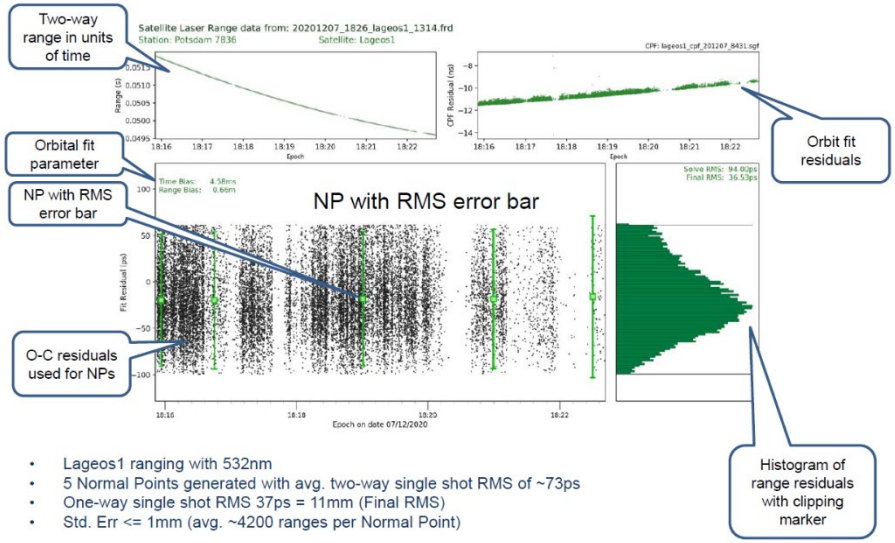
・532nm(緑色）、1064nm(赤外線）での衛星測距が可能。（参考 種子島局は532nm のみ）

・レーザ、タイミング機器、光学機器の要求仕様は、JAXAがSLRモックアップによりSLR技術を蓄積したうえで策定した。
→工場前試験で要求を上回る性能確認できた





○新型コロナ第6波をうけた、外国人入国制限(2021/12）発令がなければ、2021年度内に完成できるよう進捗していた。




工場出荷前試験で要求を大幅に上回る性能を達成したことを確認

| | 要求 | 結果 |
|---|---|---|
| LAGEOS衛星 | 1 return/sec | **70 return/sec** |
| 測距精度 | 20mm(RMS) | **6mm(RMS)** |
| 静止軌道衛星 | 1 return/sec | **5 return/sec** |
| 測距精度 | 100mm(RMS) | **14.5mm(RMS)** |

## 評定理由・根拠（補足６）

### SLR反射器(通称　Mt.FUJI)の開発

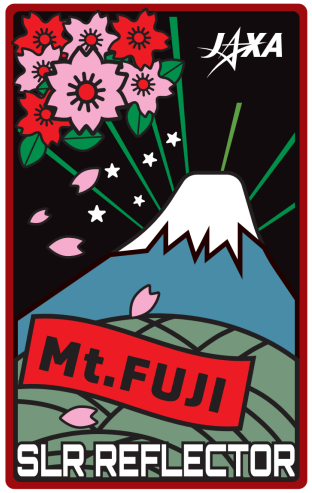
〇低軌道に特化した汎用的、安価な小型のSLR反射器の開発完了
→精密軌道決定、軌道上運動推定、デブリ把握に幅広く利用可能。さらに、搭載希望会社へ販売可能。

**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への特注品のため、高額、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。AJISAI衛星以来35年ぶりの国産のSLR反射器が完成した。

**成果：**
FY2022打上げのHTV-Xに搭載し技術実証を行うことが決定している。FM品製造まで完了。
現在、ロケット上段、将来衛星搭載を働きかけている。熱、振動、衝撃試験の結果は搭載希望宇宙機に提示可能。

**補足：**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。



Mt.FUJIロゴ

Mt.FUJI外観

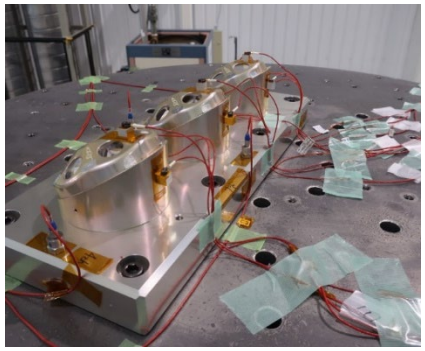


比較用：だいち1号

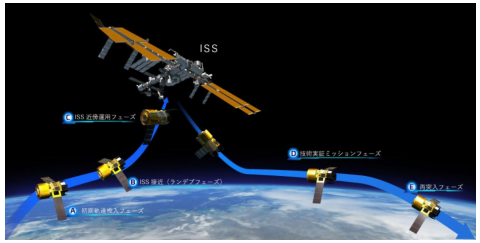


| | Mt FUJI | だいち1号搭載品 |
|---|---|---|
| サイズ | 11.5cm直径 | 20cm直径 |
| 質量 | 0.28 kg | 約 2kg |
| 製造 | 日本で完結 | 米国へ発注 |
| 特徴 | 低軌道ならば利用可 | だいち1号軌道高度に最適化 |
| 価格 | 100万円 | 左の30倍を超える |

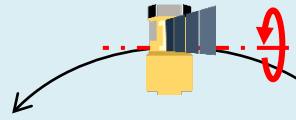
小型、軽量、汎用的、安価な反射器を
国内中小企業技術で実現


HTV-X搭載用Mt.FUJI
（視野調整のための台座とセット）

衛星搭載に必要な各種試験や文書作成、安全審査は、全てJAXA職員が実施。
JAXA内に反射器設計から搭載までの全てを理解する若手職員が育っている。
技術に関しては、ブラックボックスなし。




**Cross回転：** Cross方向に
一定角速度で回転しながら飛行



HTV-Xで姿勢運動推定実験を行う（決定）
軌道は自転運動の真値がわかるので、軌道上自転角速度の観測精度を評価できる世界初の実験となる。

# 1. 追跡運用技術等　（続き）

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

### 研究開発の目的・背景

～「国際標準化への貢献」、「利用拡大への取り組み」～

- DTN技術とは、長距離通信で課題となる物理的な距離の壁（通信の遅延時間、通信切断）を克服し、宇宙機群の相互協調(情報や資源の共有)を可能とする宇宙空間でのインターネットワーキング技術であり、国際宇宙探査等の将来ミッションへの適用を目指している。
- 通信切断にも対応するインターネットワーキング技術という特徴から、探査だけでなく地球低軌道や成層圏でのネットワークサービスへの利用についても国際的に検討が活発化している。
- インターネットワーキング技術と同様に、国際標準規格の策定が進んでおり、主要宇宙機関で構成する宇宙データ諮問委員会(CCSDS)に作業グループを設置済。JAXAは作業グループの副議長として、仕様策定や原器となるプロトタイプ製作（汎用OS上のソフトウェアプログラム）、さらにプロトタイプによる仕様検証を通じて、当該技術に係る国際標準策定活動の推進を主導している。

### アウトプット

- 実装してきたDTN技術について、将来の宇宙機への搭載性及び通信性能向上を目的にFPGA上のデジタル回路へ置き換えやリアルタイムOSで動作させる要素部分試作を実施した。試作の結果、**世界的に最高水準となる最大3Gbps超の隣接ノード間高速通信（当初の研究目標1Gbps）を達成**した。
- 昨年度に引き続き民間企業（ソニーコンピュータサイエンス研究所）との共創活動を実施した。（具体的なアウトプットは他機関との連携に記述）

### 他機関との連携

民間企業（ソニーコンピュータサイエンス研究所）が検討している成層圏/低軌道 光ネットワークサービスについて、通信のロバスト性向上を目的としたDTN技術の適用検討をJ-SPARC（JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ）事業として行った。具体的には、**通常のインターネット（TCP/IP）では通信継続が困難な低品質な通信環境を模擬した地上実験を共同で行い、将来の成層圏/低軌道での光通信事業に不可欠なエラー環境下での完全なデータファイル転送技術の実証に成功**した。

### アウトカム

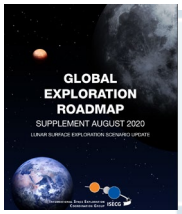
ISECG GER Supplementで言及されている**将来の国際探査活動を支える通信インフラに必要と目されるデータレート1Gbpsに対して、隣接ノード間通信については実装可能性と通信性能の実用化に目途を立てた**。今後、中継（マルチホップ）通信等についても検討を進めることで、当該技術の国際宇宙探査等の将来ミッションへの適用が期待される。

### 期待されるアウトカム

本通信実証成果を事業化に向けた技術基盤確立の端緒として、共創先企業において地球低軌道や成層圏における**小型光端末同士の通信サービスへの事業展開につながることが期待される**。

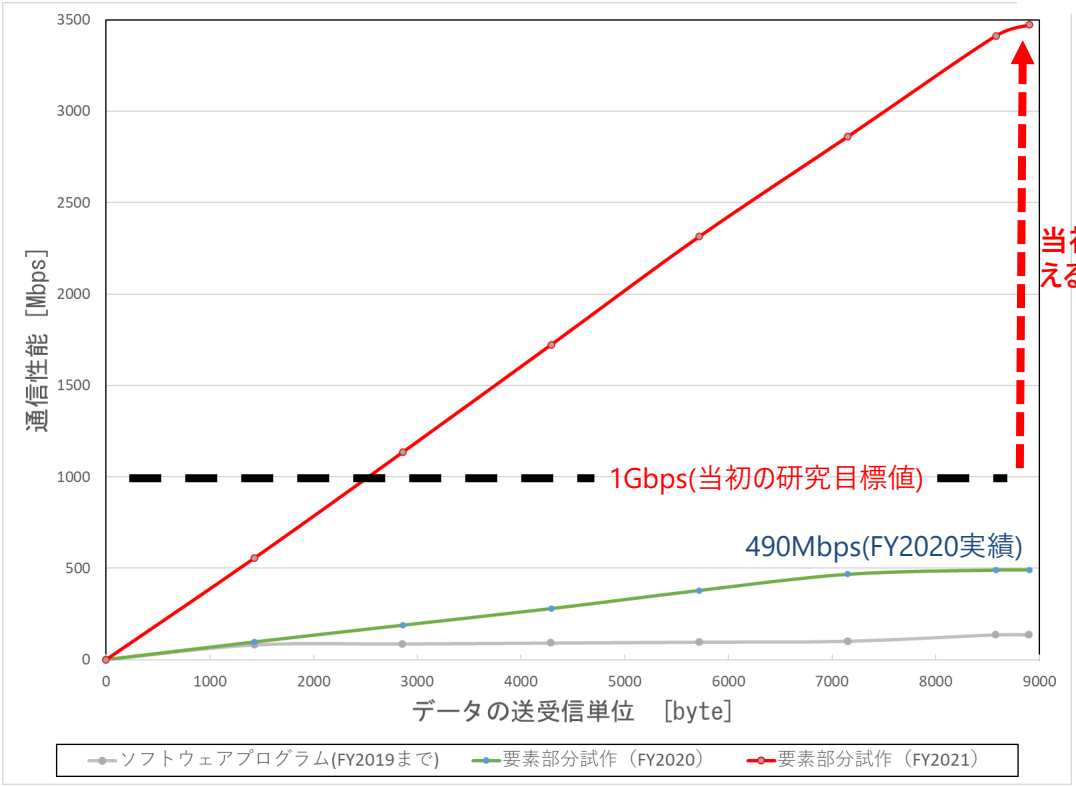
## 評定理由・根拠（補足8）

研究目標値の根拠




| | | | |
|---|---|---|---|
| Develop infrastructure (e.g., power and communication systems) necessary to achieve the objectives for sustained exploration. | To demonstrate and establish infrastructure capabilities including a certain level of power and communication systems for achieving objectives such as long-duration habitation, ISRU, diverse science and public engagement. Commercial activities rely on infrastructure to stimulate economic growth. | | 300 kW of power generation and 1 Gbps for data rates, availability of TBD systems. |

ISECG “Global Exploration Roadmap Supplement”
Table.3 Lunar Surface Exploration Scenario Objectivesから抜粋
（通信インフラの必要性と目標通信性能）




省リソースな計算機のソフトウェア処理では更なる高速化が困難な通信手順上の処理について、ハードウェア処理へ置き換える等の内部処理の見直し・効率化を図ることにより、**当初の研究目標としていた1Gbpsをはるかに超える最大3Gbps超の隣接ノード間高速通信を実現した。**

# JAXAの衛星・探査機と追跡ネットワーク

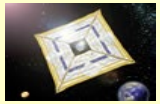
以下に示す衛星・探査機の確実なミッション達成のため、17基の国内外のアンテナを用いて追跡管制運用を行った。

＜主な運用対象（予定含む）＞

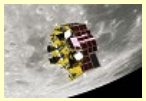
惑星探査

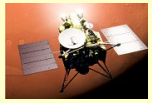

BepiColombo（MMO:みお）


PLANET-C（あかつき）


IKAROS

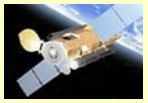

はやぶさ２


SLIM【開発中】

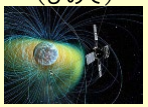

MMX【開発中】

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）

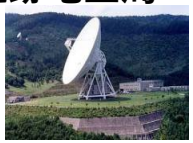

EarthCARE【開発中】


ALOS-3【開発中】


ALOS-4【開発中】


GOSAT-GW【開発中】

＜追跡地上局＞


地球観測センター（鳩山局）



筑波宇宙センター（筑波局）



臼田宇宙空間観測所

内之浦宇宙空間観測所





美星/上齋原スペースガードセンター

勝浦宇宙通信所



沖縄宇宙通信所

増田宇宙通信所





キルナ可搬局（スウェーデン）

ミングニュー可搬局（オーストラリア）





マスパロマス可搬局（スペイン領カナリヤ諸島）



サンチアゴ可搬局（チリ）

## 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 | | | |
| 決算額（千円） | 4,470,199 | 4,637,989 | 4,916,177 | 5,947,447 | | | |
| 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 | | | |

（※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<br>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<br>特許出願2件<br>知財利用許諾2件 | | | |
| 外部からの受託件数、施設・設備の供用件数 | 44件 | 50件 | 47件 | 79件 | | | |

# Ⅲ．４．宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組

**2021年度 自己評価　A**

【評定理由・根拠】

Ⅲ.4.1~4.2項に示す通り、国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、評定をAとした。

## 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) | 16,244,244 | 14,433,486 | 18,810,775 | 21,109,027 | | | |
| 決算額 (千円) | 16,464,106 | 14,206,832 | 16,199,543 | 19,639,946 | | | |
| 経常費用 (千円) | 18,563,542 | 11,473,161 | 13,151,712 | 14,676,338 | | | |
| 経常利益 (千円) | △2,603,560 | 73,668 | 190,477 | △ 21,360 | | | |
| 行政コスト (千円) (※1) | 18,370,390 | 15,649,082 | 13,235,930 | 14,815,354 | | | |
| 従事人員数 (人) | 371 | 361 | 361 | 369 | | | |

(※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．4．1　民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．4．1 | Ⅰ．4．1. | － | |
| 国際市場や異分野において競争力を持った新しい事業の創出を目指し、従来の宇宙関連企業だけではなく、ベンチャー企業から大企業まで多様かつ新たな民間事業者等と対等な立場で事業を推進するパートナーシップ型の協業に取り組む機能を強化する。<br><br>具体的には、民間事業者等と共に利用・事業シナリオを企画立案し、双方が資金・人的リソース等を提供した上で共同チーム体制等を構築して技術開発・実証を行う他、協業に資する共通技術基盤の高度化を図る。<br><br>これらを通じて、民間事業者等が主体となる事業を創出するとともに、異分野融合等のオープンイノベーションに係る取組を広げ、新たな宇宙利用の創出につながる技術等を獲得する。 | 国際市場や異分野において競争力を持った新しい事業の創出を目指し、従来の宇宙関連企業だけではなく、ベンチャーから大企業まで多様かつ新たな民間事業者等と対等な立場で事業を推進するパートナーシップ型の協業に取り組む機能を強化する。<br><br>具体的には、民間事業者等と共に利用・事業シナリオを企画立案し、双方が資金・人的リソース等を提供した上で共同チーム体制等を構築して技術開発・実証を行うことを目的とした宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）等の活動を実施する。民間事業者等との対話を通じ、新たな活動に着手するほか、既に着手した活動についても事業化に必要なマイルストン通過に向け着実に実施する。 | 2018年5月に運用を開始し4年目を迎える2021年度は、25件のプロジェクト・活動について、14名のプロデューサーと約100名を超える各事業部門に在籍する共創メンバーと、JAXAの研究開発として貢献し意義がある事業について、民間事業者との共創活動を着実に推進した。<br><br>地上や軌道上での技術・事業実証等を経て事業化（商品化、マーケットイン）に至った案件が2件生まれた（㈱バスキュールによるISS・地上の双方向リアルタイム放送事業及び㈱ワンテーブルによる防災宇宙食。J-SPARC由来の事業としては累計4件）。高まる民間人による宇宙旅行時代に先駆け、衣食住分野における関連事業を目指した宇宙業界以外の新しいプレーヤーによる宇宙ビジネス参入を加速する新たな取組（アクセラレータプログラム）を初めて導入した。研究開発成果の最大化の観点も含め、顕著な成果創出や将来的に期待を持てる成果創出について以下に示す。<br><br>㈱バスキュール［以下、B社］が目指す国際宇宙ステーション（ISS）日本実験棟「きぼう」における世界初の双方向ライブ配信事業（KIBO宇宙放送局事業）では、2020年度の2回の技術実証成果が、2021年7月の文部科学省/GIGAスクール特別講座（宇宙飛行士との交信）に活用され、同年9月の集英社/ワンピースと連携した第3回目放送からB社による事業化（J-SPARC由来の事業化は3件目）を果たした。さらに、同年12月には、ISS日本人商業宇宙旅行者による本配信サービスの有償利用も実現、複数スポンサーによる2022年始・初日の出放送回（5回目）も含め継続的かつ安定的な事業として成長した。<br><br>GITAI Japan㈱［以下、G社］が目指す宇宙用ロボットによるサービス提供事業では、2021年10月に、JAXAがISS/きぼう開発・運用で長年培ってきた自動化・自律化技術に係る知見・経験による支援により、G社は民間として世界に先駆けISS商用モジュール（米国）内での技術実証に成功した。また、22年3月にはJAXA相模原の模擬月面環境を活用した地上実証において作業・走行試験すべて成功し、共創を通じてG社の事業化に向けた技術リスク低減を果たすと共に、将来のISS/きぼう利用や探査に向けた知見も獲得した。 | 計画に基づき着実に実施。<br><br>共創相手方が受賞した第4回日本オープンイノベーション大賞内閣総理大臣賞（アバター事業）及び第5回宇宙開発利用大賞内閣総理大臣賞（小型SAR衛星コンステレーション事業)の取組に対し、JAXAとして技術的貢献等を果たし、宇宙発でオープンイノベーションによる社会課題解決の好例や宇宙開発利用の推進に係る先導的な取組成功例の創出を後押しした。<br><br>事業共同実証活動（7件）における民間自己投資総額が11億円を超え（前年度比2.39倍）となり、民間リソースよる研究開発を推進した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．4．1 | Ⅰ．4．1. | － | |
| (続き) | (続き) | ㈱ソニーCSL［以下、S社］が目指す成層圏/低軌道における光ネットワークサービスでは、2021年8月、JAXAがS社実証用に設計・製作した高速・広可動域での制御が可能な光通信地上局用追尾装置を用いて、ISSからのレーザー光を安定的に受光、追尾することに初めて成功した。また、JAXAが提案した探査向け遅延途絶耐性ネットワーク（DTN）技術を用いることで、エラーが発生しやすい低品質な通信環境を模擬した地上実験で、通常の地上インターネット通信と比較して約40倍の高速化、無欠損の完全なデータのファイル転送にも成功した。<br><br>インターステラテクノロジズ㈱［以下、I社］が目指す小型ロケットによる輸送サービスでは、2021年12月、エンジンの主要構成部品である噴射器、燃焼室、ターボポンプについて、これまでのJAXA研究成果をベースに、ロバストな構造設計、簡易な製造手法及び民生品等を採用し、JAXA角田宇宙センターにおける単体燃焼試験を重ね、従来に比べ（システムレベルで）30～50%の低コスト化・短納期が可能となる手法を獲得した。JAXAの要素技術に係る研究開発成果を活かし、I社がエンジン開発する上で原型となり得るリファレンスエンジンの研究開発にも着手した。 | |
| | 将来を見据え、JAXAのみならず民間事業に資する共通的なツールや試験設備等の基盤の整備、運用を進める。さらに、衣食住分野を中心に新規マーケット形成を目指した異分野・異業種とのオープンな枠組みのもと研究開発等を進める。 | 衣食住分野でのビジネスでは、2021年12月、J-SPARC発の法人である(一社)SPACE FOODSPHERE（約60社等で構成）を代表機関としたコンソーシアムが農林水産省事業に採択され、月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの研究開発(5年程度)に着手した。また、2022年1月、「宇宙日本食」認証された食品の簡易審査による「日本災害食」の認証が始まり、㈱ワンテーブルが宇宙と災害時環境の類似性に注目し考案した防災宇宙食（世界初・最長保存5年半のゼリー）はマーケットイン（J-SPARC由来の事業化は4件目）した。<br>一方、暮らし・ヘルスケア分野では「THINK SPACE LIFE」（TSL）プラットフォームによるコミュニティ活動を本格化させ、民間事業者6社と初めてのアクセラレーションプログラムを始動し、これまでに約200社（前年度比+114社、うち95％が非宇宙企業）が参加した。また、JAXAが出口の一つとして前年度初めて公募したISS生活用品のうち 9 件が搭載決定（22年度搭載予定）した。 | 本格的にマーケットインした防災宇宙食（ゼリー）は全国約160自治体、約100医療・介護機関、約70の学校・保育園で導入されると共に、大手流通・イトーヨーカドー全店舗での販売も始まり、生活者レベルでの社会実装が実現した。<br><br>TSLコミュニティ活動の中から、特定テーマ（美容・医療）による一般社団法人2社が発足し、民間主体の活動に移行し、今後の宇宙/地上双方でのビジネス創出が期待される。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、民間の活力の活用を更に促進することを目指し、民間でできるものは民間から調達することを基本とする。民間活力活用の促進に向け、「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律（平成20 年法律第 63 号）」に基づき、JAXA の研究開発の成果に係る成果活用事業者等に対して、出資並びに人的及び技術的援助の業務等を行うことで、JAXA の研究開発成果等を活用した新たなベンチャービジネス等を創出するため、研究開発成果の積極的な発信や、民間事業者等との連携によるJAXA 内外のアイデアの発掘、事業化に向けた検討の促進、職員による積極的な事業化を促進する支援制度等の環境の整備・強化等を行う。 | また、民間の活力の活用を更に促進することを目指し、民間でできるものは民間から調達することを基本とする。他にも、民間活力活用の促進に向け、JAXAの研究開発の成果に係る成果活用事業者等への出資並びに人的及び技術的援助の業務等の実施に必要な体制の構築及び実施計画を策定する。本年度は上記業務実施に必要な規程類の整備等を行う。<br>JAXAの研究開発成果等を活用した新たなベンチャービジネス等を創出するため、研究開発成果の積極的な発信や、民間事業者等との連携によるJAXA内外のアイデアの発掘、事業化に向けた検討の促進、職員による積極的な事業化を促進する支援制度等の環境の整備・強化等を行う。本年度は、ホームページ及びSNS等による情報発信を行うほか、S-BOOSTERの共催・支援、現存のJAXAベンチャー各社への支援を行うとともに、新規ベンチャー創業に向け環境面・知見面で支援する。 | 民間活力の活用促進については、「IV.業務運営の改善・効率化に関する事項に係る措置」を参照。<br><br>JAXA発ベンチャー支援制度においては、研究開発成果のビジネス利用機会の一層の拡大を狙った支援対象の拡大を行うことを目的として、2021年4月にJAXA発ベンチャー関連規程の整備を行い、JAXAに所属しない者が設立するベンチャー企業にもJAXA発ベンチャー認定対象を拡大した。<br>JAXA発ベンチャーのうち8社はそれぞれ企業、大学、国研から契約を受注する等順調に活動している。また新たに1件に対して認定を行い、JAXAは、計9社の広報活動への協力等について支援を実施した。9社のうち、「天地人」は、衛星データを活用し、豪雨による農作物への被害を軽減するための降雨情報提供モバイルアプリ開発をブルキナファソ向けに行うとして、国連開発計画が主導する「Japan SDGs Innovation Challenge」のSDGsチャレンジ企業に選出された。新規認定の「ツインカプセラ」は超断熱保冷容器を用いた常温宅配便による血液検体の高精度保冷輸送実証に成功した。<br><br>2021年4月の科学技術・イノベーション創出活性法改正により、JAXAに新たに出資機能が具備された。2021年度は、出資業務関連規程を整備した他、出資業務の成果指標(KPI)を策定、出資審査会（JAXA内審査会）及び出資委員会(外部委員会)を開催し、JAXAの出資方針、2021年度の出資業務計画等について審議、策定する等、出資案件の創出及び人的及び技術的援助の実施に向けた体制の構築を行った。<br>また、間接出資について企画公募を実施し、予備選定した民間パートナーとの間で間接出資の実現性に係る詳細検討を実施している。さらに直接出資について、JAXAの直接出資方針、実施要領等の文書の制定を行い、公募の準備を実施した。 | 計画に基づき着実に実施。<br><br>JAXA発ベンチャー「天地人」による「宇宙ビッグデータ米」の育成、販売により、宇宙の資産、技術の活用が、米の生産効率化や生産量増加に繋がることが実証された。<br><br>また、大気圏再突入カプセル技術を利用した「ツインカプセラ」の「超」断熱保冷容器を用いた常温宅配便による血液検体の「高精度」保冷輸送の実証により、**宇宙開発で培った技術による予防医療（検診等）への貢献の目処がついた。** |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 加えて、ベンチャー企業や異業種企業を含む宇宙産業への参入促進等のため、宇宙及び地上でのビジネスに有用な技術の研究開発並びに実証機会の提供の多様化及び拡大に取り組む。これらを通じて、宇宙産業の拡大及び宇宙産業を担うJAXA 内外の人材の育成にも貢献する。 | 加えて、ベンチャー企業や異業種企業を含む宇宙産業への参入促進等のため、宇宙及び地上でのビジネスに有用な技術の研究開発並びに実証機会の提供の多様化及び拡大に取り組む。本年度は、新規参入及びオープンイノベーションを目的とした場づくりとして、民間と連携したコンソーシアム等の企画運営に取り組む。これらを通じて、宇宙産業の拡大及び宇宙産業を担うJAXA内外の人材の育成にも貢献する。 | 2021年度は、宇宙ビジネスへの新規参入促進活動を企業、地方自治体、他機関等との連携のもとで以下のとおり実施した。<br><br>J-SPARCの枠組みのもとでJAXAが参画した、三井不動産㈱が実施する宇宙産業創造活動において、マッチング機会やアクセラレーション及び実証機会の提供等、オープンイノベーションの「場づくり」に貢献した。本取組の一環として、2021年12月に開催された宇宙関連イベント「NIHONBASHI SPACE WEEK 2021」のうち、宇宙ビジネス展示会の後援を行った他、国内外の異業種異分野企業の宇宙ビジネスへの参入促進を目的としたグローバルマッチングイベントとして、2021年3月以降3回のシリーズセミナー「X-NIHONBASHI GLOBAL HUB」をオンライン開催した。<br><br>また、宇宙産業への参入障壁の低減を目的とした主にスタートアップ企業向けの活動として、2022年1月、総務省との協力のもと「周波数関連オンライン講習会」を開催し、電波政策の動向や国際周波数調整等についての講義を行った他、2021年7月にJETROと開催した「JAXA×JETRO活用セミナー」において、世界の宇宙産業の現状を概観するとともに両機関における日系スタートアップ企業の海外展開を含む支援メニューの紹介を行った。<br><br>地方自治体との連携においては、特に2021年3月に包括連携協定を締結した佐賀県との間で、宇宙技術の利活用による地域課題等の解決及び教育普及等の分野において、地方創生や宇宙ビジネスの発展に寄与する自治体との協業モデルとして、他自治体にも展開可能なJAXA地域連携施策を構築することを目指し、協力を実施している。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 上述の取組を進めるに当たっては、民間事業者等からの受託・共同研究への拠出金等の積極的な民間資金等の活用を図るとともに、宇宙産業への投資を促進するために金融機関等との連携を行う。 | 上述の取組を進めるに当たっては、民間事業者等からの受託・共同研究への拠出金等の積極的な民間資金等の活用を図るとともに、宇宙産業への投資を促進するために金融機関等との連携を行う。 | スパークス・イノベーション・フォー・フューチャー㈱が2020年6月に設立した宇宙領域を投資対象とする「宇宙フロンティアファンド」との連携を引き続き実施。JAXAは同社に対して技術的支援を行い、同社ファンドによる宇宙ベンチャーへの投資を促進した。<br><br>J-SPARC・事業共同実証活動（7件）における民間自己投資総額は11億円強（前年度比2.39倍）（JAXA負担総額1.1億円）となり、民間リソースを活用した共創による研究開発を進めた。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| さらに、民間事業者による宇宙ビジネスの創出や高付加価値化に資する取組として、宇宙用機器の市場投入の促進、民間事業者等の超小型衛星打上げ等の宇宙実証機会に係る対外窓口の一本化、JAXA の有する施設・設備の利用促進、衛星データのアクセス性向上をはじめとした種々の支援を行う。<br><br>宇宙実証機会の提供等については、民間事業者等の事業としての自立化を目指し、ロケットの相乗りに係るノウハウ等の移管等を行う。 | さらに、民間事業者による宇宙ビジネスの創出や高付加価値化に資する取組として、宇宙用機器の市場投入の促進、民間事業者等の超小型衛星打上げ等の宇宙実証機会に係る対外窓口の一本化を目指す。また、JAXAの有する施設・設備の利用促進、衛星データのアクセス性向上をはじめとした種々の支援を行う。<br><br>宇宙実証機会の提供等については、ロケットの相乗りに係るノウハウ等の提供により、民間事業者等の事業としての自立化を支援する。 | 2022年度に新たに実施する産学官による輸送/超小型衛星ミッションの拡充に係る取組みの前哨イベントとして、2022年1月に「超小型衛星利用シンポジウム2022」を開催。現在超小型衛星の技術開発を行う大学/企業や日本で新規輸送事業に取り組む企業等が登壇し、世界における超小型衛星の状況、日本における超小型衛星ミッションの可能性及び効果的に実現し得る方策等について議論を行った。<br><br>また、民間事業者による宇宙利用拡大を目的とした新たな取組みとして、2022年3月、JAXAによる定常運用終了後に小型実証衛星2号機（2021年11月打上げ）をJAXAから譲渡し、新たな宇宙関連事業の創出につながる実証を行う民間事業者を募る公募を実施。2022年4月以降に民間事業者の選定を行い、2023年3月を目処に衛星の譲渡を行う予定。<br><br>さらに、民間事業者の自立化支援としては、H3ロケット試験機2号機への相乗り目指した、民間事業者の顧客獲得活動に資するロケットインターフェースを整備した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| － | また、「１．宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施」における以下の取組に対して、上記の取組を推進する。<br><br>１．１　準天頂衛星システム等<br>【再掲】我が国の測位技術の維持・高度化を担う人材を育成・確保していくため、上述の取組を通じてJAXA内で高度な専門性を備えた人材の育成に努めることはもとより、学会への論文投稿・シンポジウム等での発表や衛星測位技術に関する産業界・アカデミアからの要請に応じた技術支援等を通じて大学や民間事業者等の人材育成にも貢献する。<br><br>加えて、測位利用ビジネスの推進に貢献するため、政府や民間事業者等と連携し、上述の取組を通じて得た知見について提供することで、民間事業者による高精度測位情報サービスの事業化の支援等を行う。 | （11pを参照）<br><br>（1.1の記載を再掲）<br>JAXA内外の実習機会等(自動車走行時の測位データおよび慣性航法データの取得と事後解析実施や、専門家向けセミナー参加など)を通じて高度な専門性を備えた職員の育成に努め、成果を国際学会・シンポジウム等へ発信した。<br>大学等との連携は、測位航法学会を通じて、将来研究に関する意見交換を実施、今後ソフトウェア無線技術による受信機アルゴリズム研究等で協力を行う予定。<br><br>MADOCAの技術を利用した高精度測位情報サービスの事業化を目指す「グローバル測位サービス株式会社(GPAS)」に対し、高精度軌道時刻推定に関する知財提供と運用技術の移転を継続している。<br>国土地理院との協定に基づき、MADOCAの利用、高度化について連携を実施している。 | （1.1の記載を再掲）<br>JAXA内外の実習等を通じて、我が国の測位技術の維持・高度化を担う人材の育成・確保に寄与した。<br><br>内閣府がMADOCA-PPPの準天頂衛星L6Eチャンネルを用いた配信サービスを正式サービスとして採用を決定、地上システム整備に着手。民間企業や国土地理院、気象庁等で社会実装が進みつつある。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| － | １．５　衛星リモートセンシング<br>【再掲】衛星リモートセンシングデータの高付加価値化や、新たなサービスの創出による産業振興、衛星データの社会実装を進め、さらにそれらが包括されて衛星データが社会活動に不可欠となる状態を目指す。そのため、国内外の複数衛星データを複合的に利用したプロダクト及び成果の提供や、観測データと予測モデルを組み合わせる等の利用研究（陸域での水循環等を計算・推測するシステム(Today's Earth)や地球の気候形成に関わる物理量(地表面日射量等)を提供するシステム(JASMES)に係るユーザーの利便性向上や精度向上に資する研究等）に取り組む。 | （1.5の記載を再掲）<br>衛星データの高付加価値化、衛星データの社会実装等を進めるため、国内外の複数衛星データを複合的に利用したプロダクト及び成果の提供等に取り組んだ。<br>特に、農業水産省によるJASMAI(農業気象情報衛星モニタリングシステム)については、海外衛星データの陳腐化(老朽化)が懸念されているため、GCOM-Cデータとの整合性等を確認した上で、GCOM-Cデータの導入を提案した結果、有効性が認めれ、2022年度から、GCOM-Cデータが導入されることとなった。 | （1.5の記載を再掲）<br>JAXA衛星データ提供による我が国の食料安全保障分野での寄与だけなく、衛星データの高付加価値化等にも寄与している。 |
| | 衛星により取得した各種データについて、成長戦略実行計画（令和2年7月17日閣議決定）や政府関係機関移転基本方針（平成28 年3月まち・ひと・しごと創生本部決定）、海外の動向、並びにオープン＆フリー化、データ利用環境整備等の政府の方針・取組等を踏まえ、政府衛星データプラットフォーム「Tellus」や民間事業者等と連携し、幅広い産業分野での利用を見据えた適切なデータ管理・提供を行う。 | 衛星リモートセンシング法の施行を踏まえ、衛星データの管理及び配布方針等を適切に設定・運用するとともに、政府関係機関移転基本方針に基づき設置された「西日本衛星防災利用研究センター」にALOS-2等のデータを提供しており、今年度に発生した災害対応等で活用された。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| － | １．７　国際宇宙探査<br><br>【再掲】広範な民間企業や大学等の新規参加を促進するため、産業界等との連携を強化して、ゲートウェイ、月周回軌道、月面等における利用機会構築に向けた取組を進める。具体的には、ゲートウェイ利用に向けて、国内の利用テーマ候補を公募・選定し、実現性検討を開始するとともに、民間サービスを活用しその事業自立化を目指す月周回や月着陸の実証機会について検討し、事業化に資する具体的なミッション案を策定する。 | （1.7の記載を再掲）<br>産官学を含めて、月面や月周回への実証機会の提供と、将来的には民間からのサービス調達の仕組みの導入も視野に入れた「月探査促進ミッション」の検討を進めている。更に、具体的なミッション検討の一環として、スタータストプログラムにおいて、「月面活動に向けた測位・通信技術開発」をMEXTから受託し、測位実証機、搭載通信システム及び地上局などの検討をベンチャー企業を含めた広範な民間企業と連携して進めている。<br><br>ゲートウェイ利用については、初期段階における利用機会を確保し、日本人研究者も参画する形で進める国際協力ミッションとしての放射線計測や、日本の水星探査ミッション（Bepi Colombo）の技術を用いた月周回軌道のダスト環境計測の実施を進めている。<br><br>2019年度に発足した「有人与圧ローバが拓く“月面社会”勉強会」は、非宇宙分野を中心に参加企業が136社に上り、2021年度は、将来の月面社会のビジョン共創として、前年度に構築した月への輸送手段や月面移動等の個別検討チーム（15チーム約200名）活動を推進した。 | （1.7の記載を再掲）<br>持続的な月面探査の実施、更にその先の民間活動に向けて、初期のインフラ構築段階からベンチャー企業や非宇宙関連企業を含めて情報・意見交換や連携を進め、オールジャパン体制で活動を進めている。<br><br>ゲートウェイ利用の初期段階から、ISS/きぼうや深宇宙探査ミッションで培った日本の優位な技術を用いて参画することで、今後のゲートウェイ利用における日本発ミッションの多様性・発展性を示し、科学分野におけるイニシアチブ確保に貢献している。<br><br>3年間の勉強会活動を通じて、非宇宙分野を中心に参加企業の拡大と月面活動への理解増進に大きく寄与している。本勉強会は引き続き推進し、国内企業等の探査活動への参入や、探査シナリオへの反映および探査ミッション検討に繋げる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| － | １．８　ISSを含む地球低軌道活動<br><br>【再掲】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、タンパク質結晶化実験サービス提供における民間活用を目指し、選定した民間企業への技術移管を着実に進めるとともに、「きぼう」からの超小型衛星放出事業については民間への完全な事業移管を実現し、JAXAの放出分は事業者からのサービス調達する形に切り替える。 | （1.8の記載を再掲）<br>• SpaceBD社と高品質タンパク質結晶化実験サービスの技術移管に係る基本協定を締結（5月）。<br>• 船外実験プラットフォームでの地球撮影事業について、将来の民間企業による自立的な事業展開を目指し、次世代ハイビジョンカメラ（HDTV-EF2）による映像取得、利用機会を創出(5月)。<br>• KIBO宇宙放送局は、(バスキュール社の事業化案件として人気アニメとのコラボレーションや年越しライブを実施。<br>• 科学成果も、マウスの腎臓を解析した結果宇宙旅行により血圧や骨の厚みが変化する仕組を解明したほか(Kidney International(IF:10.612)、11月)、船外実験装置（X線観測データ利用、高エネルギー線・ガンマ計測論文引用を含む）による計205報の論文発表等、数々創出。 | （1.8の記載を再掲）<br>• 高品質タンパク質結晶化実験サービスは、民間パートナーの裁量で実験を実施できる民間パートナー実験枠を導入した結果、約半年でユーザを獲得し、3社・11実験(新型コロナに関する創薬研究を含む)の実施、SpX-24での回収成功(1月)につながった。<br>• 軌道上実証数も合計で過去最多の10件となり利用が拡大（参考：各年度の件数】FY2019：0件、FY2020：6件）。<br>• HDTV-EF2は、民間が参加しやすいトライアル利用枠を創出した結果、9社、9件の利用を実現。<br>• KIBO宇宙放送局は、『ONE PIECE』(9月）が375万人 、年越しライブ (12月）は214万人が視聴し事業が定着化。<br>• こうした活動が評価され、avatarin(株)との「きぼう」での宇宙アバター実証等が日本オープンイノベーション大賞（内閣総理大臣賞）及び宇宙利用大賞（総務大臣賞）を受賞（3月）。<br>• また、軌道上有償利用件数は過去最多となる32件（前年度比152%）となった。<br>• リソースが限られる中、これらの科学成果をISS参加5極中最も効率よく創出。ミッション数も、利用拡大や機能向上の取組が実を結び、「きぼう」運用開始以降最多となる、前年度比約2割増の68件を達成。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| － | １．９　宇宙輸送システム<br><br>【再掲】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。 | （1.9の記載を再掲）<br>(株)IHIエアロスペースにあるH-IIA、イプシロン、H3専用治工具について、スペースワン(株)の依頼により「超小型衛星打上げ用ロケットの開発」を目的として貸出を行った。 | （1.9の記載を再掲）<br>計画に基づき着実に実施 |

## 横断的な施策に係る顕著な成果一覧（産業振興）

**評価軸として「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」が設定されている以下の項目における成果を列記**

3.1　準天頂衛星システム等 ：
　3ページ参照　【JAXAの支援を受け、2020年8月には「グローバル測位サービス株式会社(GPAS)」による商用配信サービスが開始】

3.3　宇宙状況把握 ：
　【3.3項において、年度計画で設定した業務を計画どおり実施。】

3.5　衛星リモートセンシング：
　6ページ参照　【農林水産業によるJASMAI(農業気象情報衛星モニタリングシステム）へのGCOM-Cデータ導入を提案し、導入が決定。】など

3.7　国際宇宙探査　：
　21ページ参照　【月探査促進ミッション定義活動やスターダストプログラム「月面活動に向けた測位・通信技術開発」等非宇宙分野を含む民間企業や大学等の持つ優れた技術やリソースを活用した研究開発、宇宙探査プロジェクトへの新規参加促進を進める】など

3.8　ISSを含む地球低軌道活動：
　15ページ参照　【(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所が宇宙でのネットサービスの技術基盤となるデータファイルの転送実証に成功等の過去最多の有償利用】など

4.1　民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組：
　主に　13～19ページ参照　【J-SPARCを通じた成果：KIBO宇宙放送局事業の事業化、農林水産省の研究開発事業に着手】など

4.2　新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペース・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む）：
　20ページ参照　【革新的衛星技術実証プログラム1号機で実証されたNB-FPGA・スタートラッカの販売・衛星採用等の実績、小型実証衛星2号機（RAISE-2）での軌道上実証による**電力制御器の小型軽量化に繋がるGaNを適用した高速スイッチング電源技術の獲得による競争力強化、**適時かつ安価に実証機会を提供するための100kg級の衛星技術実証プラットフォームの確立】など

※　*なお、これらの成果は、各評価項目の活動における観点でそれぞれ評価しており、二重に評価しているものではない。*

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

# Ⅲ．４．１　民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

我が国の宇宙産業全体の自立的発展への貢献を目的として、様々な企業の事業の成長段階での技術支援のみならず、非宇宙を含むベンチャーから大企業まで、また、ビジネスのアイデア段階から事業化段階の各段階まで、それぞれの段階で必要とされる各種支援・協力をJAXA保有の知見等を活用して実施することにより、年度計画に設定した業務を確実に実施するにとどまらず、コロナ禍で共創相手方の業務遂行にも柔軟に応えることが求められる中、JAXAの宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組として、①共創活動成果の事業化２件の形成、②共創活動における民間自己投資総額11億円強（前年度比2.39倍）の引き出し、③宇宙ビジネスへの参入促進を目的としたイベント/橋渡し活動の実施等、民間事業者への橋渡しから民間事業者との社会実装及び民間事業者との運用/定着/拡大まで民間事業者のニーズに適合した各分類において顕著な成果を上げ、将来の新しい事業やマーケットの創出に向けても確実に進捗した。具体的な特筆すべき取組及び成果を以下に示す。

【宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）】＜補足１参照＞

2018年5月に運用を開始し4年目を迎える2021年度は、25件（前年度27件）のプロジェクト・活動について、14名のプロデューサーと約100名を超える各事業部門に在籍する共創メンバーと、JAXA研究開発が貢献する意義の高い事業について、民間事業者との共創活動を着実に推進した。前年度に続き、地上や軌道上での技術・事業実証等を経て事業化（商品化、マーケットイン）に至った案件が2件生まれた（㈱バスキュールによるISS・地上の双方向リアルタイム放送事業及び㈱ワンテーブルによる防災宇宙食。J-SPARC由来の事業としては累計4件）。高まる民間人による宇宙旅行時代に先駆け、衣食住分野における関連事業を目指した宇宙業界以外の新しいプレーヤーによる宇宙ビジネス参入を加速する新たな取組（アクセラレータプログラム）を初めて導入した。研究開発成果の最大化の観点も含め、顕著な成果創出や将来的に期待を持てる成果創出について以下に示す。

1．㈱バスキュール［以下、B社］が目指す国際宇宙ステーション（ISS）日本実験棟「きぼう」における世界初の双方向ライブ配信事業（KIBO宇宙放送局事業）では、JAXAはISS通信制約・高セキュリティ下での双方向通信実現に向けた技術助言、JAXA外部からの遠隔操作に係る安全性評価及び運用管制経験に基づく事業企画支援等を通じた技術実証までを担っている。2020年度の2回の技術実証成果は、2021年7月の文部科学省/GIGAスクール特別講座（宇宙飛行士との交信）に活用され、同年9月の集英社/ワンピースと連携した第3回目放送からB社による事業化（J-SPARC由来の事業化は3件目）を果たした。さらに、同年12月には、ISS日本人商業宇宙旅行者による本配信サービスの有償利用も実現、複数スポンサーによる2022年始・初日の出放送回（5回目）も含め継続的かつ安定的な事業として成長した。結果、J-SPARCを通じて、新しい民間事業者によるISS/きぼうでの新しい事業創出の好例を示すことができた。

2．GITAI Japan㈱［以下、G社］が目指す宇宙用ロボットによるサービス提供事業では、JAXAはG社による軌道上技術実証に向けた助言・検証解析のほか、将来の軌道上サービス/月等も視野に入れた事業コンセプトの検討までを担っている。2021年10月に、JAXAがISS/きぼう開発・運用で長年培ってきた自動化・自律化技術に係る知見・経験による支援により、G社は民間として世界に先駆けISS商用モジュール（米国）内での技術実証に成功した。また、22年3月にはJAXA相模原の模擬月面環境を活用した地上実証において作業・走行試験すべて成功し、共創を通じてG社の事業化に向けた技術リスク低減を果たすと共に、将来のISS/きぼう利用や探査に向けた知見も獲得した。今後、事業化により宇宙空間で作業コストの大幅低減のほか、地上での応用展開にも期待できる。

**【評定理由・根拠】（続き）**

3.㈱ソニーCSL［以下、S社］が目指す成層圏/低軌道における光ネットワークサービスでは、JAXAは地上における技術実証等を通じた軌道上実証への道筋を示す事業コンセプト検討までを担っている。2021年8月、JAXAがS社実証用に設計・製作した高速・広可動域での制御が可能な光通信地上局用追尾装置を用いて、ISSからのレーザー光を安定的に受光、追尾することに初めて成功した。また、JAXAが提案した探査向け遅延途絶耐性ネットワーク（DTN）技術を用いることで、エラーが発生しやすい低品質な通信環境を模擬した地上実験で、通常の地上インターネット通信と比較して約40倍の高速化、無欠損の完全なデータのファイル転送にも成功した。事業化に向けた技術基盤を確立したことは、JAXAの将来探査に向けたDTN技術の進展、高精度追尾機構技術の更なる応用展開が期待され、S社主導による早期の軌道上実証により、低軌道衛星コンステレーションや成層圏無人機における高品質な通信サービス提供にも期待できる。

4.インターステラテクノロジズ㈱［以下、I社］が目指す小型ロケットによる輸送サービスでは、JAXAは低コストロケットエンジンに係る要素・システム技術の研究及び事業化に必要な地上での技術実証までを担っている。2021年12月、エンジンの主要構成部品である噴射器、燃焼室、ターボポンプについて、これまでのJAXA研究成果をベースに、ロバストな構造設計、簡易な製造手法及び民生品等を採用し、JAXA角田宇宙センターにおける単体燃焼試験を重ね、従来に比べ（システムレベルで）30～50%の低コスト化・短納期が可能となる手法を獲得した。要素技術の研究開発成果を活かし、I社がエンジン開発する上で原型となり得るリファレンスエンジンの研究開発にも着手した。今後、I社実機による実証、事業化に加え、共創でJAXAが獲得した低コストエンジンシステム技術の国内宇宙輸送ベンチャーへの活用による研究開発成果の最大化、さらに国にて検討中の革新将来宇宙輸送システムへの展開も期待される。

5.衣食住分野でのビジネスでは、JAXAは宇宙生活の課題・ニーズから地上ビジネスも含めた出口を設定し、新しいプレーヤーの参入、新しい事業創出、市場形成に向けた環境整備までを担っている。2021年12月、J-SPARC発の法人である(一社)SPACE FOODSPHERE（約60社等で構成）を代表機関としたコンソーシアムが農林水産省事業に採択され、月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システムの開発(5年程度)に着手した。また、2022年1月、「宇宙日本食」認証された食品の簡易審査による「日本災害食」の認証が始まり、㈱ワンテーブルが宇宙と災害時環境の類似性に注目し考案した防災宇宙食（世界初・最長保存5年半のゼリー）は全国約160自治体、約100医療・介護機関、約70の学校・保育園で導入、大手流通・イトーヨーカドー全店舗での本格的な販売も始まり、マーケットイン（J-SPARC由来の事業化は4件目）した。

一方、暮らし・ヘルスケア分野では「THINK SPACE LIFE」プラットフォームによるコミュニティ活動を本格化させ、民間事業者6社と初めてのアクセラレーションプログラムを始動し、これまで198社（前年度比+114社、うち95％が非宇宙企業）が参加した。JAXAが出口の一つとして前年度初めて公募したISS生活用品のうち９件が搭載決定（22年度搭載予定）したほか、本活動をきっかけに特定テーマ（美容・医療）による一般社団法人2社が発足するなど具体的な民間主体の活動に繋がって、今後の宇宙/地上双方でのビジネス創出が期待される。

6.さらに、2022年1月、アバター技術を利用した宇宙事業を目指すavatarin㈱、大分県及びJAXAが主導し取り組んだ約35社の産学官によるコンソーシアム活動(アバターXプログラム)、大分県での地上実証及びISS（宇宙）での実証等が、オープンイノベーションによる社会課題解決に繋がる成果として評価され、第4回日本オープンイノベーション大賞（主催：内閣府）の最高位である内閣総理大臣賞を受賞した。また、同年3月、小型SAR衛星コンステレーション事業による宇宙開発利用の推進に係る先導的な取り組みが評価された㈱QPS研究所が受賞した第5回宇宙開発利用大賞（主催：内閣府）内閣総理大臣賞（最高位）では、JAXAはJ-SPARCを通じて、QPS社衛星2号機の設計に対するリスクの可視化による安全・信頼性向上のほか、JAXAが主導した九州電力㈱によるソリューション検討に貢献した。

**【評定理由・根拠】（続き）**

【JAXA発ベンチャー】＜補足２参照＞

7.　JAXAベンチャー支援制度は、機構の知的財産等を利用して職員が出資し設立する会社に機構が支援を行うことで社会課題の解決又は産業の活性化等に寄与する事業の創出を促進することを目的としている。2021年度においては、研究開発成果のビジネス利用機会の一層の拡大を狙った支援対象の拡大を行うことを目的として、2021年4月にJAXA発ベンチャー関連規程の整備を行い、JAXAに所属しない者が設立するベンチャー企業にもJAXA発ベンチャー認定対象を拡大した。また、新たに1件に対してJAXA発ベンチャーとしての認定を行い、JAXAは、計9社となったJAXA発ベンチャーの広報活動への協力等について支援を実施した。

9社のうち、「天地人」による「宇宙ビッグデータ米」の育成、販売により、宇宙の資産、技術の活用が、米の生産効率化や生産量増加に繋がることが実証された他、「ツインカプセラ」の大気圏再突入カプセル技術を利用した「超」断熱保冷容器を用いた常温宅配便による血液検体の「高精度」保冷輸送の実証が成功したことにより、今後、宇宙開発で培った技術の予防医療(検診等)への貢献が期待される。

【出資】＜補足３参照＞

【宇宙産業・業界拡大に向けた取組み】＜補足４参照＞

8.　宇宙産業の拡大に向け「人材育成」「場の提供」「地方連携」に取り組んだ。

「人材育成」については、提案力の強化も掲げたJAXA人材育成実施方針に則り、「宇宙ビジネス共創・越境プログラム」（3名（前年度4名）を民間企業等に一定期間の研修派遣）など独自の人材育成プログラムを実施し、プロデューサー人材の育成など将来の宇宙産業の拡大に必要な人材確保への取組を展開した。

「場の提供」については、ベンチャー企業や異業種企業を含む宇宙産業への参入促進等を目的に近年、コロナ禍で対話・マッチングの機会が減少する中、宇宙ビジネス展示会「Tokyo Space Business Exbition」協力、産業交流会「Meet Up! SPACE」開催等を実施することでオープンイノベーションを目指した「場の提供」創出に寄与した。

また、「地方連携」においては、昨年度締結した佐賀県との連携協定に基づき、宇宙技術の利活用による地域課題等の解決、教育普及、人材育成等、地方創生や宇宙ビジネスの発展に寄与する自治体との協業モデルを構築することを目的に具体的に災害(洪水)対策への衛星データ活用のための実証までを行い、今後、実際の現場での活用に向け更なる精度向上を行うこととしている。

【その他の活動】

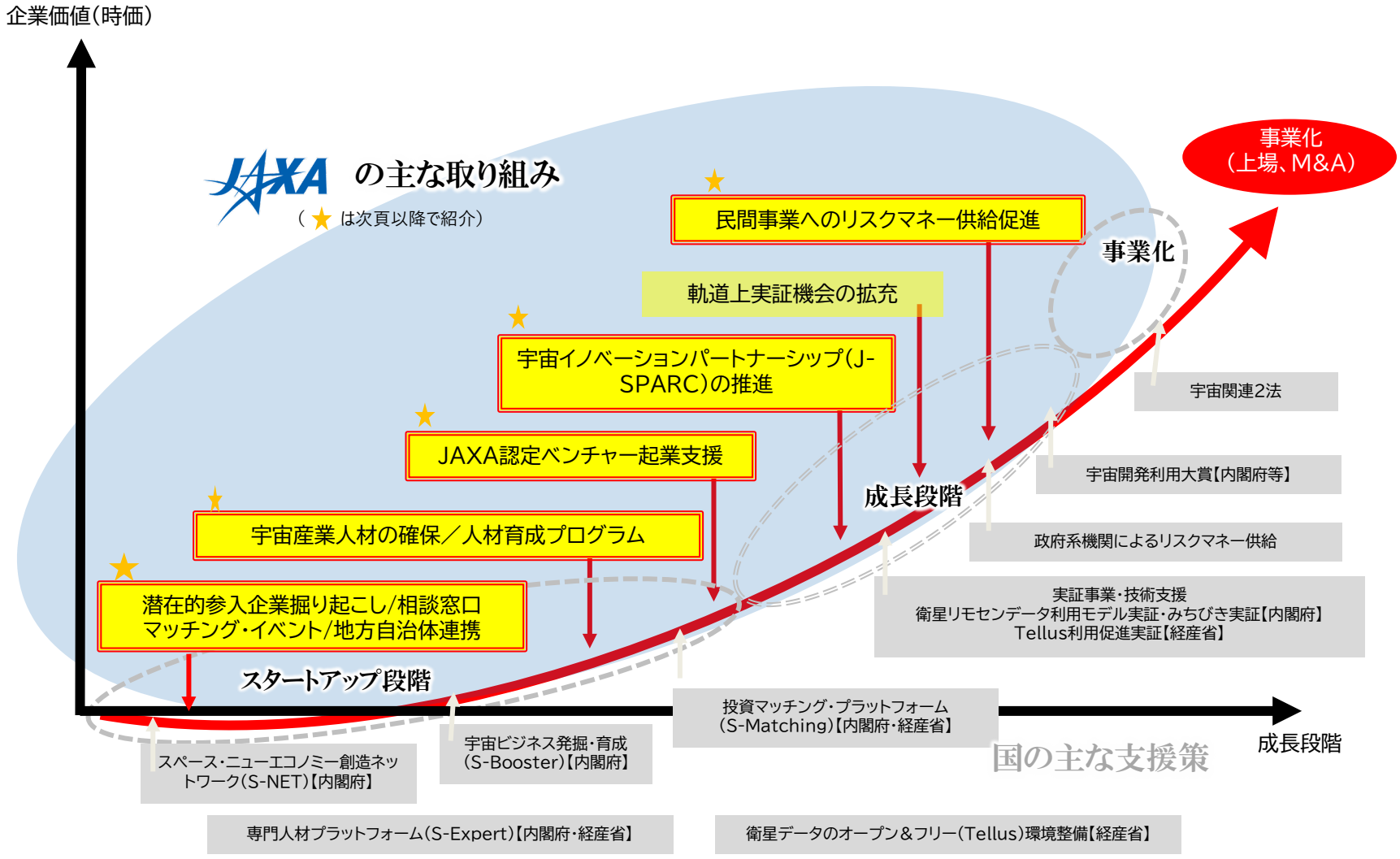
9.　金融機関等との連携について、官民ファンドである㈱産業革新投資機構（JIC）との間で連携協定を締結し、連携を開始した。また、官民ファンドである㈱産業革新投資機構との間で連携協定を合意した。これまでに関係を構築している日本政策投資銀行（DBJ）、㈱INCJ、スパークス・イノベーション・フォー・フューチャー㈱等金融機関との連携も含め、JAXAが保有する技術的知見等の提供により金融機関等による投資活動を促進することで、宇宙産業へのリスクマネー供給を促進する活動を展開した。なお、J-SPARC・事業共同実証活動（7件）における民間自己投資総額は11億円強（前年度比2.39倍）（JAXA負担総額1.1億円）となり、民間リソースを活用した共創による研究開発を進めた他、J-SPARC共創先ベンチャー（6社）が総額220億超の追加資金調達を実施した。

10.　産学官連携による輸送/超小型衛星ミッションの拡充に係る取組みの一環として、2022年1月に「超小型衛星利用シンポジウム2022」を開催。現在超小型衛星の技術開発を行う大学/企業や日本で新規輸送事業に取り組む企業等が登壇し、世界で革新の進む超小型衛星の状況、日本における超小型衛星ミッションの可能性及び効果的に実現し得る方策等について議論を行った。

11.　民間事業者による宇宙利用拡大を目的とした新たな取組として、JAXAによる定常運用終了後に小型実証衛星2号機（RAISE-2、2021年11月打上げ）をJAXAから譲渡し、新たな宇宙関連事業の創出につながる実証を行う民間事業者を募る公募を2022年3月に実施。2022年4月以降に民間事業者の選定を行い、2023年3月を目処に衛星の譲渡を行う予定。

なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

# ［産業振興・宇宙利用拡大策］国の支援策と連動した具体的な施策展開



# 補足１－１：宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC） 2021年度成果

**概要・目的**

- 宇宙ビジネスを目指す民間事業者等と事業化に向けた双方のコミットメントを得て、双方リソースを持ち寄り、共同で事業コンセプト検討や出口志向の技術開発・実証等を行い、**新しい技術を獲得、新しい事業を創出する共創型研究開発プログラム**。2018年度より始動し、2021年度で4年目を迎えた。
- **2021年度は、事業化等を目指した25のプロジェクト・活動**について、14名の新事業促進部等プロデューサーと100名超の各部門等社内共創メンバーと共に、JAXA研究開発とシナジーを生む民間との共創活動を着実に推進。

**アウトプット**

- J-SPARC共創により**KIBO宇宙放送局事業が事業化**し、黒字化も果たし継続的かつ安定的な事業を展開
- 事業化に必要な技術実証成果（踊り場成果）を着実に獲得

**アウトカム**

- 受賞した**2件(※)の事業に技術的に貢献、宇宙発でオープンイノベーションによる社会課題解決の好例等を創出**
- 事業共同実証活動における**民間自己投資総額が11億超**※

※JAXA負担総額1.1億円（2021年度）

(※)第4回日本オープンイノベーション大賞内閣総理大臣賞（アバター事業）・第5回宇宙開発利用大賞内閣総理大臣賞（小型SAR衛星コンステレーション事業）

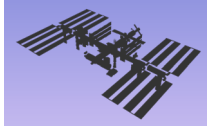





GITAI

▶民間として世界に先駆け**ISS内技術実証に成功**
［JAXAの自動化・自律化技術に係る知見・経験で貢献］

※ISS：国際宇宙ステーション





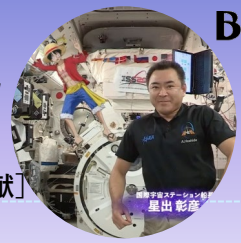
avatarin ANA Group

▶第4回日本オープンイノベーション大賞・**内閣総理大臣賞を受賞**
［JAXAは約35社コンソーシアム活動を主導、ISS・宇宙実証で貢献］



iQPS

▶第5回宇宙開発利用大賞・**内閣総理大臣賞を受賞**
［SAR衛星として日本最高分解能（70cm）の実現に関し、JAXAは設計に対するリスクの可視化、安全・信頼性向上により貢献］



Bascule

▶集英社／ワンピースと連携したISS・地上の双方向リアルタイム放送（第3回目）から**事業化**し、日本人宇宙旅行者もサービス購入
［JAXAの通信、安全性評価技術、運用管制経験の活用で貢献］






Sony CSL

▶低品質な通信環境を模擬した地上実験で**約40倍の高速化、無欠損な完全データのファイル転送に成功**
［JAXAの遅延途絶耐性ネットワーク（DTN）技術を活用し貢献］

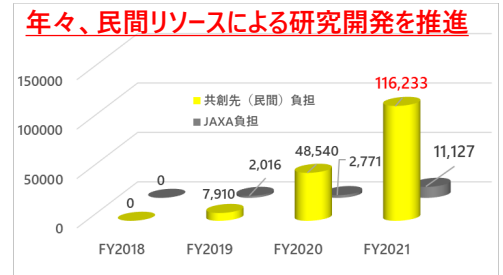




INTERSTELLAR TECHNOLOGIES

▶低コスト化・短納期手法に係る要素技術を用いた**リファレンスロケットエンジンの研究開発に着手**（JAXA角田）
［JAXAはロバスト設計・簡便製法等の採用による低コスト技術で貢献］

**年々、民間リソースによる研究開発を推進**




▲事業共同実証活動における民間／JAXA資金負担額（単位：万円）

J-SPARC

事業コンセプト共創活動［13件］ → 事業共同実証活動［7件］ → 事業化/サービスイン

事業化促進に資する活動（市場創出に向けた活動・異分野糾合のための場や機会づくり・共通基盤の整備など）［5件］

評定理由・根拠（補足）

# 補足１－２：J-SPARC　衣食住分野での共創活動

**概要・目的**

- J-SPARCでは、事業化促進に資する活動として**衣食住分野での新規事業・市場を目指し、多くの企業等と共創。**JAXAは宇宙生活（衣食住）の課題・ニーズから宇宙のみならず地上ビジネスも含めた出口を設定し、新しいプレーヤーの参入、新しい事業創出、市場形成に向けた環境整備までを担っている。
- 食分野では、約60の組織等が集い、地球・宇宙の食課題の解決、事業創出を目指した（**一社**）**SPACE FOODSPHERE（2020年4月～）**、暮らし・ヘルスケア分野ではインキュベーションやコミュニティ活動を推進するプラットフォーム**THINK SPACE LIFE（2020年7月～）をJAXA主導で発足。**

**アウトプット**

- J-SPARC発法人が**農水省の研究開発事業（5年間）に着手**
- 暮らし・ヘルスケア分野で初実施したアクセラレータプログラム参加
  **95%は非宇宙**、食分野も加え、**250社超が参画した活動を展開**

**アウトカム**

- 商品化した防災宇宙食（ゼリー）が**大手流通を通じ全国販売**
- THINK SPACE LIFEコミュニティ活動発・**特定テーマ（美容・医療）による社団法人2法人が発足**し、民間主導の活動へシフト

## 宇宙/地上双方の新規事業・市場創出活動

実装（2030年代～）



約 **60** 組織等

**食**
FOOD

**暮らし・ヘルスケア**
LIFE / HEALTHCARE

約 **200** 社

ISS搭載（2022年～）



### 宇宙への展開

▶J-SPARC発法人SFSが**農水省事業**「月面等における長期滞在を支える高度資源循環型食料供給システム」の**研究開発に着手**（5年程度）
［JAXAは協力機関として、有人活動の経験・ノウハウの提供、技術的助言で貢献］

▶宇宙日本食認証された食品の簡易審査による**「日本災害食」との認証連携開始**
（2022年1月～）



### 共創機会の環境整備




一般社団法人
SPACE FOODSPHERE
（SFS）

### 新規参入事業化促進

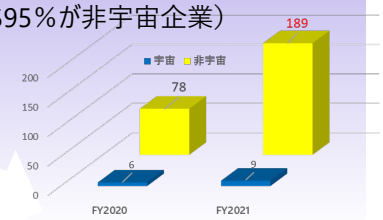
THINK SPACE LIFE with JAXA

プラットフォーム
THINK SPACE LIFE
（TSL）

### 宇宙への展開

▶初めて公募したISS生活用品では、22年度搭載に向け、**民間企業の開発プロダクト9件※が決定**
［従来の調達から非宇宙企業も参画しやすい公募に変更し、研究開発の出口を明確化］
※ワコール、資生堂・シタテル・スノーピーク・三越伊勢丹、トライフ、TSUYOMI、ライオン、花王、マンダム、久光製薬

▶これまで**約200社がTSLプラットフォームに参加**
（前年度比114社増、うち95％が非宇宙企業）




### 地上への展開



経産省・「スーパー防災都市創造プロジェクト」（13自治体）との連携も深化

▶宇宙と災害時環境の類似性に着目、考案した**防災宇宙食（世界初・最長保存5年半のゼリー）がマーケットイン**
※販売累計は100万個を突破

全国約160自治体、約100の医療・介護関係、約70の学校・保育園等で導入、**イトーヨーカドー全店舗で本格的な販売**も




**商品化・マーケットイン**

### 地上への展開

▶コミュニティ活動から
**一般社団法人2社が発足**
✓美容分野：(一社) 宇宙美容機構
✓医療分野：(一社) Space Medical Accelerator

▶6社と共に、**アクセラレーションプログラムを初めて実施**
（89社・148件提案、地上でプロダクト展開も目指す）
［生活/体内リズム適正、快眠、ストレス・匂い改善・空間の有効活用、重力負荷軽減などのテーマを設定］

SHISEIDO　NITORI BUSINESS
JT　3COINS
JAMSS　WACOAL

# 補足２：JAXA発ベンチャーによる社会課題解決と産業活性化

**概要・目的**

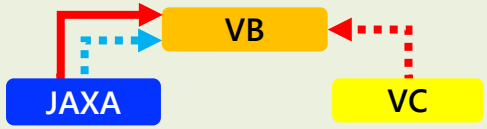
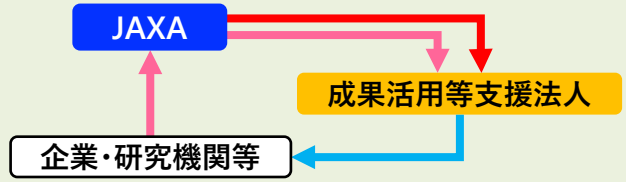
**JAXAベンチャー支援制度は、機構の知的財産等を利用して職員が出資し設立する会社に機構が支援を行うことで社会課題の解決又は産業の活性化等に寄与する事業の創出を促進することを目的としている。本制度により、2021年度に新たに認定された1社を含め、認定企業は合計9社となった。また、2021年度には**研究開発成果のビジネス利用機会の一層の拡大を狙った支援対象の拡大を行うことを目的として、2021年4月にJAXA発ベンチャー関連規程の整備を行い、**JAXAに所属しない者が設立するベンチャー企業にもJAXA発ベンチャー認定対象を拡大**した他、JAXA認定ベンチャー９社の広報活動支援等を実施した。

| 企業名 | 事業概要 | アウトプット | アウトカム |
|---|---|---|---|
| **オリガミ・イーティーエス合同会社** | **大型展開アンテナ**が特徴の「きく8号」の設計で開発した**大型展開構造解析プログラム**のビジネス活用 | 大学、企業からのライセンス契約、コンサルティング契約実施中 | ✓第５回宇宙開発利用大賞農林水産大臣賞を受賞した「天地人」による「宇宙ビッグデータ米」の育成、販売により、宇宙の資産、技術の活用が、米の生産効率化や生産量増加に繋がることが実証された。<br><br>✓大気圏再突入カプセル技術を利用した「ツインカプセラ」の「超」断熱保冷容器を用いた常温宅配便による血液検体の「高精度」保冷輸送の実証により、**宇宙開発で培った技術による予防医療（検診等）への貢献の目処がついた。** |
| **合同会社パッチドコニックス** | **「はやぶさ」運用時の電力を最適に制御する技術**を活用した、住宅用エネルギー管理ソリューションを提供 | 電力制御のコンサルティング実施中<br>推進系コンポーネントの納入実績 | |
| **合同会社Flow Sensing Lab** | **液体ロケットエンジンの作動状態を正確に把握するため技術**として培った超音波流量計測技術のビジネス活用 | 流量計の整備, 講演, 技術雑誌記事執筆等実施 | |
| **合同会社Space Cubics** | 宇宙開発の経験から培った設計検証ノウハウを活用し、**信頼性の高い宇宙用コンピューターを安価に提供** | 企業からの超小型衛星に関するコンサルティング契約実施中 | |
| **㈱DATAFLUCT** | リモートセンシングデータに係る知見を活用し、衛星データ等による**商圏分析、データ活用コンサルティング** | 合計5.5億の資金調達を達成、衛星画像を基盤とした水田域モニタリング実施 | |
| **㈱天地人** | リモートセンシングデータに係る知見を活用し、地球観測衛星の広域かつ高分解能なデータ（気象情報・地形情報等）による**革新的な土地評価サービス**の提供 | **国連開発計画(UNDP）が主導するJapan SDGs Innovation Challenge のSDGsチャレンジ企業に選出**された。<br>第５回宇宙開発利用大賞農林水産大臣賞受賞 | |
| **武蔵スカイプラス㈱** | 固定翼の**小型無人航空機**と4発ティルトウィングの**VTOL機によるサービス・ソリューション**を提供。 | 複数の国研からの契約実施中 | |
| **SEESE㈱** | 環境試験ワンストップサービスを始めとした宇宙開発を支援する各種サービスの提供 | 試験業務、調査業務を受注 | |
| **㈱ツインカプセラ** | 断熱保冷保温容器およびその他熱制御関連機器等の企画、開発、製造、販売、コンサルティング等 | (2021年度新規認定)<br>血液検体高精度保冷輸送実証成功 | |

# 補足３：出資業務

## 概要・目的

2021年4月に施行された「科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律」の改正により、2021年度より新たにJAXAに出資業務を導入。これによりJAXAは、以下の類型においてJAXAの研究開発成果を活用する事業者等に対し、出資並びに人的及び技術的援助を行うことが可能に。

| | 直接出資 | 間接出資 | 成果活用等支援法人 |
|---|---|---|---|
| 目的 | JAXA発ベンチャーへのシードマネー供給 | ファンドへのLP出資による宇宙産業エコシステムの構築推進 | JAXA業務のアウトソーシング又は専門知見の外部化 |
| イメージ |  |  |  |

※VB：ベンチャービジネス、VC：ベンチャーキャピタル

出資資金の流れ　他の資金の流れ（知財実施・成果報酬）
支援・援助等

## 得られたアウトプット

■2021年度は、以下のとおり出資業務の実施に必要な体制の構築及び実施計画の策定等を進めた。
●出資業務規程、出資委員会設置規程及び出資審査会設置規程の新設並びに組織規程、理事会議規程及び利益相反マネジメント規程等の改訂を実施。
●出資案件の創出及び人的技術的援助の実施に向けた体制の構築。
（JAXA出資業務に係る成果指標(KPI)の策定、出資審査会及び出資委員会(外部委員会)の運営、JAXAの出資方針・2021年度出資業務計画等の策定等）
●間接出資について、2021年5月に企画公募を発出し、9月に民間パートナーの予備選定を実施。同パートナーとの間で間接出資の実現性に係る詳細検討を開始。
●直接出資について、2022年度の直接出資案件形成に向け、JAXAの直接出資方針及び実施要領等の文書を制定。(予定)

## 今後期待されるアウトカム

JAXAが出資する意義を以下の「ミッションステートメント」として識別し、科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律の改正趣旨及び宇宙基本計画等を踏まえたアウトカムの創出を目指す。

- JAXAの出資等によって、JAXAの研究開発成果等の民間企業による活用・事業化を促進し、研究開発成果等の最大化及び社会実装の実現に貢献
- JAXAの出資等によって、宇宙産業エコシステムの構築や異分野との糾合を図るオープンイノベーションを促進し、我が国の産業競争力並びに産業科学技術基盤の維持及び強化に寄与

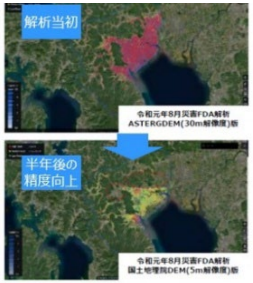
# 補足４：宇宙産業・業界拡大に向けた取り組み

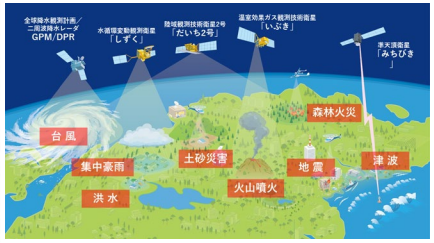
## 地方連携

地方自治体との連携により、宇宙技術の利活用による地域課題等の解決、教育普及、人材育成等、地方創生や宇宙ビジネスの発展に寄与する自治体との協業モデルを構築する。

**アウトプット**

①佐賀県との連携協定による「地方創生×宇宙ビジネス」の「協業モデル」検討及び災害(洪水)対策への衛星データ活用のための実証
②J-SPARCへの地方自治体/地元企業の取組の連携




**宇宙産業/業界拡大に向けた取組み**

## 「場」の提供

ベンチャー企業や異業種企業を含む宇宙産業への参入促進等を目的に対話・マッチングの場を創出する。

**アウトプット**

①「X-NIHONBASHI Global Hub 2021」開催（※1）
②宇宙ビジネス展示会「Tokyo Space Business Exhibition」協力
③宇宙産業交流会「Meet Up! SPACE」開催
④宇宙ビジネスアイディアコンテスト「S-Booster」共催
⑤JETRO共催オンラインセミナー「JAXA×JETRO活用セミナー」
⑥周波数関連オンライン講習会

(※1)「X-NIHONBASHI GLOBAL HUB2021」:
国内外の異業種異分野の宇宙ビジネスへの参入促進を目的とした、グローバルマッチングプログラム。2021年は米国をテーマとし、NASA Amesとの協力のもと、3つのイベントを開催。







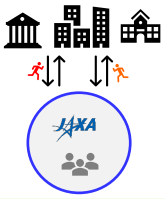


## 人材育成/人材流動

人事部との協力のもと、JAXA内部にとどまらず、民間・大学等と連携した実践活動、共創活動、人材育成を通して新規事業の立案能力、新しい発想で仕事を進める能力を有した人材を輩出することで産業界の発展に寄与する。

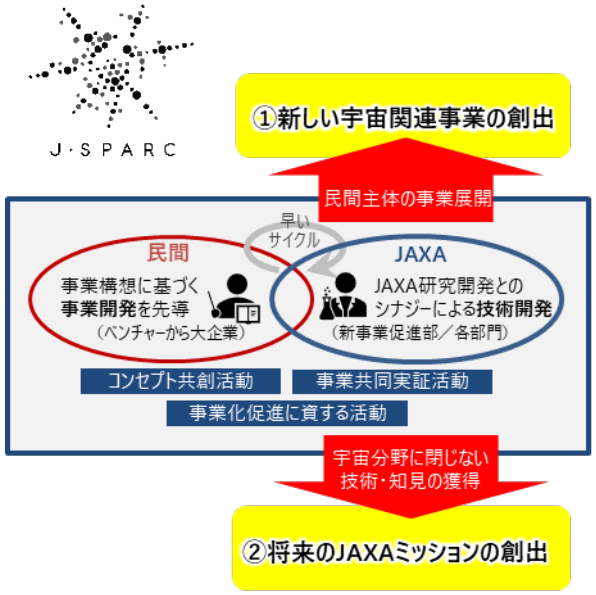
**アウトプット**

①クロスアポイントメント制度
②宇宙ビジネス共創・越境プログラム　等



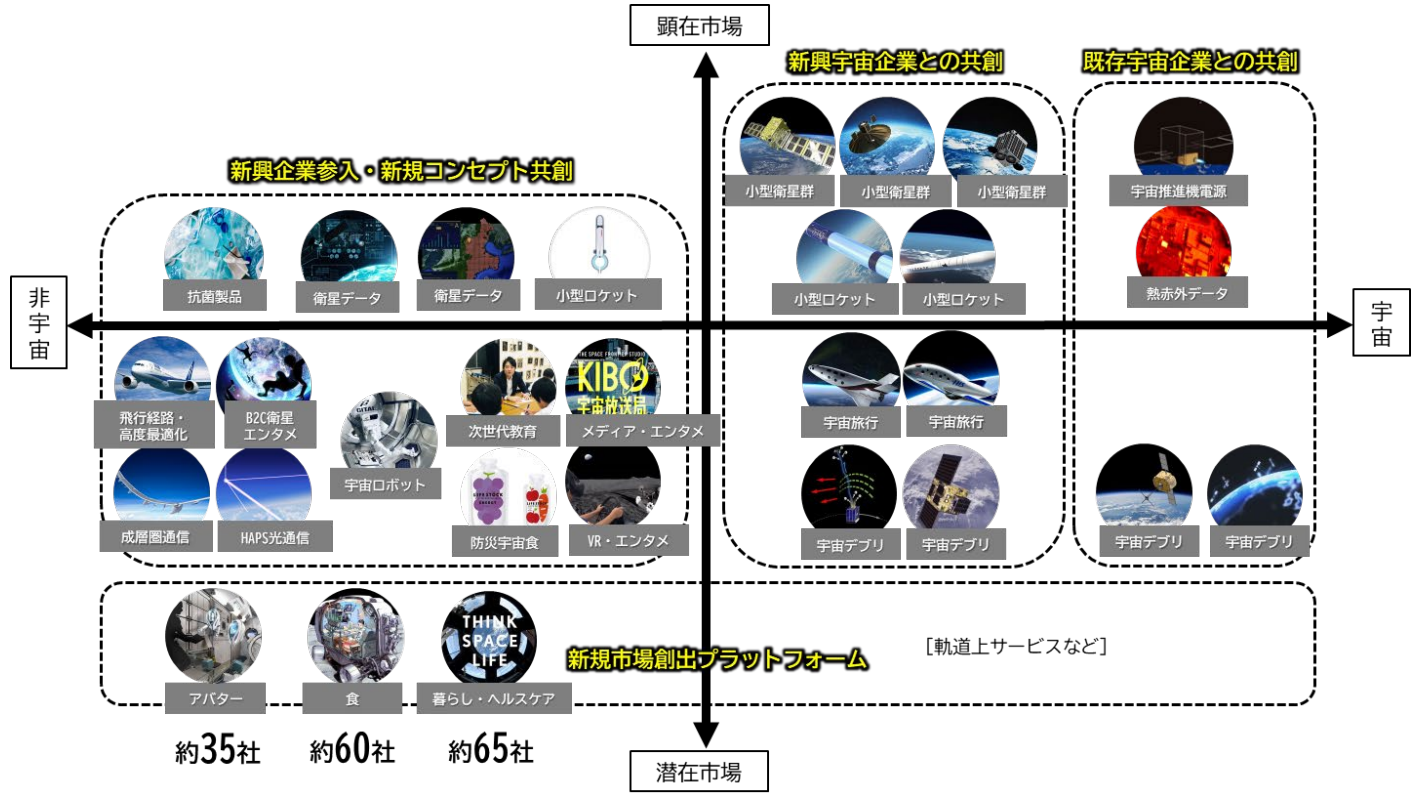



# 宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC：Jaxa Space innovation through PARtnership and Co-creation）






▲JAXA事業と民間事業を繋ぎ、伴走しながら、双方の事業・ミッション創出を目指す様々なバックグランドを有したプロデューサー群




▲J-SPARCで目指す事業の類型

- 2018年度のプログラム始動以来、300件以上の問い合わせがあり、**宇宙ベンチャー・宇宙以外の大企業などと34の共創活動を推進**。宇宙機のみならず、衛星データソリューション、宇宙旅行、衣食住、コンテンツなど**B2Cビジネスも視野に入れた活動も特徴的**。
- 事業の類型としては、厳しい宇宙環境下の革新技術を獲得し、潜在マーケット開拓を狙う事業、他分野で実績ある自社技術を宇宙分野に持ち込み、顕在マーケットで競争力獲得を狙う事業など様々。**民間による事業化、JAXAとして新しい技術・知見を獲得し将来のJAXAミッション創出がJ-SPARCのゴール。**

# J-SPARC共創活動による多種多様なプレーヤーの参画（FY2018~2021）

## 宇宙輸送

IST INTERSTELLAR TECHNOLOGIES
HONDA
SPACE WALKER
PD AEROSPACE
SPACE ONE

## 衛星（リモセン・通信）・データ活用

AXELSPACE
mercari R4D
Tenchijin
Synspective
ANA
スカパーJSAT
iQPS
九州電力
Sony CSL
SoftBank
HAPS MOBILE

## 軌道上サービス

ALE Co., Ltd.
Astroscale
Kawasaki
スカパーJSAT

## ロボット・アバター

GITAI
avatarin
ANA Group
AVATAR X
［約35社コンソーシアム］

## コンテンツ・エンタメ・教育

Bascule
スカパーJSAT
GREE
SONY
東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO
SpaceBD
Z-KAI Group

## 要素技術

古河電工
KUREHA

## その他

三井不動産 MITSUI FUDOSAN

## 食

### SPACE FOODSPHERE（SFS）

REAL TECH Holdings
SIGMAXYZ
日清食品ホールディングス
House
SAPPORO
WOTA
MUSCA
高砂電気工業 Takasago Fluidic Systems
TOYO SEIKAN GROUP
おいしさと健康 Glico
Coca-Cola
YANMAR
YOKOGAWA Co-innovating tomorrow
MELTIN
三井不動産 MITSUI FUDOSAN
Sony CSL
USHIO
ONE TABLE
MSD
SpaceBD
徳島大学 宇宙栄養研究センター
ispace
Leave a Nest
日本一のあんこん県あおいた

### 開発コンソーシアム

PLANT
euglena
Humanome Lab
NTT DATA
TOWING
IntegriCulture
FIELD assistant
kewpie
NARO
JGC
CHIYODA CORPORATION
JAMSS 有人宇宙システム株式会社
SSD 宇宙システム開発株式会社
tsuji

千葉大学　筑波大学　医薬基盤・健康・栄養研究所

## 暮らし・ヘルスケア

### ISS生活用品

snow peak
sitateru

### THINK SPACE LIFE（TSL）コミュニティ

Caetus Technology
kao
今日を変える。LION
POLA ORBIS HOLDINGS
AA
mandom
Space cosmetology
SUYOMI
Hisamitsu
TRIFE
健繊株式会社

### THINK SPACE LIFE（TSL）パートナー

3COINS
WACOAL
ANA
NITORI BUSINESS
MIRA TLCL
dentsu tokyo/osaka/nagoya
JAMSS 有人宇宙システム株式会社
ひとのときを、思う。JT
SHISEIDO
三井不動産 MITSUI FUDOSAN
LIFULL

### 宇宙医学健康管理RFP

小林製薬株式会社
日本パーカライジング株式会社 NIHON PARKERIZING CO.,LTD.

(株)フィッツインターナショナル
(株)ジャパンブルー
(株)ミツヤコーポレーション
(株)デジタルブラスト
岐阜医療科学大学
(国研)国立長寿医療研究センター
京セラ(株)
(株)ＲＫＬ
(株)ティエラ
(株)ホーマーイオン研究所
三菱鉛筆(株)
溝端紙工印刷(株)
ピーコック魔法瓶工業(株)
(株)オーク製作所
(株)夢職人
(株)タニタ
スタイレム瀧定大阪(株)
ダイヤ工業(株)
Ｂｔｅ(株)
(株) アマナ
(株) 村田製作所
XPAND(株)
デサントジャパン(株)
ユニ・チャーム(株)

### TSLをきっかけに生まれた法人

Space Medical Accelerator
Space Cosmetology Organization

| 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） | 880,128 | 813,404 | 862,578 | 808,860 | | | |
| 決算額（千円） | 879,387 | 782,314 | 815,213 | 622,419 | | | |
| 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 | 22 | 27 | 25 | | | |

（※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 |
| 施設・設備の供用件数 | 104件 | 138件 | 191件（※4） | 223件 | | | |
| 実証機会の提供数 | 26件（※1） | 7件（※2） | 11件（※3） | 0件 | | | |
| 民間事業者等の外部からの問合せ件数 | 340件 | 365件 | 394件 | 387件 | | | |
| 民間事業者等との協業件数 | 30件 | 41件 | 50件 | 53件 | | | |
| 民間事業者との協業等の取組により市場投入された製品・サービス等の件数 | 5件 | 5件 | 4件(※5) | 2件(※5) | | | |

※1：26件の内訳：H-IIAロケット相乗り4件、「きぼう」放出9件、革新的衛星技術実証プログラム1号機13件
※2：7件の内訳：「きぼう」放出7件
※3：11件の内訳：「きぼう」放出11件
※4：件数は契約件数ベース。ただし、2020年度より民間に業務移管した、環境試験運営事業利用件数ベース46件を含む（参照 Ⅲ.3.11項）
※5：2020-2021年度における件数カウントの考え方は以下のとおり。
・2020年度：　共創活動成果の民間事業者による事業化２件（本格市場投入）及び共創活動成果の商品化2件
・2021年度：　共創活動成果の民間事業者による事業化２件（本格市場投入）

# Ⅲ．4．2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペース・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む）

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．4．2 | Ⅰ．2．2. | － | － |
| 新たな事業領域の開拓や世界をリードする技術革新により、我が国の宇宙活動の自立的・持続的発展と関連産業の国際競争力強化に貢献するため、今中長期目標期間において確立を目指す重要技術を以下に示すとおり設定し、研究開発の重点課題として取り組む。<br>研究開発の実施に当たっては、国際的な技術動向の分析に基づいた宇宙システムの劇的な機能・性能向上をもたらす革新的技術や、宇宙探査等の宇宙開発利用と地上でのビジネス・社会課題解決の双方に有用（Dual Utilization）な技術等について、オープンイノベーションの仕組みを拡大・発展させて異業種産業等も含め共同で研究開発・技術実証を推進する。これらを通じて、技術革新及び広範な産業の振興に資するとともに、JAXA におけるプロジェクトの推進、民間企業の競争力強化と事業化の加速及び異業種や中小・ベンチャー企業の宇宙分野への参入を促進する。 | 新たな事業領域の開拓や世界をリードする技術革新により、我が国の宇宙活動の自立的・持続的発展と関連産業の国際競争力強化に貢献するため、今中長期目標期間において確立を目指す重要技術を以下の通り設定し、研究開発の重点課題として取り組む。<br>研究開発の実施に当たっては、国際的な技術動向の分析に基づいた宇宙システムの劇的な機能・性能向上をもたらす革新的技術や、宇宙探査等の宇宙開発利用と地上でのビジネス・社会課題解決の双方に有用（Dual Utilization）な技術等について、オープンイノベーションの仕組みを拡大・発展させつつ、異業種産業等も含め共同で研究開発・技術実証を推進する。具体的には、新たな分野として設定した革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムや小型技術刷新衛星研究開発プログラムについて、関連する研究開発に向けた公募や共同研究の立ち上げ等を実施する。 | 新たな事業領域の開拓や世界をリードする技術革新により、我が国の宇宙活動の自立的・持続的発展と関連産業の国際競争力強化に貢献するため、今中長期目標期間において確立を目指す重要技術として、以下の通り、研究開発に取り組んだ。<br><br>FY2015より実施してきた宇宙探査イノベーションハブの取り組みを継続し、宇宙探査等の宇宙開発利用と地上でのビジネス・社会課題解決の双方に有用(Dual Utilization)な技術等のオープンイノベーションによる共同研究を実施した。共同研究テーマ設定段階で企業の研究開発ニーズを取り込む課題設定を行い、共同研究実施にあたっては事業化や知財活用の支援等のマネジメントを行っている。<br>2021年度共同研究公募では新たに19件を採択、38の企業・研究機関等が参加し、これらのうち約9割がこれまで宇宙分野に関わりのなかったもの、企業のうち約4割が中小・ベンチャー企業であり、オープンイノベーションの仕組みの拡大および異業種や中小・ベンチャー企業の宇宙分野への参入促進に寄与した。 | ●オープンイノベーションを利用した共同研究：<br>昨年度以前から継続していた共同研究の成果を基に以下のような実装等に至った。特に、製品化、受注実績が発生したことは探査ハブの取組が新たな段階に達したと言える。<br>〇ボールウェーブ：<br>超小型高性能ガスクロマトグラフ製品化<br>〇竹中工務店、キリンほか：<br>袋型培養槽技術のISS栽培実証実験を実施<br>〇日立造船：<br>全固体リチウムイオン電池のISS船外実験を実施<br>〇タカラトミー、ソニーほか：<br>変形型月面ロボットがLEV2としてSLIM搭載予定、開発完了<br>〇エクストコム：<br>超小型高精度絶対角度センサ変調波レゾルバがSLIM搭載のLEV1部品に採用<br>〇新明和工業：<br>モータ軸受けがSLIM搭載のLEV1部品に採用<br>*SLIMに搭載され「小型プローブによる移動技術の工学実証」を行う小型ローバをLEV1、分離カメラをLEV2という。<br><br>また、共同研究を実施していた遠隔施工技術（鹿島建設）研究テーマが国土交通省のスタータダストプログラム「宇宙無人建設革新技術開発推進事業」に採択されたほか、ムーンショット型研究開発に参加するなど、他制度と連携した宇宙探査研究の拡大が着実に進展している。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| (続き) | (続き) | (続き)<br>さらに、国際宇宙探査へのさらなる貢献の観点から生命維持、惑星保護等についても継続して共同研究を実施した。また、革新的将来宇宙輸送プログラムが立ち上がり、宇宙探査分野に加え宇宙輸送分野におけるオープンイノベーションの仕組みが強化された。<br>このほか、異分野からの更なる興味関心と理解を得、参画の促進を図るべく、「宇宙探査イノベーションハブビジョン」を制定した。 | (続き) |
| また、令和 2 年度に制定した JAXA 知的財産ポリシーを踏まえ、国際競争力の鍵となる技術の知的財産化を進め、産業界による活用が促進される知的財産制度を整備するとともに、知的財産活動の定着を図る。<br>さらに、研究リーダーに優れた人材を登用するため、クロスアポイントメント制度やイノベーションフェロー制度等を活用し、宇宙航空分野に限らず我が国が強みを有する分野との間で、人材の流動化を進める。 | その際、研究リーダーに優れた人材を登用するため、クロスアポイントメント制度やイノベーションフェロー制度等を活用し、人材糾合を進める。<br>また、令和2年度に制定したJAXA知的財産ポリシーを踏まえ、国際競争力の鍵となる技術の知的財産化に関し、産業界による活用が促進されるよう知的財産のマネジメント体制や諸規程、ガイドライン等を、産業界との連携が強いプロジェクト等を対象に試行的に適用しながら改善を進める。また規程等の存在やその内容・趣旨を社内に浸透させる教育を実施する。 | クロスアポイントメント制度により企業人材を5名受け入れている。<br><br>共同研究において得られた共有の知的財産を効果的・効率的に活用するための取扱いについて新たな知財条項をガイドラインとして作成し、産業界との連携が強い研究開発部門及び航空技術部門を中心に試行を開始した。また、社会実装を念頭に置いた知財の獲得を浸透させるべく、研究開発部門において、研究計画立案時から社会実装を意識するよう研究評価に知的財産の観点での評価を導入するとともに、特許取得においては出願費用を意識した出願の要否判断の試行を開始した。いずれも次年度において把握された課題を踏まえて改善を進める。これらの試行を行うための研修・説明会を実施するとともに、創出された知的財産の識別・保護や特許出願時の手続きに係る研修を、コロナ禍でもいつでも受講できるようオンデマンドによる動画等コンテンツを社内の知的財産ホームページに掲載するなど実施し、知的財産活動の浸透を図った。 | ●クロスアポイントメント制度：クロスアポイントメント制度により受け入れた人材を中心に、派遣元会社にて独自に技術の宇宙実証を実施した。<br><br>その他、計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （１）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 | （１）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 | （１）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 | ― |
| 研究開発の実施に当たっての方針に従い、以下に示す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を実施する。 | 研究開発の実施にあたっての方針に従い、以下に示す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を実施する。 | 研究開発の実施にあたっての方針に従い、以下に示す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を実施した。 | ― |
| ①革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム | ①革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム | ①革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム | ― |
| 我が国の宇宙輸送システムの自立性の継続的な確保や将来の市場における競争力強化のため、抜本的な低コスト化等を目指した革新的な「将来宇宙輸送システム研究開発」として、再使用技術、革新的材料技術、革新的推進系技術(液化天然ガス（LNG）、エアブリージング)、革新的生産技術、有人輸送に資する信頼性・安全性技術等について、基幹ロケットの高度化等も踏まえながら JAXA 全体で連携し、総合的な研究開発プログラムとして革新的な技術の研究開発を進める。本研究開発を推進するに当たって、文部科学省が2021 年中に定める「革新的将来宇宙輸送システム実現に向けたロードマップ」（仮称）に基づき、革新的な技術に係る技術ロードマップを策定するととも | 我が国の宇宙輸送システムの自立性の継続的な確保や将来の市場における競争力強化のため、抜本的な低コスト化等を目指した革新的な「将来宇宙輸送システム研究開発」の推進のため、革新的な技術に係る技術ロードマップを策定するとともに、ユーザーを含む産学官の幅広い実施主体が参画するオープンイノベーションでの共創体制を活用し、宇宙分野以外の事業者を含め広くRFIを要請した上で、研究開発を開始する。<br>また、再使用技術、革新的材料技術、革新的推進系技術(液化天然ガス（LNG）、エアブリージング)、革新的生産技術、有人輸送に資する信頼性・安全性 | 本プログラムでは、再使用技術等の必要な技術に係るロードマップを策定するとともに、ユーザーを含む産学官の幅広い実施主体が参画するオープンイノベーションでの共創体制を活用し、宇宙分野以外の事業者を含め広く2回の情報提供要請(RFI)と研究提案要請(RFP)を実施し、共同研究テーマを選定して研究開発を開始した。策定した技術ロードマップに従い、宇宙輸送システムの低コスト化、軽量化、性能向上等に資するアビオニクス、構造系、ロケットエンジン等のさまざまな革新技術に関する研究開発を推進している。<br>アビオニクスに関する研究では、放射線を含む耐環境性を有し、ロケットの航法や衛星コンステレーションに利用可能な低コスト・国産小型中精度IMU(Inertial Measurement Unit)を小型実証衛星2号機(RAISE-2)に搭載し、軌道上で正常に動作し慣性データが計測できることを実証した。このIMUを活用し、民生GNSS計算機と冗長化した複合航法システムについて、基幹ロケットへの適用を目指して開発を進めている。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （続き）<br>に、ユーザーを含む産学官の幅広い実施主体が参画するオープンイノベーションでの共創体制を構築する。 | （続き）<br>技術等について、基幹ロケットの高度化等も踏まえながらJAXA全体で連携し、総合的な研究開発プログラムとして革新的な技術の研究開発を当該技術ロードマップに基づき進める。 | （続き）<br>また、ロケット開発におけるアンテナパターン試験省略につながる技術として不可視領域が生じない小型パラボラアンテナ(XDSP, X-Dipole feeding Small Parabola antenna)を考案(JAXA特許)し、民間事業者がXDSPを製品化し、販売を開始した。<br>ロケット構造の設計にトポロジー最適化を取り入れ、Additive Manufacturing技術と組み合わせる設計プロセスのフローの検討、トポロジー最適化の課題抽出等を進めた。<br>エンジンのモデルベース開発技術の高度化に向けて、数値シミュレーションの検証に有用となるロケット燃焼場の物理量取得を目指し、高圧燃焼場でのレーザ誘起蛍光(LIF, Laser Induced Fluorescence)計測を実施し、燃焼の様子を可視化できる高いS/N比のLIF画像を取得することに成功した。<br>さらに、機体構造/熱制御システム/エンジンの低コスト化・軽量化、構造・機構の再使用化・整備最小化、モデルベース開発技術の向上など、将来宇宙輸送システムにつながる研究を着実に進めた。 | （続き）<br>●小型パラボラアンテナによる全方位通信システムの研究：<br>XDSPは、航空機やドローンのような飛翔体にも適する。パターンが機体形状の影響を受けなく機体の空力特性を損なわない。5G機器、Wi-Fi、移動体高速通信など幅広く応用可能。民間事業者が様々な周波数に対応したXDSPを製品化し、市販中。<br><br>その他、計画に基づき着実に実施した。 |
| | なお、中長期的に取り組む液化天然ガス（LNG）推進技術については、軌道間輸送等の将来構想への適用検討を深めつつ、実際のエンジンに近い形態にて燃焼試験を行う等の要素技術実証を視野に入れた研究開発を当該技術ロードマップに基づき進める。ロケットやジェット推進複合技術による極超音速飛行への応用については防衛装備庁等関係機関と連携しつつ研究を進め、エンジン実証風洞試験について実飛行状態に補正するツールの構築準備等を行う。 | 液化天然ガス（LNG）推進技術については、実機形態に近いエンジン用ターボポンプの運用性を向上する改良を施し、ターボポンプ単体試験にて改良の効果とエンジン燃焼試験に適用可能であることを確認した。さらに、エンジン形態による総合燃焼試験により、LNGエンジンとして世界トップレベルの燃費性能を実証できた。<br>ロケットやジェット推進複合技術による極超音速飛行への応用については、防衛装備庁等関係機関と連携しつつ研究を進め、エンジン実証風洞試験において実飛行状態に補正するツールの作成を進めるとともに、次年度に計画している飛行試験の供試体製作を完了した。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ②小型技術刷新衛星研究開発プログラム | ②小型技術刷新衛星研究開発プログラム | ②小型技術刷新衛星研究開発プログラム | — |
| 衛星開発・実証プラットフォームの下、各府省庁、大学・研究機関、ベンチャー企業を含む民間事業者等と連携し、官民で活用可能な挑戦的で革新的な衛星技術、我が国が維持すべき基幹的部品及び新たな開発・製造方式（デジタライゼーション等）等の研究開発・実証を推進する。<br>実施に当たっては、進展の早い先端技術や開発期間の短縮、省エネや低コストにつながる新たな開発方式を官民双方の衛星に適時取り入れられるよう、小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムを構築し、技術の規模や成熟度に応じて適切に実証機会の取組と分担連携しながら、今中長期目標期間中に本プログラムの下で技術実証を行う。また、このプログラムを支える基盤技術（AI、ロボティクス、蓄電技術、半導体技術、デジタライゼーションに関する技術等）の開発を、官民連携の下で着実に実施する。 | 衛星開発・実証プラットフォームの下、各府省庁、大学・研究機関、ベンチャー企業を含む民間事業者等と連携し、官民で活用可能な挑戦的で革新的な衛星技術、我が国が維持すべき基幹的部品及び新たな開発・製造方式（デジタライゼーション等）等の研究開発および軌道上実証に向け、公募及び選定作業を進める。<br>実施に当たっては、進展の早い先端技術や開発期間の短縮、省エネや低コストにつながる新たな開発方式を官民双方の衛星に適時取り入れられるよう、小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムを構築し、研究開発を推進する。本年度は、このプログラムで取り組む重点課題の識別を行う。また、このプログラムを支える基盤技術（AI、ロボティクス、蓄電技術、半導体技術、デジタライゼーションに関する技術等）の開発について、JAXA外部との対話を、RFI等を活用して継続的に対話を行いつつ、官民双方で活用可能な基盤となる技術の識別を行い、本年度中に取りまとめ、優先度をもとに研究開発に着手する。 | 小型・超小型衛星によるアジャイル開発・実証を行う技術刷新衛星プログラムを構築し、今年度より本格的な活動を開始した。本プログラムに係る有識者委員会を設置し、プログラムの基本的な目的・目標について委員会で議論し、これに基づき情報提供要請(RFI)を実施した。意見の分析および事業者への補完的なヒアリングに基づき重点課題を識別し、我が国の小型衛星コンステレーション事業の能力向上や軌道上での処理能力拡大、オープンなソフトウェアアーキテクチャ、システム開発のデジタル化に向けた研究会の立上げ等を行った。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ③革新的衛星技術実証プログラム | ③革新的衛星技術実証プログラム | ③革新的衛星技術実証プログラム | ― |
| 衛星開発・実証プラットフォームの下、大学や研究機関等に対し、新規要素技術や新規事業につながる技術、我が国の優れた民生部品・技術の実証機会を提供する。 | 大学や研究機関等に対し、新規要素技術や新規事業につながる技術、我が国の優れた民生部品・技術の実証機会を提供し、技術的な支援を着実に行う。<br>このため、革新的衛星技術実証2号機では、他機関が開発する超小型衛星等のインターフェースの調整支援等を行うとともに、小型実証衛星2号機の開発を完了し、打上げを行い、軌道上運用を開始する。<br>革新的衛星技術実証3号機については、実証テーマや超小型衛星等のインターフェースの調整支援等を行うとともに、小型実証衛星3号機の詳細設計を完了し、次フェーズである維持設計フェーズに移行する。（令和2年度開発開始、令和4年度開発完了予定、令和4年度打上げ目標） | ＜プロジェクト＞<br>2019年1月に打上げを行った革新的衛星技術実証1号機の実証後、実証テーマ機関において事業化等が進められている。<br>革新的衛星技術実証2号機については、他機関が開発する超小型衛星4機・キューブサット4機のインターフェース調整を行うとともに、開発着手から21ヶ月の短期間で小型実証衛星2号機(RAISE-2)の開発を完了し、2021年11月9日に打上げを行い、軌道上運用を開始、2022年2月3日に初期運用を終え、定常運用に移行した。<br>革新的衛星技術実証3号機では、実証テーマや超小型衛星等のインターフェースの調整支援等を行うとともに、小型実証衛星3号機(RAISE-3)の詳細設計を進めた。エンジニアリングモデル試験の遅れ等により、詳細設計は次年度初めに完了する予定。 | ●革新的衛星技術実証1号機：「革新的FPGA」の新会社であるナノブリッジ・セミコンダクター㈱では、企業向け試作品の販売実績をあげた。「革新的地球センサ・スタートラッカ(東京工業大学)」は、民間会社にて小型衛星用スタートラッカの量産体制を確立し販売中で、既に複数の衛星での採用が確定している。その他、製品の問合せ・引き合いも増加している。 |
| ④宇宙産業及びプロジェクトを支える科学技術基盤の強化 | ④宇宙産業及びプロジェクトを支える科学技術基盤の強化 | ④宇宙産業及びプロジェクトを支える科学技術基盤の強化 | ― |
| 我が国全体としての成果の最大化と波及拡大に貢献するため、JAXA の強みであるシミュレーション技術、高信頼性ソフトウェア技術、システム開発手法、高い国際競争力を有する搭載機器や部品等の分野において、競争的資金や民間資金を導入しつつ、産・官・学の連携を強化して研究開発等を行う。 | 我が国全体としての成果の最大化と波及拡大に貢献するため、JAXAの強みであるシミュレーション技術、高信頼性ソフトウェア技術、システム開発手法、高い国際競争力を有する搭載機器や部品等の分野において、競争的資金や民間資金の獲得に向けた提案を行いつつ、産・官・学の連携を強化して、研究開発を実施する。 | 開発・運用プロセスを革新するためのコア技術として、論理故障解析技術の研究、革新設計・ミッション創出に向けた数値シミュレーション技術の研究、不確定性の高いシステムの自律性向上を実現する基盤技術の構築、プロジェクト上流における複合モデルベースデザイン技術の構築に取り組んでいる。今年度は、液体ロケットエンジン燃焼器の実機スケール非定常燃焼解析を実現し、非定常燃焼現象の再現性が向上、現象理解・予測、トラブルシュートが可能となった。また、JAXA共通基盤となる上流検討のための宇宙機コンカレント設計環境の構築を進めた。 | 計画に基づき着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き) | (続き)<br>システム開発手法の研究として、初期検討プロセスの改善に向けたMBSE*に関する研究を行っている。また、プロジェクト移行後のリスク低減のため、さまざまなミッションの初期検討を実施し、社内の関係する活動を支援した。<br>高度化するミッション要求に応えることができる機能・性能の部品を実現するため、計算機デバイスの高機能・プログラマブル化、電源用デバイスの大電力化対応と効率向上、ならびに先端民生部品技術の宇宙転用に取り組んでいる。今年度は、高い耐放射線性と超低消費電力の特性を兼ね備えたFPGA回路技術の構築を進めた。また、先端半導体デバイスに電圧を安定供給できる電源部品とデバイス発熱を抑制する基板技術を構築し、COTS FPGA*安定駆動と発熱抑制に成功した。<br>さらに、自在性・計算能力を確保するため、高信頼性による安定的なシステム運用を支える基盤的な次世代MPU(SOI-SOC MPU*)の研究開発を進めた。<br>宇宙活動における自在性・距離・時間の拡大に貢献するため、軸受、歯車等の機構部品や材料の耐環境性向上に取り組んでいる。超低軌道ミッションの実現に向けて、SLATS 搭載のAO(Atomic Oxygen)計測センサで得た知見の耐放射線設計ハンドブックへの反映、耐AO性コーティング技術の国際標準化(ISO 231129:2021)を実現する等の成果が得られた。<br>事業化意欲の高い民間事業者が存在するホールスラスタ技術の競争力強化に取り組んでおり、今年度は、出力電圧がワイドレンジでありながら、世界トップクラスの効率・電力密度のPPU(Power Processing Unit)を実現する等の成果が得られた。 | (続き)<br>計画に基づき着実に実施した。<br><br>*MBSE: Model Based Systems Engineering<br><br>*COTS: Commercial Off-The-Shelf<br>FPGA: Bridge-Field Programmable Gate Array<br><br>*SOI: Silicon On Insulator<br>SOC: System On Chip<br>MPU: Micro-Processing Unit |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き)<br>　今後、宇宙利用の拡大に向けて、より拡充・強化すべき分野については、人材の流動化促進や公募型研究制度の活用により、宇宙分野と異分野や JAXA 外の先端知との糾合を図り、科学技術基盤の裾野の拡大に努める。 | 今後、宇宙利用の拡大に向けて、より拡充・強化すべき分野（通信、デジタル化等）については、人材の流動化促進や公募型研究制度の活用等により、宇宙分野と異分野やJAXA外の先端知との糾合を図り、科学技術基盤の裾野の拡大に資する研究を実施する。本年度は、通信技術やデジタル化を支える技術等の研究開発を行う。 | （続き）<br>　情報通信研究機構Beyond 5G研究開発促進事業において、「テラヘルツ帯通信の高密度化・長距離化に関する研究開発」（代表提案者：早稲田大学、提案者：日本電信電話株式会社、JAXA、三菱電機株式会社）が採択され、研究を開始。<br>　総務省令和3年度情報通信技術の研究開発に係る公募において、「テラヘルツ波を用いた月面の広域な水エネルギー資源探査」（代表研究機関：情報通信研究機構、研究機関：東京大学、大阪府立大学、JAXA、Space BD株式会社）が採択され、研究を開始。 | 計画に基づき、着実に実施した。 |
| 　中長期的に取り組む宇宙太陽光発電システムに係るエネルギー送受電技術については、宇宙開発の長期的な展望を踏まえつつ、ワイヤレス給電等の地上技術への波及効果の創出に留意し、要素技術の宇宙実証を行い、着実に研究開発を行う。<br>　研究開発環境の維持・向上に不可欠な研究開発インフラの老朽化対策等を進めるとともに、将来にわたり国際競争力を発揮する分野に関わる研究開発設備を強化する。 | 　中長期的に取り組む宇宙太陽光発電システムに係るエネルギー送受電技術について、関連する研究開発に取り組む機関や宇宙分野以外の研究開発状況も把握しつつ、それらを踏まえて要素技術の研究開発を進め、要素技術の宇宙実証として予定している展開型軽量平面アンテナの詳細設計を完了する。（令和4年度宇宙実証予定）<br>　研究開発インフラについては運用の効率化を進めるとともに、外部と連携した研究課題に必要かつ老朽化したインフラについては対策を進める。 | 　宇宙太陽光発電システムに係るエネルギー送受電技術について、関連する研究開発に取り組む機関や宇宙分野以外の研究開発状況も把握しつつ、それらを踏まえて要素技術の研究開発を進めた。大型宇宙構造物を軌道上で自動的に構築する技術の確立に向けて、パネル展開・結合機構を軌道上で実証する展開型軽量平面アンテナの詳細設計を完了し、プロトフライトモデルの製造に着手した。<br><br>　JAXAで働く全ての方及びその家族並びに近隣の研究開発法人等の方々を対象に職域接種を実施し（延べ1860名）、新型コロナウィルス感染症の拡大防止に貢献するとともに、ユーザー意見等に耳を傾け、BCP発動期間中等においても柔軟に事業所運営を実施した。<br>　また、事業所運営業務を通じ、新たな宇宙開発利用を生み出す研究開発環境の実現を目指し、職員がより専門性の高い業務に注力できる環境を構築するため、筑波宇宙センター所在の主要部門等の定型事務業務の統合・一括請負化を図り、リソースシフト及び経費節減に貢献した。 | 計画に基づき、着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）宇宙開発における新たな価値を創出する先導的な研究開発 | （２）宇宙開発における新たな価値を創出する先導的な研究開発 | （２）宇宙開発における新たな価値を創出する先導的な研究開発 | ― |
| （１）で実施する革新的な将来輸送システムに関する技術の研究開発プログラムや、産学官が連携して実施する革新的な衛星技術の実証に関する研究開発プログラム等の研究開発成果を踏まえつつ、我が国の宇宙システムの国際競争力の強化を目指し、以下の各分野の技術の統合化、システム化の研究開発を行う。 | （１）で実施する革新的な将来輸送システムに関する技術の研究開発プログラムや、産学官が連携して実施する革新的な衛星技術の実証に関する研究開発プログラム等の研究開発成果を踏まえつつ、我が国の宇宙システムの国際競争力の強化を目指し、以下の各分野の技術の統合化、システム化の研究開発を行う。 | （１）で実施する革新的な将来輸送システムに関する技術の研究開発プログラムや、産学官が連携して実施する革新的な衛星技術の実証に関する研究開発プログラム等の研究開発成果を踏まえつつ、我が国の宇宙システムの国際競争力の強化を目指し、以下の各分野の技術の統合化、システム化の研究開発を進めた。 | ― |
| ①安全保障の確保及び安全・安心な社会の実現に貢献する研究開発 | ①安全保障の確保、安全・安心な社会の実現に貢献する研究開発 | ①安全保障の確保、安全・安心な社会の実現に貢献する研究開発 | ― |
| スペース・デブリ対策の事業化を目指す民間事業者等と連携し、新たな市場を創出するとともに、デブリ除去技術を着実に獲得することで、我が国の国際競争力確保に貢献する取組を行う。重点課題として、大型のロケットデブリを対象とした世界初の低コストデブリ除去サービスの技術実証を実施する。 | スペース・デブリ対策の事業化を目指す民間事業者等と連携し、民間事業者に裁量を持たせた新たなマネジメント方式で低コストデブリ除去サービスの技術実証に向けた第一歩である軌道上デブリ状況把握ミッションの詳細設計を完了し、審査を行う。また、次に実施することが予定されている軌道上デブリ除去ミッションの検討を始める。 | ＜プロジェクト＞スペース・デブリ対策の事業化を目指す民間事業者等と連携し、軌道上デブリ状況把握ミッションの詳細設計を実施し、審査会により設計が完了していることを確認した。民間事業者に対する技術支援として、ランデブ技術を中心に運用・電気・機械・光学・耐環境・ターゲット情報等の幅広い分野について技術アドバイスの提供、研究成果の知財提供、試験設備の供与・試験ノウハウの提供を行った。また、次に実施することが予定されている軌道上デブリ除去ミッションの概念検討を実施するとともに、プロジェクト遂行に必要なキー技術について要素技術研究を行った。 | 計画に基づき、着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| (続き)<br>デブリ発生を未然防止する技術については、JAXAの強みである高信頼の衛星・ロケット技術を基に民間企業が当該技術の導入をし易いように研究開発を行うとともに、軌道変更や大気圏への安全投棄の技術についての研究開発を行い、拡大する民間の宇宙利用活動に広く活用されることを目指す。また、デブリ状況の正確な把握のための地上観測技術や、宇宙環境モデル（軌道高度に対する密度分布等）等のモデリングに関する研究開発を行う。さらに、政府や内外関係機関と連携し、技術実証成果を基に、国連等の場におけるスペース・デブリ対策の国際ルール化の早期実現に貢献する取組を行う。<br>　また、観測センサの時間・空間分解能向上、通信のセキュリティ技術、宇宙環境計測、ロケット推進技術の極超音速飛行への応用等、社会価値の高い技術を中心に関係機関との連携を深めてニーズを発掘しつつ、研究開発を行う。 | (続き)<br>　デブリ発生を未然に防止するための、JAXAのデブリ衝突損傷リスク解析ツールを、民間企業が導入しやすいように整備維持する。また、ミッション終了後の効率的な軌道変更や大気圏への安全投棄の技術についての研究を実施する。<br>　また、デブリ状況の正確な把握のための地上観測技術や、デブリ環境のモデル化に係る研究開発（データベースの整備維持、将来の増加傾向予測の解析等）を行う。<br>　さらに、事業化に向けて、政府や国内外関係機関と連携し、国際機関間スペースデブリ調整委員会（The Inter-agency Space Debris. Coordination Committee：IADC）に参加して、宇宙デブリ対策の国際ルール化に向けた国際的な議論を進める。また、軌道上デブリ除去ミッションに向けた必要な議論を政府と調整し行う。<br>　上記のほか、静止常時地球観測に向けた赤外線(IR)センサ素子の研究等、観測センサの時間・空間・波長分解能向上、宇宙環境計測等の研究開発を関係機関との連携を深めながら行う。 | (続き)<br>　JAXAのデブリ衝突損傷リスク解析ツールの整備維持を行った。また、ミッション終了後の効率的な軌道変更の研究として、帯電薄膜を利用した抗力増大装置の研究等を進めた。<br>　デブリの運動状態を知るための地上観測によるデブリの運動推定技術の研究を進め、地上からのデブリ観測を行い、光学シミュレータを利用した運動推定等を実施した。また、デブリ環境のモデル化に係る研究開発を行った。<br>　さらに、政府や国内外関係機関と連携し、宇宙デブリ対策の国際ルール化やデブリ除去の効果に関する議論等を進めた。<br>　赤外線センサのセンササブシステムの検討、検知器や冷却系の試作評価等を実施した。 | 計画に基づき、着実に実施した。 |
| ②宇宙利用拡大と産業振興に貢献する研究開発 | ②宇宙利用拡大と産業振興に貢献する研究開発 | ②宇宙利用拡大と産業振興に貢献する研究開発 | — |
| 　世界に先駆けた利用サービスや高い国際競争力を持つ宇宙システムの創出を目指し、民間事業者と協力し、市場ニーズを先読みした研究開発と技術実証を行う。具体的には、以下を重点課題とし、実現性の高い宇宙システム構想を明らかにするとともに、そのキーとなる技術を確立する。<br>・高い信頼性と経済性を有する宇宙輸送サービスを実現する再使用型宇宙輸送システム技術 | 　高い信頼性と経済性を有する宇宙輸送サービスを実現することを目指し、再使用型宇宙輸送システム技術の研究開発を進め、飛行試験を実施するとともに、その成果をもとにCNES、DLRと1段再使用飛行実験（CALLISTO）の基本設計を完了し、詳細設計を進める。 | 　再使用型宇宙輸送システム技術の研究開発として、ロケット１段再使用化に向けた小型実験機(RV-X)の地上燃焼試験等を進め、エンジン予冷量、アクチュエータの制御特性、設備運用、試験手順、機体整備に係る知見を取得し、これらをCALLISTOの設計・検討に反映した。 | 計画に基づき、着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き) | (続き)<br>RV-Xエンジン燃焼試験中の画像や複数個所に取り付けた水素センサおよび水素検知テープにより、燃料主弁や燃焼中に熱や振動の負荷がかかる配管継手部分からの漏洩リスクが高いことを特定し、燃料主弁の最大使用圧力の適正化や配管継手部分等の組立誤差を無くすように微調整しながら慎重に組立てを行い、計8回の燃焼試験を安全に終了した。飛行試験については新型コロナの影響も受けた世界的な鉄鋼・半導体不足等により、試験の準備が遅れ、次年度に実施するよう計画を変更した。本計画変更は、CALLISTOのフライトソフトウェアのパラメータ設定や運用計画への反映には影響しないことを確認した。<br>＜プロジェクト＞CALLISTOでは、海外出張が厳しく制限され、遠隔会議でのCNES/DLRとの調整に時間を要していたが、2021年11月に感染対策に留意しつつ、3機関関係者で一堂に会する会合を設定することなどにより、インターフェース等の懸案事項の調整を大きく進捗させることで開発仕様をベースライン化し基本設計を完了し、ミッション目標成立の目処を得た。航空機の技術を応用した姿勢変更なしで平行移動ができる誘導制御アルゴリズムの獲得や、再整備に必要なヘルスマネジメント技術である、エンジンに用いるバルブ等のモデルベース故障診断について、RV-Xの試験データを活用した実機動作模擬精度の向上などの成果が得られた。 | (続き)<br>計画に基づき、着実に実施した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き)<br>・低コスト・大容量な高速衛星通信ネットワークを実現する光・デジタル技術<br>・静止軌道からの常時観測を可能とする超高精度な大型光学センサ技術 | (続き)<br>世界に先駆けた利用サービスや高い国際競争力を持つ宇宙システムの創出を目指し、民間事業者と協力し、低コスト・大容量な高速衛星通信ネットワークを実現する光・デジタル技術及び静止軌道からの常時観測を可能とする超高精度な大型光学センサ技術について市場ニーズを先読みし、光高増幅装置等に関する研究開発を実施する。また、ライダー観測技術について、要素技術の宇宙実証も見据えてレーザの省電力化検討、真空中寿命試験等の研究開発を着実に進める。 | (続き)<br>高速通信を実現する技術として光通信技術に取り組み、より長距離でも高速に通信が可能となる光高増幅装置のEM試験を進めた。また、衛星-地上間の光通信確立のため、雲の影響を除去するサイトダイバシティの取組みについて、民間企業との共同研究としてスタートさせるとともに、DLR衛星を活用した衛星-地上間通信のための基盤技術(衛星追尾)の研究を進めた。電波通信については、MIMO(Multiple-Input and Multiple-Output) や VCM(Variable Coding and Modulation)の宇宙適用について研究を進め、VCMについてはRAISE-2に搭載し軌道上で実証実験を行った。MIMOはコンポーネントの開発を完了し、来年度の打上げに向けてRAISE-3システムにPFM引渡しを完了した。高速通信を支えるバス技術として、高排熱処理技術である二相流体ポンプループの適用検討に取り組むとともに、電力の増大への対応として電力制御器の高効率・小型化技術に取り組み、GaNを活用したMHzスイッチングによるバッテリ充電制御の軌道上実証を成功させた。<br>静止軌道からの常時観測を可能とする超高精度な大型光学センサについて、概念検討、熱・構造・光学の性能解析、セラミックス製分割鏡の製造性実証等を進めた。また、静止光学衛星システムの概念検討を進め、観測の即時性、頻度等について技術実現性を検討した。<br>ライダー観測技術について、レーザ送信部の増幅器の改良による省電力化検討、真空中寿命試験等の研究開発を進めた。また、グローバルに地盤面高さや森林の林冠高を高精度に推定する技術の実証として、ISS搭載ライダー実証MOLIのプリプロジェクト化を行い、ライダーシステムの概念設計を進めた。 | ●大容量データ伝送を実現する可変符号化変調(VCM)技術の獲得：<br>地球周回軌道の通信環境下においてQPSK~64APSKの変調方式を切り替えてもデータ欠損なく連続的に伝送できることを世界で初めて実証した。地上での研究開発成果と軌道上実証成果を組み合わせることにより、次期地球観測衛星等の観測要求に対応可能な大容量データ伝送システム実現の見込みを得た。<br><br>●電力制御器の小型軽量化に繋がるGaNを適用した高速スイッチング電源技術の獲得：<br>RAISE-2による軌道上実証を実施。世界初の軌道上でのMHzスイッチングによるバッテリ充電制御に成功。本技術を将来の大電力バスシステムに適用することにより、25kWクラスの通信衛星において75kgの軽量化が得られ、ミッション機器等の質量増加が実現できる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| (続き)<br>・宇宙機システム開発のライフサイクルを見通した新たな開発方式（デジタライゼーション等）による短期開発・低コスト化技術<br>さらに 10 年先を展望し、宇宙開発利用に新たなイノベーションを起こす革新的な技術として、衛星システム内のワイヤレス化、衛星機器の超小型化、ロボットによる軌道上での機器交換や補給・回収サービス、衛星データ活用への AI 応用等、新たな宇宙利用を生み出す研究開発と要素技術実証を行う。並行して、これらの技術を基にした新たなミッションを考案・発信し、潜在的なユーザーニーズや事業化アイデアの取り込み活動を推進する。 | (続き)<br>宇宙機システム開発のライフサイクルを見通した短期開発・低コスト化技術である新たな開発方式（デジタライゼーション等）を実現する技術に係る研究開発として、実際に開発を進めている革新的衛星技術実証3号機の小型実証衛星3号機へのモデルベース・システムズ・エンジニアリング（MBSE）の部分的な適用等を進める。<br>さらに10年先を展望し、宇宙開発利用に新たなイノベーションを起こす革新的な技術として、衛星システム内のワイヤレス化、ロボットによる軌道上での機器交換や補給・回収サービス、衛星データ活用へのAI応用等の、新たな宇宙利用を生み出す研究開発を行う。並行して、これらの技術を基にした新たなミッションを考案・発信し、事業化アイデアの取り込み活動を推進する。 | (続き)<br>MOLI: Multi-footprint Observation Lidar and Imager<br><br>小型実証衛星3号機の開発にモデルベース・システムズ・エンジニアリング(MBSE)を部分適用し、データを一元管理/共有するシステムモデルの構築等を進めた。<br>衛星システム内のワイヤレス化の技術実証として、ETS-9に搭載して技術実証を行うワイヤレス通信モジュールの開発を進め、試験により衛星内の閉鎖反射波環境でも安定した通信を確認する等、技術の実現性目途を得た。また、衛星のみならず次世代ロケット内のワイヤレス化、軌道上機器交換サービス等への実装検討を開始した。<br>合成開口レーダの観測データ肥大化に対応するため、データを軌道上で画像化する技術の研究を進め、COTS品FPGAを活用した画像化装置(FLIP*)の製作・試験を実施した。<br>有人宇宙活動の持続性・効率性を高めるため、ロボットによる撮影に係るクルー省力化、実験タスクに係るクルー省力化、船内貨物搬送による無人化に関する技術の研究を行った。実験タスクに係るクルー省力化では、きぼう船内マウス実験に要するクルーリソースの削減を目標とし、給水サブタスクの自律実行にJEM船内模擬環境において実証に成功した。<br>月近傍で利用可能なGNSS航法の概念検討を進めている。月での信号受信能力を確認するためにリンク解析を行い、GPSだけの受信でもフィルタと組み合わせることで航法可能な可視衛星数が得られた。また、マルチGNSSにすると常時航法が可能な衛星数を確保でき、精度低下率(DOP)も低下することがわかった。 | (続き)<br><br>計画に基づき、着実に実施した。<br><br>*FLIP: Fast L1 Processor |

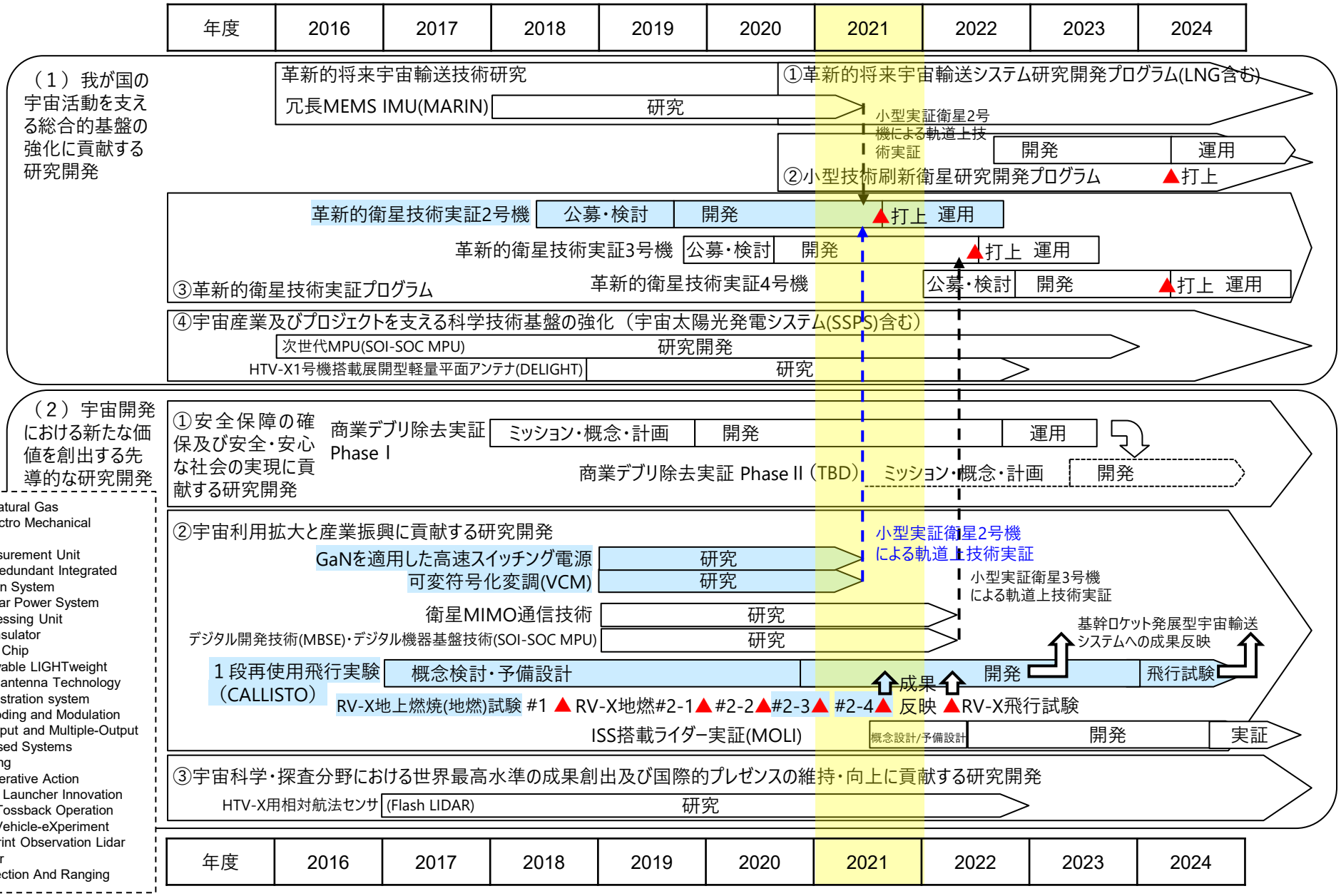
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| ③宇宙科学・探査分野における世界最高水準の成果創出及び国際的プレゼンスの維持・向上に貢献する研究開発 | ③宇宙科学・探査分野における世界最高水準の成果創出及び国際的プレゼンスの維持・向上に貢献する研究開発 | ③宇宙科学・探査分野における世界最高水準の成果創出及び国際的プレゼンスの維持・向上に貢献する研究開発 | — |
| 国際宇宙探査において、我が国が高い技術と構想を持って戦略的に参画するため、重点課題として、独自の技術で優位性を発揮できる環境制御・生命維持、放射線防護、重力天体等へのアクセス技術、重力天体上での観測・分析技術等の基盤的な研究開発を行う。 | 国際宇宙探査において、我が国が高い技術と構想を持って戦略的に参画するため、重点課題として、独自の技術で優位性を発揮できる環境制御・生命維持、放射線防護、重力天体等へのアクセス技術、重力天体上での観測・分析技術等の基盤的な研究開発を行う。 | 国際宇宙探査において、我が国が高い技術と構想を持って戦略的に参画するため、重点課題として、独自の技術で優位性を発揮できる環境制御・生命維持(ECLSS)等の研究を進めた。<br>ECLSSでは、$O_2$製造のキー技術である水電気分解セルについて、JAXA開発膜を採用したPEM(固体高分子)カソードフィード方式のセルを用いて、高効率電解下での2000時間の運転を達成し、本方式による酸素製造が実現性を有することを確認した。また、尿再生ISS軌道上実証実験も進め、実尿相当の有機物を含む模擬尿が微小重力環境でも継続的に電気分解処理できることを実証した。<br>深宇宙ランデブ技術として、HTV-Xのバーシングおよびドッキング用の相対航法センサ(Flash LIDAR)の研究を進め、EM製造・評価を行った。地球アルベドやサングリント対策として強力なレーザダイオードを採用し、それに伴う影響(ノイズ、迷光)等に対して回路調整や運用上の工夫を行っている。<br>さらに、Gatewayへの物資補給を想定した、地球・月の重力の影響が複合的に作用する領域を利用する「近月点ランデブ法」を提案した。<br>その他、重力天体上での観測・分析技術として放射線計測技術の高度化やワイヤレス用MLI等の基盤的な研究を行った。 | 計画に基づき、着実に実施した。<br><br>*ECLSS: Environmental Control and Life Support System |

| 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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>○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）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む）<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○新たな事業の創出の状況<br>（例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等）<br>○外部へのデータ提供の状況<br>（例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（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）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（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】<br><br>○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＞<br>（成果指標）<br>○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<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等）<br>○宇宙実証機会の提供の状況<br>（例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等）<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（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）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>（例：著名論文誌への掲載状況等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○人材育成のための制度整備・運用の状況<br>（例：学生受入数、人材交流の状況等）<br>○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況<br>（例：外部資金の獲得金額・件数等） |

## スケジュール




LNG: Liquefied Natural Gas
MEMS: Micro Electro Mechanical Systems
IMU: Inertial Measurement Unit
MARIN: MEMS Redundant Integrated Navigation System
SSPS: Space Solar Power System
MPU: Micro-Processing Unit
SOI: Silicon On Insulator
SOC: System On Chip
DELIGHT: Deployable LIGHTweight planar antenna Technology demonstration system
VCM: Variable Coding and Modulation
MIMO: Multiple-Input and Multiple-Output
MBSE: Model Based Systems Engineering
CALLISTO: Cooperative Action Leading to Launcher Innovation for Stage Tossback Operation
RV-X: Reusable Vehicle-eXperiment
MOLI: Multi-footprint Observation Lidar and Imager
LiDAR: Light Detection And Ranging

# Ⅲ．４．２　新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペース・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む）

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

我が国の宇宙活動の自立的・持続的発展と関連産業の国際競争力強化に貢献するため、宇宙産業基盤・科学技術基盤に係る研究開発を進め、特に、(1)我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化として、**将来宇宙輸送システムの低コスト化**に繋がるロケット1段再使用化に向けた小型実験機(RV-X[*1])とロケット再使用に向けた飛行実験(CALLISTO[*2])の成果、**新規要素技術や新規事業の創出**に繋がる革新的衛星技術実証プログラムの成果、**将来の地球観測・高速通信衛星の競争力強化**に繋がる成果; (2)異分野連携と人材糾合、オープンイノベーションによる共同研究成果の民間事業化・宇宙活用に係る研究開発を通して新たな企業・研究機関等の参入に寄与し、これまでの成果の企業による事業化・宇宙ミッションへの適用等に関する成果が得られた。これらの成果は、民間の宇宙産業参入促進・国際競争力強化・社会実装等に繋がっており、特に顕著な成果を創出したと評価する。また、商業デブリ除去実証(CRD2[*3])**[参考1]**や宇宙太陽光発電(SSPS[*4])の研究開発**[参考2]**等を着実に進めた。主な業務実績・成果は以下のとおり。

(1)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

●将来宇宙輸送システムの低コスト化に繋がる成果**[補足1]**

我が国の宇宙輸送システムの自立性の継続的な確保や将来の市場における競争力強化のため、主にロケット機体の再使用化をはじめとした低コスト化技術を適用することにより、H3ロケットの1/2程度の打上げコストを目標とする「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」の実現を目指している。2026年頃のサブスケール飛行実証に繋げることを当面の目標とし、必要な要素技術開発として、性能向上(推進効率の向上、構造効率向上、搭載部品性能向上、システムの高度化)と低コスト化(再使用化、部品・材料等の低コスト化、生産工程の革新化)に関する研究開発を進めている。

RV-XはCALLISTOのフロントローディングの位置づけで研究を進めている小型ロケット実験機であり、CALLISTOで採用が決まっているJAXAで開発した高性能なスロットリング機能を持つ液酸液水再使用ロケットエンジンを搭載しており、特に低高度領域の繰り返し飛行実証を目標としている。今年度は、フライトシーケンスに従ったエンジンの燃焼試験等を進め、エンジン予冷量、アクチュエータの制御特性、設備運用、試験手順、機体整備に係る知見を取得し、これらを**CALLISTOの設計・検討に反映**した。**再使用化に向けては、エンジンを安全に繰り返して使用するために、エンジンからの水素漏洩を防止することが重要である。エンジン燃焼試験中の画像や複数個所に取り付けた水素センサおよび水素検知テープにより、燃料主弁や燃焼中に熱や振動の負荷がかかる配管継手部分からの漏洩リスクが高いことを特定し、燃料主弁の最大使用圧力の適正化や配管継手部分等の組立誤差を無くすように微調整しながら慎重に組立てを行い、計8回の燃焼試験を安全に終了**した。今年度計画していた飛行試験については、新型コロナの影響も受けた世界的な鉄鋼・半導体不足等により、試験の準備が遅れたため次年度に実施するが、CALLISTOのフライトソフトウェアのパラメータ設定や運用計画への反映には影響しない。

CALLISTOではシステムレベルのキーとなる技術に関して、小型実験機による飛行実験により、技術成熟度の向上のためのデータ取得、および再使用による経済的な効果の評価に必要なデータを蓄積することを目標としている。今年度は、**海外出張が厳しく制限され、遠隔会議でのCNES/DLRとの調整に時間を要していたが、2021年11月に感染対策に留意しつつ、3機関関係者で一堂に会する会合を設定することなどにより、インターフェース等の懸案事項の調整を大きく進捗させることで開発仕様をベースライン化し基本設計を完了し、ミッション目標成立の目処を得た。**航空機の技術を応用した姿勢変更なしで平行移動ができる誘導制御アルゴリズムの獲得や、再整備に必要なヘルスマネジメント技術である、エンジンに用いるバルブ等のモデルベース故障診断について、RV-Xの試験データを活用した実機動作模擬精度の向上などの成果が得られた。

*1 RV-X: Reusable Vehicle-eXperiment, *2 CALLISTO: Cooperative Action Leading to Launcher Innovation for Stage Tossback Operation, *3 CRD2: Commercial Removal of Debris Demonstration, *4 SSPS: Space Solar Power System

**【評定理由・根拠】（続き）**

●新規要素技術や新規事業の創出に繋がる革新的衛星技術実証プログラムの成果、将来の地球観測・高速通信衛星の競争力強化に繋がる成果

昨今の新興企業も含めた宇宙市場の拡大・競争の激化、政府・民間におけるコンステレーションニーズの拡大、ならびに産業のデジタル化といった衛星事業を取り巻く急速な環境変化を踏まえ、軌道上実証機会のタイムリーな提供による衛星産業の国際競争力の獲得・強化、宇宙事業へのデジタル技術活用の観点でシステム開発プロセスのデジタル化や衛星のソフトウェア化を目指した研究課題に重点を置き、先を行く地上技術も取り入れながら研究開発を推進している。

軌道上実証機会のタイムリーな提供として「革新的衛星技術実証プログラム」は、2015年から活動を開始し、2019年に1号機、2021年に2号機を打ち上げ、**新たなプレーヤーも含めタイムリーな軌道上実証機会の提供を実現し、1号機ではNB-FPGA[*5]や革新的地球センサ・スタートラッカで販売・衛星への採用等の成果が上がっている**。部品・コンポーネントの実証を行う小型実証衛星2号機(RAISE-2[*6])の開発では、**実証テーマ機器向けの衛星シミュレータの導入などの工夫により開発着手から21ヶ月でロケットへの引渡しを実現**し、また、様々な実証テーマを搭載可能な標準バスとして、**適時かつ安価に実証機会を提供するための100kg級の衛星技術実証プラットフォームを確立**した。この実績・得られた知見を小型実証衛星3号機(RAISE-3)の開発に活用し、確実な開発を引き続き行う。[補足2]

また、「革新的衛星技術実証プログラム」ではフレキシブルな衛星開発手法を早いサイクルで実証することも目指し、小型実証衛星の開発において開発プロセスのデジタル化に向けたMBSE[*7]の適用を進めている。JAXA内およびJAXA/企業間で情報の一元管理/共有が可能なシステムモデルについて、RAISE-2の開発結果も活用して構築を進め、RAISE-3の開発ではJAXAで初めてMBSEを本格導入し、一部の設計文書・データの管理等に利用している。4号機の衛星開発ではMBSEをすべての設計文書・データの管理等に利用することを目指し、現在進めているRAISE-3の開発において、MBSE実施環境/手順の構築、MBSEを用いた審査会等が実施できることの実証を進めている。**[参考3]** さらに、衛星の新たな開発・製造方式(デジタライゼーション等)等のアジャイル開発・実証の取組みを「小型技術刷新衛星研究開発プログラム」において今年度より開始した。

デジタル技術の活用の観点で、今後地球観測を中心に増大するデータ量に対応するための技術として、変調方式を可変可能なVCM[*8]技術の研究に取り組んでいる。地球周回軌道の通信環境下においてデータ欠損を発生させないVCM直接伝送システムを早期に実証するために、データ発生、符号化、変調回路、及びそれらの制御回路をCOTS[*9]品の高速FPGAに実装した小型送信機を開発、RAISE-2に搭載し、**地球周回軌道の通信環境下においてQPSK~64APSK[*10]の変調方式を切り替えてもデータ欠損なく連続的に伝送できることを世界で初めて実証**した。**地上での研究開発成果と軌道上実証成果を組み合わせることにより、次期地球観測衛星等の観測要求に対応可能、かつ従来衛星等を超える大容量データ伝送システム実現の見込み**を得た。[補足3]

デジタル化に伴う高速通信衛星に求められる大電力バスシステムでは、衛星全体の電力制御を担う電力制御器の小型軽量化が求められている。本研究では、現行のSiパワーデバイスでは実現できない高速スイッチング電源の小型軽量化を目指して、**GaN(窒化ガリウム)パワーデバイスによるMHzスイッチング技術および高周波化に伴うスイッチングノイズの抑制技術を確立**し、**RAISE-2による世界初の軌道上でのMHzスイッチングによるバッテリ充電制御に成功**した。本技術を将来の大電力バスシステムに適用することにより、25kWクラスの通信衛星において75kgの軽量化が得られ、ミッション機器等の質量増加が実現できる。さらに、小型衛星用電力制御器に本技術を適用しても、海外同品種に対して大きな競争力が見込める。この成果を小型衛星の電源に適用すべく検討を進めている。[補足4]

*5 NB-FPGA: Nano Bridge-Field Programmable Gate Array, *6 RAISE-2: RApid Innovative payload demonstration SatellitE-2, *7 MBSE : Model Based Systems Engineering, *8 VCM: Variable Coding and Modulation, *9 COTS: Commercial Off-The-Shelf, *10 Amplitude and Phase-Shift Keying

**【評定理由・根拠】（続き）**

(2)異分野連携と人材糾合、オープンイノベーションによる共同研究成果の民間事業化・宇宙活用[補足5]

宇宙探査等と地上でのビジネスの双方に有用な技術(Dual Utilization)等についてオープンイノベーションの仕組みを拡大・発展させるべく共同研究公募を行い、FY2021に新たに19件の共同研究を開始し、新たに38の企業・研究機関等が参加した。うち約9割がこれまで宇宙分野に関わりのなかったもの、企業のうち約4割が中小・ベンチャー企業であった。また、クロスアポイントメントにより、異分野企業から5名が参加。引き続き異分野からの更なる興味関心と理解を得、参画の促進を図るべく、探査ハブを取り巻く状況の変化や新たに取り組むべき範囲についてまとめた「宇宙探査イノベーションハブビジョン」を制定し、連携拡大・促進の取り組みを推進した。

共同研究の成果が、事業として製品化や宇宙分野での活用の決定につながった。事業化の例としては、可搬型高感度・高精度揮発性物質センサの研究成果を活用した**超小型高性能ガスクロマトグラフ(ボールウェーブ)の地上用プロトタイプを開発、提供開始**された。宇宙活用としては、2022年度打上げ予定のSLIMに搭載されるLEVシステムには、**超小型高精度絶対角度センサ変調波レゾルバ(エクストコム)**及び**モータ軸受け(新明和工業)がLEV1部品**として、**変形型月面ロボット（タカラトミー、ソニーほか）がLEV2**として採用、開発完了した。

さらに、ISS日本実験棟「きぼう」において、**袋型培養槽によるレタス栽培実証(竹中工務店・キリンほか)**を実施（軌道上実験については、Ⅲ.3.8項参照）、また、**全固体リチウムイオン電池の実証実験(日立造船)**を開始した。また、**共同研究を実施していた遠隔施工技術（鹿島建設）の研究テーマが国土交通省のスターダストプログラム「宇宙無人建設革新技術開発推進事業」に採択された**ほか、ムーンショット型研究開発では月面拠点構築をゴールとしたAI研究に参加するなど、他制度と連携した宇宙探査研究の拡大が着実に進展しており、オープンイノベーション型研究制度を起点とした成果創出、成果活用が進んでいる。

なお、年度計画で設定した業務は、概ね計画通り実施した。

# 補足１：将来宇宙輸送システムの低コスト化に繋がるRV-X/CALLISTOの成果

## 背景：ロケット1段再使用化に向けた小型実験機(RV-X)とロケット再使用に向けた飛行実験(CALLISTO)の意義・価値

我が国の宇宙輸送システムの自立性の継続的な確保や将来の市場における競争力強化のため、基幹ロケット再使用1段も含め、**再使用型輸送システムに共通的に必要となる技術獲得**を目指している。

＜RV-X＞CALLISTOで採用が決まっているJAXAで開発した高性能なスロットリング機能を持つ液酸液水再使用ロケットエンジンを搭載しており、特に**低高度領域の繰り返し飛行実証を目標**としている。

＜CALLISTO＞システムレベルのキーとなる技術(誘導制御、推進薬マネジメント、再使用設計、再使用運用、ヘルスマネジメント)に関して、小型実験機による飛行実験※により、**技術成熟度の向上のためのデータ取得**、および**再使用による経済的な効果の評価に必要なデータを蓄積することを目標**としている。　※CALLISTOの機体規模（打上時質量3～4トン）でミッションの一つとしているマッハ1以上に到達し、かつ着陸して繰り返し飛行できるロケットはこれまで例がない

**【令和3年度計画】**

・再使用型宇宙輸送システム技術の研究開発を進め、飛行試験を実施するとともに、その成果をもとにCNES、DLRと1段再使用飛行実験（CALLISTO）の基本設計を完了し、詳細設計を進める。

## プロジェクトの進捗、得られたアウトプット



図1　エンジン地上燃焼試験
(エンジン推力100%)

＜RV-X＞

- フライトシーケンスに従ったエンジン地上燃焼試験(図1)を繰り返し実施。

●エンジン予冷量
●アクチュエータの制御特性
●設備運用、試験手順、機体整備に係る知見

を取得し、**CALLISTOの設計・検討に反映**。

成果引渡し


図2　傾いた状態での機体落下試験

- 再使用化に向けては、**エンジンを安全に繰り返して使用するために、エンジンからの水素漏洩を防止することが重要**である。エンジン燃焼試験中の画像や複数個所に取り付けた水素センサおよび水素検知テープにより、**燃料主弁や燃焼中に熱や振動の負荷がかかる配管継手部分からの漏洩リスクが高いことを特定**し、燃料主弁の最大使用圧力の適正化や配管継手部分等の組立誤差を無くすように微調整しながら慎重に組立てを行い、**計8回の燃焼試験を安全に終了**。
- トータルで161回の過去に例のない使用実績を誇るエンジンコンポーネントに対して**分解点検を繰り返しても、全スロットリング範囲で推力・混合比・温度等が分解前後でほぼ変化せず、性能の再現性が極めて良い**ことを確認した。将来輸送系を念頭に100回以上の繰り返し使用を考慮したエンジン設計を行っており、**繰り返し高負荷のかかる燃焼器は寿命評価を行った上で適切な肉厚を確保したため変形がほとんどなく**、また**ポンプに複数の点検ポートを確保することでシールの摩耗点検を容易にしたり、オンスタンドでのシール交換を見越して脱着可能な部品を確保したりと点検・交換などのメンテナンス性を考慮した設計を行ったことで組立再現性の良いシステムであることが実証できた**。合わせて再使用エンジンに対するメンテナンスについての知見を蓄積することができた。
- 機体落下試験(図2)を通して、**最悪を想定した姿勢や落下速度でも安全に着陸できることを確認**、フライト形態での機体の健全性を確認した。

＜CALLISTO＞

- 海外出張が厳しく制限され、遠隔会議でのCNES/DLRとの調整に時間を要していたが、2021年11月に感染対策に留意しつつ、3機関関係者で一堂に会する会合を設定することなどにより、**インターフェース等の懸案事項の調整を大きく進捗させることで開発仕様をベースライン化し基本設計を完了し、ミッション目標成立の目処を得た**。
- **CNES/DLRと連携することで、着陸時の輻射加熱見積が過大であることを突き止め**、断熱材量の削減に伴う大幅な質量軽減を達成、再使用ロケットのシステム成立解を得ることができた。

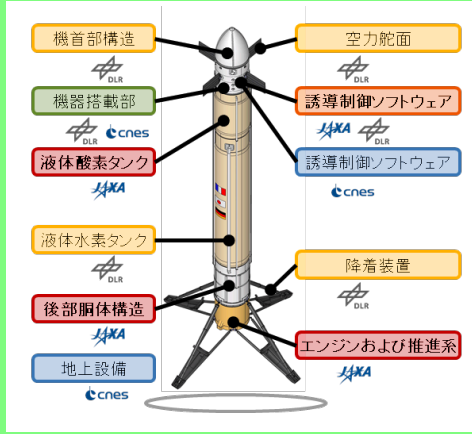


図3　CALLISTO
(主要コンポーネント開発分担)

得られた"キー技術"　*CCV: Control Configured Vehicle

●航空機のCCV*技術(直接力制御)を応用した**姿勢変更なしで平行移動ができる誘導制御アルゴリズム**を獲得。また、風の影響を除去するロジックを工夫し、姿勢制御の精度が大幅に向上。

●RV-X試験データを利用して流体制御に用いる電動アクチュエータ・バルブ動作のモデルの改良(制御遅れモデル/摩擦・摺動抵抗モデルの追加)を進め、実機動作模擬の精度が向上。**RV-Xの成果をデジタルツインモデル構築につなげた成果**であり、本技術によりモデルベース故障診断技術が進展。

# 補足２：新規要素技術や新規事業の創出に繋がる革新的衛星技術実証プログラムの成果

## 背景：プログラムの意義、これまでの取組み

本プログラムでは、**軌道上実証機会の提供**により、(1)衛星産業の国際競争力の獲得・強化、(2)新規の民間企業等参入による宇宙利用拡大の促進、(3)優秀な人材の育成等を目的としている。

革新的衛星技術実証1号機(7機の衛星、10機関による13の実証テーマ)は、2019年1月に打ち上げられた。小型実証衛星1号機(RAPIS-1)は、約1年間の運用を行い、各実証テーマの所定の機能性能実証を完了し、2020年6月に停波した。

革新的衛星技術実証2号機では、公募により部品・コンポーネント6テーマ、超小型衛星・キューブサット各4機の合計14の実証テーマを選定し、小型実証衛星2号機(RAISE-2)の開発を進めてきた。

**【RAISE-2の目標】**
・実証テーマへの軌道上実験環境及びデータの提供
・適時かつ安価な軌道上実証を継続的に提供可能とする標準バスの開発
・「JAXAコーディネート※」による小型標準バスの能力向上、先端的技術の実証
※JAXAの技術を活用することで、ミッションの実証価値をより向上させる取組

**【課題】**
①短期開発スケジュール(**開発着手から21ヶ月**でロケットへ引渡し)
②標準バスとしての実証テーマ機器とのインターフェース汎用化・標準化

## 得られたアウトプット：衛星技術実証プラットフォームとして、１号機に続き２号機の打上げ成功

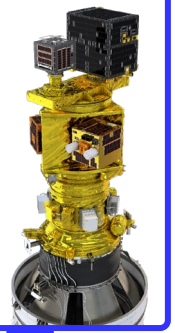
**革新的衛星技術実証1号機及び2号機により、全27の実証テーマ(大学、企業等21機関)に実証機会を提供**

革新的衛星技術実証1号機に続き、2号機(9衛星、14機関による14の実証テーマ)を2021年11月9日に打ち上げ、RAISE-2は2022年2月に定常運用に移行した。

①RAISE-2(100kg級衛星)は、RAPIS-1(200kg級衛星)の知見を活用しつつ、**EM(Engineering Model)をフル活用した試験の並行実施**、**STM(Structural Thermal Model)試験データを有効活用したPFM(Proto-Flight Model)機械環境試験での評価内容見直し**や、**実証テーマ機器向けの衛星シミュレータの導入**などの工夫を用い、**21ヶ月での開発を実現**した。

②実証テーマ機器へのインターフェース仕様に関して、**RAISE-2で必要なリソース＋αの開発仕様(電源ch、信号ch数の増設やSpaceWire(通信インターフェース)にも対応可能)を設定**し、様々な実証テーマを搭載可能な標準バスとして、適時かつ安価に実証機会を提供するための**100kg級の衛星技術実証プラットフォームを確立**した。

また、RAISE-2ではJAXAの技術を活用した２つの機器を搭載しており、実証テーマ機器X-band送信機(3D-XTX)では「可変符号化変調(VCM)機能」の軌道上実証を、GaN(窒化ガリウム)素子を用いたバッテリ充電制御器(GaN_BCR(Battery Charge Regulator))では「GaN素子によるバッテリ充電制御」の軌道上実証を実現した。



## 得られたアウトカム：革新１号機※

- 革新的衛星技術実証1号機の実証後、実証テーマ機関において事業化等が進められており、「革新的FPGA」の新会社であるナノブリッジ・セミコンダクター㈱では、**企業向け試作品の販売実績をあげた**。「革新的地球センサ・スタートラッカ(東工大)」は、民間会社にて小型衛星用スタートラッカの量産体制を確立し販売中で、**既に複数の衛星での採用が確定**している。
- 製品の問合せ・引き合いも増加しており、「粒子エネルギースペクトロメータ(宇宙システム開発利用推進機構)」は**2024年までに3機打上げ予定**、「超小型・省電力GNSS受信機(中部大学)」は小型実証衛星2,3号機でも採用、「軽量太陽電池パドル」は、**LUPEX(月極域探査プロジェクトの月面探査ローバ)に採用決定**、薄膜太陽電池のみは、**SLIM(小型月着陸実証機)等の多くの衛星で採用予定**。

※FY2019業務実績報告において示したアウトカム以降、さらに得られたアウトカムの内容を記載

## 期待されるアウトカム：革新２号機、３号機

- RAISE-2に搭載された「マルチコア・省電力ボードコンピュータ SPRESENSE™(ソニーセミコンダクタソリューションズ㈱)」は、既に**SLIM搭載探査ロボットに搭載が決定**し、軌道上実証成果を基にCubeSatへの搭載に向けた引き合いも来ており、今後一層の活用が期待される。
- GaN_BCRの技術を100kg級小型衛星に活用することで、電力制御器の質量・サイズを低減させ、ミッション機器へのリソース(質量、スペース、電力)を増やすことができる。
- RAISE-2での実績・知見も活用することで、革新的衛星技術実証3号機の小型実証衛星3号機(RAISE-3)の確実な開発を引き続き行う。

# 補足３：可変符号化変調(VCM)を用いた大容量データ伝送技術の獲得

## 研究の背景：地球観測衛星のデータ伝送量増大への対応

- 地球観測データは圧縮された後に欠損なく伝送される必要があり、最低仰角(通信距離が最長)でも通信品質を満たすようにデータ伝送速度は固定(CCM*1)されていた。
- 固定のデータ伝送速度では、**観測センサの性能向上や観測範囲の拡大によって増大するデータ量に対応しきれなくなる**ことから、地上局運用仰角の変化に応じて符号化率や変調方式を切り替えることで**データ伝送速度を可変にする(VCM*2)直接伝送システム(DT*3系)の検討を開始**した(図1)。

*1 CCM: Constant Coding and Modulation; 固定符号化変調, *2 VCM: Variable Coding and Modulation; 可変符号化変調,
*3 DT: Direct Transmission; 直接伝送, *4 QPSK: Quadrature Phase Shift Keying; 4位相偏移変調,
*5 APSK: Amplitude and Phase-Shift Keying; 振幅位相変調

**目標** 先進レーダ衛星で採用されているデータ伝送速度(3.6Gbps)を超えるデータ伝送容量を実現し、次期地球観測衛星等の観測要求に応えられる大容量データ伝送システムを実現する。

**課題** **データ高速化かつ変調方式(QPSK*4～64APSK*5まで)を連続的に切替えた際のデータ欠損を発生させない。**
**地球周回軌道の通信環境下においてデータ欠損を発生させない伝送システムであることを早期に実証する。**

## 得られたアウトプット：データ欠損なく伝送速度を可変できる高速伝送システムを実現

【データ高速化】

**データ高速化に直結する変調方式のみ可変(符号化率、送信電力は固定)**として、CCMからの送信機設計変更箇所を限定し、VCM送信機(BBM, Bread Board Model)の製作、地上試験により以下の2つのデータ高速化の技術的実現性を検証した。

＊**1chあたり1.8～3.6Gbps（図2青字）**
＊**周波数多重2chと偏波多重2chを組合せた4ch多重化伝送（図2赤字）**

【データ欠損防止】

- 衛星と地上局の相対位置変化による周波数、信号レベル変動に起因した地上局受信機性能劣化とは別に、データ欠損につながる性能劣化を助長させない、**変調方式を切り替えても信号スペクトル波形に有意な変化がない送信機設計(シンボルレートを一定にすることで受信機の信号同期外れによるデータフレーム欠損を防止)**を実施。本設計の妥当性や変調方式切り替えタイミング等の送信機制御性能評価のため、軌道上通信実験を計画。
- **最新のデジタル技術を活用**し、データ発生、符号化、変調回路とそれらの制御回路をCOTS品の高速FPGAに実装した小型送信機を製作、2021年11月打上げの小型実証衛星2号機(RAISE-2)に搭載。
  → **地球周回軌道衛星ー地上局間の通信においてQPSK⇔8PSK⇔16APSK⇔32APSK⇔64APSKの変調方式を動的に切り替えてもデータ欠損なく連続的に伝送できることを世界で初めて実証**した。
- 地上での研究開発成果と軌道上実証実験成果を組み合わせることにより、次期地球観測衛星等の観測要求に対応可能、かつ従来衛星等を超える大容量データ伝送システム実現の見込みを得た(図1下、図3)。

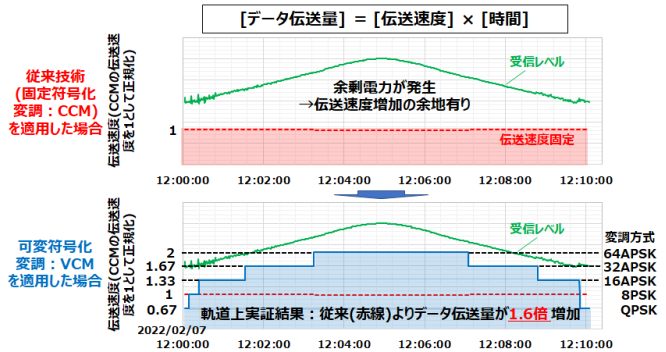


図1 従来技術とVCMの伝送速度の比較(送信電力固定時)

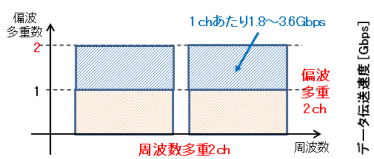


図2 周波数多重2chと偏波多重2chを組合せた4ch多重化伝送

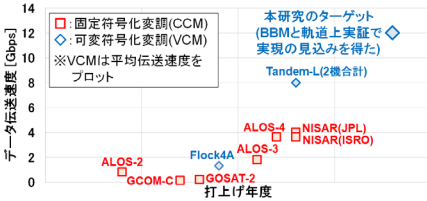


図3 伝送速度ベンチマーク

## 得られたアウトカム

・地上での研究開発成果と軌道上実証実験成果を地球観測衛星プロジェクトを担当する第一宇宙技術部門に速やかにアウトプットした結果、**研究評価委員会にて本研究成果の適用を前提とした次期地球観測衛星のシステム構成が提案され、審査の結果ミッション定義フェーズへの移行が認められた**。
・VCM試作機(BBM)試験結果を元にDVB-S2X規格をCCSDS*6 Orange Bookとすることを CNES/JAXA共同で提案し、CCSDS会合を経て正式に制定された。

*6：Consultative Committee for Space Data System ;宇宙データシステム諮問委員会。各国の宇宙機関により設立された宇宙データ通信システムに関わる国際標準化検討委員会であり、国際標準化機構(ISO)の宇宙データ通信分野の分科会の役割を担う。

## 期待されるアウトカム

・データ中継衛星など高速フィーダリンク回線が必要な衛星通信にて本研究成果を活用することにより、運用途中でミッションが変更になりデータ伝送要求が変わってしまうユースケースに対してもフレキシブルに対応できる。

# 補足４：電力制御器の小型軽量化に繋がるGaNを適用した高速スイッチング電源技術の獲得

## 背景：高速スイッチング電源の技術課題

**本技術適用先（電力制御器：PCU）の課題**

・国産衛星における電力質量比の軌道上実績は200W/kgであるが、**現行のSiパワーデバイスでの小型軽量化に限界**があり、高速通信衛星に求められる大電力バスシステムでは、バス機器の中でも質量占有率が比較的大きいPCUの小型軽量化が求められている。

・**スイッチング周波数を上げることで小型軽量化が期待**されるが、パワーデバイスの性能及びEMC規格を満たすために**容易には周波数を上げることができない**。

**【目標】**
スイッチング性能に優れるGaN(窒化ガリウム)パワーデバイスを適用し、**高効率かつ高速スイッチングを実現する**ことにより、Siパワーデバイスでは、実現できない小型軽量化（高速スイッチングによる平滑回路の削減、図1）により**世界トップレベルの500W/kg**を目指す。

**課題**　GaNによるMHzスイッチング技術、および高周波化に伴うスイッチングノイズの抑制技術の確立

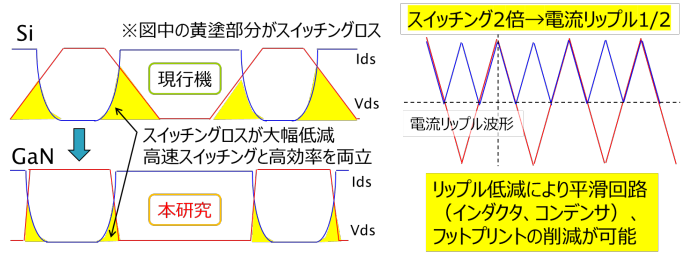



図1.　パワーデバイスのON/OFF動作（スイッチング）波形

## 得られたアウトプット：MHzスイッチング及びノイズ抑制技術

【MHzスイッチング技術】

- 1MHzという高速なスイッチング制御動作を実現するために、**FPGA[*1]でのGaN-FET[*2]駆動用のスイッチング信号生成回路の高速化に特化**するとともに、**アナログデジタル変換の分解能とパルス幅変調デューティーの分解能を向上させる処理**を考案した。

【スイッチングノイズ抑制技術】

- **高速化に伴い発生するスイッチングノイズの抑制を目指してインハウスで試作を重ね(図2)、回路基板上の部品配置と、ノイズ発生源である基板上の電流経路面積の最小化**によって、効率的にノイズ抑制できる実装設計技術を考案した。

これらの技術を基に、GaN_BCR(Battery Charge Regulator、図3)を開発。高効率MHzスイッチングにおける、**バッテリ充放電に必要なCC/CV[*3]フィードバック制御を実現するとともに、衛星に求められるノイズ規格(EMC[*4]規格MIL-STD-461C)を満足**することを地上試験で確認。

RAISE-2搭載実証機器として、**軌道上で世界初のMHzスイッチングによるバッテリ充電に成功**した。軌道上で取得した効率は、地上で取得した基板温度に対する効率の上下限範囲に入っており、地上と同等の性能であることを確認した(図4)。

*1 FPGA: Field Programmable Gate Array, *2 FET: Field Effect Transistor, *3 CC/CV: Constant Current/Constant Voltage, *4 EMC: Electromagnetic Compatibility

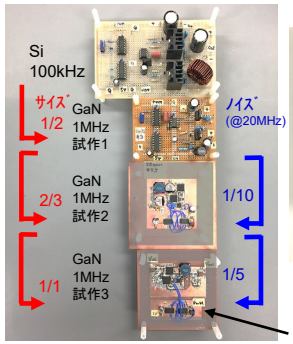



図2.　回路試作例

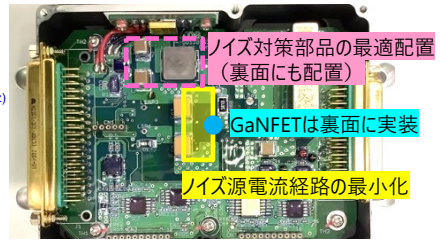



図3.　GaN_BCR電力基板写真

サイズ：部品が配置されている部分の面積

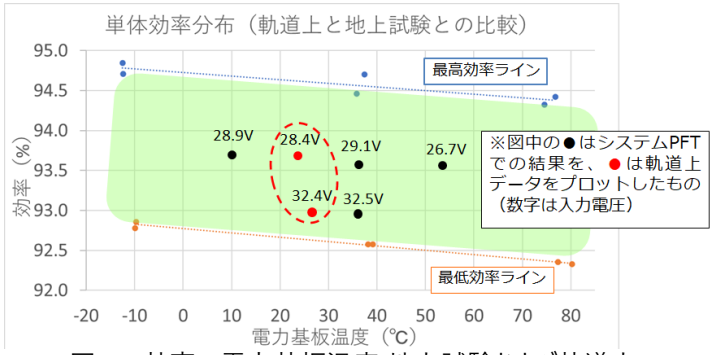



図4.　効率vs電力基板温度(地上試験および軌道上)

## 期待されるアウトカム

本技術を将来の大電力バスシステムに適用することで、**世界トップレベルの500W/kgの実現**が期待される(25kWクラス衛星において、75kgの軽量化に相当)。さらに、**小型衛星用PCUに本技術を適用しても、海外同品種に対して大きな競争力が見込める(図5)**。

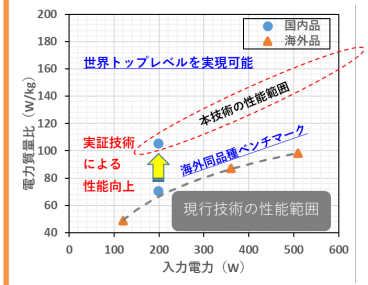



図5. 小型衛星PCUベンチマーク

今後は**小型衛星用PCUに展開し、実用化を目指す**。また、高速通信衛星への本技術の適用に向けて、衛星システムメーカと意見交換を開始。

# 補足５：宇宙探査イノベーションハブ成果の実装

## 宇宙探査イノベーションハブの背景

日本発の宇宙探査におけるGame Changing 技術を開発し、宇宙探査の在り方を変えると同時に地上技術に革命を起こすことを目指し、宇宙探査と地上の社会実装に展開する“Dual Utilization”という新しいコンセプトを導入して幅広い異分野(非宇宙分野含む)連携・人材糾合の促進してきた。

## 得られたアウトプット：異分野連携と人材糾合の達成

幅広い異分野連携や人材糾合、企業からのリソース提供を引き出し、多数の研究開発成果を挙げ、さらにJAXA内他部門へ同様のスキームを波及させたことで、法人の機能強化にも寄与した。また、今後さらに異分野からの更なる興味関心と理解を得、参画の促進を図るべく「宇宙探査イノベーションハブビジョン」を制定したことに加え、ESG/SDGsに貢献する研究分野分析や周知営業活動分析を行い、連携拡大・促進の取り組みを推進した。

- FY2021に新たに**19件の共同研究を開始**した。このうち、**国際宇宙探査に直接的に関連する共同研究が２件**含まれる。
- FY2021に新たに**23の企業・研究機関等が参加**し（累計212機関）、うち**約9割がこれまで宇宙分野に関わりのなかったもの**、企業のうち**約4割が中小・ベンチャー企業**である。
- クロスアポイントメント等により、**異分野企業から5名が参加している。**

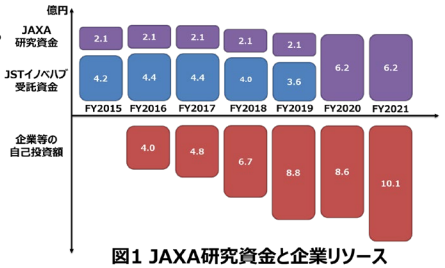


図1 JAXA研究資金と企業リソース

## 他機関との連携

・新たに着手した共同研究の相手企業等と連携するとともに異分野からの更なる参画の促進を図り、新たな企業・業界、地方自治体等と連携を目指す

## 期待されるアウトカム

・宇宙探査技術・ミッションの創出
・企業における新規事業の創出
・研究成果や活動によるESG/SDGsへの貢献

## 得られたアウトカム：成果の民間事業化・宇宙活用、他制度との連携

共同研究の成果が、事業としての実装、宇宙分野での活用の決定に繋がり、特に軌道上実証／ミッション採用実績は、FY2020まで2件だったところ、FY2021では軌道上実証開始が2件、ミッション用機器開発が8件（うち3件はFY2021中に引渡済み）となった。また、**新たに創設された他制度との連携も進み、宇宙探査研究の拡大が進展した。**

**事業化：**

- **可搬型高感度・高精度揮発性物質センサ**の成果を応用し、地上用途プロトタイプ(図2)を開発、提供開始。(ボールウェーブ)
- 建設機械の遠隔操作・自動運転を目指した遠隔施工実証実験を実施。(鹿島建設)

**宇宙活用：**

- **袋型培養槽技術**(図3)を用い、ISSでのレタス栽培実証実験を実施。簡易な植物栽培可能性を提示した。(竹中工務店、キリンほか)
- **全固体リチウムイオン電池**の宇宙適用可能性を検証するためのISS船外曝露部における実証実験を開始。（日立造船）
- 2022年度打上げ予定のSLIMに搭載されるLEVシステムには、**超小型高精度絶対角度センサ変調波レゾルバ(エクストコム)**及び**モータ軸受け(新明和工業)**がLEV1部品として、**変形型月面ロボット（タカラトミー、ソニーほか）**がLEV2として採用、開発完了した。

さらに、共同研究を実施した**遠隔施工技術（鹿島建設）の研究テーマが国土交通省のスターダストプログラム「宇宙無人建設革新技術開発推進事業」に採択された**ほか、ムーンショット型研究開発では月面拠点をゴールとしたAI研究に参加するなど、他制度と連携した宇宙探査研究の拡大が着実に進展している。

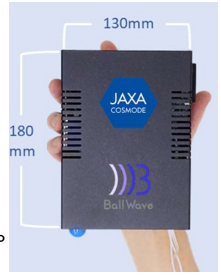


図2 超小型高性能ガスクロマトグラフ

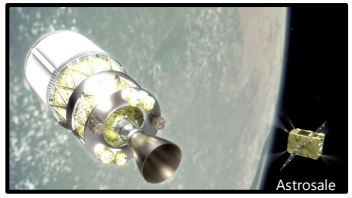

図3 袋型培養槽

## [参考１] 商業デブリ除去実証プロジェクトおよびスペース・デブリ対策

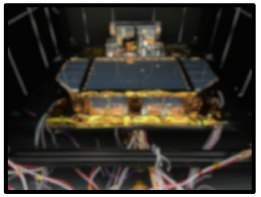
### ①商業デブリ除去実証フェーズⅠ(プロジェクト)

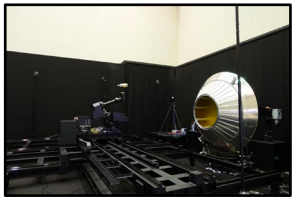
スペース・デブリ対策分野の市場創出期待を背景として、『世界初の大型デブリ除去』により技術優位性を獲得するとともに、デブリ対策の国際議論を先導し、デブリ除去を新規宇宙事業として拓き民間事業者の自立とビジネス化に繋げることを目的として、「商業デブリ除去実証」を進めている。

「商業デブリ除去実証」の二段階での実証のうち、第一段階であるフェーズⅠ(軌道上に長期間放置されたわが国由来のロケット上段デブリにランデブし映像取得し、世界的にも知見の少ない軌道上デブリの状況把握と共に非協力ランデブ技術を獲得するフェーズ)について、スペース・デブリ対策の事業化を目指す民間事業者等と連携し、プロジェクトを開始した。民間事業者に裁量を持たせた新たなマネジメント方式を適用している。FY2021は衛星システムの詳細設計を実施し、マイルストン2を完了した。



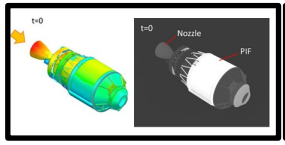
民間事業者が検討するフェーズⅠ実証イメージ


ランデブセンサ(EM)

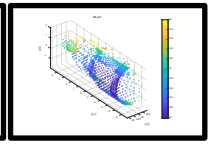

ランデブセンサ機能性能試験

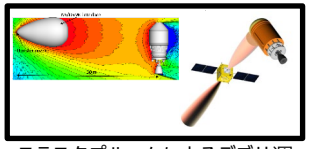
### ②商業デブリ除去実証フェーズⅠの事業者活動に対するJAXA技術支援

ランデブ技術を中心に運用・電気・機械・光学・耐環境・ターゲット情報等の幅広い分野について累計150件の技術アドバイスの提供、4件の研究成果の知財提供、10以上の試験設備の供与・試験ノウハウの提供を実施。



赤外カメラ模擬画像シミュレータ研究（相対航法機能検証用）

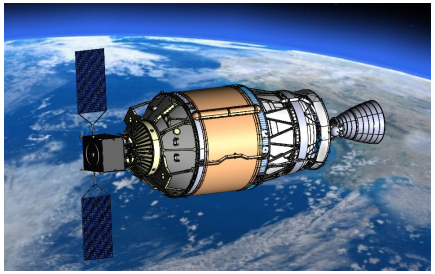

LiDAR模擬画像シミュレータ研究（相対航法機能検証用）

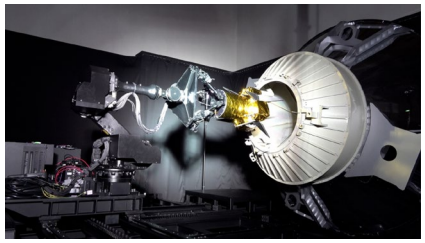

スラスタプルームによるデブリ運動低減研究


画像によるターゲット運動推定・予測技術研究

### ③商業デブリ除去実証フェーズⅡに向けて

「商業デブリ除去実証」の二段階での実証のうち、第二段階であるフェーズⅡ(軌道上に遺棄されたわが国由来のロケット上段デブリに対し、接近し、近傍制御を行い、撮像、除去、安全なリエントリを行う)のプロジェクト立上げを目指し、「ミッション定義フェーズ」へ移行した。概念検討の公募を発出、2社を選定して概念検討を実施。また、キー技術について要素技術研究を実施した。

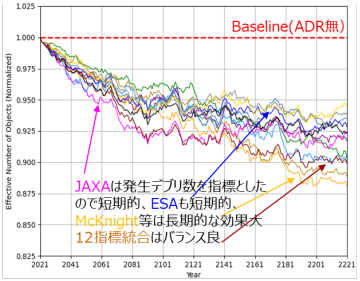

500kg級衛星による大型デブリ除去のイメージ


デブリ捕獲地上試験装置（SATDyn）での捕獲試験

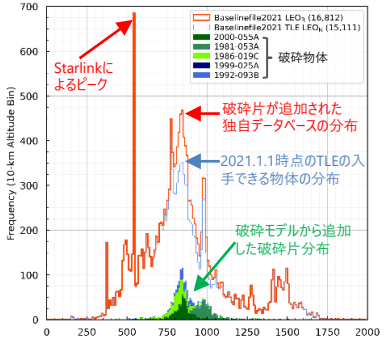
### ④宇宙環境モデル構築および宇宙デブリ対策の国際ルール化に向けた国際的な議論

宇宙環境モデル(軌道高度に対する密度分布)等のモデリングに関する研究開発を実施し、国内独自の物体データベースを整備することで、独自のモデルを構築している。

これらを用いて、政府や国内外関係機関と連携し、宇宙デブリ対策の国際ルール化やデブリ除去(ADR)の効果に関する議論などを積極的に推進している。



各国研究機関によるデブリ除去効果の比較



最新版JAXA独自データベース

## [参考２] 宇宙太陽光発電システム（SSPS）の研究開発状況

JAXAでは、SSPSの研究者/技術者が自ら手がけなければ進展しない技術（他分野では研究開発の動機のない技術）として、「マイクロ波無線電力伝送技術」、「レーザ無線電力伝送技術」および「大型宇宙構造物技術」を識別し、これらの研究開発を最優先で進めている。以下に、各研究の2021年度の主な成果を示す。

（1）**マイクロ波無線電力伝送技術の研究開発**

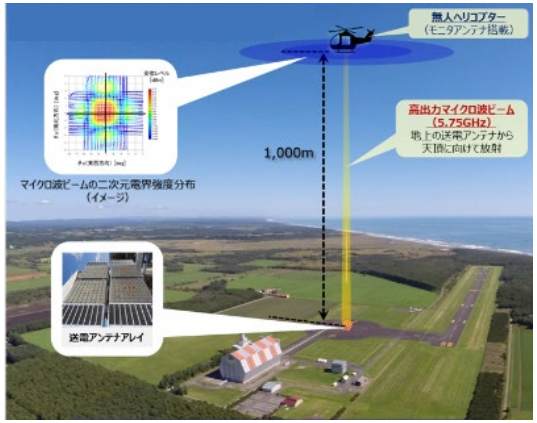
マイクロ波方式SSPSのターゲットである宇宙ー地上間のみならず月探査・地上アプリケーション等を想定した場合、送電部・受電部間の相対距離が時間変動する。マイクロ波無線電力伝送技術の実現に向け、高効率・高精度なビーム指向・追従制御技術を有するSSPS最小構成モジュールの試作に着手した。また、経産省SSPS研究開発事業(長距離無線電力伝送実験)について、委託を受けた（一財）宇宙システム開発利用推進機構と連携協力しつつ、当該事業に係る高精度マイクロ波ビーム制御装置の設計試作を進めている。

（2）**レーザ無線電力伝送技術の研究開発**

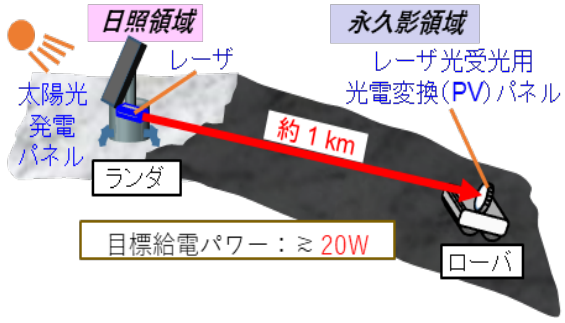
小型軽量化/スモールスタートがし易く、既設太陽光発電パネルでの受電も可能なレーザ方式SSPSの実現に向け、中間目標である月極域永久影領域内ローバへの給電（1km先、>20W）に関する研究を遂行中。本年度は、小型軽量で複数ビーム一括制御も可能なビームバンドル化手法を考案。原理的には、低パワーレーザのバンドル化でパワー拡張できるため、ローバ給電に必要な100W超級送光系も早期実現が可能となる。また給電システム全体の高効率化設計に向けた光・電気連成シミュレーションにより、実験で得られた光電変換パネル（300mm角）の電気出力特性を定性的に再現。さらに温度分布導入等による高精度化を進めている。

（3）**大型宇宙構造物技術の研究開発**

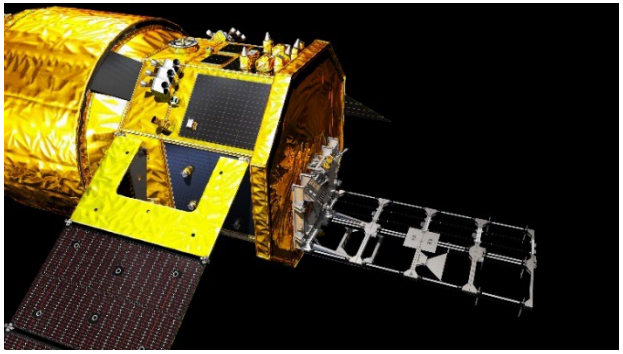
SSPSは数百m～数kmの大型宇宙構造物を必要とする。このような大型宇宙構造物を軌道上で自動的に構築する技術の確立に向けて、静止軌道降水レーダへの適用を見据えた30m級大型平面アンテナの実現を当面の目標とし、HTV-X1号機に搭載する展開型軽量平面アンテナ軌道上実証システム（DELIGHT）の開発を進めている。2021年度は、DELIGHTのエンジニアリングモデルの製作・試験を実施し、その結果を踏まえてDELIGHTの詳細設計を完了し、プロトフライトモデルの製作に移行した。




長距離マイクロ波無線電力伝送実験のイメージ




月極域永久影領域内探査ローバへの
レーザ無線電力伝送のイメージ



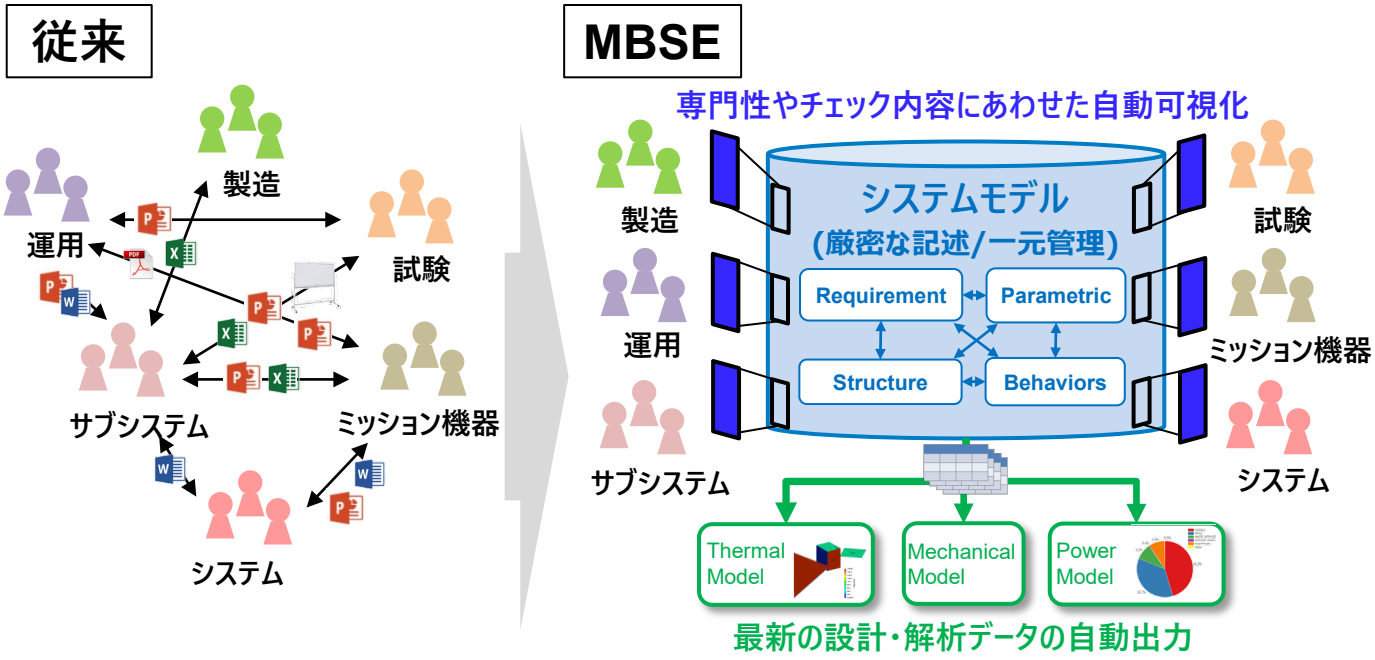
HTV-X1号機に搭載したDELIGHTのイメージ

## 参考情報

**[参考３]　小型実証衛星の開発における開発プロセスのデジタル化に関する取組**

開発の上流段階での要求に関する表現の曖昧さ、重要事項が暗黙知となっていること等に起因する要求や設計に関する認識齟齬により、不具合、設計の手戻り、及び追加試験が生じることで開発期間やコストが増加することが大きな課題である。また、複数の作業者の間で設計要求や前提条件のデータが一元管理されていないと認識やデータの齟齬が起こり、作業のやり直しによる追加コスト、不具合による手戻りが生じる。これらの課題を解決するため、デジタル技術をベースとした新しい開発プロセスの構築と実証に取り組んでいる。

- 小型実証衛星3号機(RAISE-3)は、革新的衛星技術実証3号機の「部品・コンポーネント・サブシステム」のカテゴリで選定された７つの実証テーマ機器を搭載し、各実証テーマが希望する軌道上実験を実施する衛星で、2022年度の打上げに向けて、JAXAで開発を進めている。
- RAISE-3の開発では、フレキシブルな衛星開発手法の実証を目的として、デジタル開発(モデルベース・システムズエンジニアリング：MBSE)を、JAXAで初めて本格導入している。
- これまでに、衛星技術実証プラットフォームとしてRAISE-3の開発仕様のベースになる、RAISE-2の上位要求等のシステムモデル化方法を構築してきており、これらの成果も利用して、RAISE-3では以下4つの効率化のアプローチを柱として、MBSE実施環境/手順の構築、MBSEを用いた審査会や一連のSEプロセスが実施できることを実証中である。
  (A) データ一元管理/共有環境の構築：システムモデルで体系化したデータ管理・共有により、データ齟齬防止、再利用性の高い開発知見蓄積。
  (B) 審査会の効率化：OpenMBEE(WEBシステム)を用いた審査文書の閲覧や指摘票対応により定型作業を減らし、レビューの質を向上。
  (C) 開発管理の効率化・確実化：上位要求から設計仕様、検証計画や結果の一貫したトレーサビリティ確認による抜け漏れを防止。
  (D) エンジニアリング手法の向上：複雑なシステム構成や振舞いの正確な把握による設計の効率化。
- 次号機でのMBSE全面適用を目指しており、 MBSEの適用による有効性評価および実用化上の課題識別と解決検討、開発効率化に繋がるMBSE活用方法の検討も実施中である。




**JAXAで初めてMBSEを衛星開発に本格適用**

① 複雑なシステム構成や挙動をデジタルモデル化し、リモート多拠点から最新モデルにアクセスできるWEBプラットフォームを構築

② 開発メンバーの専門性やチェック内容に合わせた自動可視化により、資料作成コストを最小化し、よりクリエイティブな開発を目指す

③ 最新の設計や解析データの自動収集により、ヒューマンエラーによるデータ齟齬を防止し、設計や解析の出戻りを最小化

**数値シミュレーションによる衛星の概念設計・開発の効率化にも取り組み中**

| 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） | 15,364,116 | 13,620,082 | 17,948,197 | 20,300,167 | | | |
| 決算額（千円） | 15,584,719 | 13,424,518 | 15,384,330 | 19,017,527 | | | |
| 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） | 342 | 339 | 334 | 344 | | | |

（※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 |
| 知的財産権の出願・権利化 | 出願: 57件<br>(うち海外15件)<br>権利化: 22件<br>(うち海外9件) | 出願: 68件<br>(うち海外32件)<br>権利化: 17件<br>(うち海外6件) | 出願: 44件<br>(うち海外14件)<br>権利化: 20件<br>(うち海外4件) | 出願: 50件<br>(うち海外24件)<br>権利化: 35件<br>(うち海外13件) | | | |
| 査読付き論文数 | 39件 | 38件 | 55件 | 62件 | | | |
| 技術移転<br>（ライセンス供与）件数*1<br>（全JAXA） | 372件 | 335件 | 334件 | 358 | | | |
| 受託件数、金額 *2 | 16件<br>10,497千円 | 22件<br>45,379千円 | 25件<br>107,483千円 | 23件<br>67,667千円 | | | |
| 外部資金の獲得件数・金額 *2 | 55件<br>607,123千円 | 42件<br>909,306千円 | 51件<br>914,939千円 | 56件<br>891,010千円 | | | |
| 共同研究相手先の<br>自己投資額 | 670,032千円 | 875,028千円 | 863,093千円 | 1,007,793千円 | | | |
| 共同研究参加企業・大学数 | 累計124機関<br>（うち9割の企業が非宇宙） | 累計154機関<br>（うち9割の企業等が非宇宙） | 累計201機関<br>(うち9割の企業等が非宇宙) | 累計212機関<br>(うち9割の企業等が非宇宙) | | | |

*1 2019年度評価より、Ⅲ.4.1に掲載されていた「技術移転（ライセンス供与）件数」をⅢ.4.2に掲載。
*2 受託と外部資金については、以下の分類として件数・金額を計上している。
受託：外部の資金を利用して相手方の研究課題を解決する研究を行うもの
外部資金：外部の資金を利用してJAXAの研究課題を解決する研究を行うもの

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 当初計画していたRV-Xの飛行試験、小型実証衛星3号機の詳細設計については、年度内に完了することができなかった。 | RV-Xについては新型コロナの影響を注視しながら部材等の調達、試験準備を確実に進めるとともに、CALLISTOと連携し、RV-Xの成果を適切な時期にCALLISTOの取組に反映できるように計画面でのマネジメントを強化し、飛行試験を完了させる。<br>小型実証衛星3号機の開発では、ロケットとのスケジュール調整を密に行いつつ、開発プロセスのデジタライゼーションへの取組を着実に進めると共に、小型実証衛星2号機の開発や運用で得られた知見も取り入れて衛星の開発を行っており、今後、試験の効率化等も行い、詳細設計の完了、2022年度中の打上げを目指す。 |

# Ⅲ．５ 航空科学技術

2021年度 自己評価 S

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．5. | Ⅰ．5. | － | － |
| 航空科学技術については、我が国産業の振興、国際競争力強化に資するため、社会からの要請に応える研究開発、次世代を切り開く先進技術の研究開発及び航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発を行う。また、オープンイノベーションを推進する仕組み等も活用し、国内外の関係機関との連携や民間事業者への技術移転及び成果展開を推進するとともに、公正中立な立場から航空分野の技術の標準化、基準の高度化等に貢献する取組を行う。 | － | | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （１）社会からの要請に応える研究開発<br>　環境適合性、経済性及び安全性の向上など国際競争力の強化につながる技術の実証及びその技術移転等の実現に向け、次世代エンジン技術、低騒音化等の機体技術、センサやアビオニクス等の装備品技術及び航空機利用の拡大に資する技術等の研究開発を民間事業者等との連携の下に進める。具体的には、我が国のエンジン低圧系部位の技術優位性を維持・向上させることに加え、新たに高圧系部位として、コアエンジン向け低NOx燃焼器及び高温高効率タービン等の技術実証を中心とした研究開発への取組を強化する。併せて、技術実証用エンジンとしてF7エンジンを整備し、これを活用して各種エンジン技術の成熟度を向上させる。<br>また、飛行実証等を通じ、次世代旅客機の騒音低減技術や機体抵抗低減技術等の研究開発、航空機事故の防止や気象影響の低減並びにパイロットの支援等を行う新たな装備品及びその高機能化技術の研究開発、災害対応航空技術及び無人機技術等による航空利用拡大技術等の研究開発を関係機関と協力して進める。これらを通じ、我が国の民間事業者の取り組む国際共同開発における分担の拡大、完成機事業の発展及び装備品産業の育成・発展等に貢献する。 | （１）社会からの要請に応える研究開発<br>　次世代エンジン技術について、民間事業者との連携を通じて、高圧系部位のコアエンジン技術については、低NOx燃焼器ではシングルセクタ性能試験の評価結果に基づき、マルチセクタ燃焼器での性能試験に向け燃焼器の設計を行うとともに、高温高効率タービンでは回転タービン空力性能評価試験を終え、CMC静翼健全性実証のための評価装置を構築し、エンジン低圧系においては、整備を完了した技術実証用エンジンでの実証に向け、樹脂製吸音ライナの構造強度評価結果を分析し、搭載試験用供試体の製作を完了する。（令和4年度 吸音ライナのエンジン技術実証予定） | 　＜プロジェクト＞次世代エンジン技術に関しては、民間事業者との連携を通じて、高圧系部位のコアエンジン技術については、低NOx燃焼器ではシングルセクタ性能試験の評価結果に基づき、マルチセクタ燃焼器での性能試験に向け燃焼器の設計を行い、設計妥当性を確認した。<br>高温高効率タービンでは回転タービン空力性能評価試験を実施し、性能確認に必要なデータを100%取得することができた。<br>　CMC静翼健全性実証のための評価として、バーナー熱サイクル試験ならびに高温ガス流健全性試験の装置を構築し、予備試験を実施した。<br>エンジン低圧系においては、整備を完了した技術実証用エンジンでの実証に向け、樹脂製吸音ライナの構造強度評価結果を分析するため軽量吸音パネルの環境模擬試験（エンジン内部流れ環境、振動環境）を実施、供試体のF7エンジン搭載確認を完了した。 | 　次世代エンジン技術については、計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （１）社会からの要請に応える研究開発<br>　環境適合性、経済性及び安全性の向上など国際競争力の強化につながる技術の実証及びその技術移転等の実現に向け、次世代エンジン技術、低騒音化等の機体技術、センサやアビオニクス等の装備品技術及び航空機利用の拡大に資する技術等の研究開発を民間事業者等との連携の下に進める。具体的には、我が国のエンジン低圧系部位の技術優位性を維持・向上させることに加え、新たに高圧系部位として、コアエンジン向け低NOx燃焼器及び高温高効率タービン等の技術実証を中心とした研究開発への取組を強化する。併せて、技術実証用エンジンとしてF7エンジンを整備し、これを活用して各種エンジン技術の成熟度を向上させる。<br>また、飛行実証等を通じ、次世代旅客機の騒音低減技術や機体抵抗低減技術等の研究開発、航空機事故の防止や気象影響の低減並びにパイロットの支援等を行う新たな装備品及びその高機能化技術の研究開発、災害対応航空技術及び無人機技術等による航空利用拡大技術等の研究開発を関係機関と協力して進める。これらを通じ、我が国の民間事業者の取り組む国際共同開発における分担の拡大、完成機事業の発展及び装備品産業の育成・発展等に貢献する。 | （１）社会からの要請に応える研究開発<br>　次世代エンジン技術について、民間事業者との連携を通じて、高圧系部位のコアエンジン技術については、低NOx燃焼器ではシングルセクタ性能試験の評価結果に基づき、マルチセクタ燃焼器での性能試験に向け燃焼器の設計を行うとともに、高温高効率タービンでは回転タービン空力性能評価試験を終え、CMC静翼健全性実証のための評価装置を構築し、エンジン低圧系においては、整備を完了した技術実証用エンジンでの実証に向け、樹脂製吸音ライナの構造強度評価結果を分析し、搭載試験用供試体の製作を完了する。（令和4年度 吸音ライナのエンジン技術実証予定） | 　さらに、エンジンの超高バイパス比化による低燃費性を維持しつつ、エンジンナセル縮小に対応した高効率な吸音性能を実現する技術要求に対して、独自の吸音ライナ技術を考案した（特許出願）。CFD解析と要素試験による改良と小型エンジン試験により、実エンジン環境の高速気流条件においても高い吸音性能を維持できる高効率吸音ライナ技術を開発し、従来の基準吸音ライナよりも約40％騒音低減する吸音性能（-2dB）を技術実証した。 | 　本高効率吸音ライナは、国内外の航空関連企業が関心を持っている。航空エンジンナセルへの適用をはじめ、幅広い分野へのスピンオフが見込まれる。当該技術を産業界に移転することにより、騒音問題を抱える企業の国際競争力を高めることができる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き)<br>低騒音化等の機体技術については、関係機関との連携を通じて、旅客機低騒音化の技術実証に向け、低騒音化設計を行った結果に基づき飛行実証計画を立案する。また、機体抵抗低減技術について、自然層流翼設計技術の風洞試験実証計画の立案やリブレット技術の耐久性飛行実証に向けた施工法の開発からなる低抵抗技術の実機適用に向けた研究開発を行う。 | 低騒音化等の機体技術については、関係機関との連携を通じて、旅客機低騒音化の技術実証に向け、低騒音化設計を行った結果に基づき飛行実証計画を立案し、中型旅客機を用いた飛行実証に向けて、JAXA-ボーイングの共研を改訂、JAXA-国内メーカ3社との新規共研契約を締結することで、連携体制を構築した。また、行政、エアラインとの交流を深め、FQUROH-2への関心と期待を獲得することができた。<br>ボーイングとの間で、ミッションや飛行実証フェーズにおけるスケジュール、資金規模、役割分担などについての協議を開始し、MDR受審に向けてプロジェクト文書案の作成を進めた。<br>機体抵抗低減技術については、TWT2（遷音速風洞）において、実機の1/2高Re数の主翼状形状において、自然層流翼設計の効果を確認した。<br>また、機体抵抗を低減して$CO_2$や燃費を低減するリブレット技術については、JAXAでは数値流体解析や試験を通じてリブレットの現象理解を深め、独自の片刃形リブレット(特許出願)を考案、従来のリブレットより30%以上高い世界トップレベルの摩擦抵抗低減性能（8%）を実現した。 | 低騒音化等の機体技術については、飛行実験により本成果の航空機に対する低騒音化設計の有効性が検証される予定であり、今後の航空機設計の標準的な手法になり得る技術としてボーイングからも期待されている。<br>機体抵抗低減技術については、層流垂直尾翼システムの研究により、国内航空産業の競争力強化と持続可能社会実現への貢献が期待される。<br>機体抵抗を低減して$CO_2$や燃費を低減するリブレット技術について、JAXA独自のリブレット形状を設計し、表面摩擦低減率を従来の6%から8%に向上させることに成功した。これにより、全機抵抗の低減は2%から3%に向上し、全機へリブレットを施工した場合2%の抵抗低減ができる見通しを得た。なお、特許申請も完了させたことで、国内施工メーカが有利に活用できるようになった。 |

MDR: Mission Definition Review(ミッション定義審査)

FQUROH: Flight Demonstration of Quiet Technology to Reduce Noise from High-lift Configurations

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き)<br>気象影響防御技術については、関係機関と連携して、耐雷複合材料の要素研究を進めるとともに、滑走路雪氷検知技術について、埋設型雪氷モニタリングセンサのプロトタイプシステムを開発し、空港実証により雪氷検知性能を評価する。さらに、被雷危険性予測技術について、民間事業者と連携して予測ソフトウェアを開発し、旅客機運航データにより被雷危険性の予測性能を評価する。 | 気象影響防御技術については、北海道エアポートと連携協定を新たに締結、福井県との連携協定やWEコンソーシアム活動により関係機関と連携、耐雷複合材料の実用化を検討している国内企業と共同研究を締結、パーツレベルの耐雷複合材料としてサンドイッチパネルを製作し、成形性・耐雷性を評価し、耐雷複合材料の要素研究を進めるとともに、安全性を確保しつつ高い運航効率の実現に貢献する滑走路雪氷検知技術について、埋設型雪氷モニタリングセンサのプロトタイプシステムA-GLASS EMを開発し、福井空港と新千歳空港に埋設、ICAO新基準の全雪氷種類に対応する機能・積雪予測の空港実証を行った。さらに、被雷危険性予測技術については、夏季の関東および冬季の小松周辺における検証事例を増やすことにより予測性能を評価した結果、高いロバスト性を確認、アルゴリズムを改良し、より精度の高い予測が可能となるEMを開発した。 | 被雷危険性予測技術について、気象サービスプロバイダ1社は、大手エアラインでの試験運用を開始した。<br>安全性を確保しつつ高い運航効率の実現に貢献する滑走路雪氷検知技術について、ICAO新基準に対応可能となる雪氷モニタリングセンサのプロトタイプシステムを開発、福井空港と新千歳空港に埋設し、空港実証を実施した。<br>また、これらの成果が航空機運航・空港管理に適用されるようになれば、突発的な事故や遅延・欠航を低減でき、安全性を確保しつつ高い経済効率を実現する運航に貢献できる。 |

WE: WEATHER-Eye：Weather Endurance Aircraft Technology to Hold, Evade and Recover by Eye

ICAO：International Civil Aviation Organization

A-GLASS： Airport Ground LAser Sensor for Snow monitoring ： 埋設型雪氷モニタリングシステム

EM： Engineering Model

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き)<br>装備品技術については、パイロット等の運航判断を支援する技術等の研究を引き続き進め、状況認識支援技術の飛行実証を行う。また、GPS複合航法技術を組み込んだ装備品の認証技術について民間事業者への技術移転を完了させ、装備品の認証取得を支援する取り組みを民間主体の活動に移行する。 | 装備品技術については、パイロット等の運航判断を支援する技術等の研究を引き続き進め、（スマートフライト技術研究として）CFDT導入効果のためのシミュレーション開発を実施、首都圏空域再編後においても適応型時間管理アルゴリズムが有効であることを実証。航空局のメタリング導入に向けた活動を支援した。耐障害航法技術については、ニセGPS信号下において提案技術を利用することで正しい測位を行えることを実証。イノベーションチャレンジ連携先の技術と補完し合うことで不利な条件下にも対応することを確認した。<br>状況認識支援技術の飛行実証として、開発したマルチカメラシステムの飛行試験を行い、従来のターレットシステムに比べて良好な評価を得た。更にスマート暗視センサ搭載のための調整をほぼ完了した。<br>また、GPS複合航法技術を組み込んだ装備品の認証技術について民間事業者への技術移転のため、ソフトウェア（JAXAアルゴリズム含む）・ハードウェアが完成し、実装用アルゴリズムについては、ソフトウェア試験で機能確認を完了、航空局によるSOI#3（検証フェーズ審査）を実施。航空機装備品認証技術コンソーシアムを通じて、装備品の認証取得を支援する取り組みを民間主体の活動に移行する準備を整えた。<br><br>CFDT：Calculated Fix Departure Time | CFDT導入効果評価のためのシミュレーション開発により、航空局CARATSの重点的施策への成果に貢献した。<br>耐障害航法技術で開発した技術をベースに、空港等での実用化に向けた技術移転を目指し、メーカ1社と共同研究を開始することになった。<br>ヘリコプタの夜間飛行の安全性を向上する状況認識支援システムは、海外製の軍用システムしか実用化例がなく、飛行実証成果に基づき状況認識支援システムが国産化されれば、防衛用途のみならず災害対応等における夜間飛行の安全性向上に寄与することが期待される。<br>GPS複合航法技術のソフトウェアの一部である再利用コンポーネントRSCに対し、独立した仕様承認が得られる予定。独立したソフトウェア単体の承認は国内初となる。<br>装備品認証取得に向けた重要な知見を、国内の装備品メーカーに提供できる見込み。<br><br>CARATS：Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems<br><br>RSC：再利用可能コンポーネント |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き)<br>航空機利用の拡大に向けて、災害・危機管理対応統合運用システムについて、機体・地上間で共有する情報に新型コロナウイルス対応情報等も含むよう拡張し、初期的な運用評価等の取組を行う。 | 災害・危機管理対応統合運用システムについて、今年度は、災害・危機管理対応統合運用システム(D-NET)の機能向上として、衛星通信を用いた小型・軽量持込型機上システムの開発・適用や航空管制レーダの質問応答信号を用いた機体位置算出システムの統合により、全国40ヵ所の競技会場周辺を空域統制所から一元的に監視するシステム・体制を構築し、不審機の早期発見を可能にした。さらに、飛行計画の電子化・共有化、各時刻における飛行状況の可視化等を可能にする運航計画の調整機能を開発（特許出願）し、従来法より所要時間を65%削減した。これにより、500機を超える官庁機・民間機の空域一元監視と運航計画の調整が実現した。 | 左記の実績により、東京オリンピック・パラリンピック大会の安全・円滑な運営に貢献した。<br>また、上記実績により、D-NETが日本の低高度空域管理におけるデファクトスタンダートへと成長し、従来機・空飛ぶクルマ・無人機など多種多様な機体運航を実現する将来の運航管理プラットフォームの基礎を確立した。また、自衛隊のトンガ沖大規模噴火・津波対応に際し、 D-NETプログラムを改修し（陸上自衛隊システムへの対応、南半球での動作対応等）、現地で低高度運用される陸上自衛隊ヘリの活動状況を国内でも情報共有できる初のD-NET国外運用環境を迅速に提供し、国際緊急援助活動に貢献した。 |

D-NET：Disaster relief aircraft management system-Network

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）次世代を切り開く先進技術の研究開発<br>　低ソニックブーム設計技術等を核とする静粛超音速機統合設計技術や、航空 機起源のCO2排出量を抜本的に削減するための革新的技術等の獲得に取り組む。具体的には、低ソニックブーム／低抵抗／低騒音／軽量化に対する技術目標を 同時に満たす機体統合設計技術について、国際協力の枠組みを構築しつつ国内 の民間事業者の参画を図ることで、技術実証を視野に入れた研究開発を行う。また、我が国の優位技術の糾合を通じた電動航空機技術等の革新的技術の研究開発を行う。これらを通じ、我が国の航空科学技術の国際優位性の向上や国際 基準策定に貢献すること等により、社会の飛躍的な変革に向けた技術革新を目指す。 | （２）次世代を切り開く先進技術の研究開発<br>　静粛超音速機統合設計技術について、昨年度までに構築した国際協力の枠組みや国内の民間事業者との協力体制を活用して、実用的な低ソニックブーム設計技術を核とする機体統合設計技術の実証計画を立案する。加えて、NASA等関係機関と連携しつつ国際基準策定に貢献する。 | 　静粛超音速機統合設計技術について、昨年度までに構築した国際協力の枠組みや国内の民間事業者との協力体制を活用して、実用的な低ソニックブーム設計技術を核とする機体統合設計技術の実証計画を立案するため、国内航空機製造メーカとも協力して空中発進式の無推力超音速実証機システムの成立性検討を行った。<br>加えて、NASA等関係機関と連携しつつ行う国際基準策定への貢献の一環として、将来コンセプト機の検討を進めることについて、日本メーカを含めた関係機関と合意した。また、騒音認証試験手順、計測機器仕様、騒音評価手法等に関して、数値解析や不確かさ解析等を実施して技術検討結果をICAOの関連会合に提示し、ソニックブーム及び離着陸騒音に関する基準策定に向けた議論を推進した。<br>　昨年度は、ビジネスジェット機にJAXA静粛超音速機統合設計技術が有効であることを確認したが、今年度は、よりスケールの大きい旅客機サイズの機体に適用できるように、機体揚力を最適に分布させられるように設計技術を改良し、実機の排気条件も考慮した巡航条件において、全オフトラック位置で将来許容されると考えられる騒音レベルである85PLdB以下を達成した。 | 　将来、低ブーム超音速機のOEMとなる可能性が高い米国主要航空機メーカに対して、JAXA技術によりソニックブームの将来許容されると考えられるレベルを満足することを示すことができれば、我が国産業界の超音速機国際共同開発の参画につながる。また、陸上超音速飛行が可能になった場合の旅客輸送の市場規模は年間9600億円と予測しており、大きな経済効果が期待される。 |

OEM: Original Equipment Manufacturer

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| (続き) | (続き)<br>航空機電動化技術等の革新的技術については、他分野を含む関係機関との連携を通じて、国内優位技術を活用した燃料電池等の要素研究を引き続き実施するとともに、電動航空機用ハイブリッド推進システムについて技術実証システムの概念検討を完了する。 | 航空機電動化技術等の革新的技術については、中部大学（共同研究）、日本大学（共同研究）といった他分野を含む関係機関との連携を通じて、国内優位技術を活用した燃料電池等の要素研究を実施し、軽量なSOFC電解質材料技術の獲得として、従来材料より約33%の軽量化が見込めるSOFC電解質材料CTS7を提案中（世界で唯一）。また、電動航空機用ハイブリッド推進システムについては、技術実証システムの概念検討が計画通りに完了した。具体的には、電動ハイブリッド旅客機の課題を解決し価値を飛躍的に向上するコンセプトとして独自のBLI形態を考案し、忠実な解析によって世界最高レベルの燃費性能を提示することができた。また、電動要素故障時におけるエンジン・機体システムへの悪影響を回避する独自技術について、BBM試験を通じて概念検証することにより、電動ハイブリッド推進システム特有の課題を解決できる手法を提案できた。以上の成果は、特許3件として出願が完了した。 | 電動航空機用ハイブリッド推進システムについては、①信頼性確保技術による、航空産業以外の国内企業参入促進②ファン搭載設計技術の連携企業への移転による国内メーカの競争力向上③JAXA信頼性要求値の国際的な基準策定反映による国内メーカの競争力向上など、世界に先駆ける電動航空機技術が日本の産業競争力の強化に貢献できる。 |

BLI ： Boundary Layer Ingestion：境界層吸い込み技術

BBM試験 ： Bread Board Model試験：原理実証試験

SOFC ： Solid Oxide Fuel Cell ：固体酸化物形燃料電池

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発<br>数値流体力学（CFD）等の数値シミュレーション技術を飛躍的に高めるとともに、試験・計測技術、材料評価技術等の基盤技術の維持・強化に取り組む。具体的には、非定常 CFD 解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術等の研究開発を行う。また、風洞試験設備や実験用航空機等、航空技術研究開発における基盤的な施設・設備の整備及び試験技術開発について、老朽化等も踏まえ、我が国の航空活動に支障を来さないよう JAXA 内外の利用需要に適切に応える。これらを通じ、航空機開発の迅速化、効率化等を実現する航空機設計技術の確立を目指し、我が国の航空産業の持続的な発展に貢献する。 | （３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発<br>非定常CFD解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術について、機内騒音に関して試験・計測データによって検証された数値シミュレーションコードを開発し、これまで開発した個別分野のコード群を民間事業者等に技術移転しつつ、実機設計に資する統合シミュレーションコード開発に向け実機データによる検証等の準備を始める。（令和6年度 統合シミュレーションコード開発完了目標）<br><br>CFD：Computational Fluid Dynamics<br>Model-Based Systems Engineering (MBSE)<br>Model-Based Design(MBD)<br>DX：Digital Transformation<br>FASTAR-GSA: FAST Aerodynamic Routines - Global Stability Analysis | 非定常CFD解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術について、機内騒音に関して試験・計測データによって検証された6kHzまで評価可能な機内騒音予測ツールを開発。±2dBの精度を達成。また、機外騒音伝播予測についても、階層型格子のI/F機能拡張により、実機スケール・三次元形状を対象に、単極子散乱伝播解析にて、試験結果と一致する精度を達成した。<br>すでに産業界で利用され始めている、大規模時系列データのモード解析ツールFBasisへの提供予定機能となる、ノイズを大きく含むデータに対するデータ解析技術の開発を行い、非定常感圧塗料計測データに適用し、バフェットセルパターンを明瞭に抽出することに成功した。<br>また、実機設計に資する統合シミュレーションコード開発に向け実機データによる検証等の準備として、国産機の開発で蓄積されたデータを活用し、MBSE-MBD連携させた設計DXを検討した。MBSE-MBD連携による次世代システム設計技術を実現するためには、MBDで使用するシミュレーションの軽量迅速化が必要であるため、課題として重要かつ問題発生時に手戻りが大きい複雑な現象であるバフェットの予測技術に取り組み、FaSTARをベースに全体安定性解析コード(FaSTAR-GSA)を開発し、複雑形状への対応を可能にした。 | 非定常CFD解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術については、計画に基づき着実に実施。<br><br>大規模時系列データのモード解析ツールFBasisを開発しており、既にベンダーを介して産業界で利用され始めている（今年度、複数件の販売実績有）。また、新たに民間企業１社ともライセンス契約予定で知財課で契約手続き中。本研究で開発したモード解析法はFBasisの機能として提供予定である。 |

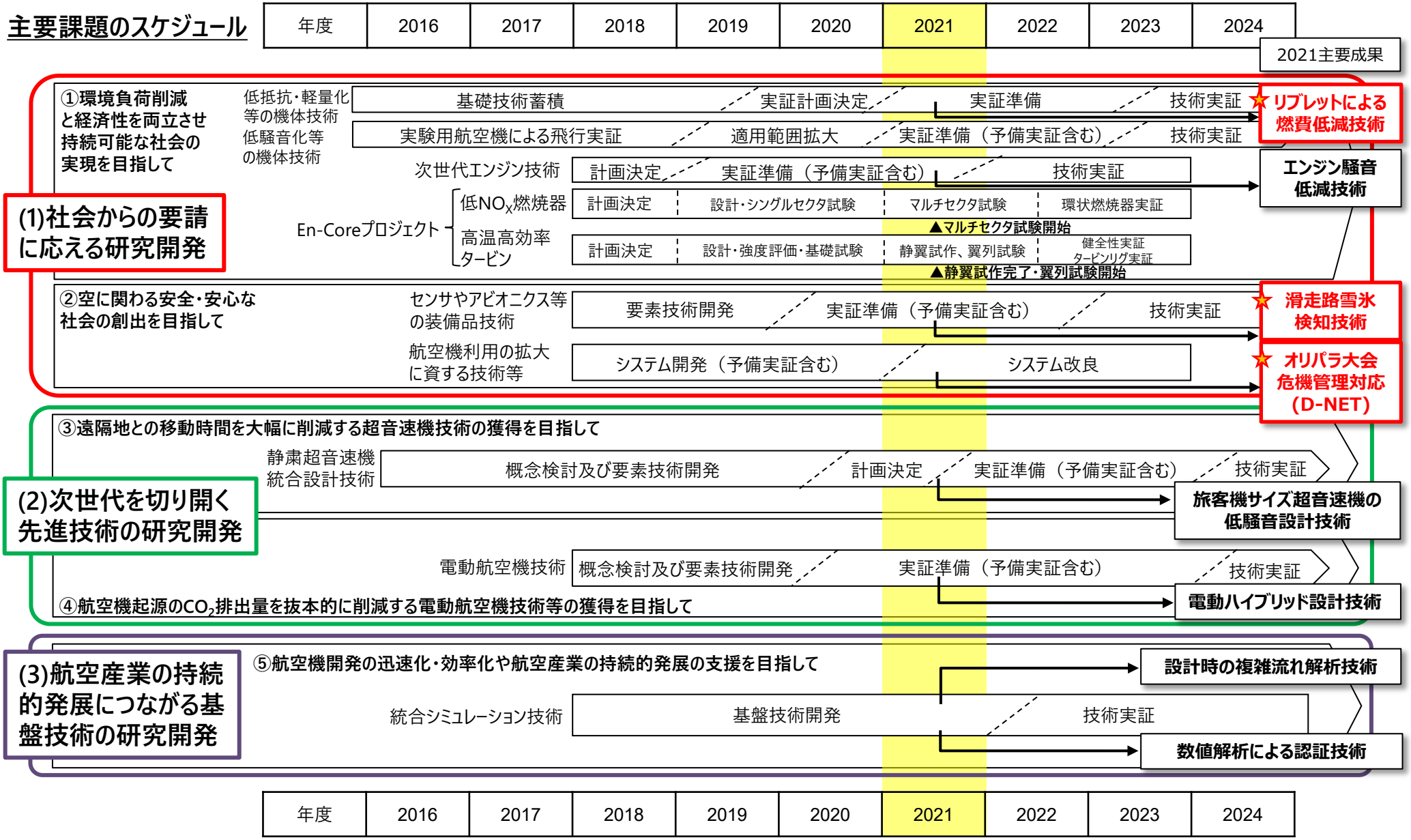
| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （続き） | （続き） | もう一つの重要な課題として、航空機性能を左右する航空機の翼胴結合部における剥離解析の課題に対し、航空分野で標準的なボーイングモデルの問題点を確認し、これを克服する修正パラメータを導入した独自のJAXAモデルを開発し、ボーイングモデルで推定できなかった剥離長さを、JAXAモデルでは実験データを推定できることを確認することで、JAXAの優位性を確認した。<br>また、航空機開発でリスクとコストの伴う飛行認証試験を数値解析で代替する CbA （ Certification by Analysis ） の課題に対し、JAXA の CFD：FaSTARベースのシミュレータによる検証を行い、飛行姿勢試験の解析誤差が飛行試験誤差と同等であることを確認した。 | 左記の成果に関し、航空機メーカとJAXA解析コード等を用いた実用研究計画を策定中であり、複雑現象に対応した航空機メーカにおける空力形状の設計開発の高効率化が期待される。 |
| | また、萌芽的研究から実用を促進する研究まで、幅広い範囲の基盤研究を計画・推進する。 | また、萌芽的研究から実用を促進する研究まで、幅広い範囲の基盤研究を計画・推進するため、競争的萌芽研究や新分野開拓研究の実施、基盤技術探索研究の新設・実施を行った。実施例として、「健康と福祉のための航空技術の開拓」（新分野開拓）や、「電気化学的コンデンサーを用いた接着剤硬化反応の検出」（基盤技術探索）等、幅広い範囲の研究を行った。 | 萌芽的研究から実用を促進する研究は、計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （続き） | （続き）<br>さらに、利用者ニーズに応える試験設備の整備・改修を進め、利用需要に応えた設備供用及び試験技術開発を実施する。 | 試験設備の整備・改修について、内外の航空分野の関係者が協働する「サイバープラットフォーム」に関し、部門の共通的な情報インフラ設備として構築するための多分野統合プラットフォーム（ISSAC PLATZ）の整備・改修を進めた。また、防衛装備庁受託「極超音速風洞高高度化調整役務」と防衛装備庁関連の外部供用試験等の実施や、雷撃試験装置の導入等、利用需要に応えた設備供用及び試験技術開発を実施した。 | 試験設備の整備・改修を進め、利用需要に応えた設備供用及び試験技術開発は、計画に基づき着実に実施。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| 【航空産業の振興・国際競争力強化】<br><br>○我が国の航空産業の振興、国際競争力の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＞<br>（成果指標）<br>○航空産業の振興・国際競争力強化に係る取組の成果<br>（マネジメント等指標）<br>○研究開発等の実施に係る事前検討の状況<br>○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況<br>（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）<br>○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>（成果指標）<br>○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果<br>○研究開発成果の社会還元・展開状況<br>（例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、施設・設備の供用件数等）<br>（マネジメント等指標）<br>○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況<br>（例：協定・共同研究件数等）<br>○外部資金等の獲得・活用の状況（例：受託件数等） |

## スケジュール

### 主要課題のスケジュール



# Ⅲ．５．　航空科学技術

**2021年度 自己評価　S**

**【評定理由・根拠】**

航空技術部門では、（１）社会からの要請に応える研究開発として、空の①環境と②安全・安心/利用拡大、（２）次世代を切り開く先進技術の研究開発として、③超音速機技術と④電動航空機技術、（３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発として、⑤航空機開発の迅速化・効率化に取り組んでいる。

これに対する今年度の成果として、（１）①分野において、航空機の摩擦抵抗を低減する世界トップレベルの技術を開発し、全機で2％の燃費を低減する技術を獲得した。また、エンジンの低燃費化設計に伴う騒音増大を解決する独自の吸音ライナ技術を開発し、従来より約40%高い吸音性能を実現した。（１）②分野において、航空機のオーバラン事故を防止するために世界唯一の滑走路雪氷モニタリングシステムを開発し空港実証を開始した。また、警備・警戒などの危機管理に対応するため、500機を超える官庁機・民間機の一元監視と運航計画調整機能を開発し、東京オリパラ大会の安全・円滑な運営に貢献した。（２）③分野において、JAXAの低ソニックブーム設計技術を米国主要航空機メーカの旅客機級コンセプト機に適用し、騒音を将来許容されるレベル以下にする設計を実現した。（２）④分野において、電動ハイブリット推進機体を実現する電動ファン搭載位置の空力最適化や、発電機の信頼性を向上させる故障抑制運転システムの開発に取り組み、実用化の大きな課題を解決した。（３）⑤分野において、これまで他機関では出来なかった複雑かつ大規模な航空機の流れや運動の現象を解析できる手法を開発し、高コストな実験の削減や設計時に予測できなかった不具合の発生を抑制するデジタル開発環境を構築した。

これらにおいて、世界初の技術実証、世界最高水準の性能の達成や実用化への道筋の明確化という成果を得たことから、「研究開発成果の最大化」に向けて特に**顕著な成果を創出したと評価**する。特に顕著な成果の詳細は以下に記載する通り。

**（１）社会からの要請に応える研究開発**

＜**①環境に負荷を与える排出物の削減や騒音の低減など、経済性を考慮しつつ持続可能な社会の実現を目指して：中長期目標と今年度成果**＞

機体の形状や構造を工夫して世界トップや世界初の抵抗低減/軽量化等の低環境負荷要素技術を開発し、飛行試験や大規模地上試験により有効性を実証する。エンジン技術については、高い燃費性能を維持しつつ、世界トップの低$NO_X$[*1]を実現する実機適用可能な要素技術を獲得する。これらの機体やエンジン技術の集積により、$CO_2$削減を目指す。また、世界トップの騒音低減デバイスや騒音予測ツールを開発し、実機や実エンジンを用いた試験により有効性を実証する。これら抵抗低減、軽量化、低排出エンジン技術、騒音低減・予測技術等をメーカやエアライン等に技術移転して、$CO_2$の削減や空港周辺や客室内における騒音被害の低減など環境負荷を下げる技術を社会実装し、日本の産業競争力を向上させつつ、持続可能な社会の実現に寄与する。

今年度の成果としては、**機体抵抗の5割を占める摩擦抵抗を低減するリブレット技術**に取り組んだ。リブレットは、機体表面に微細な溝を設けることにより摩擦抵抗を低減させるものであるが、JAXAでは数値流体解析や試験を通じてリブレットの現象理解を深め、**独自の片刃形リブレット(特許出願)を考案**、従来のリブレットより30%以上高い**世界トップレベルの摩擦抵抗低減性能を実現**し、**全機で2％の燃費低減技術を獲得した。**本成果を世界の全旅客機に適用すると**年間約1600万トンの$CO_2$削減と年間4800億円の燃料費削減が期待**できる。＜補足1参照＞

**エンジン低燃費化設計に伴う騒音増大を解決する吸音ライナ技術**に取り組んだ。エンジンナセル内部に設置される吸音ライナは、高速気流中で吸音性能が低下する問題がある。JAXAでは吸音ライナ表面に0.2㎜程度の微細孔を多数有する薄膜と特殊な空隙層を付加する**独自の吸音ライナ技術を考案**（特許出願）。その結果、小型エンジン試験によって従来の基準吸音ライナよりも**約40％騒音低減する吸音性能（-2dB）**を技術実証した。本成果による**高効率吸音ライナ**は、航空エンジンナセルへの適用をはじめ、**幅広い分野へのスピンオフ**が見込まれる。当該技術を産業界に移転することにより、**騒音問題を抱える企業の国際競争力を高め**ることができる。＜補足2参照＞

[*1] NOx…窒素酸化物

【評定理由・根拠】（続き）

＜②空に関わる安全・安心な社会の創出を目指して：中長期目標と今年度成果＞

航空機の安全な運航を阻害する乱気流や特殊気象（雪氷、雷、火山灰等）、航空交通量増大（空域・空港の混雑）などの課題に対して、航空機運航における安全性とともに運航効率等を向上する技術を開発し、飛行試験等によって有効性を実証する。また、災害対応・危機管理能力の強化のため、ヘリコプタや無人機の性能向上及びこれらの統合的な運用を可能にする技術/システムを開発し、民間企業への技術移転を通じて実用化する。これらの成果の社会実装によって航空機運航の安全性を向上させるとともに、装備品産業等の育成にも貢献する。また、航空利用拡大による安全・安心な社会の実現に貢献する。

今年度の成果としては、**航空機のオーバラン事故を防止する技術**に取り組んだ。オーバラン事故の防止には、滑走路の雪氷状態をリアルタイムでモニタできるシステムが必要である。今年度は近赤外高分解能カメラ の導入による高分解能の光散乱データと、AIアルゴリズム高度化により、**国際民間航空機関新基準の全雪氷状態を高精度かつリアルタイムで同定する世界唯一の技術を獲得**した。上記のリアルタイム同定技術を用いた埋設型雪氷モニタリングシステムを開発、**実証試験を福井空港・新千歳空港で開始**し、実環境下での雪氷状態のリアルタイム検知と予測が可能との成果を得た。本成果により、**オーバラン事故による遅延・欠航の低減が可能**となる。＜補足3参照＞

従来の**防災・減災に加えて警備・警戒も含めたより広い危機管理に対応する技術**に取り組んだ。国家的イベント（2021年東京オリパラ）においては、空域の監視や運航計画を調整するシステムが必要である。今年度は、災害・危機管理対応統合運用システム(D-NET)の機能向上として、衛星通信を用いた小型・軽量持込型機上システムの開発・適用や航空管制レーダの質問応答信号を用いた機体位置算出システムの統合により、全国40ヵ所の競技会場周辺を空域統制所から一元的に監視するシステム・体制を構築し、**不審機の早期発見**を可能にした。さらに、飛行計画の電子化・共有化、各時刻における飛行状況の可視化等を可能にする**運航計画の調整機能**を開発（特許出願）し、**従来法より調整時間を65%削減**した。これにより、**500機を超える官庁機・民間機の空域一元監視と運航計画の調整が実現し、東京オリパラ大会の安全・円滑な運営に貢献**した。＜補足4参照＞

（２）次世代を切り開く先進技術の研究開発

＜③遠隔地との移動時間を大幅に削減する超音速機技術の獲得を目指して：中長期目標と今年度成果＞

低ソニックブーム／低抵抗／低騒音／軽量化に対する技術目標を同時に満たす世界トップの機体統合設計技術を開発しつつ、飛行実証計画を立案する。得られた成果の提供により、2030年代に予想される陸地上空を超音速飛行する超音速機の市場を拓く国際基準策定を推進し、超音速機の国際共同開発でのシェア獲得に貢献する。

今年度の成果としては、JAXA独自の低ソニックブーム設計技術を米国主要航空機メーカによる**旅客機サイズの低ブームコンセプト機**に適用し、**陸上超音速飛行が許容される低騒音化実現に目途**を得た。陸上超音速飛行が可能になった場合の**旅客輸送の市場規模は年間9600億円と予測**しており、大きな経済効果が期待される。＜補足5参照＞

＜④航空機起源の$CO_2$排出量を抜本的に削減する電動航空機技術等の獲得を目指して：中長期目標と今年度成果＞

我が国の優位技術を糾合して、世界に未だ無い旅客機に適用できる世界トップの電動航空機技術を獲得し、大規模地上実証に向けた計画を立案する。これにより、世界で始まった技術開発競争を勝ち抜き、将来の電動航空機の国際共同開発における優位な立場を獲得し、脱炭素社会の実現に貢献する。

今年度の成果としては、エンジンと電動ファンを連携させるハイブリッド推進システムの実用化に向け、燃費削減と実機成立性を同時に実現（特許出願）する**電動ファンの最適配置設計を見出し**、エンジンに搭載した発電機に不具合が発生した際にエンジン本体の過回転による**推進システムの故障を防止する技術を考案**して原理実証試験により有効性を確認（2件の特許出願）した。これらにより、**実用化に向けたシステム配置の問題を解決した**。＜補足6参照＞

【評定理由・根拠】（続き）

**（３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発**
**＜⑤我が国の航空機開発の迅速化・効率化や航空産業の持続的発展の支援を目指して：中長期目標と今年度成果＞**

次世代細胴機、空飛ぶクルマや無人機等の開発・運用や、国内完成機事業の再開を対象として、世界トップの多分野統合数値シミュレーション技術の獲得、世界トップ・世界初の先進的な試験・計測技術の開発、将来需要を見据えた基盤的な施設・設備の整備を推進する。これらの活動により、空の移動に関わるJAXA 内外の利用需要に応え、世界トップや世界初の基盤的技術や設備を維持・強化し、メーカーの開発環境を支援して産業や学術分野における国際競争力の向上に寄与する。

今年度の成果としては、航空機の空力性能に大きく影響する翼胴結合部の流れの剥離現象を正確に計算できる乱流モデルや、航空機の安全性を損なうバフェット（衝撃波振動）を3次元複雑形状に対して予測できる**安定性解析コードを世界に先駆けて開発**。航空機開発における数値シミュレーションの活用範囲を拡大し、**近年増大する開発コストや開発期間の短縮を可能とした。**これらのシミュレーション技術は航空以外の分野における利用も期待されている。＜補足7参照＞
また、航空機開発のDXにより認証プロセスを革新する研究開発として、JAXAのコア技術であり**世界トップレベルの解析速度をもつ流体解析ツールFaSTARの結果を飛行シミュレータに組み込み**、シミュレーションによる飛行姿勢や安定性等を飛行試験データと比較検証、**認証のための飛行試験の一部をシミュレーションで代替できる可能性を示した。**＜補足8参照＞

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

## 補足１　①環境に負荷を与える排出物の削減など、経済性を考慮しつつ持続可能な社会の実現を目指して

### 背景・課題：機体抵抗を低減するリブレット技術の必要性と課題

旅客機の燃費を良くするためには、**機体抵抗成分で最も多い**割合を占める（約50%）**表面摩擦抵抗を低減させることが効率的**であり、すでに運用されている**既存の機体にも適用できる利点を持つリブレット実用化技術**に注目した。リブレットは機体表面に**微細な溝を施工することで表面摩擦抵抗を低減**する技術であるが、実際の旅客機の運用に必要不可欠な、**①従来リブレット性能を上回る空力性能、②施工性、③耐久性を併せ持つリブレット技術が必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

### アウトプット：世界トップの摩擦抵抗低減技術を獲得

**①従来リブレット性能を上回る空力性能**

リブレット溝断面は、図1Aの**大きな溝断面積が理想**だが 強度が確保できず、現状は図1Bのような効果の小さい溝断面を採用している。**JAXAでは数値流体解析や試験を通じて現象の理解を深め、独自の片刃形リブレット(特許出願)を考案**し、従来(図1B)より30%以上高い**世界トップレベルの抵抗低減を実現**し、**2%の燃費低減技術を獲得**した。（図2、図3C参照）

**②既存のエアライン運用機体に適用できる施工性**

**耐久性のある既存の航空機用塗料で塗装とリブレット溝の両方を同時施工する技術**について、転写シート成形法と、レーザー加工法の2種を企業2社と共同開発し、サンプル評価試験をエアラインで実施して、**実運用の基準を満たす付着強度**と**旅客機に重要な美観も併せ持つ評価**を得た。

**③飛行試験による耐久性確認**

2022年5月以降に実施する、実際の**エアライン運航機体による耐久性確認飛行試験の準備が完了**した。（図3D参照）

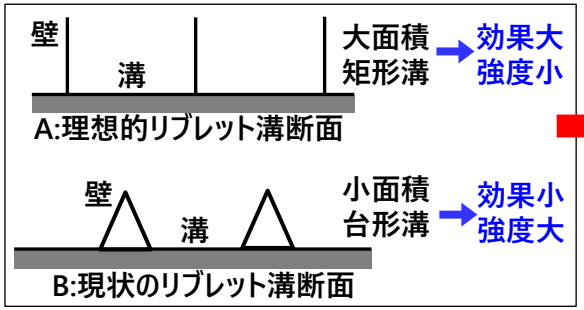



図1 従来リブレットの課題

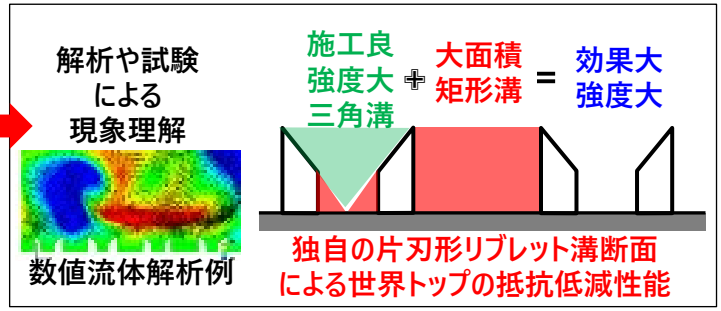



図2 JAXA独自の片刃形リブレットによる世界トップの抵抗低減

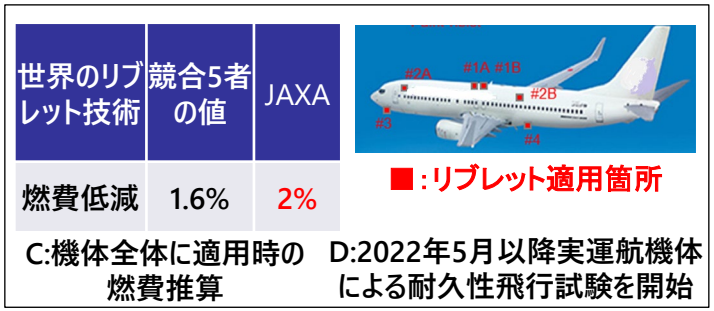



図3 燃費低減と飛行試験実証

### 期待されるアウトカム：世界トップの抵抗低減技術による国際競争力向上と$CO_2$削減

リブレット技術は、今ある機体にも適用できるため、来年度のエアライン飛行試験等を通じて耐久性評価や大面積施工技術開発が進んで技術移転されることにより、**日本の産業競争力向上に貢献**できる。また、リブレット技術を現在運航中の世界中の旅客機に適用すると、**年間約1600万トンの$CO_2$削減と4800億円の燃料費削減が期待でき持続可能な社会の実現に貢献できる**。

# 補足２　①環境に負荷を与える排出物の削減など、経済性を考慮しつつ持続可能な社会の実現を目指して

## 背景・課題：騒音を低減する高効率吸音ライナ技術の必要性と課題

エンジンの**燃費改善のための高バイパス比化とナセルの縮小**は、ファンとの空力干渉増加とファン騒音の吸音面積の減少により**騒音増加をもたらす**ため、将来の航空機には燃費削減技術に対応した低騒音化技術が必要である。燃費改善のためにナセルを縮小しても**高い吸音性能を実現するライナ技術が必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

## アウトプット：JAXA独自の高効率吸音ライナ技術の開発

**高速気流中でも高い吸音率を実現する吸音技術**

エンジンナセル内部に設置する**吸音ライナの課題の一つは、高速気流中で吸音率が低下する**ことである。これは、吸音ライナ開口部からセル構造への気流の流入に起因する。対策として、吸音ライナ表面に0.2㎜程度の微細孔を多数有する**薄膜**（FPF：Fine-Perforated-Film）と**特殊な空隙層を付加する独自の吸音ライナ**を考案した（特許出願）。要素試験とCFDによる改良を重ね、高速気流中でも高い吸音性能を維持できる**高効率吸音ライナ技術を開発（図2）**し、従来の基準吸音ライナ（図1）よりも**約40％騒音低減する吸音性能（-2dB）**をエンジン試験で実証（図3）した。また、吸音現象の把握と新しい構造の効果を予測するために、**インパルス波形応答を組み合わせたCFD解析**を提案し、短時間で広帯域の吸音特性を把握することが可能となり、高効率吸音ライナの**開発サイクルを加速**することに貢献した。

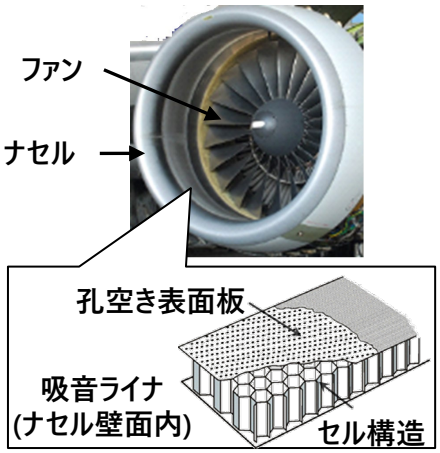


図1 従来の基準吸音ライナ

吸音率が低下する従来ライナをJAXAの解析・試験技術で改善

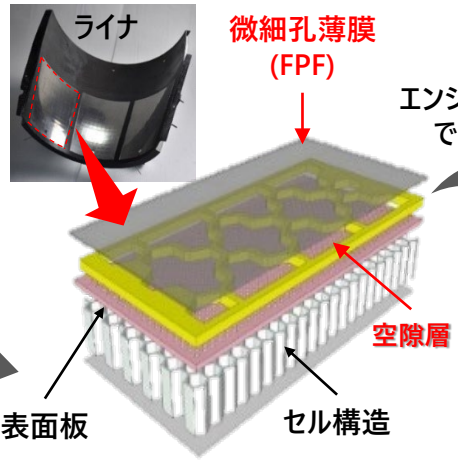
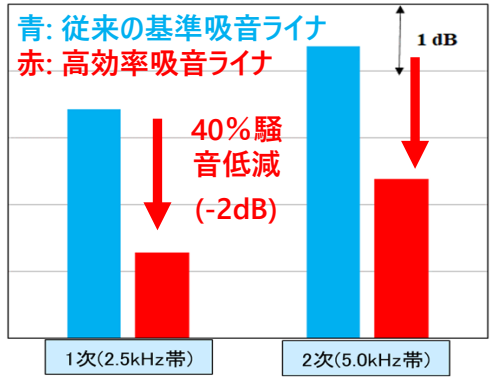


図2 高効率吸音ライナ(独自技術)

エンジン試験で実証


エンジン試験の様子



高効率吸音ライナの騒音低減効果

図3 エンジン試験により従来技術より約40%の騒音低減を実証

## 期待されるアウトカム：独自の吸音と騒音解析技術による国際競争力の向上

本高効率吸音ライナは、国内外の航空関連企業が関心を持っている。航空エンジンナセルへの適用と並行して、小型エンジンメーカの圧縮機低騒音化検討など**幅広い分野へのスピンオフ**が見込まれる。当該技術を産業界に移転することにより、**騒音問題を抱える企業の国際競争力を高め**ることができ、最終的には**社会の騒音問題の解決に貢献**することができる。

CFD：Computational Fluid Dynamics

# 補足３　②空に関わる安全・安心な社会の創出を目指して

## 背景・課題：過酷な気象状況下でも安全に運航する技術の必要性

世界最悪の積雪が発生する**日本の気象環境は過酷**であり、滑走路のオーバラン事故の防止のための取り組み等、**安全性や運航率に与える影響を最小化する技術が必要**である。ICAO*の滑走路雪氷時の新運航基準では、雪氷状態からタイヤと滑走路間での滑り易さを求めるため、**①雪氷状態をリアルタイムで検知できる技術、②埋設型雪氷モニタリングシステムが必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

*国際民間航空機関

## アウトプット：独自のセンサ技術を用いた埋設型雪氷モニタリングシステムの空港実証

**①雪氷状態のリアルタイム検知技術**　：　雪氷内の光散乱が雪氷の厚さや雪質により異なる現象を捉え、AIで**雪氷状態をリアルタイムに同定する検知技術**を企業大学と共同で開発したが、今年度は近赤外高分解能カメラ (輝度8bit→14bit)の導入による高分解能の光散乱データと、AIアルゴリズム高度化(特徴量に基づく多段階同定)により、**ICAO新基準要求の全雪氷状態を高精度かつリアルタイムで同定する世界唯一の技術を獲得**（図1）した。

**②埋設型雪氷モニタリングシステム**　：　上記のリアルタイム検知技術と新配置光学系による図2の埋設センサ（滑走路の既存埋設灯火構造と互換）を組み合わせて**埋設型雪氷モニタリングシステムを開発**、防災科研と共同開発の積雪氷予測技術も搭載した。**実証試験を福井空港・新千歳空港で開始**（図3）し、実環境下での雪氷状態のリアルタイム検知と予測が可能であるとの成果を得た。

**③事業化の検討促進**　：　システム全体の空港運用・事業化の本格検討を複数の関係企業等と開始し、米国での事業化を見据え企業と米国特許を共同出願した。さらに空港会社や鉄道会社等のユーザとも連携を開始している。

| ICAO新基準要求と滑走路適用性 | 衛星リモセン (千葉大他) | VAISALA社 (フィンランド) | JAXA |
|---|---|---|---|
| 全種雪氷状態の同定能力 | × | × | 世界唯一 →〇 (FY2020は△) |
| 雪氷厚さ計測能力 | × (精度数百ミリ) | △ (有無の検知) | 〇 (精度数ミリ) |
| 滑走路への適用性 | △ (観測時間に難) | 〇 (滑走路埋設型) | 〇 (滑走路埋設) |

赤：FY2021成果

図1 雪氷同定/厚さ計測、滑走路適用を実現する世界唯一の技術

埋設センサ開発



図2 埋設センサ

空港実証




図3 埋設型雪氷モニタリングシステムの新千歳空港実証

## 期待されるアウトカム：より安全・安心な飛行の実現と装備品の産業競争力向上

**世界唯一のセンサ技術の技術移転**等により、安全運航分野における技術優位性を高め、**日本の国際競争力の向上**に寄与できる。また、積雪氷予測を含む雪氷モニタリングシステムの運用により航空機運航・空港管理が実施されるようになれば、**突発的なオーバラン事故や遅延・欠航を低減**でき、**安全性を確保しつつ高い経済効率を実現する運航に貢献**できる。

# 補足４　②空に関わる安全・安心な社会の創出を目指して

## 背景・課題：防災・減災からより広い危機管理に対応する必要技術

従来の防災・減災に加えて警備・警戒も含めたより広い危機管理に対応するため、国家的イベントである**東京オリパラ大会において以下の課題に対応**した。
・イベント会場周辺の飛行制限空域を**低高度飛行するヘリコプタや小型飛行機は従来の航空管制システムの覆域外**となるため、**①低高度空域の監視システムが必要**とされた。
・多省庁連携（警察庁、消防庁、海上保安庁、自衛隊等）による警備・警戒や、民間事業会社による報道・インフラ監視等の目的で多数機が運航されるため、**イベントの安全・円滑な運営と周辺空域の飛行安全（過密防止）**のための**②運航計画調整システムが必要**とされた。

## アウトプット：D-NET *を用いた空域統制による東京オリパラ大会への貢献

**災害・危機管理対応統合運用システム(D-NET)を500機超の官民機に適用し、**
**①低高度空域監視**　：　衛星通信を用いた小型・軽量持込型機上システムの開発・適用や航空管制レーダの質問応答信号を用いた機体位置算出システムとの統合化により、**全国40ヵ所の競技会場周辺を空域統制所から一元的に監視するシステム・体制を構築し、不審機の早期発見**を可能にした。（図1、図2参照）
**②多機関・多数機の運航計画調整**　：　運航計画の電子化・共有化、運航状況の可視化等による**運航計画調整機能を開発（特許出願）し、従来法より調整時間を65%削減**した。（図1参照）

⇒①と②の成果により、**東京オリパラ大会の安全・円滑な運営に貢献**した。

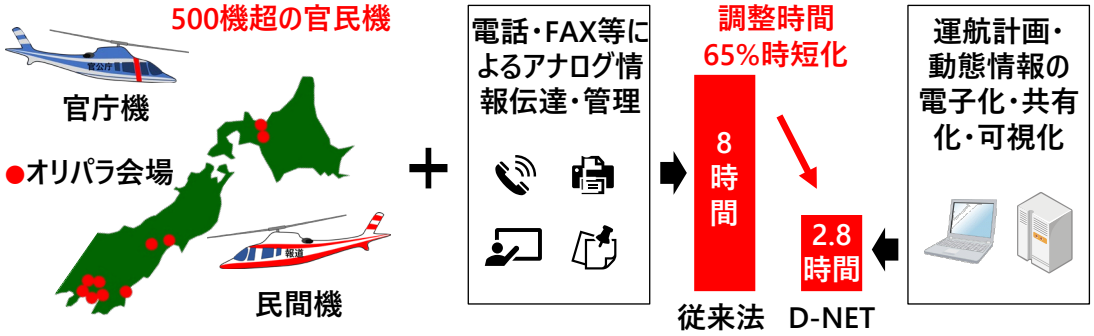



図1 全国40ヵ所の競技会場空域の一元監視と運航計画調整の効率化




図2　一元的な監視と運航計画調整が東京オリパラ大会運営に貢献

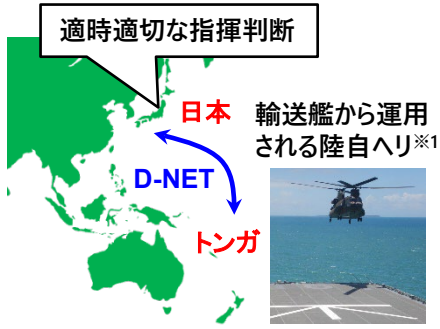



図3 トンガ災害対応で初のD-NET国外運用環境を迅速に提供

※1 陸上自衛隊Twitterより引用

## アウトカム：低高度空域管理におけるデファクト化と国際緊急援助活動への貢献

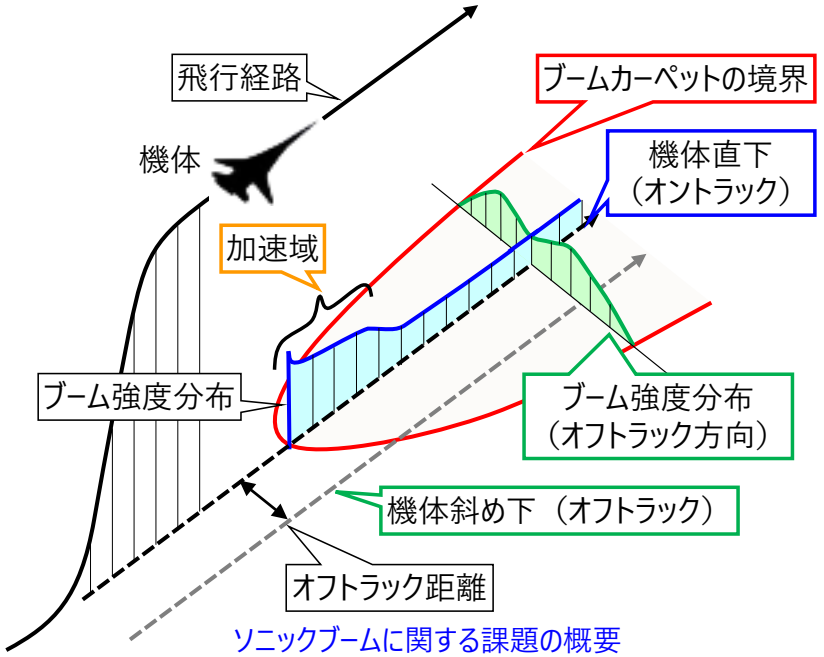
D-NETが日本の**低高度空域管理におけるデファクトスタンダートへと成長**し、従来機・空飛ぶクルマ・無人機など多種多様な機体運航を実現する**将来の運航管理プラットフォームの基礎を確立**した。また、**自衛隊のトンガ沖大規模噴火・津波対応**に際し、 D-NETプログラムを改修し（陸上自衛隊システムへの対応、南半球での動作対応等）、現地で低高度運用される陸上自衛隊ヘリの活動状況を国内でも情報共有できる**初のD-NET国外運用環境を迅速に提供**し、**国際緊急援助活動に貢献**した。（図3参照）

*D-NET：Disaster relief aircraft management system-Network

# 補足５　③遠隔地との移動時間を大幅に削減する超音速機技術の獲得を目指して

## 背景・課題：静粛な超音速機技術の必要性

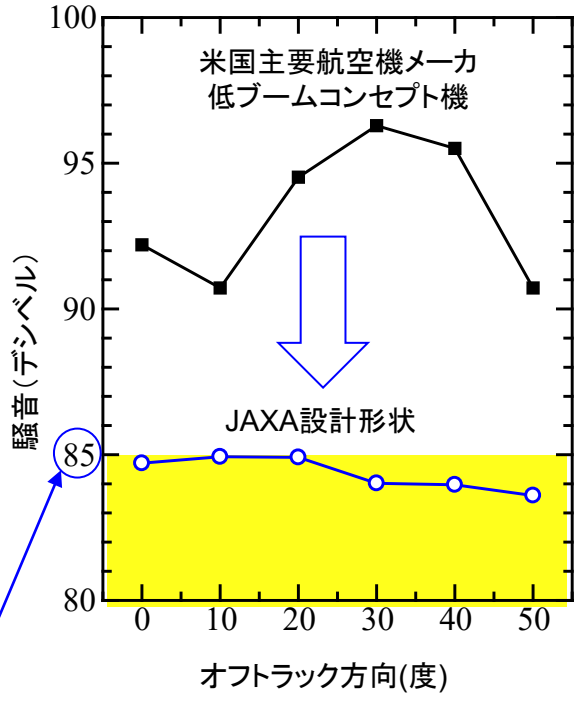
**超音速機が社会に受容されるため**には、陸上の超音速飛行が**機体直下及び機体斜め下（オフトラック方向）の位置で**凡そ85PLdBレベルの**騒音（ソニックブーム）低減が必要**であり（下図）、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。




ソニックブームに関する課題の概要

## アウトプット：静粛超音速機の低騒音設計

昨年度は、ビジネスジェット機にJAXA設計技術が有効であることを確認した。今年度は、よりスケールの**大きい旅客機サイズの機体に適用できるよう**に、機体揚力を最適に分布させられるように**設計技術を改良し**、実機の排気条件も考慮した巡航条件において、**全オフトラック位置で将来許容されると考えられる騒音レベルである85PLdB以下を達成**した（右図）。今後は実証試験により技術力を向上させる。
また、実証試験計画を含めた研究開発概要を下記QRコードのWebサイト（YoutubeのJAXAチャンネル）にて公開中。




## 期待されるアウトカム：国際競争力の向上

将来、低ブーム超音速機のOEMとなる可能性が高い米国主要航空機メーカに対して、JAXA技術によりソニックブームの将来許容されると考えられるレベルを満足することを示すことができれば、**我が国産業界の超音速機国際共同開発の参画につながる。**また、陸上超音速飛行が可能になった場合の**旅客輸送の市場規模は約9,600億円／年*と予測**しており、**大きな経済効果が期待**される。
*2050年までに1機あたり218億円の超音速機が4414機発注される場合の今後30年にわたる市場規模（合計96兆円）に対し、30%の国内シェア獲得を予測した場合。

## 評定理由・根拠（補足）

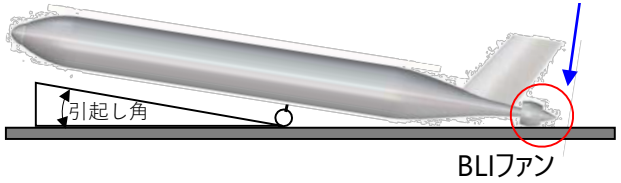
**補足６　④航空機起源の$CO_2$排出量を抜本的に削減する電動航空機技術等の獲得を目指して**

### 背景・課題：電動ハイブリッド航空機実現に必要となる技術

**厳しい$CO_2$削減要求に対する解の一つとして、エンジンと胴体尾部電動BLI*ファン(下図)を連携させるハイブリッド推進システムが期待されているが、**運用性を考慮した燃費削減、故障時に飛行継続に影響させない、等の課題解決のため、**①尾部推進システムの最適配置設計と②発電システムの信頼性/エンジン保護が必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

*BLI(Boundary Layer Ingestion：境界層吸い込み技術)

引き起こし角を確保するため尾部形状が制約され、BLIファンを効率的に作動させるための低速流を吸い込み難く、十分な燃費削減効果が得られない




他機関が提案するBLIファン搭載尾部形態の課題

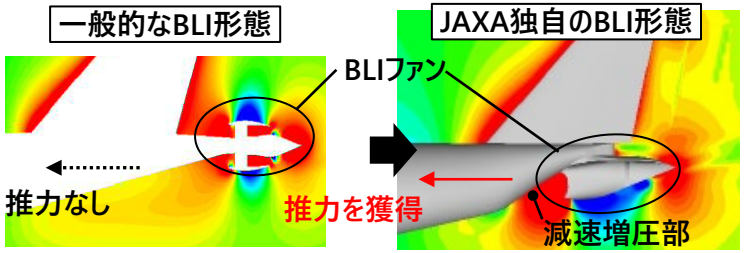
### 期待されるアウトカム：他産業の航空分野参画促進、産業界競争力強化への貢献

①信頼性確保技術による、航空産業以外の国内企業参入促進②ファン搭載設計技術の連携企業への移転による国内メーカの競争力向上③JAXA信頼性要求値の国際的な基準策定反映による国内メーカの競争力向上など、**世界に先駆ける電動航空機技術が日本の産業競争力の強化に貢献**する。

### アウトプット：世界最高の燃費低減と、独自の保護技術による故障可能性の低減

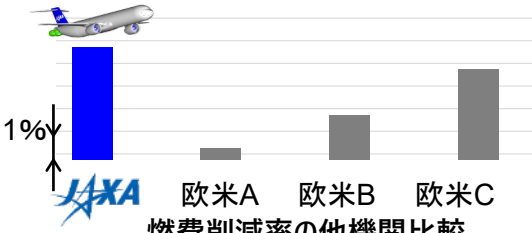
#### ①システムの最適配置設計

**BLIファンナセル形状・サイズ・位置および胴体尾部形状の工夫により、現行機より5%以上燃費削減する世界最高レベルの燃費削減率**（下図）と、現行機と同等の離着陸操縦時引き起こし角を同時に**実現**（BLIファン搭載法**特許**出願）し、**実用化に向けた尾部推進システム配置の問題を解決**した。




**胴体推力獲得設計による空気抵抗削減の工夫**

胴体尾部**絞り形状とBLIナセル配置を同時最適化することで**、流れを減速させ、同時に**増圧。双発形態により低速域を広く捕獲しファンを効率的に作動**させることに加え、増圧部が胴体を前方に押し抵抗を低減する(推力に相当)効果により燃費を削減した。

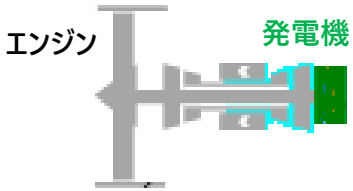



**燃費削減率の他機関比較**

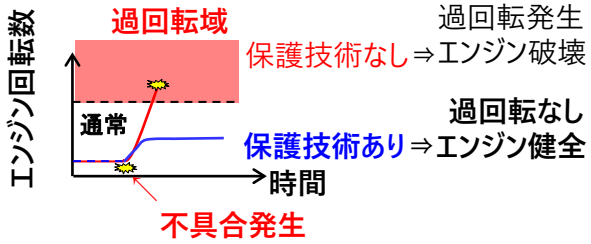
※航続距離約4000nmの飛行に必要な燃料重量について、現行機からの削減割合を表示
※他機関の性能に関する公知情報を基に、JAXAが解析

#### ②発電システムの信頼性/エンジン保護技術

ジェットエンジンに連接する**発電機の不具合時に**、発電機を故意に不作動状態に変化させ高速電磁ブレーキとして兼用し、**エンジン本体の過回転発生を抑制して連鎖故障を防止する世界初の技術を考案**した。模擬装置試験により不具合発生時の挙動を実証（下図）し、本技術適用前と比較し、**故障が発生する可能性を凡そ1/10000に低減**できることを確認（2件**特許**出願）した。本技術は、安全対策用の追加機器が不要で重量増大の懸念が無いため、**電動ハイブリッド推進システム成立の見通しを得た**。




**エンジン/発電機の連接により発電機故障がエンジン故障を誘起**




**発電機故障時にエンジン過回転故障を防止する保護技術**

# 補足７　⑤我が国の航空機開発の迅速化・効率化や航空産業の持続的発展の支援を目指して

## 背景・課題：現象解明とモデリング技術、予測技術の必要性

航空機システムの複雑化に伴い、開発コストが増大し、開発期間も長期化している。この課題を解決するため、数値シミュレーション等のデジタル技術を活用したバーチャル空間試験による短時間・低コストの性能評価が重要である。特に、航空機の安全性を確保するために重要な**①翼胴結合部の空気流れ（コーナー剥離）**や**②衝撃波振動（バフェット境界）**等の**複雑現象を予測可能な技術が必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

## アウトプット：世界トップの複雑現象解析技術

### ①コーナー剥離解析（図1、下表）

**航空分野で標準的**に使用される既存の**乱流モデル（ボーイングモデル）で実験結果を正しく計算できなかった原因**が、空気流れの**乱流現象に起因する渦粘性係数が過大であることを確認**し、**渦粘性係数の時間項に加減速時にのみ修正されるパラメータを導入したJAXA独自の乱流モデルを開発**した。

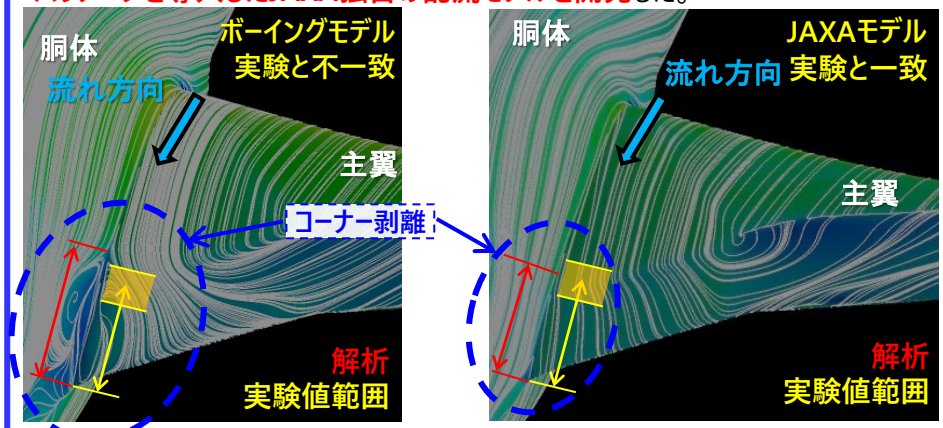



図1　世界に先駆けてコーナー剥離を正確に解析

JAXA解析技術群は従来の解析で不可能だった推定を可能にし、主要航空機メーカ・海外研究機関が到達できなかったレベルの**開発コスト低減と安全性確保への道筋を開いた**。

### ②バフェット境界予測（図2、下表）

航空機メーカ、海外研究機関が**開発不可能だった実用的な解析コードを**、大規模行列を陽に形成しない手法を採用、**JAXA独自の全体安定性解析コードを開発**した。

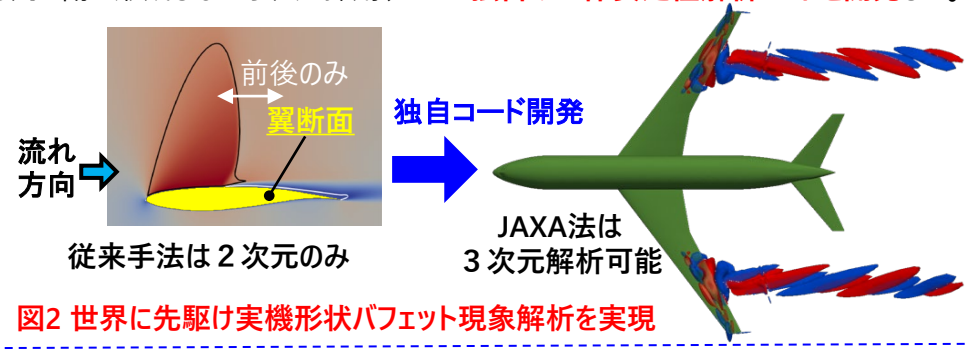



図2 世界に先駆け実機形状バフェット現象解析を実現

| JAXA解析技術の優位性 | ①コーナー剥離解析* | | ②バフェット境界予測 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 機関（国） | 剥離の長さ | 解析精度 | 乱流 | 複雑形状 | 3D** |
| ボーイング (米) | 146 | × | ○ | × | × |
| DLR/Liverpool (独) | - | - | ○ | ○ | △ |
| ★ JAXA | 127 | ○ | ○ | ○ | ○ |

＊実験で計測されたコーナ剥離長は104-134mm

＊＊3D:3次元解析への対応を示す。×は準2次元計算、△は小規模な3次元解析

## 期待されるアウトカム：複雑な流れの現象に関する開発コストの低減

複雑現象に対応した空力形状の設計開発に際し、JAXAの解析コード群を活用することにより**航空機開発コストの低減に貢献**できる。シミュレーション結果は情報公開済で、航空産業界のみならず他の分野や学術界での利用が可能となっており、**JAXA成果の幅広い産業分野への適用が期待**できる。

# 補足８　⑤我が国の航空機開発の迅速化・効率化や航空産業の持続的発展の支援を目指して

## 背景・課題：航空機開発のDX技術の必要性

**リスク／コスト低減のため、**航空機開発・認証におけるDX技術として**数値解析を用いた認証（CbA：Certification by Analysis）が注目**され、欧米を中心にCbAの適用に関するガイドラインが議論**されている。飛行性分野でCbAを実施するため**には、認証で行われている**飛行試験を数値解析で代替することが必要**であり、課題解決に向けて社会実装可能な技術を開発する。

## 期待されるアウトカム：認証のリスク／コスト低減に貢献する航空機DXコンソーシアム

成果の受け手となる航空機メーカや、CbAの国際ワーキンググループ（欧米の機体メーカ及び認証機関が検討メンバー）と連携した研究進展により、**DXによる認証のリスク／コスト低減が期待**される。航空機ライフサイクルDXコンソーシアムを**2022年度に設立予定**であり、産学官連携促進による**産業競争力の強化が期待**される。

## アウトプット：　CFDベースの飛行シミュレータ開発

CFDベースの飛行シミュレータを開発し、**機体の縦のバランス（トリム）を想定した飛行運動解析を実施**した。機体メーカの飛行シミュレータ（図1）を採用し、空力データベースをJAXAのCFD（数値流体力学）コードFaSTARで解析した結果に置き換えている。解析結果を飛行試験結果と比較したところ、**解析誤差が飛行試験誤差と同等**（図2）であり、**解析で飛行試験を代替できる可能性を示した。**パイロットが操縦して評価可能な**CFDベース飛行シミュレータは世界初**（公開情報ベース）（表1）。




図1　飛行試験を代替するCFDベース飛行シミュレーター

JAXAのCFD技術を適用

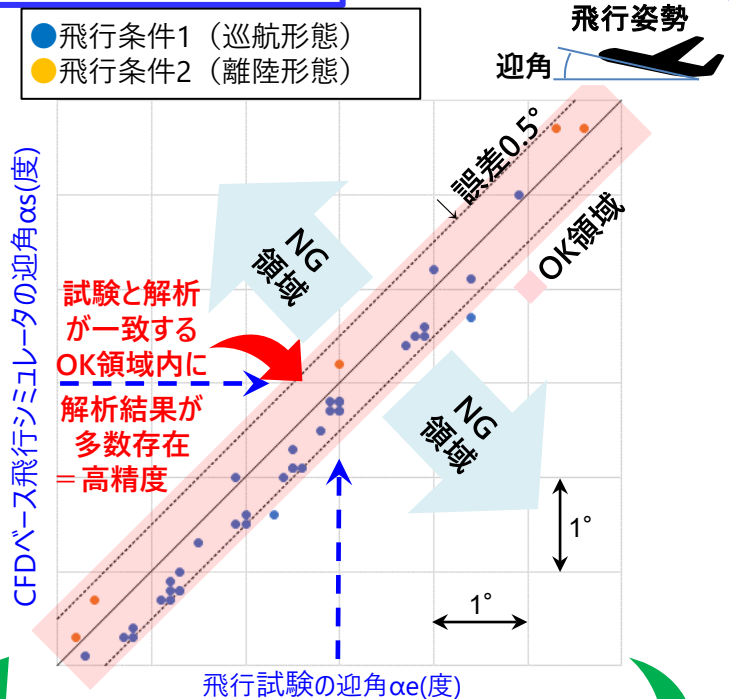



図2　高精度で飛行姿勢を模擬するCFDベース飛行シミュレーター

表1 パイロット評価やコストに優れるJAXAシミュレータ

| 飛行特性検証法 | パイロット評価有無 | コスト/時間削減 |
|---|---|---|
| 飛行試験（従来手法） | ○ | × |
| CFDベース飛行シミュレータ(海外機関) | × | △ |
| ★ CFDベース飛行シミュレータ (JAXA) | ○ | ○ |

| （1）社会からの要請に応える研究開発 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 目的 | 分類 | 中長期アウトプット目標 | 中長期アウトカム目標 | FY2021アウトプット | FY2021アウトカム |
| ①<br>環境に負荷を与える排出物の削減など、経済性を考慮しつつ持続可能な社会の実現を目指して | 抵抗低減・軽量化・高効率化 | 機体の形状や構造を工夫して世界トップや世界初の抵抗低減/軽量化等の低環境負荷要素技術を開発し、飛行試験や大規模地上試験により有効性を実証する。エンジン技術については、高い燃費性能を維持しつつ、世界トップの低NOxを実現する実機適用可能な要素技術を獲得する。これらの機体やエンジン技術の集積により、$CO_2$削減を目指す。 | 世界トップや世界初の、抵抗低減、軽量化、低排出エンジン技術、騒音低減・予測技術等をメーカやエアライン等に技術移転し、$CO_2$の削減や空港周辺や客室内における騒音被害の低減など環境負荷を下げる技術を社会実装して、日本の産業競争力を向上させつつ、持続可能な社会の実現に寄与する。 | **機体抵抗の5割を占める摩擦抵抗を低減するリブレット技術**に取り組んだ。リブレットは、機体表面に微細な溝を設けることにより摩擦抵抗を低減させるものであるが、JAXAでは数値流体解析や試験を通じてリブレットの現象理解を深め、**独自の片刃形リブレット(特許出願)を考案**、従来のリブレットより30%以上高い**世界トップレベルの摩擦抵抗低減性能を実現**し、**全機で2%の燃費低減技術を獲得**した。 | リブレット技術は、将来機のみならず今ある機体にも適用できる汎用性を持っており、来年度予定のエアライン飛行試験等を通じて耐久性評価や大面積施工技術開発等が進んで技術移転されることにより、日本の産業競争力向上に貢献できる。また、リブレット技術を現在運航中の世界中の旅客機の胴体に適用すると、**年間約1600万トンの$CO_2$削減と4800億円の燃料費削減が期待でき持続可能な社会の実現に貢献できる。** |
| | 騒音低減 | 世界トップの騒音低減デバイスや騒音予測ツールを開発し、実機や実エンジンを用いた試験により有効性を実証する。 | | **エンジン低燃費化設計に伴う騒音増大を解決する吸音ライナ技術**に取り組んだ。エンジンナセル内部に設置される吸音ライナは高速気流中で吸音性能が低下する問題がある。JAXAでは吸音ライナ表面に0.2㎜程度の微細孔を多数有する薄膜と特殊な空隙層を付加する**独自の吸音ライナ技術を考案**（特許出願）。その結果、小型エンジン試験によって従来の基準吸音ライナよりも**約40%騒音低減する吸音性能（-2dB）**を技術実証した。 | 本高効率吸音ライナは、国内外の航空関連企業が関心を持っている。航空エンジンナセルへの適用と並行して、小型エンジンメーカの圧縮機低騒音化検討など**幅広い分野へのスピンオフ**が見込まれる。当該技術を産業界に移転することにより、**騒音問題を抱える企業の国際競争力を高め**ることができ、最終的には**社会の騒音問題の解決に貢献**する。 |

**参考情報**　**航空技術部門の取り組みと今年度のアウトプットとアウトカム**

| （１）社会からの要請に応える研究開発 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **目的** | **分類** | **中長期アウトプット目標** | **中長期アウトカム目標** | **FY2021アウトプット** | **FY2021アウトカム** |
| ②<br>空に関わる安全・安心な社会の創出を目指して | 空の安全<br>（事故防止・気象影響防御・パイロット支援） | 航空機の事故防止や気象影響からの防御、安全な飛行環境を提供するパイロット支援等については、世界トップや世界初の新たな装備品を開発し飛行実証や空港実証により有効性を実証する。 | 航空機の安全性を向上させる技術、無人機を含む複数機関の機体が輻輳する空域の管理技術等を装備品企業等に技術移転して、事故の防止や効率的な飛行、防災・減災活動を支える技術を社会実装し、日本の産業競争力を向上させつつ、安全・安心な社会の実現に寄与する。 | 航空機のオーバラン事故を防止する技術に取り組んだ。オーバラン事故の防止には、滑走路の雪氷状態をリアルタイムでモニタできるシステムが必要である。今年度は近赤外高分解能カメラ の導入による高分解能の光散乱データと、AIアルゴリズム高度化により、**国際民間航空機関新基準の全雪氷状態を高精度かつリアルタイムで同定する世界唯一の技術を獲得**した。上記のリアルタイム検知技術を用いた埋設型雪氷モニタリングシステムを開発、**実証試験を福井空港・新千歳空港で開始**し、実環境下での雪氷状態のリアルタイム検知と予測が可能との成果を得た。 | 世界唯一のセンサ技術等の成果を企業に技術移転することにより、航空機の安全運航を支える分野における技術優位性を高め、日本の国際競争力の向上に寄与できる。また、積雪氷予測を含む雪氷モニタリングシステムの運用により航空機運航・空港管理が実施されるようになれば、**突発的なオーバラン事故や遅延・欠航を低減でき、安全性を確保しつつ高い運航効率の実現に貢献できる。** |
| | 空の利用<br>（防災・無人機） | 複数機関の機体が輻輳する空域の管理や無人機の飛行技術については、世界初や世界トップの運行管理・飛行制御技術を開発し実際の運用への活用や飛行試験により有効性を実証する。 | | 従来の防災・減災に加えて警備・警戒も含めたより広い危機管理に対応するため、国家的イベント（2021年東京オリパラ）において以下の課題に対応した。災害・危機管理対応統合運用システム(D-NET)上で**500機を超える政府・民間機を対象**として、①衛星通信を用いた小型・軽量持込型機上システムの開発・適用や航空管制レーダの質問応答信号を用いた機体位置算出システムとの統合化により、**全国40ヵ所の競技会場周辺を空域統制所から一元的に監視するシステム・体制を構築し、不審機の早期発見を可能にした。**②運航計画の電子化・共有化、各時刻における運航状況の可視化等による**運航計画調整機能を開発（特許出願）し、従来法より調整時間を65%削減**した。 | 左記の①と②の成果により、**東京オリパラ大会の安全・円滑な運営に貢献**した。<br>これら実績により、D-NETが日本の**低高度空域管理におけるデファクトスタンダートへと成長**し、従来機・空飛ぶクルマ・無人機など多種多様な機体運航を実現する**将来の運航管理プラットフォームの基礎を確立**した。また、**自衛隊のトンガ沖大規模噴火・津波対応**に際し、 D-NETプログラムを改修し（陸上自衛隊システムへの対応、南半球での動作対応等）、現地で低高度運用される陸上自衛隊ヘリの活動状況を国内でも情報共有できる**初のD-NET国外運用環境を迅速に提供**し、**国際緊急援助活動に貢献**した。 |

| （２）次世代を切り開く先進技術の研究開発 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 目的 | 分類 | 中長期アウトプット目標 | 中長期アウトカム目標 | FY2021アウトプット | FY2021アウトカム |
| ③<br>遠隔地との移動時間を大幅に削減する超音速機技術の獲得を目指して | 超音速機技術 | 低ソニックブーム／低抵抗／低騒音／軽量化に対する技術目標を同時に満たす世界トップの機体統合設計技術を開発しつつ、飛行実証計画を立案する。 | 得られた成果の提供により2030年代に予想される陸地上空を超音速飛行する超音速機の市場を拓く国際基準策定を推進し、超音速機の国際共同開発でのシェア獲得に貢献する。 | 今年度は、JAXA独自の低ソニックブーム設計技術を米国主要航空機メーカによる**旅客機サイズの低ブームコンセプト機**に適用し、**陸上超音速飛行が許容される低騒音化の実現に目途を得た。** | 陸上超音速飛行が可能になった場合の**旅客輸送の市場規模は年間9600億円と予測**しており、**経済効果が期待される。** |
| ④<br>航空機起源の$CO_2$排出量を抜本的に削減する電動航空機技術等の獲得を目指して | 電動航空機技術 | 我が国の優位技術を糾合して、世界に未だ無い旅客機に適用できる世界トップの電動航空機技術を獲得し、大規模地上実証に向けた計画を立案する。 | 世界で始まった技術開発競争を勝ち抜き、将来の電動航空機の国際共同開発における優位な立場を獲得し、脱炭素社会の実現に貢献する。 | エンジンと電動ファンを連携させるハイブリッド推進システムの実用化に向けた燃費削減と実機成立性を同時に実現（特許出願）する**電動ファンの最適配置設計を見出し**、エンジンに搭載した発電機に不具合が発生した際、エンジン本体の過回転による**推進システムの故障を防止する技術を考案**して原理実証試験により有効性を確認（2件の特許出願）した。これらにより、**電動航空機の実用化に向けたシステム配置の問題を解決した。** | ①信頼性確保技術による、航空産業以外の国内企業参入促進②ファン搭載設計技術の連携企業への移転による国内メーカの競争力向上③JAXA信頼性要求値の国際的な基準策定反映による国内メーカの競争力向上など、**世界に先駆ける電動航空機技術が日本の産業競争力の強化に貢献**する。 |

| （３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 目的 | 分類 | 中長期アウトプット目標 | 中長期アウトカム目標 | FY2021アウトプット | FY2021アウトカム |
| ⑤<br>我が国の航空機開発の迅速化・効率化や航空産業の持続的発展の支援を目指して | 基盤技術 | 次世代細胴機、空飛ぶクルマや無人機等の開発・運用や、国内完成機事業の再開を対象として、世界トップの多分野統合数値シミュレーション技術の獲得、世界トップ・世界初の先進的な試験・計測技術の開発、将来需要を見据えた基盤的な施設・設備の整備を推進する。 | 空の移動に関わるJAXA 内外の利用需要に応え、世界トップや世界初の基盤的技術や設備を維持・強化し、メーカの開発環境を支援して産業や学術分野における国際競争力の向上に寄与する。 | ＜大規模解析技術＞<br>航空機の空力性能に大きく影響する翼胴結合部の流れの剥離現象を正確に計算できる乱流モデルや、航空機の安全性を損なうバフェット（衝撃波振動）を3次元複雑形状に対して予測できる**安定性解析コードを世界に先駆けて開発**。航空機開発における数値シミュレーションの活用範囲を拡大し、**近年増大する開発コストや開発期間の短縮を可能とした。** | 航空機メーカとJAXA解析コードを用いた実用研究計画を策定中であり、複雑現象に対応した**航空機メーカにおける空力形状の設計開発の高効率化が期待される。**また、大規模解析技術のシミュレーション技術は航空以外の分野における利用も期待されている。 |
| | | | | ＜航空機開発のDX技術＞<br>航空機開発のDXにより認証プロセスを革新する研究開発として、JAXAのコア技術であり**世界トップレベルの高速性をもつ流体解析ツールFaSTARの結果を飛行シミュレータに組込み**、シミュレーションによる飛行姿勢や安定性等を飛行試験データと比較検証、**認証のための飛行試験の一部をシミュレーション（解析）に代替できる可能性を示した。** | 成果の受け手となる航空機メーカや政府機関と連携した研究計画を現在検討中であり、今後の研究を通してシミュレーションベース飛行シミュレータを検証し、DXの成果を着実に社会実装につなげる。<br>　このような活動、連携を促進するため、JAXAはISSAC PLATZ（多分野統合基盤プラットフォーム）を利用した**産官学連携のDXコンソーシアムを次年度以降に立ち上げ、連携することで、我が国の航空産業の国際競争力を強化する。** |

## 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) | 9,053,830 | 9,999,540 | 9,100,683 | 9,495,840 | | | |
| 決算額 (千円) | 9,349,850 | 9,371,642 | 9,532,871 | 9,687,506 | | | |
| 経常費用 (千円) | 9,679,777 | 10,784,622 | 8,892,882 | 9,564,379 | | | |
| 経常利益 (千円) | △261,584 | 38,584 | △ 19,006 | 60,726 | | | |
| 行政コスト (千円) (※1) | 10,770,273 | 15,242,081 | 10,704,441 | 11,007,735 | | | |
| 従事人員数 (人) | 221 | 229 | 233 | 242 | | | |

(※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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 共同研究数 | 128件 | 132件 | 121件 | 149件 | | | |
| 受託研究数 | 5件 | 6件 | 10件 | 9件 | | | |
| ライセンスの供与の件数 | 8件 | 7件 | 3件 | 6件 | | | |
| 知的財産権の出願 | 42件 | 50件 | 54件 | 39件 | | | |
| 知的財産権の権利化 | 28件 | 14件 | 16件 | 25件 | | | |
| 研究設備の供用件数 | 25件 | 40件 | 37件 | 66件 | | | |

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| コロナ禍後に環境に対する意識が強まり、2020年10月、日本は「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、経済産業省主導でグリーン成長戦略が示された。その中で航空機産業は取り組みが不可欠な14の重要分野の1つに位置づけられている。次世代旅客機の鍵技術となる電動航空機の推進系電動化技術は、重要分野の「工程表」で具体的な取り組みとして挙げられており、早期確立に向けたシステム実証が必要である。 | 海外航空機メーカ等との意見交換により得られた国際的な動向を踏まえ、航空機電動化コンソーシアムの枠組みも活用して国内メーカ・関係機関と連携し、国内の電動化優位技術である発電機や電力変換器等を、JAXAが有するBLI(Boundary Layer Ingestion)技術や電力源の安全保護技術等を組み合わせた電動航空機用ハイブリッド推進システムの技術実証に向け、システムと構成要素の仕様検討ならびにJAXA設備や解析技術等を活用した技術実証方法の具体化を引き続き実施する。<br>さらに、将来の電動推進技術開発にも役立つ水素試験設備の導入に向けて、関係機関との調整を進展させ、計画の策定や実行に向けて積極的な活動を行う。 |

# Ⅲ．６．宇宙政策の目標達成を支えるための取組

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

Ⅲ.6.1~6.5項に示す通り、国立研究開発法人の目的・業務、中長期目標等に照らし、法人の活動による成果、取組等について諸事情を踏まえて総合的に勘案した結果、適正、効果的かつ効率的な業務運営の下で「研究開発成果の最大化」に向けて顕著な成果の創出や将来的な成果の創出の期待等が認められるため、評定をAとした。

## 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） | 13,073,170 | 14,379,067 | 14,173,837 | 15,645,750 | | | |
| 決算額（千円） | 14,098,702 | 14,150,548 | 13,861,302 | 15,940,116 | | | |
| 経常費用（千円） | 13,426,523 | 12,115,860 | 13,244,603 | 13,796,592 | | | |
| 経常利益（千円） | △520,057 | △ 422,025 | △ 215,003 | △ 1,624,912 | | | |
| 行政コスト（千円）（※1） | 14,045,222 | 15,335,148 | 13,924,980 | 14,481,042 | | | |
| 従事人員数（人） | 204 | 206 | 196 | 199 | | | |

（※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．６．１　国際協力・海外展開の推進及び調査分析

2021年度 自己評価 **A**

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．6．1 | Ⅰ．6．1. | － | |
| （１）国際協力・海外展開の推進 | （１）国際協力・海外展開の推進 | 2021年度は新型コロナウイルス感染症の影響で様々な制約が課せられた1年であったが、その制約下にあっても、効果が高いと見込まれる案件を精査したうえでの出張及びオンラインや現地駐在員事務所の機能の最大限の活用により、JAXA 事業の効率的かつ効果的な実施を図るため、またSDGsの達成及び我が国の外交に貢献するため、国際協力・調査分析に取り組んだ。コロナウィルス感染症に対し暗中模索であった2020年度に対し、2021年度は働き方を適用させ、日本と海外との距離を工夫で補い、米国との新たな探査・気候変動対策協力の具体化に向け貢献した。また、新たなパートナーとの協力環境の整備を目的に英独との協力関係を発展させた。さらに発展著しいアジア・太平洋地域においては、多様化した主体とともに宇宙イノベーションを目指したプラットフォームへの変革を行った。民間を含むマルチステークホルダーとの連携、国際競争力を持つ研究開発イノベーションを実施するうえで持続可能な開発目標（SDGs）の取組強化が必須であることから、SDGsに戦略的かつ全社的に取り組む仕組みを構築した。 | 本事業を通じて、持続可能な開発目標（SDGs）における目標４（質の高い教育をみんなに）、目標８（働きがいも経済成長も）、目標９（産業と技術革新の基盤をつくろう）、目標１７（パートナーシップで目標を達成しよう）の達成に貢献した。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 主要な海外宇宙機関との継続的な戦略対話を通じて、トップマネジメント層間で関心を共有し、互恵的な関係での研究開発を推進することで、今後の国際宇宙探査や気候変動対策に係る取組等の事業の効率的かつ効果的な実施に貢献する。 | JAXA事業の効率的かつ効果的な実施への貢献のため、欧米印の主要な海外宇宙機関との機関長会談及び戦略対話を実施し、トップマネジメント層間で関心を共有することを通して、互恵的な研究開発を推進する環境を整える。 | 主要な海外宇宙機関との間では、トップマネジメント層間による会合の実施や機関間協力文書の締結を行うことで、機関間協力の進捗及び将来の協力可能性に関する関心を共有した。これにより、主要な海外宇宙機関との間で、互恵的な研究開発を推進する環境を整えることにつながり、JAXA事業における成果創出に対する貢献があった。<br><br>①米国との協力<br>2021年1月に米国の政権移行が行われたことに伴い、主要なパートナーである米国航空宇宙局（NASA）をはじめ政府宇宙関係機関の政治任用職の入れ替えがあった。NASAも2021年4月にネルソン新長官が就任した。2021年12月に新政権発足後初となる国家宇宙会議（NSpC）を開催。米国の優先事項として、宇宙探査・科学における米国リーダーシップ、気候変動対応のための地球観測を列挙して発表した。米国の宇宙への関心事項が変化する中で、我が国の技術開発に資する米国との協力案件の実現及び日米宇宙協力の更なる強化を目指し以下を実施した。<br>・在米日本大使館と連携し、我が国の関心事項の米政権への発信と将来協力への仕込みを実施した。日本からの出張機会が限定されたことから、ワシントン駐在員事務所とJAXA経営層とのコミュニケーションを密にし、経営判断と一貫性を保ち、米国内での発信・情報収集・支援を強化した。まず、米国が重視する政策にもJAXAが寄与できるという機運を醸成するため、SNS、Youtube等を用いて発信を実施。100名以上の聴衆を得たウェビナーを２回開催。(i)バイデン政権が気候変動への取組に重点を置いている状況を踏まえ、JAXAワシントン駐在員事務所主催ウェビナー"JAXA-NASA Cooperation in Addressing the Climate Challenge"を開催しNASA 上級気候顧問シュミット氏を招いた(累計視聴回数約2,500回）。(ii)2021年12月の岸田総理のご発言や我が国が月探査活動を重要視していることを米国内に浸透させることを目的に、NASA国際局のフェルドスティーン局長を招いて"JAXA-U.S. Aerospace Cooperation Seminar 2022"を開催(累計視聴回数約1,200回以上）。これらを通じて、日米双方の関心分野を意見交換できる場の役割を果たした。<br>・実質的な米国との調整においては、月探査における政府間の交渉に一体となって対応し、米国政府当局から日本人の月着陸を歓迎する感触が得られ、タイムリーに政府へ伝達した。<br>・また、JAXAの降水レーダ衛星の開発フェーズアップに合わせて、NASAに対して日本の検討状況、貢献可能範囲を伝達し、NASAとJAXAの協力枠組みの議論を促進した。<br>・上記に加え、NASA新長官との協力関係を確認する早期の機会として、2021年5月に内閣府特命担当大臣（宇宙政策）、文部科学大臣、JAXA理事長と新長官とのオンライン会談を実施した。また、継続的にハイレベルの会談を開催し（2021年8月に理事長-NASA長官、2021年10月に理事長-NASA副長官・JPL所長）、進捗共有と新規協力の議論を通じて信頼関係を深化させた。 | ①この活動を通じて、政府の政策立案及びJAXA事業の前進に著しく貢献した。まず、上記取組は岸田総理による「2020年代後半には、日本人宇宙飛行士の月面着陸の実現を図る」の発言に結実した。NASAが実施するエアロゾル・雲・対流・降水（ACCP）ミッションにおいてJAXAの降水レーダ衛星がミッション達成に不可欠な要素と位置付けられた。この一連のアウトカムは、将来的に、日米宇宙協力の更なる強化、我が国政策と合致した宇宙探査計画の推進及び気候変動課題への宇宙技術の貢献の実現につながっていくものと考える。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （続き） | （続き） | ②欧州との協力<br>欧州の宇宙機関との協力に関しては、2021年3月に欧州宇宙機関（ESA）、4月にフランス国立宇宙研究センター（CNES）、9月に英国宇宙庁（UKSA）で機関長の交代があり、9月にドイツ航空宇宙センター（DLR）で、2022年1月にCNESで大規模な体制変更が行われた。これらの主要な機関とは、トップレベルでの会談等を頻繁に実施し協力確認・課題共有を実施した（欧ESA1回、仏CNES 3回、独DLR 2回、英UKSA 2回）<br>欧州の宇宙機関との協力に関しては、既存の宇宙機関との協力維持に加えて、これまでよりもさらに踏み込んで協力を発展させたパートナーもある。その中でも英国は宇宙予算を増やし産業界との連携を加速させており、またドイツでは新たな技術分野の強化や各種宇宙関連ルールの作成などを牽引する動きが見られる。このため、英独との協力関係を発展させる必要があった。<br>英国の宇宙機関であるUKSAは、英国内企業等にファンドすることで産業振興や安全保障等の技術力を向上する特異な活動を行い、移動体通信や高性能測位分野などに強みを向上させている。このため、英UKSAとの連携機会議論を目的に、協力の促進を目的とした協力覚書を締結した（2021.6）。協力覚書交渉においては、これまでの宇宙機関と異なり研究開発を行わず、ファンディングを主任務とする英UKSAの特徴を踏まえ、ファンディング先の産業界、研究所などを巻き込む形での協力推進に寄与できる枠組みを構築した。また、独の宇宙機関のDLRは、経営レベルでの大規模な体制変更が行われ、AIやロボット技術また宇宙交通管理（STM）のルール策定などに力を入れている。これまでの機関間協定を刷新し（2022.4）、新たな協力分野の議論を可能とした。また、欧州でも軌道上サービスに関するルール検討を進めている状況であったことから、DLRを通じて我が国のガイドライン取組の共有と、欧州の検討状況の情報収集を行う枠組みを形成する必要性を識別し、刷新した協定に盛り込むこととした。<br>さらに、アルテミス合意に加わり国際宇宙探査を推進していく方針をとるウクライナ国家宇宙庁（SSAU）とは将来的な協力の検討を目的とした協力覚書を締結した（2021.10）。 | ②欧州宇宙機関との協力<br>英UKSAとの協力覚書締結によって、同機関が支援する英国国防科学技術研究所（Dstl）との宇宙状況把握（SSA）に関する技術的・科学的な協力が開始できる等当初描いた戦略に沿ったアウトカムが実現できた。この協力関係は、駐英日本大使、駐日英国大使にも歓迎と期待が表明された。また、2021年9月に発表された英国国家宇宙戦略においてもNASAとの併記でJAXAを持続的協力関係を構築するグローバルパートナーの例として特記された。さらに、2022年1月には理事長が英国議会から意見招請（オンラインライブ）を受けるなど強固な信頼関係を構築した。<br>独DLRとは、これまでの信頼関係を活用し、内閣府における「軌道上サービスを実施する人工衛星に係る許可に関するガイドライン」の策定過程において、法規制状況を情報収集し、結果を政府へ報告し、ガイドラインの策定に役立てられた。<br>この結果は、対英協力の観点では、JAXAと協力する英国内の相手方の資金面でよい影響をもたらすと期待される。例えば、UKSA は、英 Inmarsat 社が開発するInRange システム（ロケット向けデータ中継サービス）にファンドしており、同システムの開発には三菱重工業（株）が参画し、将来的には日本のロケットでのサービスインを目指している。英UKSAはJAXAとの協力覚書締結にあたり、日英協力事例として同システムを紹介しており、今後の協力進展が期待できる（他にも候補あり）。また、対独協力の観点では、政府が策定したガイドラインの普及をJAXAも担い、将来の標準化議論を牽引することや我が国の企業にも有益な協力関係の実現が期待でき、政府の方針との相乗効果を期待できる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （続き） | （続き） | ③部門の研究開発業務の推進支援<br>(i) 観測ロケットSS-5203号機のアンドーヤスペースセンタースバルバードロケット実験場（ノルウェー）からの打上げ成功に関し、コロナ禍で日本からノルウェーへの入国が原則禁止とされる中、隊のノルウェー特例入国許可を得るため、在ノルウェー日本国大使館やノルウェー宇宙機関（NOSA）等との事前調整を実施。<br>　また、在ノルウェー日本国大使館と密接に連携し、日々変化する入国後の隔離策などが及ぼすオペレーションへの影響を最小限に留め、隊の効率的なプロジェクト運営に寄与した。<br>(ii) コロナ禍での入国制限下にあっても、JAXAプロジェクトの実施に必要な業務を可能とするべく、海外からの技術者の入国について関係府省の許可を受けて実現した（総勢42人）。これにより、X線分光撮像衛星（XRISM）の不具合対応や基幹ロケット（H-IIA、H-IIB）の飛行安全に不可欠なグアム・ダウンレンジ局の運用確保に貢献した。 | ③計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、海外宇宙利用機関、開発援助機関（独立行政法人国際協力機構（JICA）、アジア開発銀行（ADB）等）との連携強化により、各国の宇宙利用ニーズを把握・発掘し、各国の宇宙利用の更なる促進と社会基盤としての定着を図る。その推進のため、我が国との間で相互に利益のある関係の構築・維持を担える人材の養成を図る。これらを通じ、我が国の宇宙関連技術の需要を高めるとともに、政府が推進する官民一体となった宇宙インフラの海外展開を支援することにより、我が国の産業基盤の維持・強化に貢献する。 | また、海外宇宙利用機関、開発援助機関との連携強化により、特にASEAN主要国の宇宙利用ニーズを把握・発掘し、各国の宇宙利用の更なる促進と社会基盤としての定着を図る。その推進のため、独立行政法人国際協力機構（JICA）と連携した宇宙人材育成プログラム（JJ-NeST）の中核となる留学プログラムの運用を開始する（本年度は、第1期生の留学開始を実現する）など、我が国との間で相互に利益のある関係の構築・維持を担える人材の養成につながる取組を推進する。これらを通じ、我が国の宇宙関連技術の需要の向上につなげていくとともに、政府が推進する官民一体となった宇宙インフラの海外展開を支援することにより、我が国の産業基盤の維持・強化に貢献する。本年度は、JJ-NeSTについて、留学生とのネットワーク体制を整備する。 | アジア地域は、科学技術力の向上のための宇宙活動から、社会経済発展・社会課題解決のための宇宙活動へと指向が変化している状況を捉え、宇宙イノベーションを目指す動きを地域の共通的な傾向・ニーズとして認識。<br><br>APRSAF-26(2019)で設定した「APRSAF名古屋ビジョン」達成に向けて地域で協力することの重要性を再認識して事業を実施した。<br><br>「名古屋ビジョン」4つの目標<br>(1)広範な地上課題の解決の促進<br>(2)人材育成や科学技術力の向上<br>(3)地域の共通課題に対する政策実施能力の向上<br>(4)地域のニュープレイヤーの参画促進と多様な連携の推進<br><br>①独立行政法人国際協力機構（JICA）と連携した宇宙人材育成プログラム（JJ-NeST）は、「人材育成や科学技術力の向上」に資するものであり、2021年度はフィリピン等から留学生5名を受け入れ中核プログラムを開始した。また、将来の日本の宇宙業界との関係構築を目的に、ネットワーキングの取組を実施した。 | 「名古屋ビジョン」の実現を目指した施策の実施により、将来的に次のようなアウトカムが期待される。<br><br>・我が国との互恵的な関係を担う相手国の人材が戦略的に養成され、同人材を含む多様なプレイヤーの連携（パートナーシップ）が生まれ、我が国及びアジア・太平洋地域とが相互に利益のある関係が構築される。<br>・パートナーシップによる宇宙イノベーションにより、社会経済発展、社会課題解決及び持続可能な宇宙活動の実現というアウトカムがもたらされる。<br>・これらを通して、将来我が国の宇宙関連技術の需要が拡大し、宇宙産業が振興する。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 特に、APRSAFの枠組みを活用して、宇宙利用の新たな可能性の発信や、政策レベルも含めたコミュニティの形成・強化を図る。また、アジア地域において、相手国のニーズに応じ、二国間又は国際機関を通じた協力により、防災・環境対策等の共通課題に取り組む。 | 特に、アジア・太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）の関連では、APRSAF-26で採択した「APRSAF名古屋ビジョン」の4つの目標（①広範な地上課題の解決の推進、②人材育成や科学技術力の向上、③地域の共通課題に対する政策実施能力の向上、④地域のニュープレイヤの参画促進と多様な連携の推進）を念頭に、ワーキンググループの再編及び運用開始、APRSAF賞の運用開始などを通じてAPRSAFの取組みを拡充する。 | ②第27回アジア太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-27）は、「多様なパートナーシップで宇宙イノベーションを拡げよう」をテーマに完全オンラインで開催。48の国・地域、2つの国際機関から総計843名の参加登録があった。民間企業の登録は20カ国・地域から90社を超えた（APRSAF-26では15ヵ国・地域から約60社）。<br>今次会合では、アジア地域のダイナミックな動きを捉え、高等教育、測位衛星、SE/PM,S&MA等の新たなトピックを加えるとともに仕組みづくりを担う政策実務家の能力向上を目指し宇宙法政策分科会を新設する等分科会を再編し、新設した宇宙産業ワークショップでは機関投資家の参加を得る等、多様な参加者を迎えて活発な議論を行うことができた。<br><br>・地域及び世界の動きを捉え以下の３つのライブセッションを実施。<br>①宇宙技術を通して気候変動と環境問題に対する取組　②宇宙空間の持続可能な利用のためのプラクティス　③アジア太平洋地域の持続可能な開発のためのイノベーション<br>・宇宙リーダーによるラウンドテーブルでは地域の15宇宙機関から機関長(代理含む）が参加し、会合全般についての講評と今後のAPRSAF活動への期待が述べられた。<br>・また、優れた活動が可視化されることにより、若手のモチベーション向上に寄与することとして今次会合から初めて「APRSAF賞」を創設。アジア・太平洋地域の宇宙関連活動に多大な影響を与える優れた貢献に対し表彰がなされた。<br>・民間機関と共催する形で実施した宇宙産業ワークショップでは３つのパネル討論を通じて、アジア太平洋地域の宇宙産業振興の現状と目指すべき方向性を議論。パネリストには、政府機関に加え、欧米の機関投資家及びアジア地域で活躍するスタートアップの代表者等を招き、従来にない観点で活発な議論が行われた。<br><br>・成果文書として「名古屋ビジョン」（APRSAF-26で採択）で提示した目標達成に向けて地域で協力することの重要性を再認識し、APRSAF-27共同声明をまとめた。初のフルオンライン開催は多様な参加者と、安定的な参加者数が得られ、地域での期待感の増加、求心力の強さが確認できるものとなった。 | ②アジア地域の動きを捉え、分科会を変革し初フルオンラインで開催したPRSAF-27は新たなトピック、継続実施したトピックとも地域の主な機関からの安定的な参加者数が得られ、地域での期待感の増加、求心力の強さが確認できた。<br>また、新設した産業ワークショップでは、初めて機関投資家を招き議論の幅を広げることにより、民間の参加者の多様性が増し、活発な議論を行うことができた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （続き） | また、APRSAFの特色であるメンバー国や地域を拘束しないオープンで柔軟な協力体制を最大限に活用するとともに、ワーキンググループの再編等を通じて、政策担当者や、産業界等のコミュニティの形成・強化を図る。さらには、関係府省と連携し、APRSAFの機能強化の方策を検討する。また、アジア地域において、対象国のニーズに応じた二国間又は多国間での協力により、防災・環境対策等の共通課題に取り組む。本年度は農業管理や大気環境監視における衛星データ利用の今後の東南アジア地域への展開に向けて、JAXAとインド宇宙研究機関（ISRO）との協力を更に強化する。 | ・2019年に立ち上げたAPRSAF宇宙法制イニシアティブ（NSLI）については、当初の目標通り、とりまとめた国内宇宙法に関する報告書を2021年6月に開催されたCOPUOS法律小委員会に参加9ヶ国から共同提出。・報告書は公式文書として国連公用6言語に翻訳後、公開され、アジア太平洋諸国の宇宙法制に関する貴重な情報提供として国連に貢献するとともに、事例の提供を通じて、各国の国内法整備を支援し、これらの成果により法小委や関係国、国連宇宙部からNSLIの取組や主導した日本に対し多くの謝意が示された。<br>・なお、報告書の情報は、アジア進出を図る民間企業等にも参照されており、海外展開支援にも貢献している。<br>・法小委におけるサイドイベントの共催や宇宙法能力向上プログラムへの参画等を通じた日本政府・国連宇宙部との連携、国際宇宙航空会議（IAC）やAPRSAFでの企画セッション等を通じた積極的な発信により、NSLIの成果を広く普及し、宇宙法政策能力向上や宇宙のルール形成促進におけるアジア及び日本のプレゼンス向上に貢献した。<br>・その結果、新たにNZ、シンガポール、トルコの3各国の参加を得る等、国際的に高い評価を得て、第２フェーズが開始された。前述の宇宙法政策分科会とあわせてグローバル及び地域課題解決の基盤となる人的ネットワークと制度整備の強化に寄与した。<br><br>③二国間での協力<br>アジア・太平洋地域には欧米中などが注目している。このため、この地域で存在感を発揮し、（欧米との機関間協力のような技術オリエンテッドなボトムアップの協力関係構築と異なり）早い段階で、スピード感をもつことを重視して取り組む必要があると認識している。以下の宇宙機関と協力覚書の取り交わしや、協力体制の構築を行った。なお、PhilSAにとって、協力覚書を締結した最初の海外宇宙機関となった。<br>・協力覚書締結（比PhilSA、トルコTUA）<br>・政府/機関間会合（タイGISTDA、印ISRO）<br>・トップレベルでの会談等（印ISRO、UAESA、ドバイMBRSCそれぞれ1回、比PhilSA、トルコTUA2回、サウジアラビア宇宙機関3回）<br><br>また、インド宇宙機関（ISRO）とは、実施取決めに基づき、地球観測衛星データを用いて、水稲の収量拡大につながる作付面積把握及びエアロゾルの把握精度向上と改善につながる大気環境監視データの相互比較の共同研究を進めており、技術力を有する日印の宇宙機関により、アジア地域の社会課題解決を目指した取り組みを行った。 | 宇宙法制イニシアチブ（NSLI）は、各国の国内宇宙法の整備や実施の能力向上のための効果的な地域モデルとしてのポジションを確立した。<br><br>③5頁記載のアウトカム創出に寄与。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| これらの国際協力の推進に当たっては、外交当局、国連及び関係機関との緊密な連携を図ることで政策的意義を高める。加えて、地球規模課題の解決やSDGs達成に向けた貢献、及び自由で開かれたインド太平洋の維持・促進への貢献を念頭に推進する。 | これらの国際協力の推進に当たっては、外交当局、国連及び関係機関との緊密な連携を図ることで、政策的意義を高める。特に、国連宇宙部等との連携協力「KiboCUBE」について、第3回募集で選定されたモーリシャス共和国の衛星放出、第6回選定を確実に実施するとともに、宇宙活動を外交ツールとして定着することへの貢献として、外交当局や在外公館に対して継続して適切な情報共有を図る。 | ①我が国の外交の選択肢としてJAXAの取り組みが認知されるよう以下を行った。<br>(i) 在外公館同席のもとでの協力文書の締結<br>機関長レベルの協力文書締結にあたっては、外務省への報告並びに本邦及び相手国の在外公館の臨席調整を実施。<br>- 2022.6 比PhilSA：駐比日本大使、駐日比大使、比科学技術大臣のご臨席<br>- 2022.6 英UKSA：駐英日本大使、駐日英国大使のご臨席<br>- 2022.10 ウクライナSSAU：駐ウクライナ臨時代理日本大使、駐日ウクライナ大使のご臨席<br>- 2022.10 トルコTUA：駐ドバイトルコ総領事、駐ドバイ日本総領事<br>(ii) 2021年11月のノルウェーでの観測ロケットSS-5203号機の打上げでは、現地出張者による在ノルウェー日本大使への表敬訪問し、同大使館との広報連携も実施。ミッションの結果を日本－ノルウェー国家間協力の好事例として発信することができた。また、2021年11月に開催された第７回日・ノルウェー科学技術協力合同委員会においても報告し、両国議長（外務省科技担当大使とノルウェー教育研究省局長）から打ち上げ成功への祝意が表された。<br>(iii) 前述のとおりAPRSAF宇宙法制イニシアチブ（NSLI）で取りまとめた報告書を2021年6月の国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）へ共同提出を行った。提出に合わせ、日本政府、国連宇宙部共催、NSLI 参加国協賛で開催。認知度の向上ができた。<br>(iv)「きぼう」からの超小型衛星放出について、モーリシャス共和国の放出時には、モーリシャス共和国首相、駐モーリシャス日本大使が映像を現地で観覧。フィリピン共和国放出時には駐日比大使が筑波宇宙センターで観覧。<br>(v) アジアンハーブの種子返還を駐日豪大使館で、植種式をメルボルン総領事同席のもと豪の高校で行い日豪協力案件として活用。<br>(vi) 各国大使からの求めに応じた会談（12回）、大使による事業所/打上げ視察（6回）前記報告以外の宇宙機関等とのトップレベル会談（11回）<br>(vii) 海外では新型コロナウィルス感染症への対策を緩和している中、役職員の健康を考慮し国際的なイベントへの出張を控えていた。しかし、最も大きな会議の一つである国際宇宙会議（IAC）には感染対策をとり、理事長他が現地に出張。HOAでの登壇、はやぶさ２のIAF World Space Award 受賞、対面での会談等によりJAXA のプレゼンスを維持した。<br><br>②国連宇宙部（UNOOSA）との連携協力「KiboCUBE」について、第3回選定のモーリシャス共和国の超小型衛星を2021年6月に「きぼう」から放出。大使館と連携して広報に取り組み、放出時のYouTubeライブ配信では、視聴数は10,000回超えを記録。2021年12月には、第6回公募として、チュニジア共和国、メキシコ合衆国の機関を選定。2022年12月に第7回公募を実施。しかし2か国から応募があったが内容が不十分であり採択を見送った。 | ①以下のような波及効果が生まれ、我が国のソフトパワー向上に寄与。<br>- 英国議会の参考人質疑招致にJAXA理事長が招聘。英国宇宙戦略立案参考としてのヒアリングに対応（欧州外では初の宇宙機関長）。<br>- フランス国会議員による宇宙機関ヒアリングに対応<br>- G20宇宙経済リーダーズ会議、EPAフォーラム、日豪経済委員会、シドニーダイアログ等に招聘され日本政府と連携し対応。<br><br>②計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （続き） | 加えて、地球規模課題の解決につなげるべく、SDGsへの貢献に効果的に取り組むための方針を貢献の明確化をもって機構内に定着させる。また、アジア太平洋地域の宇宙機関との協力枠組みの構築をはじめ、二国間又は多国間での協力により、自由で開かれたインド太平洋の維持・促進に貢献する。 | ③SDGs定着活動<br>・SDGs達成にJAXAがより一層効果的に貢献できるよう、部署横断チームを組織し、外部専門家からの助言も得つつ、外部環境の分析とJAXA事業及びSDGs目標との関係調査を踏まえ、機構としてのSDGsの取組基本方針をとりまとめ、2022年4月に対外発信を行った。<br>・SDGsを全社に推進するための推進体制を構築した他、組織内への普及と外部へのコミットメントを示すため、SDGsを通じてJAXAが目指す姿（ビジョン）、ミッション・ステートメントや取組指針を制定した。また、ステークホルダーの関心度とJAXAの貢献度を踏まえてJAXAが重点的に取り組む領域（重点領域）を設定し、重点領域への取り組み方(アプローチ)を整理して、外部の多様なステークホルダーと連携し、事業を通じた効果的なSDGs貢献や社会課題解決を可能とするための基盤を整えた。<br>・これらの取組基本方針のとりまとめの過程では、外部専門家による役員勉強会や職員向けの説明会を実施した他、SDGsに関する基礎的な説明やJAXAでの捉え方、政府や企業等での取組事例、各種アワード情報等の関連情報を共有する社内プラットフォームを構築して、SDGsの機構内での定着と全社的な推進に努めた。<br>・これらの取組の結果、SDGs分野の外部連携、SDGs関連のアワードの獲得、社会課題解決に係る外部資金の獲得等、社会課題解決への貢献とともに機構の組織・事業の意義・価値の拡大につなげることができた。 | ③宇宙航空を活用したSDGs達成や社会課題解決の持続的実施を通じて、宇宙航空エコシステムの発展と科学技術外交への貢献等の相乗効果を創出 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| さらに、政府による国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）等における宇宙空間の利用に関する国際的なルール作りの取組を支援する。また、宇宙開発利用において将来想定される法的課題について、外部の有識者と協力して調査研究を推進するとともに、当該活動をけん引する人材を育成する。 | さらに、令和元年6月の国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）において「宇宙活動の長期持続可能性（LTS）ガイドライン」が採択されたことを踏まえ、科学技術小委員会の下に設置が予定されているLTS 2.0 Working Groupや宇宙空間の利用に関する国際的なルール作りに関する政府レベルの調整において、技術的観点から日本政府を支援するとともに、COPUOS等の場で宇宙デブリ低減に向けたJAXAの活動について発信する。宇宙開発利用において将来想定される法的課題について、外部の有識者と協力して調査研究を推進するとともに、大学への講師派遣や、我が国の研究者・実務家等との連携等の取組を通じ、当該活動をけん引する人材を育成する。本年度は、複数の大学と共同研究を進める。 | ①国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）については、本委員会、科学技術小委員会、法律小委員会の各委員会の対処方針の作成等を通じ、宇宙空間の利用に関する国際的なルール作りの取組を支援した。<br><br>②慶應義塾大学大学院法学研究科との宇宙法分野の協力協定の下、宇宙活動に関する規範形成に係る法的検討や、民間事業者の宇宙活動の進展・拡大に伴う課題抽出を行った。研究の実施にあたっては、前年度に引き続きオンラインミーティングを活用し、研究のための会合には日本国内各地の研究者、実務家、政府関係者の参加を人数や開催場所の制約なく幅広く集めることができた。これにより、研究を計画通り着実に実施したのみならず、研究テーマについて多様な意見を交わして議論を充実させることができた。また、関係者間の連携関係の構築が促進され、今後の研究を一層深めるための基盤が充実した。<br>研究成果は、同大学宇宙法研究センターが主催し、JAXAが協力した宇宙法シンポジウムにて実務家、研究者及び政府関係者等に向け発表した。さらに、上述のシンポジウムに加えて、同センターが主催し、JAXAが協力して、宇宙法研究分野における一般を対象にしたセミナーを開催し、研究成果の発表とともに、実務家、研究者及び政府関係者が会して意見を交わす場を積極的に設けた。研究が充実したことにより、成果発表の場である公開のシンポジウムやセミナーの内容も好評を博した。研究と情報発信と研究者・実務家等の連携が好循環でつながってきており、2022年度は慶應義塾大学との協定を更新してさらなる充実を目指す。 | ①計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （２）調査分析 | （２）調査分析 | | |
| より戦略的・効果的なミッションの立案、成果の最大化及び我が国の政策の企画立案に資するため、宇宙航空分野に関わる国内外の動向調査及びその分析機能を強化する。具体的には、国内外の調査研究機関・大学等との連携や情報の受け手との対話を強化しつつ、調査分析領域の拡大や課題に応じて深く掘り下げた分析を行い、JAXAにおける戦略策定等に活用する。また、国内外の宇宙政策動向等の社会情勢を踏まえながら、政府等に適切なタイミングで客観的な事実に基づく調査分析情報を提供・発信する。さらに調査分析結果を踏まえた提言等を積極的に行う。 | より戦略的・効果的なミッションの立案、成果の最大化及び我が国の政策の企画立案に資するため、宇宙航空分野に関わる国内外の動向調査及びその分析機能の強化に取り組む。具体的には、国内外の調査研究機関・大学等との連携や情報の受け手との対話を強化する調査分析領域の拡大や課題に応じて深く掘り下げた分析を行い、JAXAにおける戦略策定等に活用する。また、国内外の宇宙政策動向等の社会情勢を踏まえながら政府等に調査分析情報を提供・発信し、それらを踏まえた提言等を積極的に行う。本年度は、特に宇宙開発利用を取り巻く社会環境の長期的な変化（SDGs・気候変動問題等の世界的課題への対応や国際情勢を含む）を意識しつつ幅広く情報収集を行い、経営陣へ提言等を行う。 | ①調査分析の基盤的取組として、機構役職員、政府の政策関係者に対し、客観的な事実に基づく海外の最新の宇宙開発動向を調査分析情報ポータルを通じてタイムリーに共有・発信した（速報情報記事（毎日5件配信）、各国別基礎資料（約90ヵ国）、テーマ別調査報告、各種データ等））。<br>また、様々な専門家等の知見を共有するニュースレター「視点」の発刊及び勉強会を通じて、宇宙分野を超えた外部有識者との幅広いネットワークを継続的に拡大（今年度は、気候変動対策、知的財産戦略、中東情勢、サービスロボット等の分野に拡大）、タイムリーに役職員及び政策関係者に届けることができた。<br><br>②JAXAの経営戦略策定やプロジェクトにおける課題に対する経営判断に資するための調査分析を実施した。<br>今年度は、昨年度までの重点テーマ調査で培った検討手法を応用し、将来社会像や国内外の変化・トレンドに関する俯瞰的な調査分析を実施した。 | ①計画に基づき着実に実施。<br><br>②計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| 調査分析機能を強化するため、JAXA内の高い専門性や経験を持つ職員を活用する横断的な連携体制の強化に取り組むとともに、これらを通じて国内外の関係機関との幅広い人脈・ネットワークの拡大を図る。 | 調査分析機能を強化するため、JAXA内の高い専門性や経験を持つ職員を活用する横断的な連携体制の強化に取り組むとともに、これらを通じて国内外の関係機関との幅広い人脈・ネットワークの拡大を図る。本年度は、特に宇宙開発利用を取り巻く社会環境の長期的な変化に着目し、既存の分野にとらわれない様々な分野での連携体制の強化に取り組み、大学・専門機関との人脈形成やネットワークの拡大を図る。 | 視野拡張を図るための調査分析の取組にあたっては、JAXA内の若手・中堅を含む高い専門性や経験を持つ職員からなる横断的なチーム体制を構築し、職員自らが社会の変化を捉え視野を広げるとともに、外部機関等との積極的な意見交換や勉強会を通じて幅広くネットワークの拡大を図った。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○国際協力・海外展開の推進及び調査分析により、目標Ⅲ.2項にて定めるJAXAの取組方針の実現に貢献できているか。 | ＜評価指標＞<br>○戦略的な国際協力による効率的・効果的な事業の推進に係る取組及び取組効果の状況<br>○国際協力・海外展開の推進による相手国の社会基盤としての宇宙利用の定着に貢献する取組及び取組効果の状況<br>○宇宙活動に関する法的基盤形成に貢献する取組及び取組効果の状況<br>○国の政策立案やJAXAの事業の企画立案に資する調査分析の取組及び取組効果の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>○役員級の会合を踏まえた国際協力案件の創出の状況（例：MOU締結等新たな協力の立ち上げ件数等）<br>○国の政策立案に資する情報の提供状況（例：調査情報共有システムの利用頻度） |

# Ⅲ．６．１　国際協力・海外展開の推進及び調査分析

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

2021年度は新型コロナウイルス感染症の影響で様々な制約が課せられた1年であったが、その制約下にあっても、効果が高いと見込まれる案件を精査したうえでの出張及びオンラインや現地駐在員事務所の機能の最大限の活用により、JAXA 事業の効率的かつ効果的な実施を図るため、またSDGsの達成及び我が国の外交に貢献するため、国際協力・調査分析に取り組んだ。コロナウィルス感染症に対し暗中模索であった2020年度に対し、2021年度は働き方を適用させ、日本と海外との距離を工夫で補い、**米国との新たな探査・気候変動対策協力の具体化に向け貢献**した。また、新たなパートナーとの協力環境の整備を目的に**英独との協力関係を発展**させた。さらに発展著しいアジア・太平洋地域においては、多様化した主体とともに**宇宙イノベーションを目指したプラットフォームへの変革**を行った。民間を含むマルチステークホルダーとの連携、国際競争力を持つ研究開発イノベーションを実施するうえで持続可能な開発目標（SDGs）の取組強化が必須であることから、**SDGsに戦略的かつ全社的に取り組む仕組みを構築**した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

**１．米国との新たな探査・気候変動対策協力の具体化に向けた最初の一歩への貢献＜補足１参照＞**

2021年1月に米国の政権移行が行われたことに伴い、主要なパートナーである米国航空宇宙局（NASA）をはじめ政府宇宙関係機関の政治任用職の入れ替えがあった。NASAも2021年4月にネルソン新長官が就任した。2021年12月に新政権発足後初となる国家宇宙会議（NSpC）を開催。米国の優先事項として、宇宙探査・科学における米国リーダーシップ、気候変動対応のための地球観測を列挙して発表した。米国の宇宙への関心事項が変化する中で、我が国の技術開発に資する米国との協力案件の実現及び日米宇宙協力の更なる強化を目指し以下を実施した。

・**在米日本大使館と連携し、我が国の関心事項の米政権への発信と将来協力への仕込みを実施した。**日本からの出張機会が限定されたことから、ワシントン駐在員事務所とJAXA経営層とのコミュニケーションを密にし、経営判断と一貫性を保ち、米国内での発信・情報収集・支援を強化した。まず、米国が重視する政策にもJAXAが寄与できるという機運を醸成するため、SNS、Youtube等を用いて発信を実施。100名以上の聴衆を得たウェビナーを２回開催。①バイデン政権が気候変動への取り組みに重点を置いている状況を踏まえ、JAXAワシントン駐在員事務所主催ウェビナー"JAXA-NASA Cooperation in Addressing the Climate Challenge"を開催しNASA 上級気候顧問シュミット氏を招いた(累計視聴回数約2,500回）。②2021年12月の岸田総理のご発言や我が国が月探査活動や重要視していることを米国内に浸透させることを目的に、NASA国際局のフェルドスティーン局長を招いて"JAXA-U.S. Aerospace Cooperation Seminar 2022"を開催(累計視聴回数約1,200回以上）これらを通じて、日米双方の関心分野を意見交換できる場の役割を果たした。

・実質的な米国との調整においては、月探査における政府間の交渉に一体となって対応し、米国政府当局から日本人の月着陸を歓迎する感触がえられ、タイムリーに政府へ伝達した。

・また、JAXAの降水レーダ衛星の開発フェーズアップに合わせて、NASAに対して日本の検討状況、貢献可能範囲を伝達し、NASAとJAXAの協力枠組みの議論を促進した。

・上記に加え、NASA新長官との協力関係を確認する早期の機会として、2021年5月に内閣府特命担当大臣（宇宙政策）、文部科学大臣、JAXA理事長と新長官とのオンライン会談を実施した。また、継続的にハイレベルの会談を開催し（2021年8月に理事長-NASA長官、2021年10月に理事長-NASA副長官・JPL所長）、進捗共有と新規協力の議論を通じて信頼関係を深化させた。

この活動を通じて、**政府の政策立案及びJAXA事業の前進に著しく貢献**した。まず、上記取り組みは岸田総理による「2020年代後半には、日本人宇宙飛行士の月面着陸の実現を図る」の発言に結実した。NASAが実施するエアロゾル・雲・対流・降水（ACCP）ミッションにおいてJAXAの降水レーダ衛星がミッション達成に不可欠な要素と位置付けられた。この一連のアウトカムは、将来的に、日米宇宙協力の更なる強化、我が国政策と合致した宇宙探査計画の推進及び気候変動課題への宇宙技術の貢献の実現につながっていくものと考える。

（次ページにつづく）

**【評定理由・根拠】（続き）**

**２．欧州との国際協力の推進＜補足２参照＞**

欧州の宇宙機関との協力に関しては、既存の宇宙機関との協力維持に加えて、これまでよりもさらに踏み込んで協力を発展させたパートナーもある。その中でも英国は宇宙予算を増やし産業界との連携を加速させており、またドイツでは新たな技術分野の強化や各種宇宙関連ルールの作成などをけん引する動きが見られる。このため、英独との協力関係を発展させる必要があった。

英国の宇宙機関であるUKSAは、英国内企業等にファンドすることで産業振興や安全保障等の技術力を向上する特異な活動を行い、移動体通信や高性能測位分野などに強みを向上させている。このため、英UKSAとの連携機会議論を目的に、協力の促進を目的とした協力覚書を締結した。協力覚書交渉においては、**これまでの宇宙機関と異なり研究開発を行わず、ファンディングを主任務とする英UKSAの特徴を踏まえ、ファンディング先の産業界、研究所などを巻き込む形での協力推進に寄与できる枠組みを構築**した。産業振興や安全保障等で特異な活動を行っており、英国の移動体通信や高性能測位分野などで強みを向上させている。また、独の宇宙機関のDLRは、経営レベルでの大規模な体制変更が行われ、AIやロボット技術また宇宙交通管理（STM）のルール策定などに力を入れている。これまでの機関間協定を刷新し、新たな協力分野の議論を可能とした。また、**欧州でも軌道上サービスに関するルール検討を進めている状況であったことから、DLRを通じて我が国のガイドライン取組の共有と、欧州の検討状況の情報収集を行う枠組みを形成する必要性を識別し、刷新した協定に盛り込む**こととした。

英UKSAとの協力覚書締結によって、同機関が支援する英国国防科学技術研究所（Dstl）との宇宙状況把握（SSA）に関する技術的・科学的な協力が開始できる等当初描いた戦略に沿ったアウトカムが実現できた。この協力関係は、駐英日本大使、駐日英国大使にも歓迎と期待が表明された。また、2021年9月に発表された英国国家宇宙戦略においてもNASAとの併記でJAXAを持続的協力関係を構築するグルーバルパートナーの例として特記された。さらに、2022年1月には理事長が英国議会から意見招請（オンラインライブ）を受けるなど強固な信頼関係を構築した。

独DLRとは、これまでの信頼関係を活用し、内閣府における「軌道上サービスを実施する人工衛星に係る許可に関するガイドライン」の策定過程において、法規制状況を情報収集し、**結果を政府へ報告し、ガイドラインの策定に役立てられた。**

この結果は、対英協力の観点では、JAXAと協力する英国内の相手方の資金面でよい影響をもたらすと期待される。例えば、UKSA は、英 Inmarsat 社が開発する InRange システム（ロケット向けデータ中継サービス）にファンドしており、同システムの開発には三菱重工業（株）が参画し、将来的には日本のロケットでのサービスインを目指している。英UKSAはJAXAとの協力覚書締結にあたり、日英協力事例として同システムを紹介しており、今後の協力進展が期待できる（他にも候補あり）。また、対独協力の観点では、政府が策定したガイドラインの普及をJAXAも担い、将来の標準化議論を牽引することや我が国の企業にも有益な協力関係の実現が期待でき、政府の方針との相乗効果を期待できる。

（次ページにつづく）

**【評定理由・根拠】（続き）**

**３．アジア・太平洋地域の宇宙イノベーションを目指したプラットフォームへの変革＜補足３参照＞**

科学技術力の向上のための宇宙活動から、社会経済発展・社会課題解決のための宇宙活動へと指向が変化しているアジア地域の状況を捉え、アジア太平洋地域宇宙機関会議を宇宙イノベーションを目指したプラットフォームへと変革を行った。今後25年を見据えた10年計画として2019年に開催された第26回アジア太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-26）で採択された**「名古屋ビジョン」の4つの目標（(1)広範な地上課題の解決の促進、(2)人材育成や科学技術力の向上、(3)地域の共通課題に対する政策実施能力の向上、(4)地域のニュープレイヤーの参画促進と多様な連携の推進）の実現に関連付け、変革したAPRSAFの下で事業を実施**した。

第27回アジア太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF-27）は、「多様なパートナーシップで宇宙イノベーションを拡げよう」をテーマに完全オンラインで開催。48の国・地域、2つの国際機関から総計843名の参加登録があった。民間企業の登録は20カ国・地域から90社を超えた（APRSAF-26では15ヵ国・地域から約60社）。今次会合では、アジア地域のダイナミックな動きを捉え、地域ニーズに応えてトピックを増やし、新たに高等教育、衛星測位、SE/PM,S&MA等を加え、仕組みづくりを担う法・政策実務家の能力向上を目指し**宇宙法政策分科会を新設する等、地域のニーズに応じた変革を行い、新設した宇宙産業ワークショップでは機関投資家の参加を得る等、多様な参加者を迎えて活発な議論を行うことができた**。

なお、APRSAFの変革においては、活動を持続可能なものとするため、アジア展開を考える外部の専門家と連携し、分科会運営側として参加してもらうことで以下を実現できる体制を整備した。

①測位とリモセンの融合による社会課題の解決
②エンジニアリング手法の地域での普及
③宇宙探査分野への活動拡大、次世代（大学・高専）へのアプローチの強化
④宇宙法政策コミュニティの恒常化、責任ある宇宙活動の推進
⑤新興産業プレイヤーと投資家等多様な参画の促進

地域及び世界の動きを捉えた３つのライブセッションを企画し、宇宙リーダーによるラウンドテーブルではこれまでで最も多い15の宇宙機関の長（又は代理）が参加し、会合全般についての講評と今後のAPRSAF活動への期待が述べられた。また、優れた活動が可視化されることで、若手のモチベーション向上に寄与することを目的に今年初めて「APRSAF賞」を創設。アジア・太平洋地域の宇宙関連活動に多大な影響を与える優れた貢献に対し表彰が授与された。また、宇宙法制イニシアチブ（NSLI）では、とりまとめた国内宇宙法に関する報告書が2021年6月の国連宇宙空間平和利用委員会法律小委員会（法小委）に参加9か国から共同提出され、国連公用6言語に翻訳・公開されて委員会の公式資料として検討され、**アジア諸国初の成果に対し、法小委や各国政府等からNSLIの取組や主導した日本に多くの謝意を受けた**。法小委サイドイベントの共催や宇宙法能力向上プログラムへの参画等を通じた日本政府・国連宇宙部との連携、国際宇宙航空会議（IAC）やAPRSAFでの企画セッション等を通じた発信により、成果を広く普及し、**宇宙法政策能力向上や宇宙のルール形成促進におけるアジア及び日本のプレゼンス向上に貢献**。新たに3か国の参加を得る等、国際的に高い評価を得て第２フェーズが開始され、前述の宇宙法政策分科会とあわせて**グローバル及び地域課題解決の基盤となる人的ネットワークと制度整備の強化に寄与**した。

成果文書として「名古屋ビジョン」で提示した目標達成に向けて地域で協力することの重要性を再認識し、APRSAF-27共同声明をまとめた。初のフルオンライン開催は**多様な参加者と、安定的な参加者数が得られ、地域での期待感の増加、求心力の強さが確認できるものとなった。**

**「名古屋ビジョン」の実現を目指した施策の実施により、将来的に次のようなアウトカムが期待される。**

・我が国との互恵的な関係を担う相手国の人材が戦略的に養成され、同人材を含む多様なプレイヤーの連携（パートナーシップ）が生まれ、我が国及びアジア・太平洋地域とが相互に利益のある関係が構築される。
・パートナーシップによる宇宙イノベーションにより、社会経済発展、社会課題解決及び持続可能な宇宙活動の実現というアウトカムがもたらされる。
・これらを通して、将来我が国の宇宙関連技術の需要が拡大し、宇宙産業が振興する。

（次ページにつづく）

**【評定理由・根拠】（続き）**

**４．持続可能な開発目標（SDGs）取り組みの推進＜補足4参照＞**

SDGs達成にJAXAがより一層効果的に貢献できるよう、部署横断チームを組織し、外部専門家からの助言も得つつ、外部環境の分析とJAXA事業及びSDGs目標との関係調査を踏まえ、機構としてのSDGsの取組基本方針をとりまとめ、2022年4月に対外発信を行った。

SDGsを全社に推進するための推進体制を構築した他、組織内への普及と外部へのコミットメントを示すため、SDGsを通じてJAXAが目指す姿（ビジョン）、ミッション・ステートメントや取組指針を制定した。また、ステークホルダーの関心度とJAXAの貢献度を踏まえてJAXAが重点的に取り組む領域（重点領域）を設定し、重点領域への取り組み方(アプローチ) を整理して、外部の多様なステークホルダーと連携し、事業を通じた効果的なSDGs貢献や社会課題解決を可能とするための基盤を整えた。

これらの取組基本方針のとりまとめの過程では、外部専門家による役員勉強会や職員向けの説明会を実施した他、SDGsに関する基礎的な説明やJAXAでの捉え方、政府や企業等での取り組み事例、各種アワード情報等の関連情報を共有する社内プラットフォームを構築して、SDGsの機構内での定着と全社的な推進に努めた。

これらの取組の結果、SDGs分野の外部連携、SDGs関連のアワードの獲得、社会課題解決に係る外部資金の獲得等、社会課題解決への貢献とともに機構の組織・事業の意義・価値を向上した。今後、宇宙航空を活用したSDGs達成や社会課題解決の持続的な実施を通じて、宇宙航空エコシステムの発展と科学技術外交への貢献等の相乗効果を創出していくことが期待される。

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）

### 補足１： 米国との新たな探査・気候変動対策協力の具体化に向けた最初の一歩への貢献

**背景：バイデン政権における宇宙の関心事項の把握**

・米国（2021.1）での政権移行による政策変更
・新政権で初開催の国家宇宙会議（2021.12）では、米国の宇宙の優先事項として、宇宙探査・科学における米国リーダーシップ、気候変動対応のための地球観測を列挙



ワシントン駐在員事務所主催ウェビナー（2021.7）
NASAシュミット氏登壇ライブ配信で200人が視聴

**得られたアウトプット：日本の関心事項の米政権への発信と仕込み**

**国内からの出張に制限があるため、経営判断と一貫性を保ちつつ、米国内での発信・情報収集・支援の役割を強化**

- **機運醸成**： 探査・気候変動という柱でワシントン駐在員事務所からの発信を強化（ツイッター・YouTube等の活用） 聴衆100人を超える2回のウェビナーを開催し、探査ｳｪﾋﾞﾅｰではNASA国際局のフェルドスティーン局長、気候ｳｪﾋﾞﾅｰではNASA上級気候顧問のシュミット氏に登壇いただき、日米双方の関心分野を意見交換できる場を設置
- 月面探査に関し、政府と一体となって対応。**米国政府当局から日本人の月着陸を歓迎する感触をえて、タイムリーに政府へ伝達**した。
- JAXAの降水レーダ衛星開発の**フェーズアップに合わせて、NASAに対して日本の検討状況、貢献可能範囲を伝達**し、NASAとJAXAの協力枠組みの議論を促進した。




宇宙開発戦略本部（2021.12）
岸田総理：日本人宇宙飛行士の月面着陸実現

**大使館との連携**

JAXA独自の視点での情報収集と発信により大使館と連携

**得られたアウトカム：政府の政策立案及びJAXA事業の前進に著しい貢献**

・**岸田総理による宇宙開発戦略本部でのご発言「2020年代後半には、日本人宇宙飛行士の月面着陸の実現を図る」**に至った
・NASAの**エアロゾル・雲・対流・降水（ACCP）ミッションにおいて、JAXAの降水レーダ衛星がミッション達成に不可欠な要素**と位置付けられた

**期待されるアウトカム**

・日米宇宙協力の更なる強化
・我が国の政策と合致した宇宙探査計画推進
・気候変動課題への宇宙の貢献の実現

## 補足２：英独との協力関係の発展

### 背景：欧州協力の現状認識

・欧州において、英国では宇宙予算を増やし産業界との連携を加速させており、またドイツでは新たな技術分野の強化や各種宇宙関連ルールの作成などをけん引する動きが見られる
・これら新たな動きやパートナーとの協力環境の整備及び協力戦略の実現を行う必要がある



駐日英国大使・駐英日本大使臨席での
UKSAとの協力覚書及びSSA協力署名式（2021.6

### 得られたアウトプット：欧州における新たな協力パートナーとの連携

・**英UKSA**は、英国内企業等にファンドすることで産業振興や安全保障等の技術力を向上する特異な活動を行い、**移動体通信や高性能測位分野などに強みを持つ→協力の促進を目的とした協力覚書を新規締結**
・**独DLR**は、経営レベルでの大規模な体制変更が行われ、**AIやロボット技術また宇宙交通管理(STM)のルール策定などに力を入れる→これまでの機関間協定を刷新し、宇宙空間の持続可能性等の新たな技術分野の議論・日本のガイドライン取組を共有するWGを立上げ**
・また、強固な信頼関係を活かし、内閣府における「軌道上サービスを実施する人工衛星に係る許可に関するガイドライン」の検討にあたり、独DLRなどから情報収集し、内閣府へ報告



英国議会下院　科学技術委員会
参考人質疑への対応（2022.1）

### 工夫要素：UKSAの特徴を踏まえた仕組み

UKSAとは、ファンディング先の産業界、研究所などを巻き込む形で協力推進できる枠組みを構築。

### 得られたアウトカム①：機関間協力の推進とプレゼンス拡大

・英国国防科学技術研究所（Dstl）と宇宙状況把握（SSA）に関する研究協力の開始（2021年6月：両国大使とも歓迎と期待）。
・英国国家宇宙戦略(2021.9)内で、NASAとJAXAだけが**持続的協力関係を構築するグローバルパートナーの例として特記**され、2022年1月には**理事長が英国議会での意見招請を受ける**などの**強固な信頼関係を構築。**

### 得られたアウトカム②：政府の軌道上サービスに係るルール策定支援

・ 内閣府において「軌道上サービスを実施する人工衛星に係る許可に関するガイドライン」を制定

### 期待されるアウトカム：協力相手の資金獲得

JAXAと協力する英国内企業や研究所に対するUKSAからのファンディングの獲得（候補あり）

### 期待されるアウトカム：政府方針とのシナジー

・政府が策定したルールの普及をJAXAとしても担い、将来の標準化議論をけん引
・我が国企業にも有益な協力関係の実現

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足３：アジア・太平洋地域の宇宙イノベーションを目指したプラットフォームへの変革

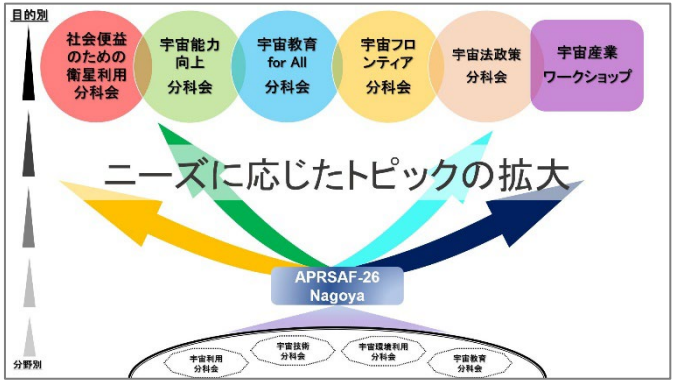
**背景：宇宙イノベーションに向けた各国の動き**

アジア地域は、科学技術力の向上のための宇宙活動から、社会経済発展・社会課題解決のための宇宙活動へと指向が変化。宇宙イノベーションを目指す動きを地域の共通的な傾向・ニーズとして認識。また、それを支えるための国内宇宙法・政策整備の活発化を、APRSAFの活動を通じて認識。

**得られたアウトプット：ニュープレイヤの参画促進・ニーズを踏まえたAPRSAFの変革**

地域ニーズに応えてトピックを増やし、APRSAF分科会を分野別から目的指向へと変革。
以下を実現できる体制を、新たに外部専門家との連携を強化することで実現。

① 測位とリモセンの融合による社会課題の解決
② エンジニアリング手法の地域での普及
③ 宇宙探査分野への活動拡大、次世代（大学・高専）へのアプローチの強化
④ 宇宙法政策コミュニティの恒常化、責任ある宇宙活動の推進
⑤ 新興産業プレイヤーと投資家等多様な参画の促進




**得られたアウトカム：地域での期待感の増加、求心力の強化**

・初のフルオンライン開催は新たな分科会にも安定的な参加者数が得られ、地域での期待感の増加、求心力の強さが確認できた。
・宇宙法制イニシアティブ（NSLI）は新たに３ヵ国が参加し、第二フェーズは拡大して開催されることとなった。
・官民、宇宙・非宇宙、国の別なく多様なプレイヤーの参画を実現
(48の国・地域、2つの国際機関から総計843名の参加登録。うち民間企業の登録は20カ国・地域から90社を超えた)

**他機関との連携**

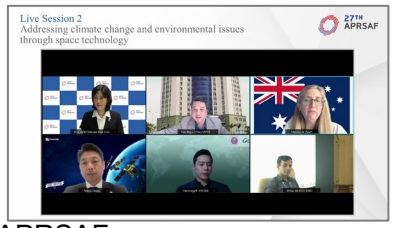
東京大学、慶応大学、大学宇宙工学コンソーシアム、測位衛星を扱うMGA、業界横断的団体SPACETIDE等の外部専門家と連携することでAPRSAFを拡張

慶應義塾　UNISEC GLOBAL　Multi-GNSS Asia　東京大学　SPACETIDE

**期待されるアウトカム**

「APRSAF名古屋ビジョン」（2019）達成に向けた活動により、将来、我が国と本地域で相互利益のある関係を構築し、多様なプレイヤーとの連携し宇宙イノベーションを目指す。これらを通して、我が国の宇宙関連技術の需要が拡大し、宇宙産業が振興する。




第27回APRSAF

## 補足4：持続可能な開発目標（SDGs）取り組みの推進

### 背景：新たな変化への対応

・行動の10年を機に、社会においてSDGs貢献取組が加速。カーボンニュートラル、ESG投資、サステナビリティ等への関心の高まり。
・宇宙基本計画（20年改訂）で宇宙政策の目標の一つとしてSDGsの達成が明記され、国の宇宙政策でもSDGsが主流化。
・民間含むマルチステークホルダーとの連携、国際競争力を持つ研究開発イノベーションを実施する上でSDGs取組の強化が必須。

### 得られたアウトプット：SDGs取組基本方針の策定、発表

基本方針を設定し、SDGsに戦略的かつ全社的に取り組む仕組みを構築。多様なステークホルダーと連携し、事業を通じて効果的にSDGsに取り組む基盤を整備。
・経営を通じて組織全体で取り組むための推進体制を構築。
・有識者の助言も得つつ、取組基本方針（取組のビジョン、ミッションステートメント・取組指針、重点領域等を含む）を策定し、FY2022の事業計画へ反映。2022年4月に対外発表。
・有識者講師を含む役職員向け説明会・勉強会を開催。社内情報共有プラットフォームを構築し、理解を増進、定着化。



JAXA理事長定例記者会見（2022年4月期）

理事長による記者会見時の様子（2022.4）

### 得られたアウトカム：JAXA事業・組織の価値・インパクトの向上

・事業を通じたSDGs貢献及び発信の増加（SDGsをテーマとした民間連携事業、SDGs関連アワードの獲得、外部資金の獲得等）により、JAXA事業の成果の社会還元を拡大。JAXAの組織的な存在意義も向上。



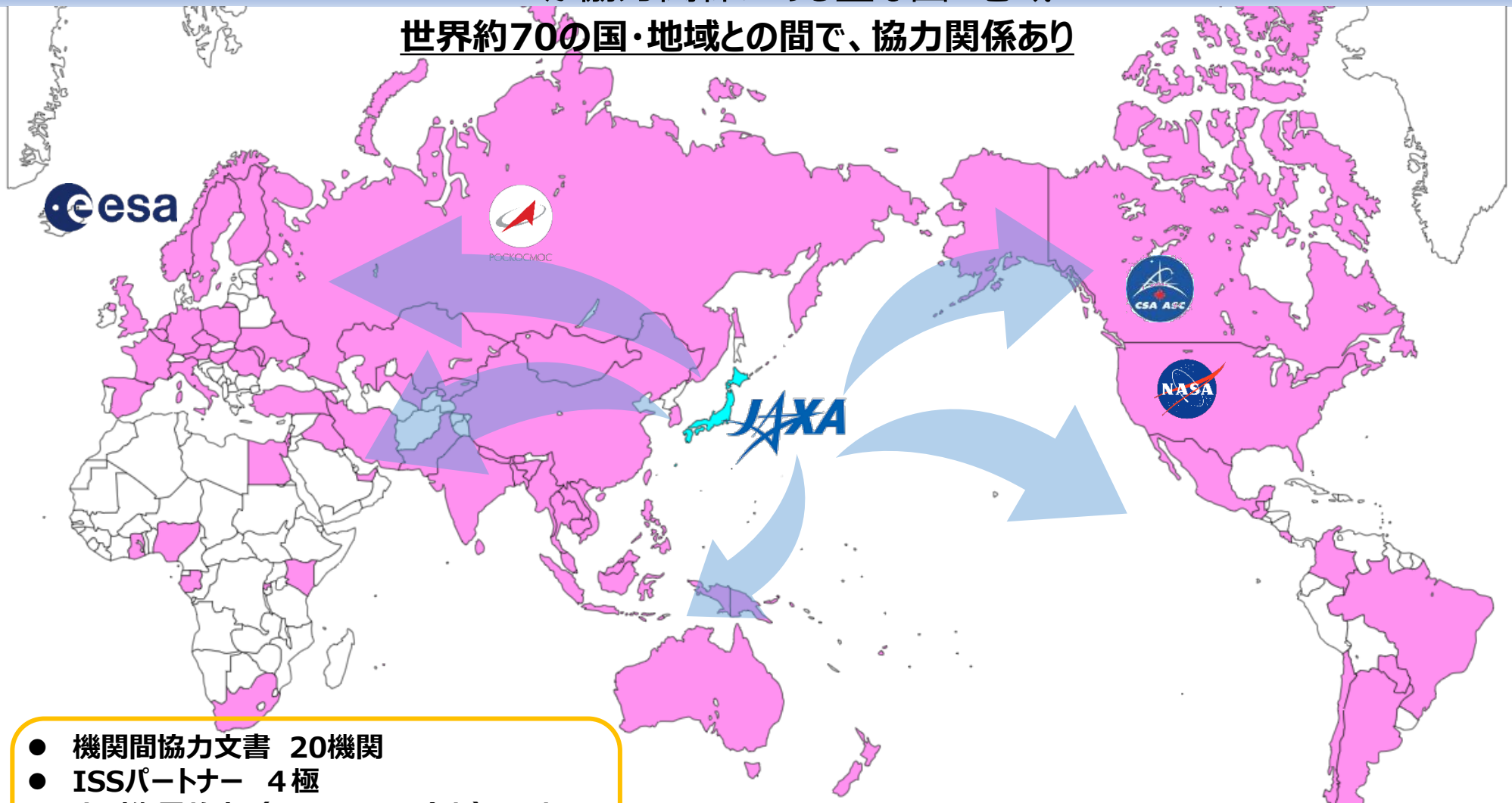

デブリ接近衝突確率に基づくリスク回避支援ツール(RABBIT)が「STI for SDGsアワード優秀賞」を受賞（2021.10）

### 期待されるアウトカム：社会課題解決を通じた宇宙航空事業の持続的発展と科学技術外交への貢献

・宇宙航空を活用したSDGs達成や社会課題解決の持続的実施を通じて、宇宙航空エコシステムの発展と科学技術外交への貢献等の相乗効果を創出

# JAXAが協力関係にある主な国・地域

**世界約70の国・地域との間で、協力関係あり**




- 機関間協力文書　20機関
- ISSパートナー　４極
- 小型衛星放出（KiboCUBE含む）12か国
- APRSAF　54か国･地域（これまでの参加国数）
- 地球観測衛星委員会メンバー　63機関　等

参考情報

# JAXAのSDGs取組基本方針

## ◆ミッション・ステートメント（取組基本方針）：
**（SDGsに関して経営理念や社会的使命を行動指針として具体化したもの）**

JAXAは、SDGsを社会課題解決のための世界の共通言語およびイノベーションの機会として活用し、様々なパートナーと連携しながら、先導的研究開発とその成果の展開を通じて、持続可能で安全で豊かな社会の実現に取り組みます。

## ◆取組指針:
**（上記を３つの観点からより分かりやすく行動や取組につながるように示したもの）**

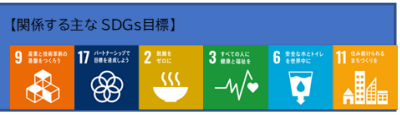
- 宇宙航空分野における先導的な研究開発とその成果の展開を通じて、地球と宇宙を取り巻く課題の解決に取り組みます。 **【観点】組織・事業**
- JAXAの組織、能力、アセットを活かすとともに、ひとりひとりが創造性を発揮し、SDGsの理念の実現に向け行動します。 **【観点】組織・個人**
- 世界中の多様なステークホルダーと連携することで、事業に相乗効果を生み出し、成果の社会還元の最大化を図ります。 **【観点】組織外との関係**

## ◆JAXAがSDGs取組により目指す姿（ビジョン）：

- 誰もが輝き、より良い未来社会のために創造性を発揮する魅力的な組織
- 人類の持続的な活動・挑戦を支え、地球と宇宙の課題解決を牽引するプラットフォーマー

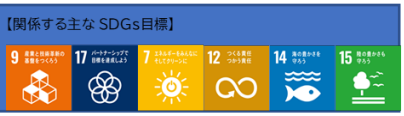
## ◆JAXAのSDGs取組の重点領域

### 社会（JAXA for sustainable society）：持続可能で安全で豊かな社会を支える



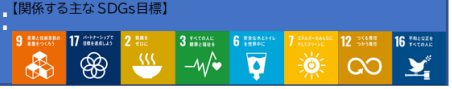

- 宇宙航空システムを活用した**国土・インフラの管理・強靭化、防災**への貢献
- 宇宙航空システムの高度化を通じた**Society 5.0を支えるインフラ構築**の推進
- **地球規模課題の解決、経済成長・イノベーション**のための宇宙航空技術・成果の活用

### 地球環境（JAXA for sustainable Earth）：豊かで美しい地球環境を守る




- 宇宙航空技術を活用した新エネルギー、循環システムの研究開発を通じた**脱炭素社会、循環型社会への貢献**
- ライフサイクルを通じた**グリーンな宇宙航空システムの研究開発**の推進
- 気候変動対策、地球環境保全、SDGs・ESG推進等の意思決定を支える**科学的エビデンスの提供**

### 宇宙（JAXA for sustainable outer space）：人類の活動領域を持続的に広げる




- 宇宙環境利用、**宇宙フロンティアへの挑戦**を通じた新たな知見の創造と技術革新、**成果の地上への還元**
- **持続可能な宇宙活動を可能とする宇宙インフラ**の整備、公正・中立な**制度・ルール構築**への貢献

### ガバナンス（JAXA for sustainable organization）：持続的に社会に役立つ組織をつくる




- 誰もが輝ける**公正で責任ある組織運営**と多様なステークホルダーとの**パートナーシップの推進**
- 事業を通じた**人びとの喜びや驚きの創出**、次世代の啓発と人材育成への貢献

## ◆キャッチフレーズ：　“Explore to realize sustainable future”

## 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) | 643,141 | 604,411 | 551,424 | 556,322 | | | |
| 決算額 (千円) | 592,982 | 581,909 | 532,991 | 530,439 | | | |
| 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) | 26 | 25 | 22 | 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。

## 主な参考指標情報

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MOU締結等新たな協力の立ち上げ件数 | 40 | 58 | 31 | 48 | | | |
| 調査情報共有システムの利用頻度（アクセス回数） | 7,229 | 7,447 | 5,991(※2) | 8,822(※3) | | | |

(※2) ポータルサイト自体へのアクセス回数は、2020年に大きく減少（前年比約19.6％減）したが、これは新型コロナウイルス感染症の影響によるものと推測される。調査情報共有システムを用いた検索実行回数は微増（約3％）しており、コロナ禍においても調査分析機能の役割を発揮している。
(※3) 当該年度の数値は運用体制の変更等による変動を平準化。2021年度は、コロナの影響を受けたと考えられる昨年度以前の増加傾向に概ね戻ったとみられる。

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| ウクライナ情勢悪化、感染症の大流行（パンデミック）や天災などの有事の際、いかに国際協力・調査分析業務を継続し、成果を創出するかが課題。 | 有事の際は、現地の役職員等の安全確保を最優先とするため、帰国命令を発出する基準とフローを事前に経営で決定し、その基準に達すれば現地の判断で迅速に帰国手配できることとした。このフローは2022.3に発動でき効果が出た。<br>また、当該基準に達するまでは、オンラインの利点を最大限活用し、可能な限りメールや遠隔会議等により業務を継続することで、成果を創出すべく努める。<br>また状況に応じ海外駐在員事務所の一時閉鎖や国内での代行、或いは国内機能の一部を海外駐在員事務所で代行する等により対応する。そのため、日ごろから海外駐在員事務所及び国内の相互機能代替に向けた情報共有を徹底しておく。 |

# Ⅲ．６．２ 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．６．２ | Ⅰ．６．２ | | |
| （１）国民的な理解の増進 | （１）国民的な理解の増進 | | |
| 国民と社会への説明責任を果たすとともに、一層の理解増進を図るため、我が国の宇宙航空事業及びJAXAを取り巻く環境の変化を踏まえて即時性・透明性・双方向性の確保を意識しつつ、高度情報化社会に適した多様な情報発信を行う。 | 国民と社会への説明責任を果たすとともに、一層の理解増進を図るため、我が国の宇宙航空事業及びJAXAを取り巻く環境の変化を踏まえて即時性・透明性・双方向性の確保を意識しつつ、高度情報化社会に適した多様な情報発信を行う。 | ・新型コロナ感染症対策のため、人を集めての広報活動が行えない状況下で説明責任を果たし理解増進を図るため、オンライン会議システムやWEB、SNS等を駆使した情報発信を工夫・強化した。 | |
| ・プレスリリースのみならず、記者会見や記者説明会等、メディアへの丁寧な説明や対話の機会を幅広く設け、JAXA事業の意義や成果に係る情報発信をタイムリーに行う。 | ・プレスリリース、記者会見、記者説明会等、メディアへの丁寧な説明や対話の機会を幅広く設け、JAXA事業の意義や成果に係る情報発信をタイムリーに行う。 | ・新型コロナ感染症対策のため、主にWEB会議システム等を活用したリモートでの記者会見、記者説明会、個別取材対応を行った。<br>TV放送：853件（1,238件）、69時間37分（73時間25分）<br>新聞掲載：3,665件（4,298件） | |
| ・自ら保有する広報ツール（ウェブサイト、制作映像、シンポジウム、機関誌、各事業所における展示や施設公開、講演会への講師派遣等）を活用し、また、最新の情報発信ツールを取り入れながら、丁寧でわかりやすい情報発信を行う。 | ・自ら保有する広報ツール（ウェブサイト、制作映像、シンポジウム、機関誌、各事業所における展示や施設公開、講演会への講師派遣等）を活用し、また、最新の情報発信ツールを取り入れながら、丁寧でわかりやすい情報発信を行う。 | ・WEBサイト・SNS、機関紙等による情報発信・打上げやISS長期滞在ミッション、宇宙飛行士候補者募集等に係る特設サイトをはじめ、JAXA事業の進捗や将来計画に係る情報発信を行った。<br>・JAXAシンポジウム（オンライン）、IACドバイ、ISTS開幕イベント「おおいたそらはく」（ともに実出展）を行った。<br>・展示館来訪者数、講演については、緊急事態宣言等を受け、引き続きコロナ前より少ない実施状況となっている。 | ・広報用映像「『おおすみ』打ち上げ50周年記念　日本の宇宙開発の歩み　軌跡～TRAIL～」が第63回 科学技術映像祭において文部科学大臣賞を受賞した。<br>・長年の懸案事項であったJAXAデジタルアーカイブス（画像・映像提供システム）の機能改修・デザイン改修を行い、利用者・運用者双方にとっての利便性を向上させた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （１）国民的な理解の増進(続き) | （１）国民的な理解の増進(続き) | | |
| ・外部機関との連携事業に積極的に取り組み、JAXA単独では接触し難い層に情報発信を拡大する。 | ・外部機関との連携事業に積極的に取り組み、JAXA単独では接触し難い層に情報発信を拡大する。そのため本年度は、内閣府主催のもと東京スカイツリーエリアで開催予定のSociety5.0世界向け発信事業に対し、展示面及び広報講演での協力を実施することにより、国民の一層の理解増進を図るとともに、外国人来訪者層への情報発信を拡大する。 | ・宇宙飛行士候補者募集広報では、民間企業やメディア等とも連携し、女性応募奨励施策及び応援キャンペーン「Hello Explorers Project」を行った。<br>・全国24箇所で「はやぶさ２」カプセル等の展示を順次実施。また、帰還1周年となる12月初旬に日本科学未来館（帰還カプセル含む）、相模原市立博物館でリュウグウサンプルを公開した。<br>・ドバイ万博日本館での展示について、テーマ「Where Ideas Meet」に合うコンテンツを盛り込むべく万博関係者と調整を重ね、ISS日本実験棟「きぼう」や開発中の「Int-Ball 2号機」の映像・CGが採択されたほか、ミニチュア展示等の題材として、日・UAEの宇宙協力シンボルである「H-IIAロケット」と、日本古来の伝統文化（お手玉）と宇宙技術の結びつきの例として「はやぶさ２」が採択された。<br>・スカイツリータウンで行われた内閣府・JAMSTEC主催のSociety 5.0科学博（7/17～7/28、一部9/5まで）へのはや２カプセル展示ほか主要事業にかかる協力を行った。<br>・ショウワノート「ジャポニカ学習帳」の「宇宙シリーズ」の刊行に際し、企画・監修支援、画像提供の協力を行った。 | ・宇宙飛行士候補者の応募総数は過去最高の4,127名（これまで最高だった前回の963名と比べ約4.3倍）となり、女性の応募者数も過去最高の919名となった。女性の応募者数は前回から+795名、倍率で7.4倍、女性比率も+9.4％（12.9→22.3）と向上した。<br>・ドバイ万博日本館の展示物として左記のコンテンツが採用され、半年の開催期間を通して多数の来場者への情報発信を通じたプレゼンス向上を実現するとともに、日本政府が目指したテーマの達成に微力ながら貢献した。（参考：ドバイ万博全体の総入場者数は2,400万人超、日本館は入場列ができるほどの盛況なパビリオンのひとつ。）<br>2025年に開催予定の大阪関西万博に向けた意見交換にもつながっている。<br>・「ジャポニカ学習帳」初の宇宙シリーズ18種類が刊行された。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）次世代を担う人材育成への貢献 | （２）次世代を担う人材育成への貢献 | | |
| 多角的なものの見方・考え方や自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成等、未来社会を切り拓く青少年の人材育成に幅広く貢献するため、宇宙航空研究開発を通じて得た成果や知見を広く教育の素材として活用し、学校教育の支援、社会教育活動の支援及び体験的な学習機会の提供を行う。 | 多角的なものの見方・考え方や自律的、主体的、継続的な学習態度の醸成等、未来社会を切り拓く青少年の人材育成に幅広く貢献するため、政府関係機関移転基本方針（平成28 年3月まち・ひと・しごと創生本部決定）なども踏まえつつ、宇宙航空研究開発を通じて得た成果や知見を広く教育の素材として活用し、学校教育の支援、社会教育活動の支援及び体験的な学習機会の提供を行う。特に本年度は各事業の実施にあたってオンラインの活用を進める。 | | |
| 学校教育の支援に関しては、学校のカリキュラムを補完する授業支援プログラムや教材の改善・作成等を行い、教師とその養成を担う大学等との連携による授業支援や研修を実施する。 | 学校教育の支援に関しては、学校のカリキュラムを補完する授業支援プログラムや教材の改善・作成等を行い、教師とその養成を担う大学等との連携による授業支援や研修を実施する。具体的には、JAXA主催型教員研修をオンラインで行い、対面では参加の難しい地域からの参加を促進する。また、宇宙教育を学校の授業ですぐに取り入れられるように指導案等を加えた学校教育向けの教材パッケージを整備する。 | 学校教育の支援は、各現場における学習環境や新型コロナウイルスの感染状況にその都度合わせて、実施形態及びプログラムを検討しながら、双方向性を意識した授業連携・教員研修を実施、宇宙教育を推進した。学校のカリキュラムを補完する形の単元指定型の新規動画教材（教材パッケージ）を、他部署とも連携を図りながら、開発し、Web公開した。 | 現場のニーズや環境と感染状況に合わせて、授業支援を行ったことで、感染防止と効果的学習機会の提供を両立することができた。<br>これまで連携件数が少なかった地域である九州や東北地方の教員を主ターゲットに、主催型の教員研修をオンラインで計3回実施して、84名の参加があり、地理的・時間的制約により参加の難しかった教員への参加機会を提供することができた。カリキュラム補完型の動画教材（教材パッケージ）の開発・公開により、宇宙教育実践のハードルを下げ、現場においてより主体的に宇宙教育が実践される手段を提供することができた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）次世代を担う人材育成への貢献(続き) | （２）次世代を担う人材育成への貢献(続き) | | |
| 社会教育活動の支援に関しては、宇宙教育指導者や地域の教育関係者等との連携により、家庭や地域が子供達の深い学びを育む環境を用意しやすいプログラムや教材の改善・作成を行う。また、地域が活動を継続するための宇宙教育指導者の育成等を行う。 | 社会教育活動の支援に関しては、宇宙教育指導者や地域の教育関係者等との連携により、家庭や地域が子供達の深い学びを育む環境を用意しやすいプログラムや教材の改善・作成を行う。また、地域が活動を継続するための宇宙教育指導者の育成等を行う。具体的には、各種社会教育活動のオンラインによる実施を進め、オンラインでの連携先の拡大、オンライン用プログラムや教材の改善、開発等を行う。 | ・コロナ禍の長期化に伴い、オンライン対策を強化した。コズミックカレッジは、感染防止策を講じた上で開催を継続しつつ、地域主催者に対しオンライン開催を促進するための実践的なノウハウを指導するセミナーを実施し、オンラインプログラム実施促進を行った。さらに教材についてもオンライン化に対応すべく、PC上で操作する形態のデジタル教材（コミュニケーションパズル）を制作した。<br>また、宇宙教育指導者セミナーは、感染状況に応じオンライン型、対面・オンライン混合のハイブリッド型のプログラムを月に1回のペースで実施し、対面型のプログラムと遜色のないセミナーを行う手法を確立した。 | ・コズミックカレッジの指導者向けの“オンライン開催ノウハウセミナー”はWEB会議システムなどの使用の仕方、画面を通じたプログラム・教材への取り組み方、オンラインならではの教え方のヒントなど実践的な内容を教えることで、これまで、コロナ禍で中止するしか手段のなかった地域主催者の講座の開催数減少の歯止めとなる効果があった。 |
| 体験的な学習機会に関しては、JAXAの施設・設備や宇宙飛行士をはじめとする専門的人材及び国際交流の機会を活用し、学習機会を提供するとともに、JAXA保有の発信ツールや連携団体等の外部機関を活用し、学習に関する情報を提供する。 | 体験的な学習機会に関しては、JAXAの施設・設備や宇宙飛行士をはじめとする専門的人材及び国際交流の機会を活用し、学習機会を提供するとともに、JAXA保有の発信ツールや連携団体等の外部機関を活用し、学習に関する情報を提供する。具体的には、オンラインを活用して、参加者同士のグループワークやバーチャルツアー、研究者、技術者等との交流などの国内外のイベントを企画・実施する。 | ・文部科学省が推進する「GIGAスクール」事業の特別講座として、ISS滞在中の星出宇宙飛行士による全国の児童向けのリアルタイムによる特別講座を実施した。また、GIGAスクールに先立ち、35名(国外参加2名を含む）のグループワークを含む完全オンラインの事前学習をおこなった。 | ・一方的にYouTubeから配信するのではなく、講座中に出題して視聴者がGoogle Formを用いて回答してその集計結果を講座のなかで確認することにより視聴者自身も参加できる取組を実施し、視聴者の積極性を引き出すことができた。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）次世代を担う人材育成への貢献(続き) | （２）次世代を担う人材育成への貢献(続き) | | |
| | | ・昨年度はコロナ禍の影響により、JAXA事業所等で開催する宿泊型のプログラム（エアロスペーススクール、きみっしょん）はすべて中止となったが、今年度は完全オンライン形式で再開した。WEB会議システムツールを駆使し、グループワーク、バーチャル見学等これまでと遜色のない内容を提供できた。<br>・企業と連携し、宇宙を素材としたプログラミング教材を開発した。また当該企業はJAXAの協力のもと、同教材を用いたプログラミング講座を開催した。<br>・昨年に引き続きオンラインで開催されたアジア太平洋地域宇宙機関会議(APRSAF)において、各国の子供たちの絵画のポスターコンテストを実施した。また、水ロケットに関する日本国内向けオンライン研修および国際交流イベントを開催し、12の国と地域から64人が参加した。国際宇宙教育会議(ISEB)に関連してドバイ日本人学校への遠隔授業を実施した。 | ・オンライン型のエアロスペーススクールでは、参加希望の高校生に旅費などの経済的な負担をかけることなく開催でき、また、移動に時間が割かれないため時間を効率的に使用することができるなど予想外のメリットがあった。<br>・JAXAと連携して開発した教材を用いたプログラミング講座を企業が開催したことで、JAXA単独のリソースだけでは届きにくい潜在的ニーズに呼応できる協働ネットワークの拡充ができた。<br>・ポスターコンテストをオンラインで実施することにより、オンサイト開催時に比べて多くの人に本コンテストを周知でき、ポスターを見てもらうことができた。<br>・水ロケット大会をオンラインで実施するにあたり、生徒たちが自国で水ロケットを飛ばすことで、コロナ禍で開催地に行けない国の生徒や、旅費の負担などの経済的問題から参加できなかった生徒も本大会に参加することができた。オンサイト実施とは異なり、材料も自身で揃え、ロケット製作に時間をかけることができたため、創意工夫の余地が広がり、またの打ち上げの様子を撮影・配信したことにより、他の国の生徒がどのように実施しているのかを生徒同士が知ることができた（計測方法、使用ランチャーの違い、安全面など）。打ち上げの様子や製作したロケットは多種多様であったため、国際交流時に互いのロケットを自慢し合うなど生徒同士の交流が深まった。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献により、目標Ⅲ.2項にて定めるJAXAの取組方針の実現に貢献できているか。 | ＜評価指標＞<br>○国民と社会への説明責任を果たし一層の理解を増進する取組及び取組効果の状況<br>○未来社会を切り拓く人材育成に幅広く貢献する取組及び取組効果の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>○各種団体等の外部との連携の構築状況<br>○国民の理解増進効果及び次世代への教育効果の状況 |

# Ⅲ．６．２　国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献

2021年度 自己評価　A

**【評定理由・根拠】**

2021年度は、前年に引き続き新型コロナウイルス禍を受けた政府による緊急事態宣言やまん延防止特別措置の発令などにより、従来からの人を集めて実施することを前提とした広報活動に大きな制約を受けた年であった。このため、**人と人との接触を可能な限り低減しつつ、いかにして国民と社会に対する説明責任を果たし、理解増進を図るかが前年度に引き続き大きな課題となった**。その**一方で、withコロナ2年目に入り、オンラインやWEBを使った広報活動のみでは国民が「ホンモノ体験」をする機会を失ってしまうことから、感染防止策を徹底したうえで実地に展示物やJAXA職員と接する機会を確保することも課題の一つとなった**。この相矛盾する課題に対し、JAXAは以下の活動を実施し、国民と社会への説明責任を果たすとともに理解増進を図り顕著な成果を得た。

また、次世代を担う人材育成についても、オンラインツールのメリットの活かし、通常の開催方式では参加が難しい遠隔地等からの参加を容易とし、交流を活発化するなど、宇宙教育活動のデジタルトランスフォーメーションを推進したことにより、顕著な成果を得た。主な業務実績・成果は以下のとおり。

**１．国民の理解増進**

（１）主な活動

①報道・メディア対応

・記者会見、説明会、個別取材をリモート中心に実施。**緊急事態宣言やまん延防止特別措置が発令される中、平常時に劣らないタイムリーな情報発信**を行なった。

✓イプシロン5号機／革新的衛星技術実証2号機打上げについて、政府・自治体の動向を踏まえ、内之浦にプレスセンターを開設せずリモートで対応。

✓野口宇宙飛行士の帰還、星出宇宙飛行士の打上げ、ISS長期滞在、帰還に際して、現地(米国) のJAXA要員、取材陣ともに最小限にしたうえで対応。

②WEBサイト・SNS、機関紙等による情報発信

・打上げやISS長期滞在ミッション、宇宙飛行士候補者募集等に係る特設サイトをはじめ、JAXA事業の進捗や将来計画に係る情報発信を行った。

・**長年の懸案事項であったJAXAデジタルアーカイブス（画像・映像提供システム）の機能改修・デザイン改修を行い、利用者・運用者双方にとっての利便性を向上させた。外部利用者からは「デザインが良くなった」「使いやすくなった」との声をいただいている。**

・**日本の宇宙開発65年間の主な出来事を、当時の開発者の証言や資料等をもとに制作した映像「軌跡～TRAIL～」が、第63回科学技術映像祭で文部科学大臣賞を受賞**。

③展示館運営（全国14のJAXA展示施設）

・コロナ下における政府・自治体等の動向を踏まえて開館・臨時閉館の判断を行い、開館の際には完全予約制のもと感染拡大防止策を徹底して運営を行った。

④シンポジウム、イベント等

・JAXAシンポジウムについて、専用スタジオを借りて撮影・編集・オンライン配信することで、前年度以上の双方向性を実現。

・コロナの影響により世界的な物流の遅延や現地での開催が危ぶまれる等の逆境の中、IACドバイ、ISTS開幕イベント「おおいたそらはく」への実出展を行った。

⑤外部連携

・**全国24箇所で「はやぶさ２」カプセル等の展示を順次実施、さらに帰還1周年を記念して日本科学未来館、相模原市立博物館でリュウグウサンプルを公開する等、「ホンモノ体験」の機会を提供**した。

・**ドバイ万博日本館での展示について、展示テーマ「Where Ideas Meet」に合う宇宙関連コンテンツを盛り込むべく万博関係者と調整を重ね、オープニングエリアの映像にISS日本実験棟「きぼう」や開発中の「Int-Ball 2号機」の映像・CGが採択されたほか、イノベーションエリアにおけるミニチュア展示等の題材として、日・UAEの宇宙協力シンボルである「H-IIAロケット」と、日本古来の伝統文化（お手玉）と宇宙技術の結びつきの例として「はやぶさ２」が採択された。半年の開催期間を通して多数の来場者への情報発信を通じたプレゼンス向上を実現するとともに、日本政府が目指したテーマの達成に微力ながら貢献した（参考：ドバイ万博全体の総入場者数は2,400万人超、日本館は入場列ができるほどの盛況なパビリオンのひとつ。）2025年に開催予定の大阪関西万博に向けた意見交換にもつながっている。**

・**内閣府・JAMSTEC主催の「Society5.0科学博」に「はやぶさ２」カプセルや国際宇宙探査等の出展協力を行うことで、我が国が目指す未来社会への理解増進に協力**した。

**【評定理由・根拠】(続き)**

⑤外部連携（続き）

・野口宇宙飛行士、星出宇宙飛行士のISS長期滞在ミッションについて、それぞれミッションコピー（「挑戦をやめない生き物を、人類と呼ぶ」「夢は実現できる」）を設定のうえ、TVや雑誌とタイアップした応援企画やパラリンピック聖火リレー等の外部連携による情報発信を行った。

・**13年振りとなる宇宙飛行士候補者募集に際して、「宇宙飛行士に、転職だ。」のキャッチコピーのもと多様な情報発信を実施。応援サポーター制度も導入し、メディア・企業・教育機関・自治体等が実施する活動を促進してJAXA単独では実施できない多様な広報・アウトリーチ活動を展開した結果、応募総数は過去最高の4,127名（これまで最高だった前回の963名と比べ約4.3倍）となり、女性の応募者数も過去最高の919名となった。女性の応募者数は前回から795名増、倍率で7.4倍、女性比率も9.4%増加（12.9%→22.3%）と向上した。**（ISSを含む地球低軌道活動については、Ⅲ.3.8 参照）

・**従来から広報活動のターゲットの一つとして重視してきた若者層よりさらに低年齢層（小学生）への興味関心を高めることを目的として、ショウワノートへ画像提供や企画・監修支援等の協力を行い、ジャポニカ学習帳初の宇宙シリーズ18種類が刊行された。表紙・背表紙に画像やイラストが掲載されるほか、各ノートに見開きで宇宙開発や天文に関する解説記事が掲載される構成となっており、次世代を担う子供たちへの広報・教育効果が期待される。**

（）内は2020年度末の数値

（２）活動結果

| 種別 | 活動実績 | 活動結果（広報効果を示す指標等） |
|---|---|---|
| 報道・メディア対応 | ・プレスリリース：171件（171件）<br>・記者会見・勉強会等：41回（60回）<br>・取材対応：　335件（345件） | ・露出状況　TV放送：　853件（1,238件）、69時間37分（73時間25分）<br>新聞掲載：　3,665件（4,298件） |
| Webサイト | ・特設サイト等の運営<br>・閲覧性・利便性・アクセス性の継続的改善 | ・ページビュー(PV)：14,424.618（15,252,630）<br>・セッション(Visit)：6,611,455（11,407,803） |
| SNS | ・コンテンツ発信の強化、利便性・アクセス性の改善<br>・新規動画：　161本（147本） | ・Twitter公式アカウント：フォロワー 41.6万人（38.3万人）、他に45のツイッターアカウント<br>・YouTube JAXA Channel：登録者 31.5万人（27.9万人）<br>総視聴回数 2,324万回（5,706万回)、　総再生時間 1,037万時間（2,377万時間） |
| JDA | ・画像・映像提供 | ・デザイン改修、申請画面・プロセスの改善を実施 |
| シンポジウム等 | ・JAXAシンポジウム<br>・IACドバイ | ・JAXAシンポジウムネット中継　動画再生回数2月末時点：1.8万回<br>・IACドバイ展示：参加登録者110ヵ国から5,086名（昨年度（バーチャル開催） 13,662人） |
| 展示館運営 | ・種子島、筑波等、全国14館を運営 | ・総来場者　15.6万人（2020年度 10.3万人） |
| 講演 | ・講演（飛行士講演含む）：377回（224回） | ・聴講者：181,113人（97,832人） |
| 外部連携（主な2点のみ記載） | ・ドバイ万博 日本館への宇宙関連コンテンツ企画協力・映像提供<br>・宇宙飛行士候補者募集（応援キャンペーン） | ・ドバイ万博全体での想定入場者数：約2,400万人<br>・宇宙関連コンテンツ企画協力と映像提供<br>・応援サポーター（3/30時点）　計33社・団体等<br>メディア7社（日テレ、Yahoo、Twitter、Hanako、日経WOMAN、朝日新聞、Uchu BIZ（朝日インタラクティブ））、企業等26社・団体 |

【評定理由・根拠】(続き)

**２．次世代を担う人材育成への貢献**

本年度も新型コロナウィルス感染症（以下、新型コロナ）の影響は大きかったものの、各種活動のオンライン化の増進、WEB講座の積極的な開催、動画教材の製作などの対策を進め、いつでもどこでも宇宙教育を実践できるような環境の整備を促進し、学びの機会の提供を継続、拡大させ、顕著な成果を得た。具体的には、以下の通りである。

①学校教育支援においては、島根大学との共同研究において、教員研修受講前後のアンケート調査及び追跡調査の結果から、教育現場の指導者が研修受講により宇宙教育への興味及び感心や有用性を感じつつも、自身の知識不足や理解不足への懸念や、新規性のある授業実践のための準備時間の確保が難しいことなどから実践に繋がっていない等の現場における課題が見えてきたため、学校現場において、より宇宙教育を手軽に取り入れることができることを目的に、**カリキュラムを補完し、指導案や動画資料等の授業実践に必要な素材をできる限りパッケージ化した教材「宇宙で授業パッケージ」を開発・Web公開した。**教材開発にあたっては他部署の協力を得て、**教育的価値及びJAXAの研究開発への理解増進につながるような、JAXAならではの質の高いコンテンツとなることを目指した。**昨年度制作・公開した「JAXA オリジナル Google Earth Engine Apps 集 - 教室ですぐに見える！使える！衛星データ -」については、引き続き外部機関及び教育関係者と連携し、実証と実践例の獲得、教員研修等での周知・普及も重点的に行うことで、宇宙教育の授業実践のハードルを下げるための取り組みを行った。

②社会教育支援においては、長引くコロナ禍に対応した施策を積極的に展開した。コズミックカレッジについては**教材の提供にとどまらず、地域主催者に対しオンライン開催を促進するための実践的なノウハウを指導するセミナーを実施し、オンラインプログラム実施促進を行った。**エアロスペーススクール、きみっしょんについては、昨年度はすべて開催中止したが、**今年度は完全オンライン形式で再開し、対面と遜色のないプログラムを提供するとともに、遠方の参加者を呼び込む予想外の成果を得た。**また、**教材についてもオンライン化に対応すべく、PC上で操作する形態のデジタル教材（コミュニケーションパズル）を制作した。**

**③文部科学省が推進する「GIGAスクール」事業の特別講座として、ISS滞在中の星出宇宙飛行士による全国の児童向けのリアルタイムによる特別講座を実施した。**昨年度から実施しているオンラインによる授業連携やコズミックカレッジ等の経験を適用して実施した**当日のYouTube放送では、一方的な放送だけでなく、視聴者へのリアルタイムアンケートを行い、同時接続約12000件に対し約9000件の回答が集まるなど全国の児童が積極的に視聴するプログラムを提供できた。**

④企業との連携においては、**JAXAと連携して開発した教材を用いたプログラミング講座を企業が実施したことで、JAXA単独のリソースだけでは届きにくい潜在的ニーズに呼応できる協働ネットワークの拡充ができた。**また、今までリーチしていなかった層へのアプローチとして、**プロスポーツチーム数社と協力し、試合会場で観客に対し宇宙を素材としたワークショップを実施し、新たな層の取り込み・開拓を積極的に行った。**

⑤国際協力活動においては、新型コロナにより海外渡航が困難な状況であったため、**オンラインツールの特徴を活かして、子供たちが宇宙教育の国際的な活動に参加する機会をつくるとともに、これまで以上に広い層に宇宙教育に関心を持ってもらうことができた。**例えば、APRSAF-27**ポスターコンテストはオンラインで開催したことにより、対面開催を大幅に上回るコンテスト投票を得ることができた**(2019の投票数：156、2021の投票数：1087)。また、2021年度は**APRSAF水ロケット大会を初めてオンラインで開催**し、各国の子供たちの国際交流、各国の教育者による情報交換等を行い、子供たちや教育者が国際的な活動に参加する機会を作ることが出来た。

⑥情報発信活動においては、**宇宙教育情報誌「宇宙のとびら」の図書館向け展示会での紹介を実施**し、図書館からの寄贈の依頼が増加した。今後はアンケート等によりデータを収集、検証を踏まえ、より効果的な誌面作成、編集方法を検討し、適用させていく。

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

# 補足１：国民の理解増進（13年振りの宇宙飛行士候補者募集に係る広報活動）

## 背景・目的

今回選ばれる宇宙飛行士は国際宇宙探査における月面活動という日本史に残るミッションを行うことが想定されることから、国際宇宙探査の意義・価値について多様なアプローチで情報発信するとともに、新たな宇宙飛行士に求められる人物像・資質や、JAXAが多様性を重視し民間ノウハウも活用しながら募集プロセス等の変革に取り組んでいること等をオープンにすることで、国際宇宙探査に係る国民の理解増進を図るとともに、多様な能力・バックグランドを持った応募者を増やす必要があった。

## アウトプット

・**「全国民・宇宙飛行士候補者」**という戦略コンセプトおよび**「宇宙飛行士に、転職だ。」**のキャッチコピーの下、「宇宙飛行士＝誰でも挑戦できる“職業”」という気づきを与えるべく、一貫性のあるコミュニケーションプランに沿って各種広報施策＊に取り組み、理解増進と応募者増につなげた。

＊ポスター、特設WEBサイト、SNS発信、プロモーション動画、宇宙飛行士への転職説明会等のイベント

✓様々な職種の方の挑戦を想起させるキービジュアル（ポスター、ウェブ等）やPRムービー（宇宙飛行士OB/OG訪問企画）

✓女性募集推奨策として、採用イベントや採用パンフレット等において、女性飛行士の活躍や新しい働き方に関する内容を積極的に発信







## 他機関との連携

JAXA主催イベントとは別に応援サポーター制度を導入し、宇宙飛行士募集・選抜の広報・アウトリーチにつながる企業・自治体・教育機関・科学館等（メディア協力７社、プロジェクト協力26社）との連携活動を促進することで、JAXA単独では実施できない多様な広報・アウトリーチ活動を展開。

＜応援キャンペーンの例＞

・朝日新聞東京本社版夕刊に「Hello! EXPLORERS PROJECT」の連合広告掲載

・アルテミス世代の宇宙飛行士が活躍する将来イメージは、応援アンバサダーでもある宇宙兄弟の協力によるオリジナル描き下ろし




Hello! EXPLORERS PROJECT

私たちは、アルテミス世代の宇宙飛行士を応援しています。

TOYOTA BRIDGESTONE 東京海上日動 IHI 株式会社IHIエアロスペース 大正製薬 KDDI スカパー！ 宇宙兄弟 UchuBiz

## アウトカム：過去最大の応募者数（女性の応募者数・応募割合の向上含む）を達成

宇宙飛行士候補者の応募総数は過去最高の4,127名（これまで最高だった前回の963名と比べ約4.3倍）となった。
女性の応募者数も過去最高の919名（前回と比べて 795名増、約7.4倍）、女性比率も9.4%増（12.9%→22.3%）に向上

## 補足２：国民の理解増進（国際社会へのJAXAプレゼンス向上と国際協力の更なる推進への貢献：IACドバイ出展及びドバイ万博への出展協力）

### 背景・目的

今年度は、重要な宇宙協力相手国のひとつであるUAEが万国博覧会及び国際宇宙会議（IAC）の開催地となった。いずれも世界各地からVIPの来訪、特に万博は2千数百万人規模の動員が見込まれることから、日本の国際的プレゼンスの向上や更なる国際協力の推進に貢献する場として、またその後の経済等への波及効果を視野に積極的に対応することとした。万博では日本館への出展協力を通して日本政府が目指すテーマ※の実現に貢献するとともに、IACでは日本の宇宙技術のPRや日UAE宇宙協力の発展に向けた情報発信を行うことが重要な課題となった。 ※ 日本館のテーマ：「Where Ideas Meet」
・古くから出会いを大切にし、外から知恵や文化を吸収することで新しいものを生み出していく日本を表現することを目指す

### アウトプット

IACでは、UAEとの協力実績、SELENE 8Kビューアによる月面8K映像の体験展示、「はやぶさ２」成果報告や火星衛星探査計画（MMX）等民間企業（７社）による展示を実施。
万博では
・日本館への来場者が最初に目にするScene1のオープニング映像（日本の自然、文化、知恵、技術などを紹介するもの）において、**ISS日本実験棟「きぼう」と、現在開発中のInt-Ball 2号機の映像・CG**を特別に提供することで、近未来の宇宙（ISS/きぼう）の姿を示した。
・イノベーティブな取組みによって確立した「技術」をミニチュア写真家の田中達也氏によるミニチュア作品とそれを補足する映像によって訴求することを目的としたScene3において、日本古来の伝統文化である「お手玉」と宇宙技術の結び付きを示すもの※として**「はやぶさ2」**を提案し、採用された。また、UAEとの宇宙協力の象徴として、**UAEの観測衛星「ハリーファサット(KhalifaSat)」及び火星探査機「HOPE」を打ち上げた「H-IIAロケット」**を提案し、採用された。
※ 「はやぶさ２」のターゲットマーカー

### 他機関との連携

2020年3月より、経済産業省商務・サービスグループ博覧会推進室との間でドバイ万博日本館のテーマ「Where Ideas Meet」に基づき、出展協力のブレストを開始。開催地がこれまで宇宙協力を行ってきたUAEであることや日本館のテーマとの親和性などを考慮し、複数の提案を行い調整を重ねた。

### アウトカム

ドバイ万博日本館の展示物として左記のコンテンツが採用され、半年の開催期間を通して多数の来場者への情報発信を通じたプレゼンス向上を実現するとともに、日本政府が目指したテーマの達成に微力ながら貢献した。（参考：ドバイ万博全体の総入場者数は2,400万人超、日本館は入場列ができるほどの盛況なパビリオンのひとつ。）
2025年に開催予定の大阪関西万博に向けた意見交換にもつながっている。






# 補足３：国民の理解増進（小学生向け学習ノートでの初の宇宙シリーズ実現に向けた連携協力）

## 背景・目的

これまで次世代を担う若者（20代前後の男女）を主要なターゲットの一つに設定して、WEB・SNSによる情報発信や動画配信等に力を入れてきたが、さらに年齢の低い小学生の段階から興味関心を喚起することができれば、ファン層を確実に増やすとともに宇宙航空分野を目指す動機付けの一助となり得るため、従来からの取組み＊の他に適切な方法がないか模索していた。（＊　図鑑の監修支援、子供向けアニメ制作への支援、小学校での広報講演、展示館運営等による興味喚起）

## 他機関との連携

小学生向けの学習帳の主要メーカーの一つであるショウワノートと連携協力し、これまで植物、昆虫等がメインであった学習帳に、初の宇宙シリーズを加えるべく、企画・監修支援、画像提供等の協力を行った。

## アウトプット

・学習帳の全体構成の中でJAXAの主要事業及び将来計画が網羅できるようにするため、JAXAデジタルアーカイブス（JDA）に蓄積された５万枚の画像からJAXA側で100枚強の画像を厳選し提案したほか、全体構成に係る企画支援や、小学生に分かりやすくかつ正確な情報が伝わるよう監修支援を行い、ジャポニカ学習帳初の宇宙シリーズ18種類の刊行に結び付けた。
・学習帳は、写真表紙のものとイラスト表紙のものに大別され、
＜写真表紙の学習帳＞表紙・背表紙に写真や解説が記載されているほか、中に宇宙開発や天文に関する解説記事（通称：「百科」）を6ページ分掲載。
＜イラスト表紙の学習帳＞表紙・背表紙にJAXAの宇宙機のイラストが掲載され、中に宇宙機や天文に関する解説記事を2ページ分掲載。




## アウトカム：小学生向け学習ノート初の宇宙シリーズ刊行の持つ意味

小学生向けの学習ノートで初の宇宙シリーズが実現したことには以下の点で重要な意味がある。
①早期段階からの興味関心の喚起：従来から理解増進の主要ターゲットであった若者層（20代男女）よりもさらに低年齢層をターゲットとした興味喚起と理解増進のための手段を１つ増やすことができた。
②反復性（理解と記憶の深化）：子供たちが日々ノートを開くたびに繰り返し宇宙開発の話題に触れるため、深く永く記憶に残る効果が期待される。
③自律性：学習帳が刊行され世間に流通することにより、JAXAの個々の広報活動とは独立に、学習帳を通して小学生（及び保護者）向けの理解増進を図ることが可能。
④継続性：毎年、小学校に入学・進級する子供たちの一部が宇宙シリーズの学習帳を使用することとなるため、上記①～③の効果が次の年度以降の児童向けにも継続していくことが期待される。

（参考：WEBニュースでは、初年度の総発行部数（目標値）として250万冊と記載されている）

# 補足１：宇宙教育プログラムの継続的改善の根拠となるPDCA

## 島根大学との共同研究（教師教育研究者との協働）

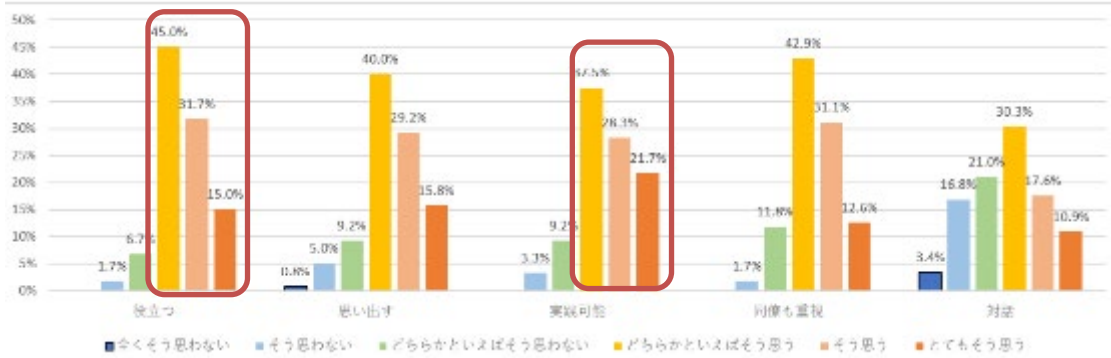
各種宇宙教育プログラムの改善、宇宙教育の潜在的なニーズを分析するために、島根大学との共同研究を行ってきた。特に教員研修における共同研究は7年間継続をしている。これまでも、女性教諭または文系のアイデンティティを持つ教諭は、より宇宙教育の価値を強く感じていることが分析され、それに応じたプログラム改善・設計へとつなげてきた。

## 得られたアウトプット：教員のニーズ分析とそれを補うプログラム開発

本年度も継続して調査・分析を行い、宇宙教育のさらなる普及に向けて、今後とるべき戦略が示された。

宇宙教育の利点・難点については2017年度より毎年類似した内容が言及されている。利点については好奇心向上・汎用性の高さが、難点については教師の知識及び理解不足が回答として目立っている。日常的に「宇宙」に関わることの少ない受講者にとって、宇宙教育を実践するハードルは高く感じられる可能性がある。他にも、授業時間を確保できない、どの教科の中で行えばよいか具体的に思いつかない等の声があった。

また、追跡調査において、研修参加者の大半が研修内容は自らの課題解決に役立っており、宇宙教育は実践可能なものであると捉えている。(※下図参照)一方で、研修参加をきっかけに新たに宇宙教育実践にいたった受講者は3割程度であった。実践にいたらなかった理由の過半数が「時間がなかった」というものだった。




これらの学校現場における指導者の声から、対象学年・教科・単元まで落とし込みカリキュラム補完型となるような宇宙教育教材、また、指導案や動画資料等の授業実践に必要な素材をできる限りパッケージ化した教材を開発することで、宇宙教育実践のハードルを下げ、現場においてより主体的に宇宙教育が実践されるのではないかと考えた。また、動画内においてJAXAの職員を登場させることで、現場の指導者が、宇宙の専門家ではなく、宇宙をきっかけに子供たちが学びを深めていくサポート役に徹することができることを狙う。

## 他機関との連携

共同研究による分析を踏まえ、カリキュラム補完型・指導案及びワークシート等の授業素材をパッケージ化した動画教材「宇宙で授業パッケージ」を開発、Web公開した。（小4理科等 計７コンテンツ）







開発にあたっては、JAXA内の部署とも連携をおこなった。
（観測ロケット実験グループ、大気球実験グループ、宇宙飛行士グループ、EORC、施設部、鹿児島宇宙センター管理課、航空技術部門推進部）

公開前後において、研修参加者や各連携拠点先に周知、教材を紹介し、実践を促した。

## 期待されるアウトカム

引き続き、具体的な教材・教案の整備、開発、情報発信を推進する。また、実際の教育現場での実践例を集め紹介することで、宇宙教育をより多くの教員が取り入れやすい教育手法へと変容させ、宇宙教育の実践が更に広がることが期待される。

# 補足２：GIGAスクール構想推進への貢献

## 背景・目的

GIGAスクール構想では、2022年度初めに全国の小中学生1人に1台の端末配布を完了しており、これを活用した教育活動の推進を図る文部科学省の提唱のモデルケースの第1弾として、ISS滞在中の星出宇宙飛行士によるリアルタイム特別講座の実施を計画。

## 特別講座の実施

- 宇宙飛行士からの出題、かつ、身近にあるものを使った出題により、児童の興味を喚起。
- 2020年度を通じて実施したオンラインによる学校教育支援、社会教育支援経験を活用し、また、GIGAスクール端末の仕様を考慮して、数万人以上の単位を対象としたYouTube配信とGoogle Formを用いたリアルタイムアンケートを用いた講座を実施。
- ISSとの時差による制約のため、授業時間内ではなく、課外時間で実施。

文部科学大臣からの特別講座実施告知に加え、文部科学省初等中等教育局を通じ、全国の教育委員会へ本講座の配信URL、アンケートURL、質問受付URLを事前告知。使用するGIGAスクール端末からアクセスする準備を各学校で対応いただいた。

## アウトプット

- 平日17時台後半という家庭も児童も忙しい時間帯でありながら、最大同時接続数12,702という打上げ・帰還中継に近い視聴数を獲得。
- 配信中3回実施したGoogle Formのアンケートのリアルタイム回答数は、それぞれ9,222、8,239、8,736。
- 配信前に開設した星出飛行士への質問には11,884件の投稿が寄せられた。

- 対象学年の児童数に対しての視聴数としては大きいものではないが、参加した児童の積極性を引き出すことができた。
- オンライン会議（数百人が限界）を超える対象へのオンライン教育プログラムの１つの手法を実践・獲得することができた。

## アウトカム

- 宇宙編に引き続いて行われた極地研究所による南極編等、以降のGIGAスクール構想推進のための特別講座の手法の先行事例として活用された。
- 学校現場で、GIGAスクール端末を家庭学習等で使用するための試行として活用いただけた。









コーヒーと牛乳が宇宙で混ざるかのアンケート(左)に放送中に約9000人の視聴者がリアルタイムで回答し（中央結果画面）、星出飛行士がISSで実験した(右）。

# 参考資料集

## 2021年度の主な広報活動

**4月**
・星出宇宙飛行士搭乗のCrew-2打上げ、ISS長期滞在開始
・野口、星出宇宙飛行士軌道上記者会見
・「はやぶさ2」帰還カプセル巡回展示（通年）






**5月**
・野口宇宙飛行士搭乗の
Crew- 1　地球帰還



**7月**
・Sociey5.0科学博への出展




**9月**
・星出彰彦宇宙飛行士による船外活動
・野口宇宙飛行士ミッション報告会開催




**10月**
・若田宇宙飛行士のISS長期滞在、搭乗機決定
・ドバイ万博 日本館への展示協力
・IAC2021@ドバイでのJAXAブースの出展








**11月**
・イプシロンロケット5号機による革新的衛星技術実証2号機の打上げ
・JAXAシンポジウム2021@オンライン
・星出宇宙飛行士搭乗のCrew-2 地球帰還





**12月**
・宇宙飛行士候補者募集エントリー開始




**1月**
・H3ロケット開発計画見直し
（試験機1号機打上げを延期）
・JDAリニューアル




**2月**
・星出宇宙飛行士　帰国記者会見、ミッション報告会開催
・ISTS開幕イベント「おおいたそらはく」へのJAXAブースの出展



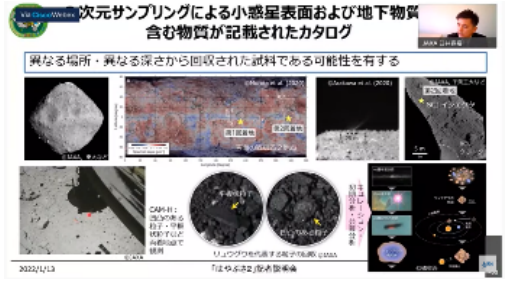

**3月**
・宇宙飛行士候補者募集エントリー終了

## 報道・メディア対応

・記者会見、説明会、個別取材をリモート中心に実施。
緊急事態宣言等が発令される中、平常時に劣らないタイムリーな情報発信を実現
- ✓イプシロン5号機／革新的衛星技術実証2号機打上げについて、内之浦にプレスセンターを開設せずリモートで対応。
- ✓野口宇宙飛行士帰還、星出宇宙飛行士打上げ／ISS長期滞在／帰還に際して、現地(米国) のJAXA要員、取材陣ともに最小限にて対応
- ✓「はやぶさ２」が採取した小惑星サンプルの分析作業状況や拡張ミッションにおける探査機運用状況等をオンラインで記者会見



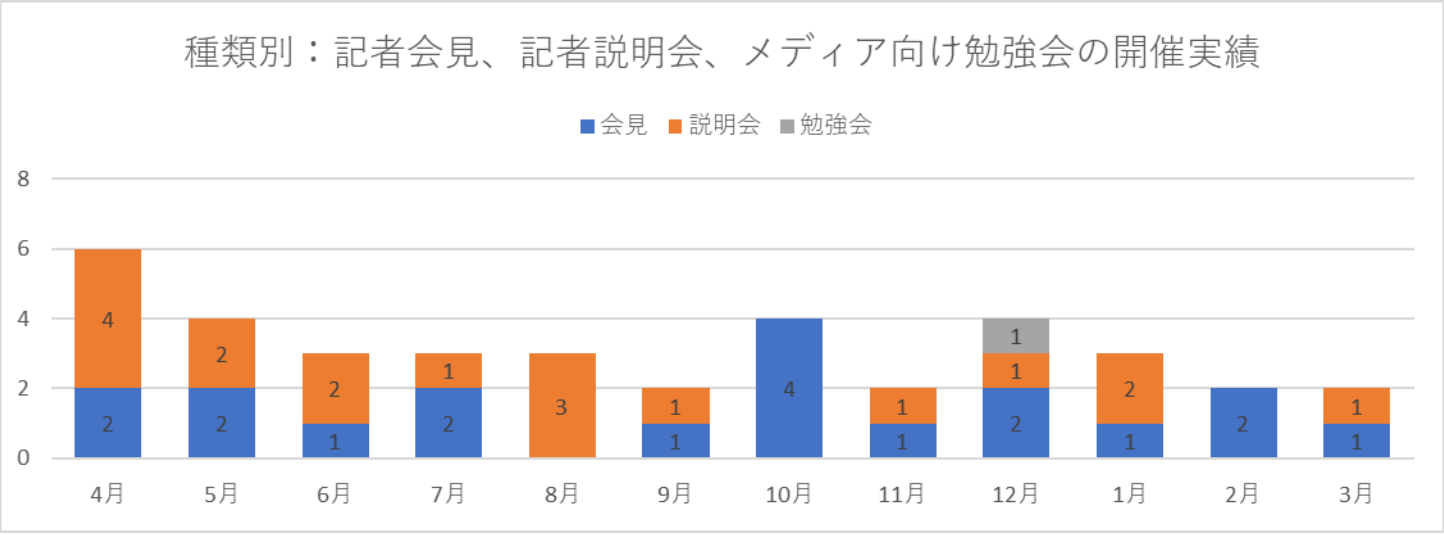
イプシロンロケット5号機／革新的衛星技術実証2号機
打上げに係る報道関係者の様子

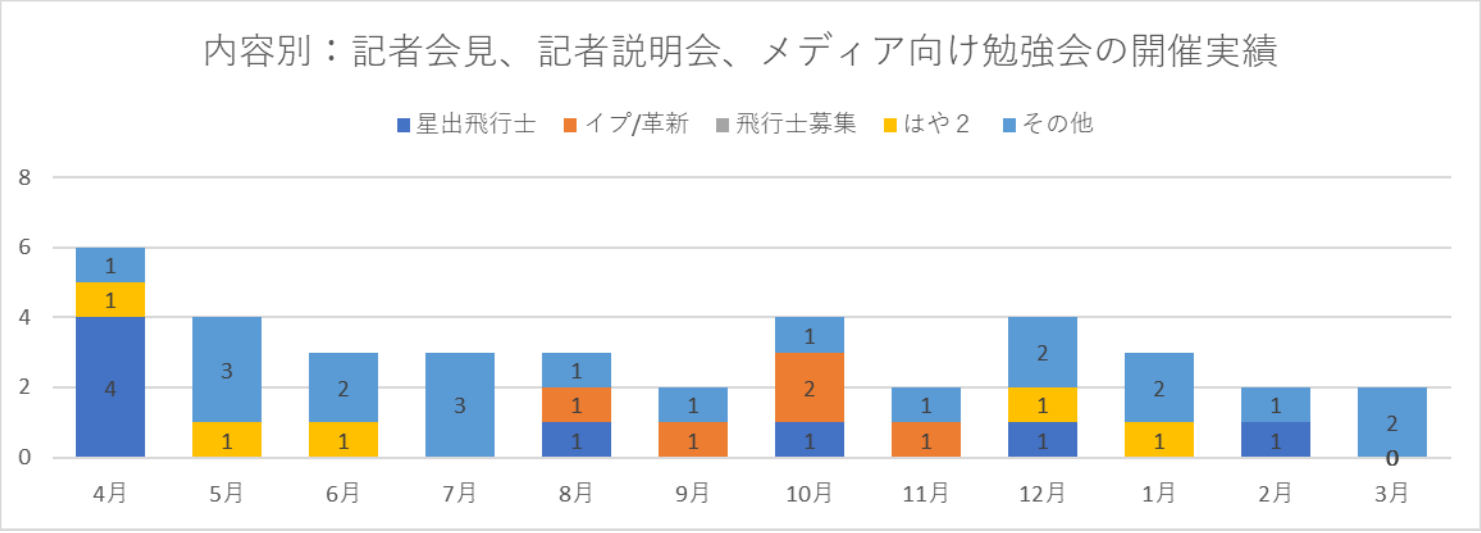


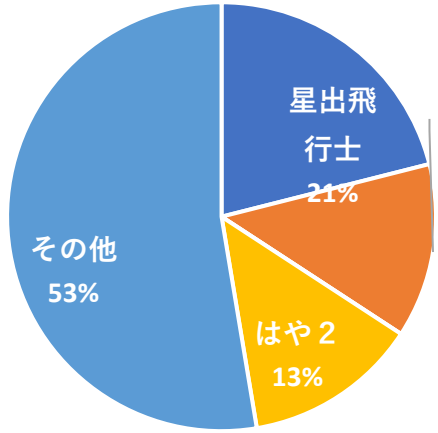

小惑星探査機「はやぶさ２」の
オンライン記者説明会の様子

| FY2021の報道・メディア対応案件（主なもの） | |
|---|---|
| 4月 | ・中性子星「かにパルサー」国際同時観測に関する成果論文のScience誌掲載<br>・星出宇宙飛行士搭乗のCrew-2打上げ、ISS長期滞在開始<br>・野口、星出 両宇宙飛行士軌道上記者会見 |
| 5月 | ・野口宇宙飛行士搭乗の Crew- 1 地球帰還<br>・月面での建設機械の遠隔操作・自動運転を目指した遠隔施工実験の実施 ― JAXAと鹿島A4CSEL®の共同研究 ― |
| 6月 | ・小型SAR衛星群による新たなサービス創出等に向けた共同実証開始 |
| 7月 | ・金星探査機「あかつき」の観測成果論文のNature誌掲載 |
| 9月 | ・星出彰彦宇宙飛行士による船外活動<br>・野口宇宙飛行士ミッション報告会開催<br>・東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会における警察庁への技術協力（災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET)による貢献） |
| 10月 | ・若田宇宙飛行士のISS長期滞在、搭乗機決定<br>・デブリ接近衝突確率に基づくリスク回避支援ツール(RABBIT)の2021年度「STI for SDGs」アワード受賞 |
| 11月 | ・イプシロンロケット5号機／革新的衛星技術実証2号機 打上げ<br>・JAXAシンポジウム2021＠オンライン<br>・星出宇宙飛行士搭乗のCrew-2 地球帰還 |
| 12月 | ・宇宙飛行士候補者募集エントリー開始 |
| 1月 | ・H3ロケット開発計画見直し（試験機1号機打上げを延期） |
| 2月 | ・星出宇宙飛行士　帰国記者会見、ミッション報告会開催<br>・日本オープンイノベーション大賞内閣総理大臣賞の受賞（次世代スペースアバター開発と今後の展開） |

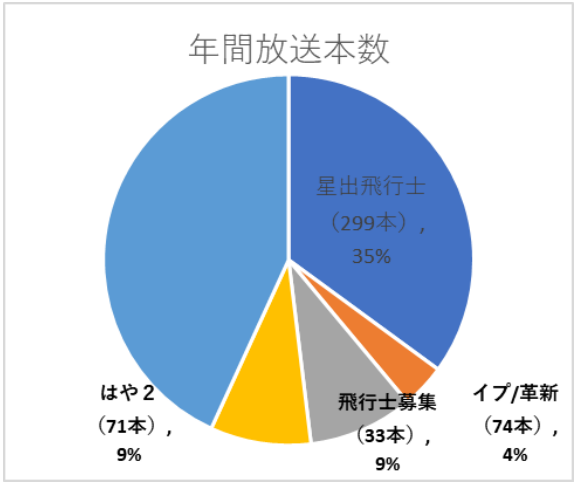
# 各種実績データ（記者会見、記者説明会、メディア向け勉強会）



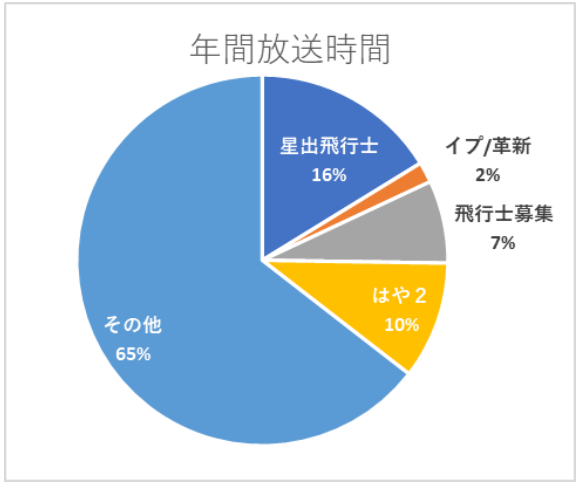



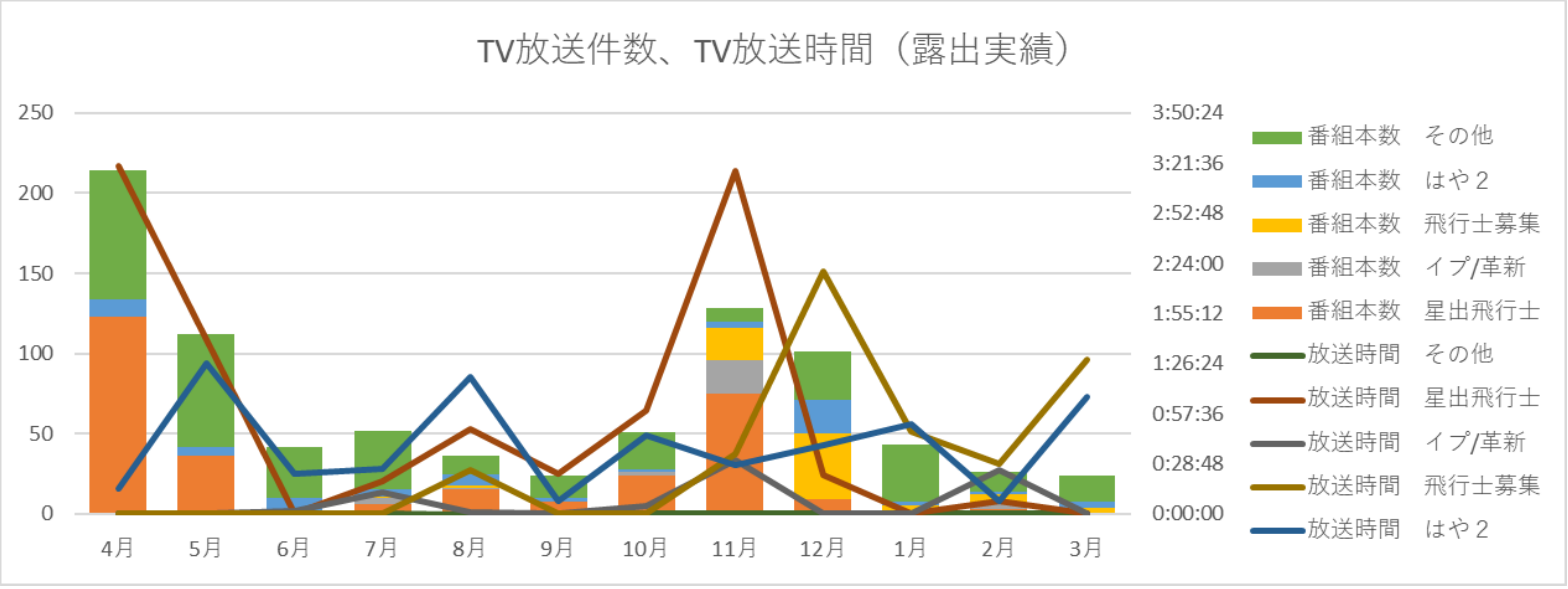
# 各種実績データ（TV放送件数・時間）




＜年間総数＞　８５３本

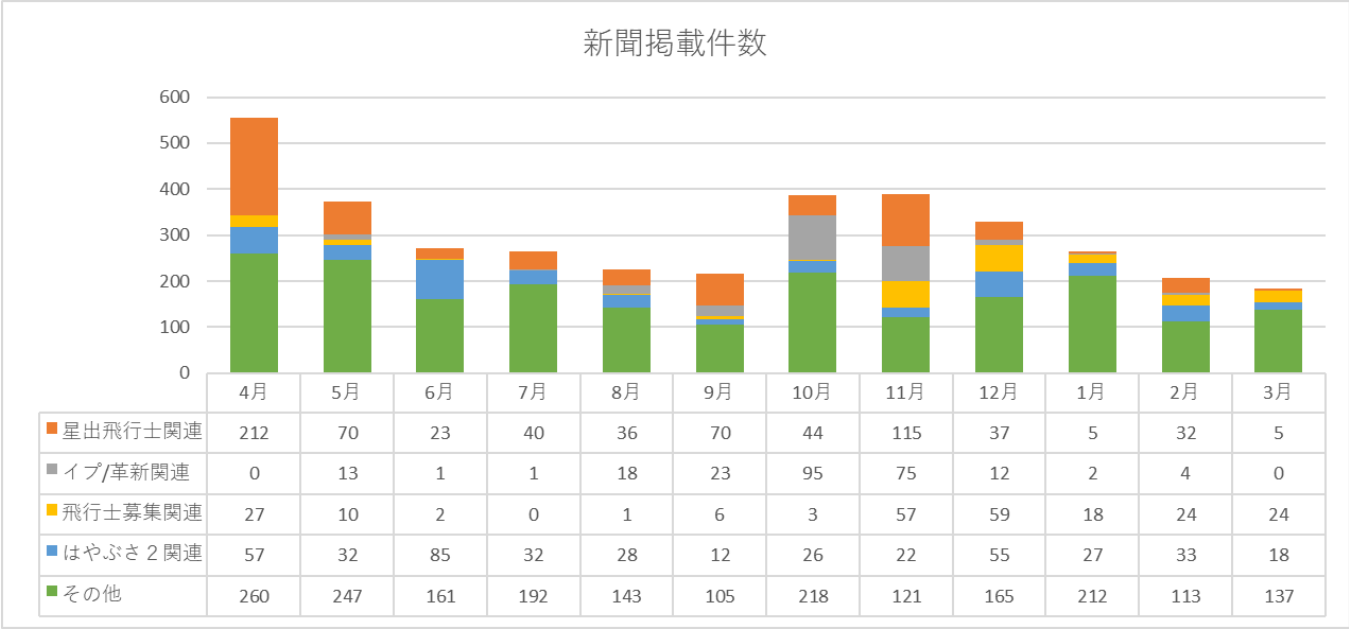



＜年間総時間数＞　６９時間３７分

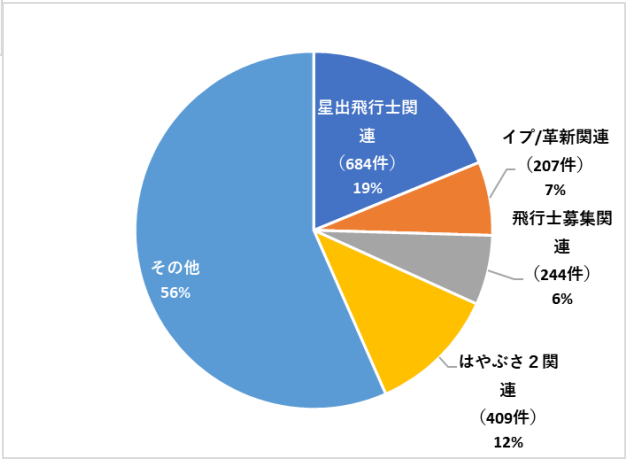


# 各種実績データ（新聞掲載件数）

## ＜年間総数＞　３，６６５件




| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士関連 | 212 | 70 | 23 | 40 | 36 | 70 | 44 | 115 | 37 | 5 | 32 | 5 |
| イプ/革新関連 | 0 | 13 | 1 | 1 | 18 | 23 | 95 | 75 | 12 | 2 | 4 | 0 |
| 飛行士募集関連 | 27 | 10 | 2 | 0 | 1 | 6 | 3 | 57 | 59 | 18 | 24 | 24 |
| はやぶさ２関連 | 57 | 32 | 85 | 32 | 28 | 12 | 26 | 22 | 55 | 27 | 33 | 18 |
| その他 | 260 | 247 | 161 | 192 | 143 | 105 | 218 | 121 | 165 | 212 | 113 | 137 |



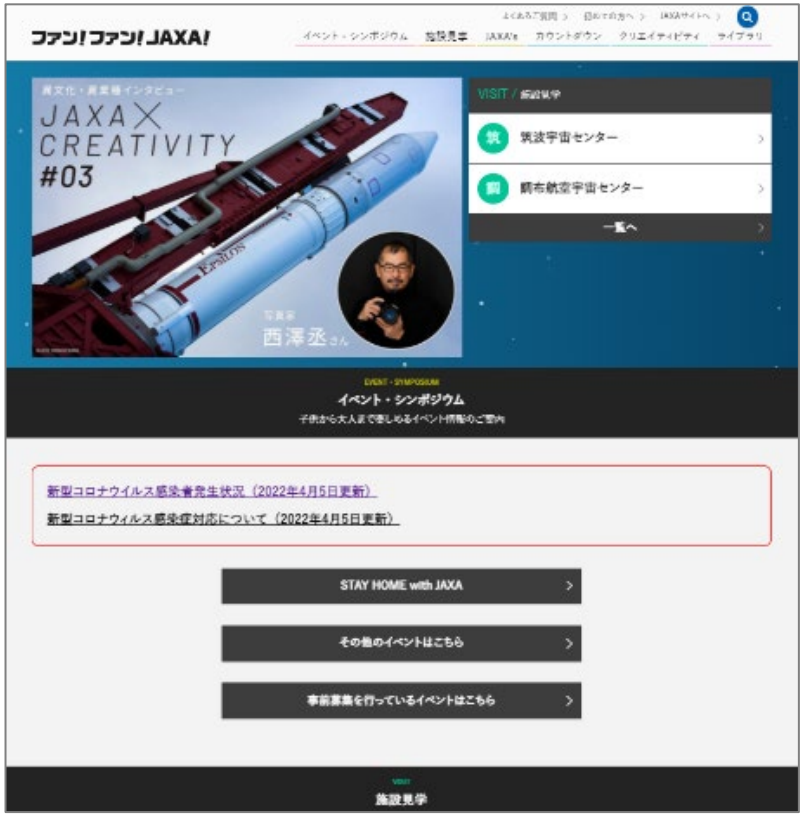
## WEBサイトによる情報発信

・打上げ、ISS長期滞在ミッション、宇宙飛行士候補者募集に係る特設サイトをはじめ、事業の進捗や将来計画に係る情報を発信。
・興味・関心の薄い層に向け、異業種・異文化の専門家との対談・インタビューなども実施し、WEB記事化。

◆JAXA公式WEBサイト




◆ファン！ファン！JAXA



# SNSを活用した即時性・双方向性コミュニケーション

Twitterの活用、リツイートで相互協力（以下代表例）

| | |
|---|---|
| Twitter JAXA公式（2022年3月末時点） | ・フォロワー数：41.6万人<br>・ツイートインプレッション総数：6,285万回(2021年4月～2022年3月)<br>・全アカウント数：46 |





















# YouTube JAXA Channel

YouTube JAXA Channel

○**中継：**（打上げライブ、記者会見、説明会、イベント等）
○**開発の進捗、活動レポート**
○**その他PR番組**

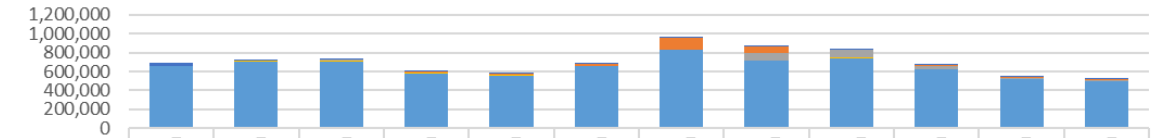
| | 2020年度 | | 2021年度 | |
|---|---|---|---|---|
| | JAXAChannel | ライブ配信専用チャンネル※2020年10月より開始 | JAXAChannel | ライブ配信専用チャンネル |
| 総再生回数 | 5,634万回 | 72万回 | 2,302万回 | 92万回 |
| 総再生時間 | 2,362万時間 | 14万時間 | 1,020万時間 | 25万時間 |
| 新規動画公開本数 | 171本 | 7本 | 130本 | 31本 |
| アーカイブ中の動画数 | 2,092本 | 10本 | 2,039本 | 39本 |





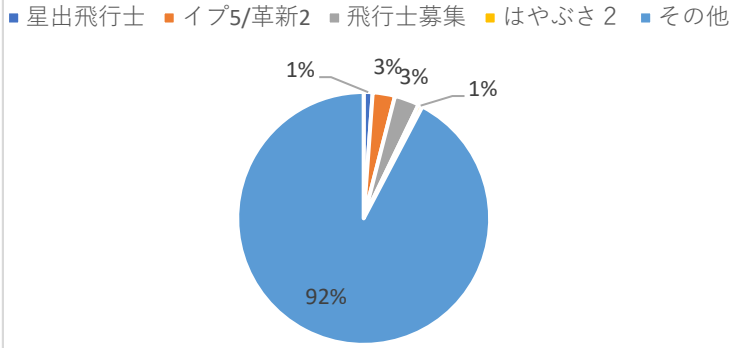

# 各種実績データ（公開WEBサイト）

## WEBアクセス件数（HQサイト）PV数

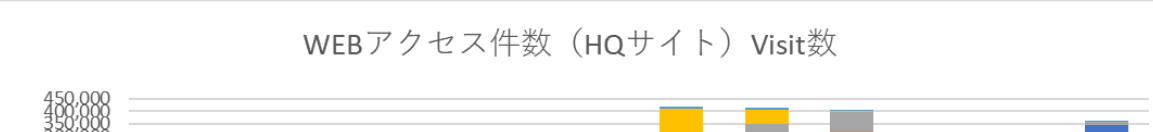



| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 24,924 | 7,487 | 6,626 | 8,816 | 10,719 | 8,594 | 6,836 | 14,105 | 3,535 | 1,779 | 1,726 | 1,155 |
| イプ5/革新2 | 1,459 | 1,710 | 2,463 | 2,245 | 12,744 | 22,386 | 124,883 | 61,924 | 3,932 | 2,857 | 1,970 | 1,894 |
| 飛行士募集 | 1,031 | 3,327 | 4,925 | 7,082 | 5,097 | 5,045 | 4,052 | 84,541 | 86,873 | 34,829 | 17,673 | 11,272 |
| はやぶさ２ | 4,956 | 7,157 | 7,302 | 4,273 | 3,623 | 3,447 | 2,713 | 2,456 | 3,977 | 2,640 | 1,988 | 1,589 |
| その他 | 654,407 | 704,497 | 708,706 | 582,050 | 558,632 | 652,440 | 825,390 | 712,760 | 740,157 | 625,749 | 515,335 | 499,003 |

## WEBアクセス：PV数の割合

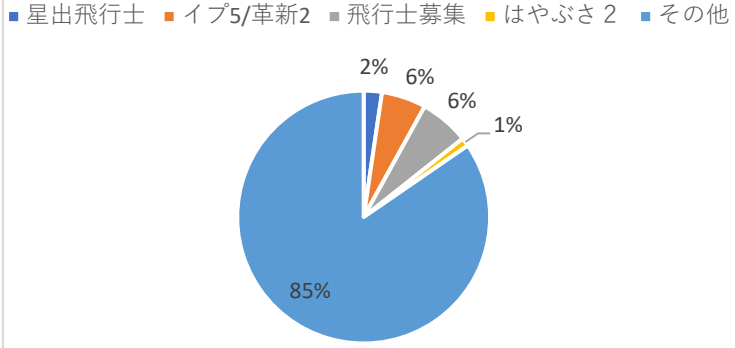



## WEBアクセス件数（HQサイト）Visit数




| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 22,646 | 6,932 | 6,013 | 8,013 | 9,788 | 7,821 | 6,147 | 12,776 | 3,203 | 1,572 | 1,569 | 1,033 |
| イプ5/革新2 | 1,272 | 1,480 | 2,147 | 1,969 | 11,052 | 19,916 | 110,731 | 55,502 | 3,451 | 2,500 | 1,781 | 1,741 |
| 飛行士募集 | 872 | 3,020 | 4,426 | 6,386 | 4,626 | 4,549 | 3,584 | 74,237 | 77,584 | 31,205 | 16,175 | 10,150 |
| はやぶさ２ | 4,366 | 6,301 | 6,430 | 3,782 | 3,152 | 3,031 | 2,429 | 2,194 | 3,592 | 2,324 | 1,728 | 1,342 |
| その他 | 251,101 | 261,383 | 201,896 | 248,250 | 228,494 | 273,536 | 294,625 | 271,440 | 316,886 | 246,207 | 235,388 | 345,271 |

## WEBアクセス：Visit数の割合

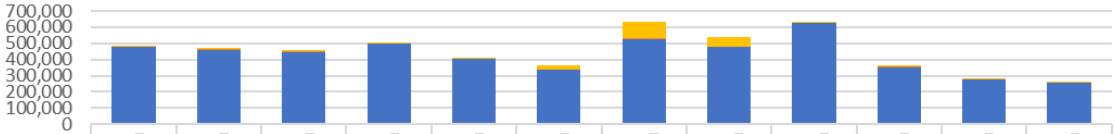



※星出宇宙飛行士関連は事業内容カテゴリにおける「宇宙飛行士」ページと星出宇宙飛行士の打上げ及び長期滞在開始プレスリリースを対象とした
※イプシロン5号機、革新2号機打上げ関連は事業内容カテゴリにおける「イプシロンロケット」「革新的衛星技術実証2号機」「研究開発」ページと打上げに関するプレスリリースを対象とした

※HQサイトにおける宇宙飛行士候補者募集関連は事業内容カテゴリにおける「宇宙飛行士」ページと候補者募集に関するプレスリリースを対象とした
※HQサイトにおけるはやぶさ２関連は、事業内容カテゴリにおける「はやぶさ２」ページと2021年度に公開した関連プレスリリースを対象とした

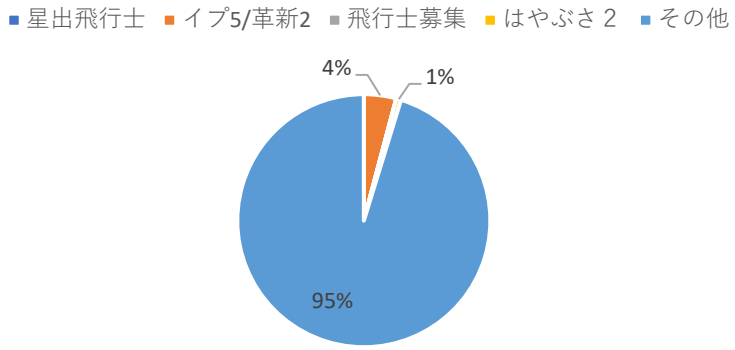
# 各種実績データ（ファンファンJAXA）

## WEBアクセス件数（ファンファンJAXA）PV数

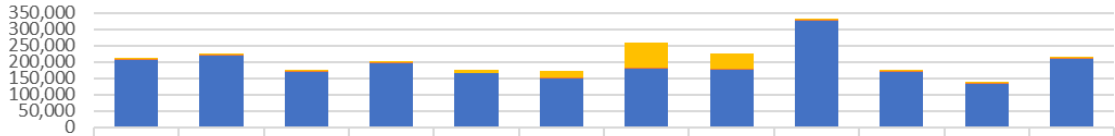



| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| イプ5/革新2 | 244 | 4,028 | 4,131 | 5,387 | 10,316 | 27,392 | 101,908 | 61,727 | 4,394 | 1,348 | 656 | 675 |
| 飛行士募集 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 276 | 507 | 179 | 120 |
| はやぶさ２ | 4,004 | 3,466 | 3,712 | 3,141 | 2,691 | 2,970 | 2,619 | 2,180 | 2,463 | 2,526 | 1,551 | 1,263 |
| その他 | 475,416 | 461,104 | 447,298 | 496,435 | 401,359 | 335,639 | 527,667 | 477,361 | 624,828 | 353,803 | 274,319 | 253,526 |

## PV数の割合（ファンファンJAXA）

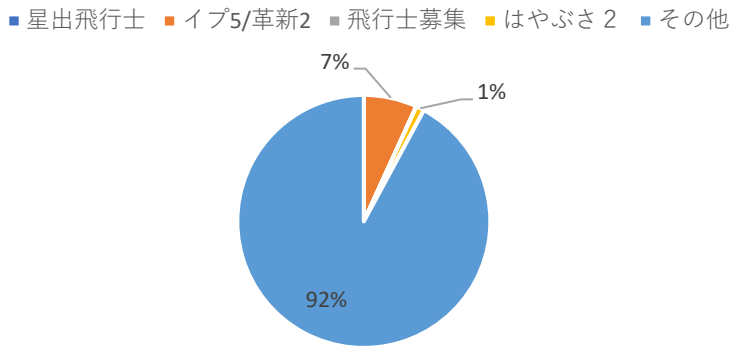



## WEBアクセス件数（ファンファンJAXA）Visit数




| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| イプ5/革新2 | 1 | 3,064 | 3,579 | 4,577 | 8,370 | 20,070 | 77,435 | 46,607 | 3,723 | 1,151 | 554 | 581 |
| 飛行士募集 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 258 | 481 | 166 | 113 |
| はやぶさ２ | 3,293 | 2,826 | 2,897 | 2,478 | 2,108 | 2,333 | 2,099 | 1,742 | 2,033 | 1,851 | 1,275 | 1,075 |
| その他 | 205,890 | 218,592 | 169,035 | 196,329 | 164,649 | 149,325 | 180,527 | 176,335 | 326,488 | 168,906 | 132,984 | 210,160 |

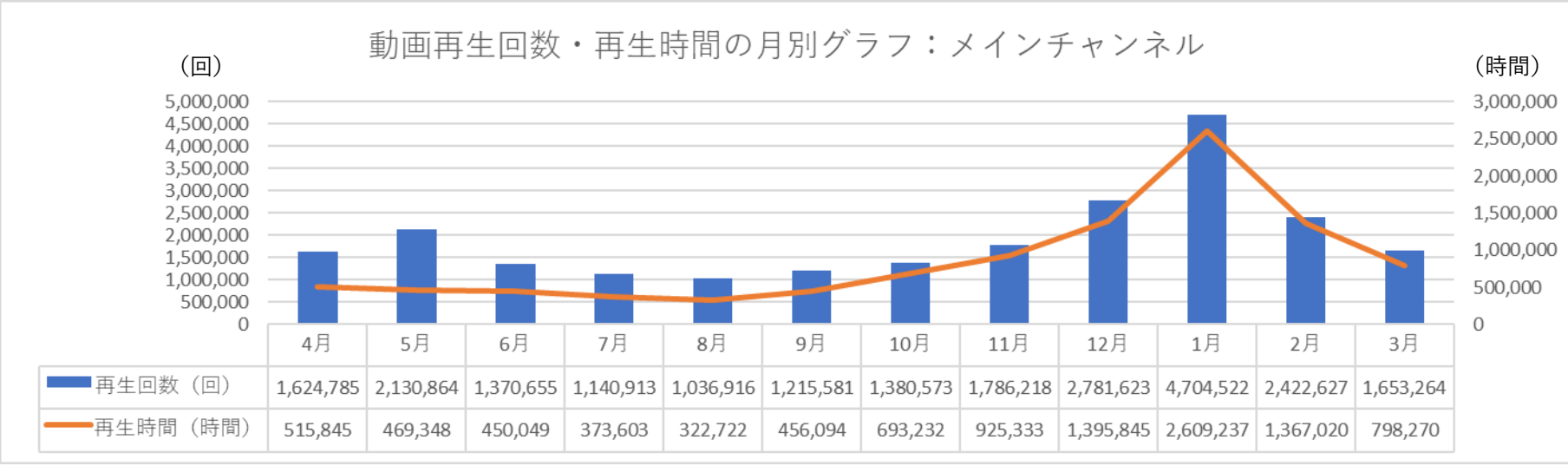
## Visit数の割合（ファンファンJAXA）



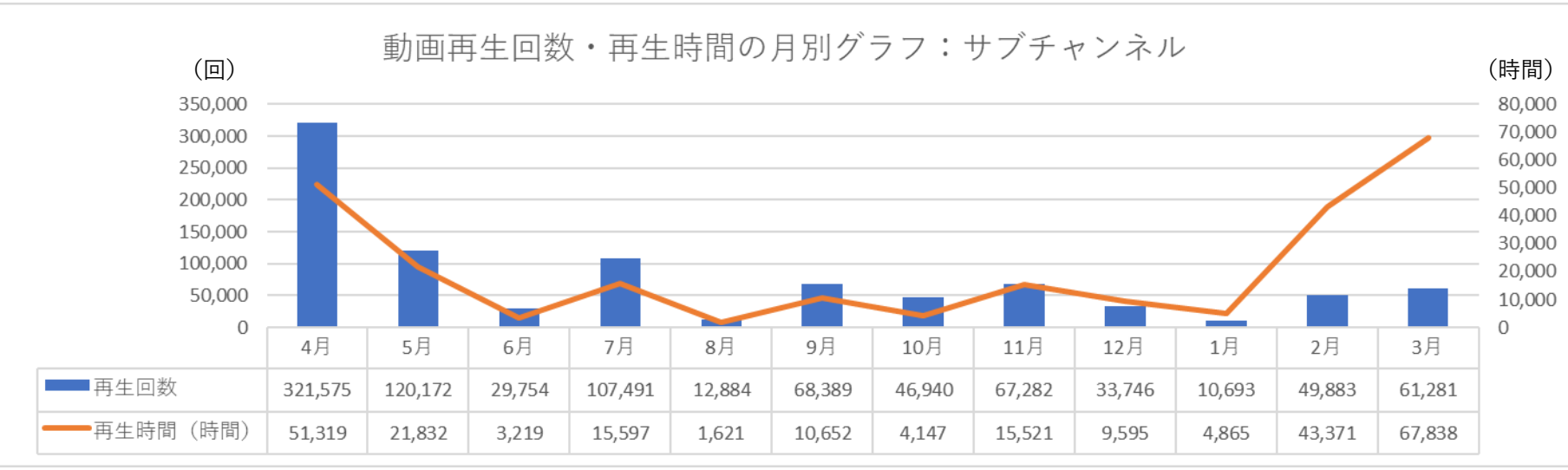

※星出宇宙飛行士関連は事業内容カテゴリにおける「宇宙飛行士」ページと星出宇宙飛行士の打上げ及び長期滞在開始プレスリリースを対象とした
※イプシロン5号機、革新2号機打上げ関連は事業内容カテゴリにおける「イプシロンロケット」「革新的衛星技術実証2号機」「研究開発」ページと打上げに関するプレスリリースを対象とした

※HQサイトにおける宇宙飛行士候補者募集関連は事業内容カテゴリにおける「宇宙飛行士」ページと候補者募集に関するプレスリリースを対象とした
※HQサイトにおけるはやぶさ２関連は、事業内容カテゴリにおける「はやぶさ２」ページと2021年度に公開した関連プレスリリースを対象とした

# 各種実績データ（YouTube JAXA Channel掲載の全動画の再生回数、再生時間）

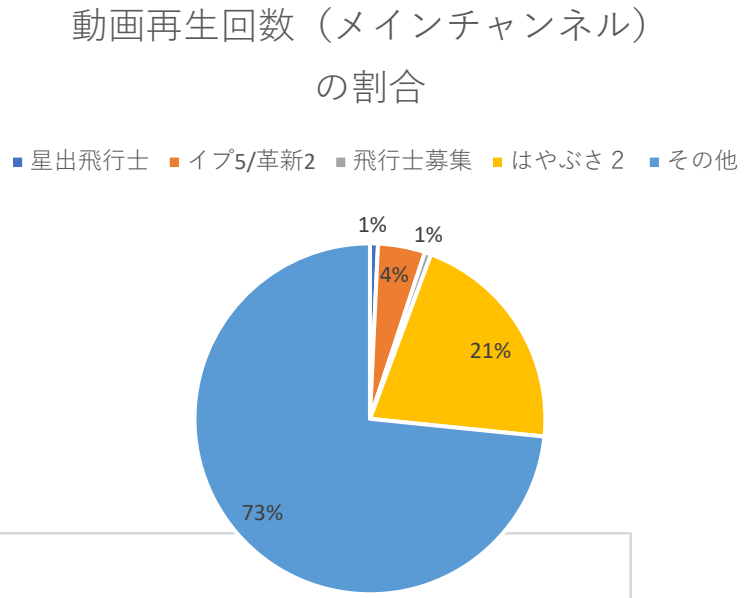



| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 再生回数（回） | 1,624,785 | 2,130,864 | 1,370,655 | 1,140,913 | 1,036,916 | 1,215,581 | 1,380,573 | 1,786,218 | 2,781,623 | 4,704,522 | 2,422,627 | 1,653,264 |
| 再生時間（時間） | 515,845 | 469,348 | 450,049 | 373,603 | 322,722 | 456,094 | 693,232 | 925,333 | 1,395,845 | 2,609,237 | 1,367,020 | 798,270 |



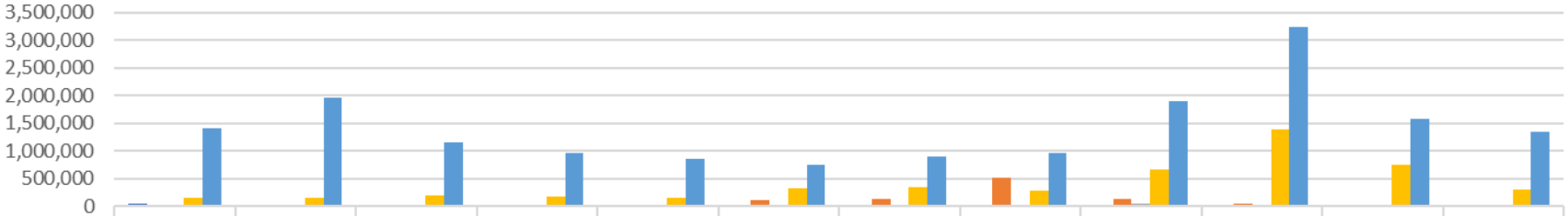

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 再生回数 | 321,575 | 120,172 | 29,754 | 107,491 | 12,884 | 68,389 | 46,940 | 67,282 | 33,746 | 10,693 | 49,883 | 61,281 |
| 再生時間（時間） | 51,319 | 21,832 | 3,219 | 15,597 | 1,621 | 10,652 | 4,147 | 15,521 | 9,595 | 4,865 | 43,371 | 67,838 |

# 各種実績データ
## 既存公開分の動画の再生回数：メインチャンネル



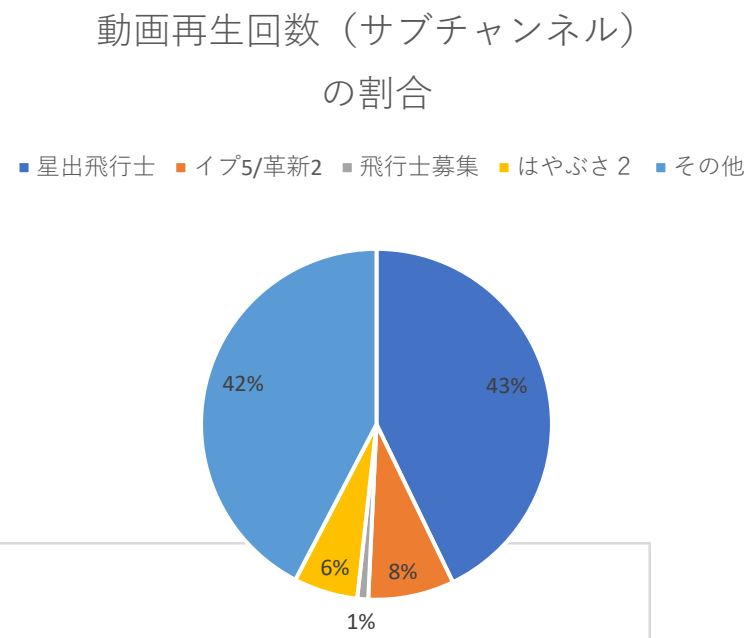

動画再生回数（メインチャンネル）

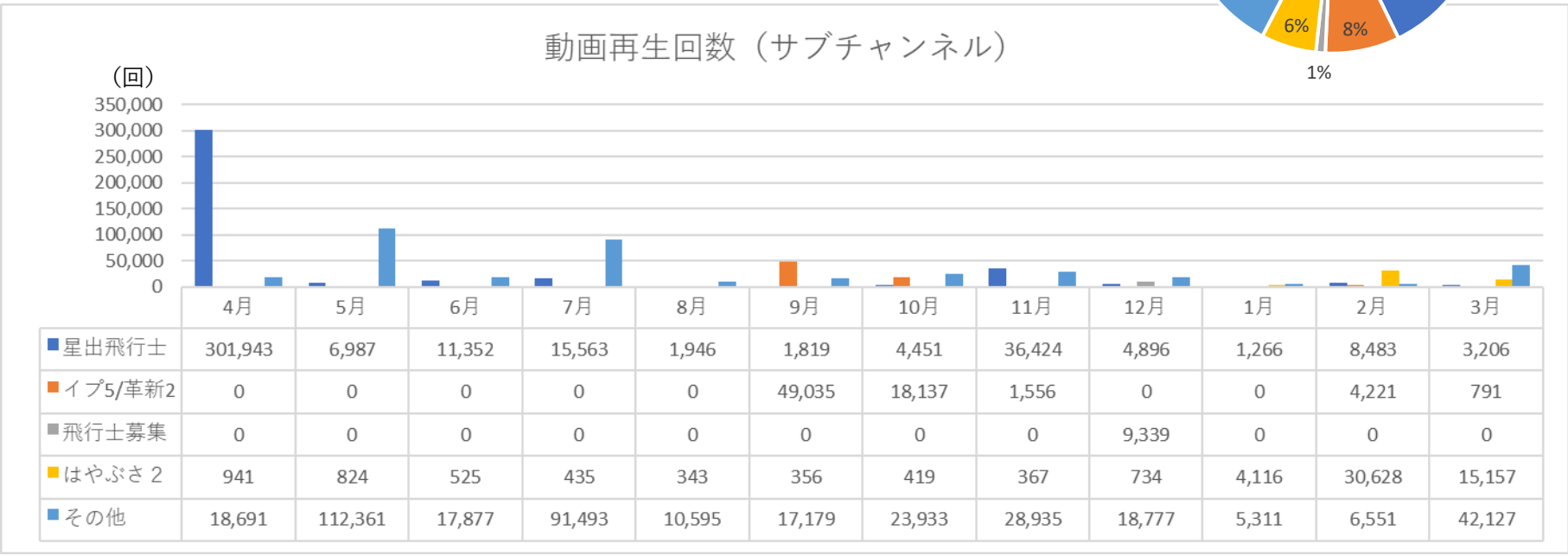
（回）




| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 53,992 | 24,227 | 3,444 | 3,172 | 1,091 | 19,809 | 3,329 | 8,187 | 29,846 | 3,304 | 19,053 | 1,751 |
| イプ5/革新2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16,452 | 110,078 | 126,242 | 522,331 | 140,320 | 51,614 | 37,968 | 3,297 |
| 飛行士募集 | 208 | 161 | 14,338 | 1,848 | 1,274 | 1,182 | 673 | 957 | 57,035 | 14,708 | 38,887 | 6,938 |
| はやぶさ２ | 148,639 | 152,412 | 196,802 | 173,202 | 151,350 | 322,374 | 347,207 | 287,867 | 659,229 | 1,384,275 | 750,553 | 296,047 |
| その他 | 1,421,946 | 1,954,064 | 1,156,071 | 962,691 | 866,749 | 762,138 | 903,122 | 966,876 | 1,895,193 | 3,250,621 | 1,576,166 | 1,345,231 |

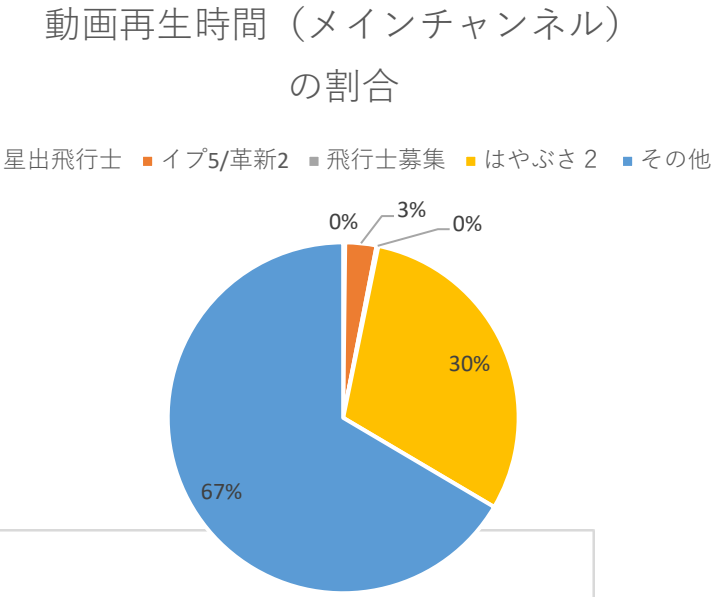
# 各種実績データ
## 既存公開分の動画の再生回数：サブチャンネル

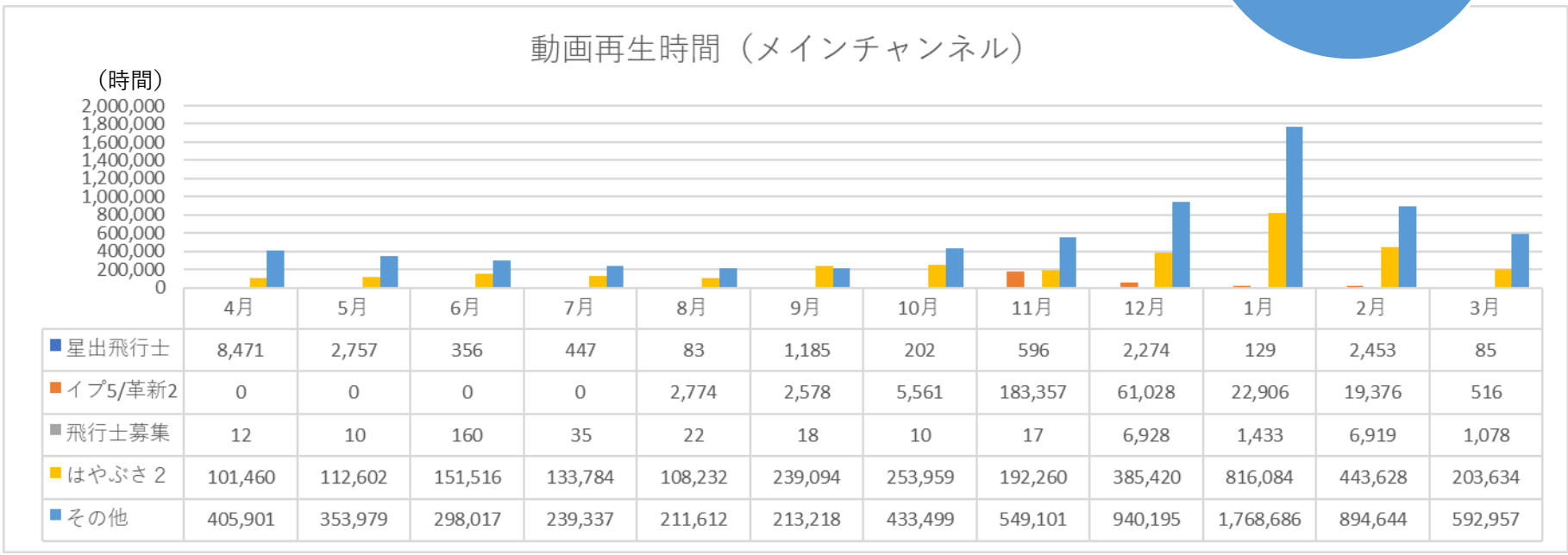



| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 301,943 | 6,987 | 11,352 | 15,563 | 1,946 | 1,819 | 4,451 | 36,424 | 4,896 | 1,266 | 8,483 | 3,206 |
| イプ5/革新2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49,035 | 18,137 | 1,556 | 0 | 0 | 4,221 | 791 |
| 飛行士募集 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,339 | 0 | 0 | 0 |
| はやぶさ２ | 941 | 824 | 525 | 435 | 343 | 356 | 419 | 367 | 734 | 4,116 | 30,628 | 15,157 |
| その他 | 18,691 | 112,361 | 17,877 | 91,493 | 10,595 | 17,179 | 23,933 | 28,935 | 18,777 | 5,311 | 6,551 | 42,127 |

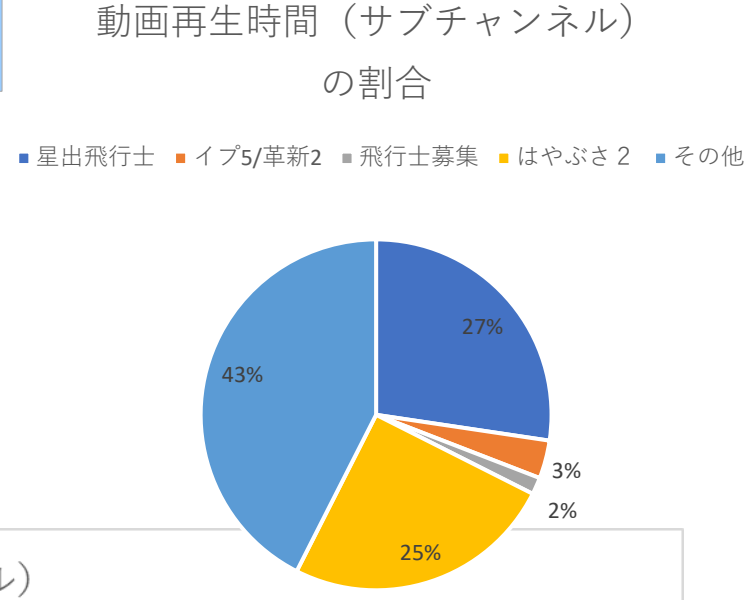
# 各種実績データ
## 既存公開分の動画の再生時間：メインチャンネル




| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 8,471 | 2,757 | 356 | 447 | 83 | 1,185 | 202 | 596 | 2,274 | 129 | 2,453 | 85 |
| イプ5/革新2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,774 | 2,578 | 5,561 | 183,357 | 61,028 | 22,906 | 19,376 | 516 |
| 飛行士募集 | 12 | 10 | 160 | 35 | 22 | 18 | 10 | 17 | 6,928 | 1,433 | 6,919 | 1,078 |
| はやぶさ２ | 101,460 | 112,602 | 151,516 | 133,784 | 108,232 | 239,094 | 253,959 | 192,260 | 385,420 | 816,084 | 443,628 | 203,634 |
| その他 | 405,901 | 353,979 | 298,017 | 239,337 | 211,612 | 213,218 | 433,499 | 549,101 | 940,195 | 1,768,686 | 894,644 | 592,957 |

# 各種実績データ
## 既存公開分の動画の再生時間：サブチャンネル







| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 星出飛行士 | 49,683 | 705 | 1,661 | 2,361 | 262 | 219 | 391 | 8,410 | 757 | 136 | 2,319 | 1,368 |
| イプ5/革新2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,715 | 1,036 | 77 | 0 | 0 | 1,828 | 120 |
| 飛行士募集 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,907 | 0 | 0 | 0 |
| はやぶさ２ | 58 | 34 | 47 | 46 | 75 | 58 | 107 | 56 | 169 | 3,809 | 37,963 | 20,077 |
| その他 | 1,578 | 21,093 | 1,511 | 13,190 | 1,284 | 4,660 | 2,612 | 6,979 | 4,762 | 920 | 1,261 | 46,272 |

# 機関紙「JAXA's」










POINT 1

## 異分野の方に出演いただき、宇宙航空分野に留まらない様々な分野への波及

スポーツ選手（為末大さん）/ アーティスト（コムアイさん）/ デザインエンジニア（田川欣哉さん）/ 音楽家（阿部海太郎さん）/ プロダクトデザイナー（マイク・エーブルソンさん）など

POINT 2

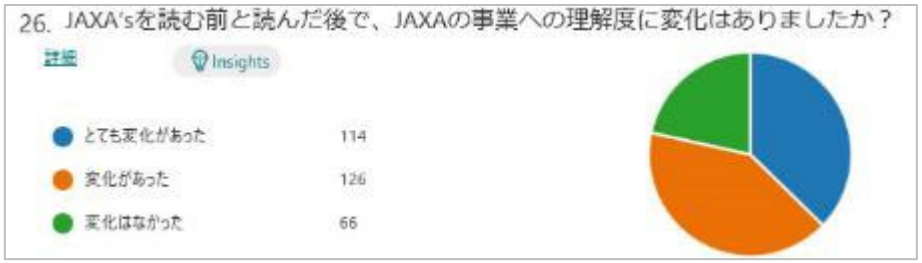
## 様々な分野からの読者層

・**会社員**（広報、マスコミ、管制官、エンジニア、イラストレーター、デザイナー、金融、医師、コンサル、研究開発、システムエンジニア、プログラマー、建築、設計、映像制作、人事、営業など）
・**公務員**（観光、教員、保育士、博物館、医療、企画、事務など）
・**自営業**（弁護士、カメラマン、デザイナー、翻訳家、経営者、医師、旅行業、教育など）
・**大学生**（航空宇宙、工学部、理学部、建築、文学部、商業、医学部、美術系など）
・**主婦**　　・**小学生、中学生、高校生**

※Point2/3：JAXA's WEBアンケートより（実施：2021年3月　回答者数：306名）

POINT 3

## JAXA事業への理解度の変化、約８０％



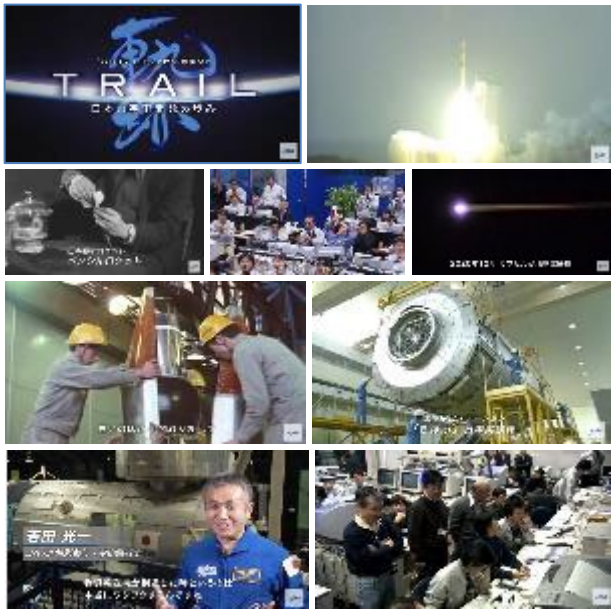

【読者からのコメント（一部）】
・宇宙のことやロケットの機会に関することだけを重点的に考えられているのかと思ったら、身近なものをテーマにして考えたりプライベートにも宇宙を取り入れていて、多種多様な事業もしているということを知れました。
・宇宙開発による賜物が普通に生活する私も知らないうちに恩恵を受けていることも改めて実感しました。
・JAXAといえば、「有人宇宙開発」宇宙飛行士！ISS！といった認識があった。しかしそれ以外にも、気象や航空など違う分野のJAXAを知ることができて新鮮だった。

# 広報用ビデオ 「『おおすみ』打ち上げ50周年記念　日本の宇宙開発の歩み　軌跡～TRAIL～」第63回 科学技術映像祭において文部科学大臣賞を受賞

1970年の日本初の人工衛星「おおすみ」の打ち上げから、2020年でちょうど50年という節目を迎えたことをきっかけに日本の宇宙開発65年間の主な出来事について、当時の開発者の証言や点在する映像、資料、写真などをもとに一つにまとめた広報用ビデオを制作。第63回科学技術映像祭にて文部科学大臣賞を受賞（2022年3月11日受賞）

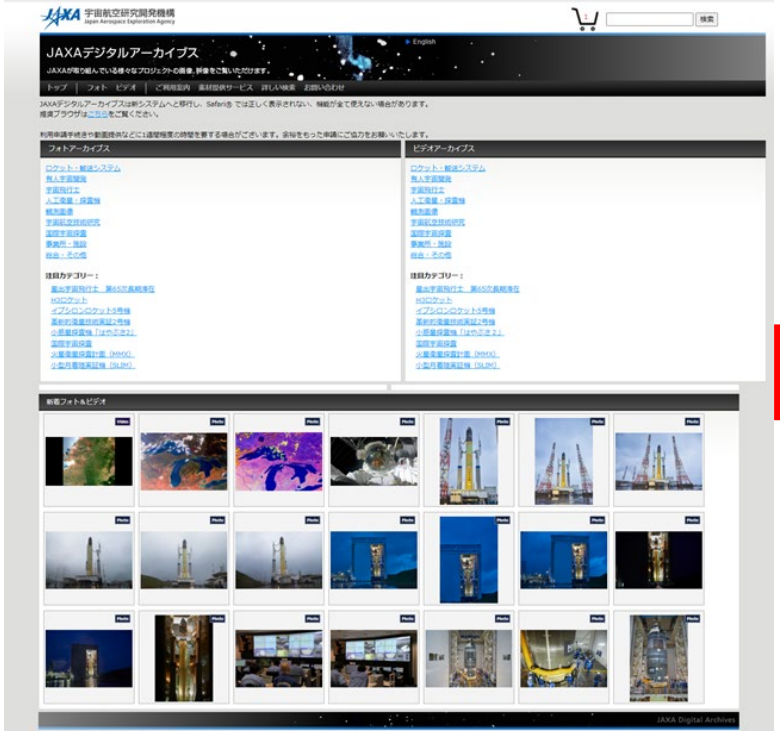
◆参考◆　科学技術映像祭 開催概要（主催者発表文より抜粋）

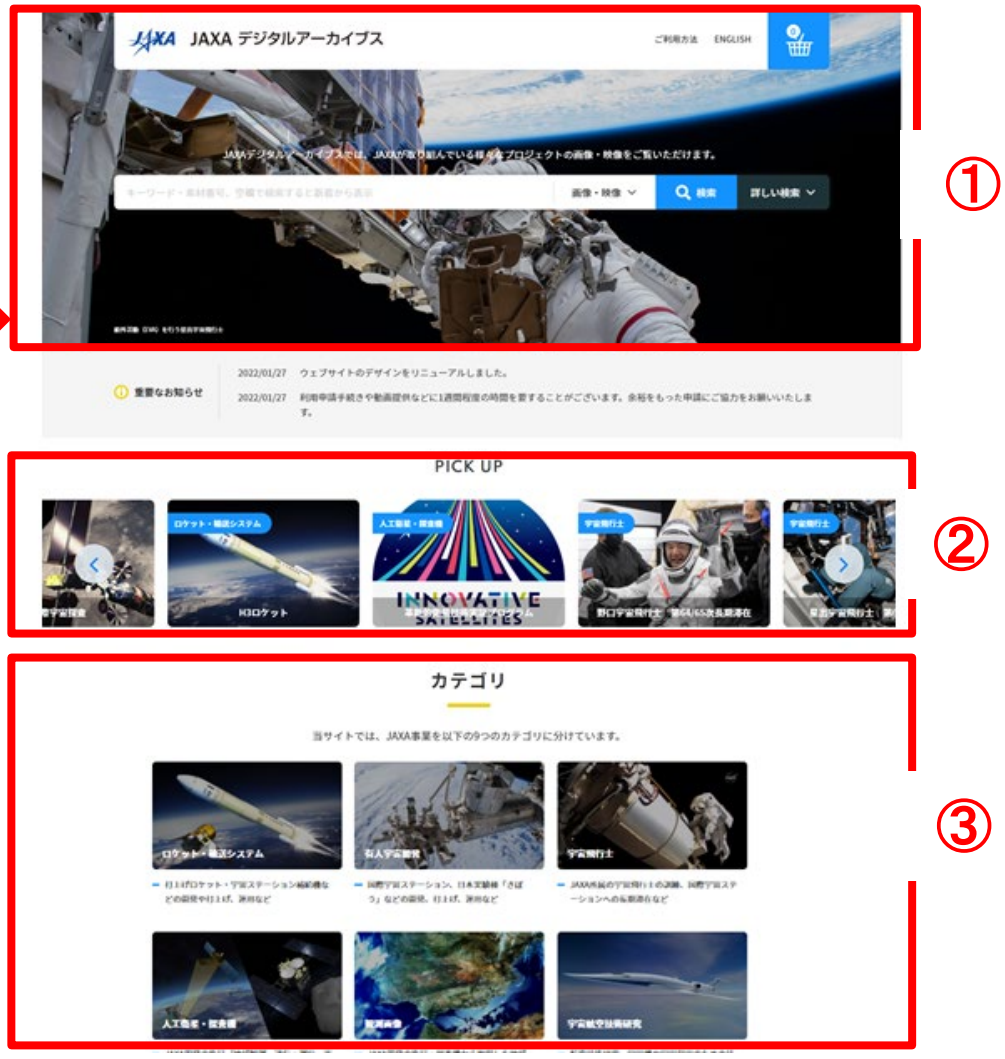
1. 目的：科学技術を正確にわかりやすく伝える優れた映像を選奨することにより、科学技術への関心を喚起するとともにその普及と向上をはかり、社会一般の科学技術教養の向上に資することを目的とする。
2. 主催：日本科学技術振興財団、映像文化製作者連盟、つくば科学万博記念財団、新技術振興渡辺記念会
3. 後援：文部科学省、NHK、日本民間放送連盟、日本新聞協会、日本視聴覚教育協会、経済広報センター、科学技術振興機構、全国科学館連携協議会、民間放送教育協会
4. 対象：2021年1月1日から2022年1月25日までに完成または放映された作品が対象。
5. 募集部門：「自然・くらし部門」「研究・技術開発部門」「教育・教養部門」の3部門
6. 出品総数：50機関から78作品が出品
7. 賞：＊内閣総理大臣賞（最優秀作品　1作品）
   ・NHKスペシャル「タモリ×山中伸弥 超人たちの人体 ～アスリート 限界への挑戦～」
   ＊文部科学大臣賞（募集3部門より1作品ずつ）
   ・テレビ信州　チャンネル4 腎臓を待つ 移植手術をめぐる家族の選択
   ・ガリレオX 活用進む！国産木材 森林資源をどう使い、育てるか？
   ・「おおすみ」打ち上げ50周年記念 日本の宇宙開発の歩み 軌跡～TRAIL～
   ＊その他、部門優秀賞など




YouTube映像（26分）
「おおすみ」打ち上げ50周年記念
日本の宇宙開発のあゆみ　軌跡～TRAIL～
https://www.youtube.com/watch?v=APKLUR-AX3E

# 画像・映像提供システムの機能改修・デザイン改修




① ひと目でキーワード等から検索が容易になり、撮影年による絞り込み追加等機能向上

② 特にユーザに注目してほしいカテゴリーを「Pick Up」として写真付きで紹介

③ JDAの全体構成が分かるように事業ごとのカテゴリーを写真付きで表示

# JAXA事業所展示館運営




## 来場者数

◎2020年度実績：約10万3百人（2020年度は全事業所施設公開なし）

◎2021年度実績：約15万6千人

（勝浦・増田・沖縄宇宙通信所の施設公開来場者含む）

※　FY2020に引き続き、政府の緊急事態宣言や自治体の動向を踏まえた休館、及び再開後も感染拡大防止のため完全予約制による人数制限を実施。

## 2020年度　各展示館　開館／休館時期（■＝休館）

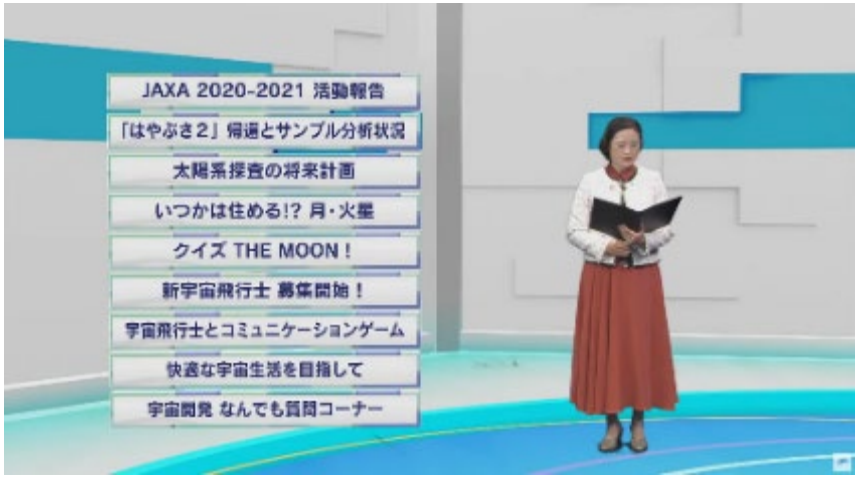
| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 調布航空宇宙センター | 4/26~6/25 | | | 7/12~10/8 | | | 10/11~ | | | | | |
| 筑波宇宙センター | 3/24~開館中 | | | | 8/20~10/1 | | 10/2~ | | | | | |
| 相模原キャンパス | 4/27~6/23 | | | | 8/5~10/1 | | 10/2~ | | | | | |
| 角田宇宙センター | 3/20~5/31 | | 6/1~再開 | | 8/27~9/12 | 9/13~ | | | | | | |
| 能代ロケット実験場 | | | | | | | | | | | | |
| 地球観測センター | 4/1~開館中 | | | | 8/5~9/30 | | 10/1~ | | | | | |
| 種子島宇宙センター | | | | | 8/14~9/30 | | 10/1~ | | | | | |
| 内之浦宇宙空間観測所 | | | | | 8/16~10/1 | | 10/2~ | | | 1/28~~2/20~~ 3/6 | | 3/7~ |
| 臼田宇宙空間観測所 | 冬季休館中 | 4/17~ | | | | | | 11/29~ | | | | |
| 勝浦宇宙通信所 | 3/24~開館中 | | | | 8/2~9/30 | | 10/2~ | | | | | |
| 増田宇宙通信所 | | | | | 8/16~9/30 | | 10/1~ | | | | | |
| 沖縄宇宙通信所 | | 5/25~9/30 | | | | | 10/1~ | | | | | |

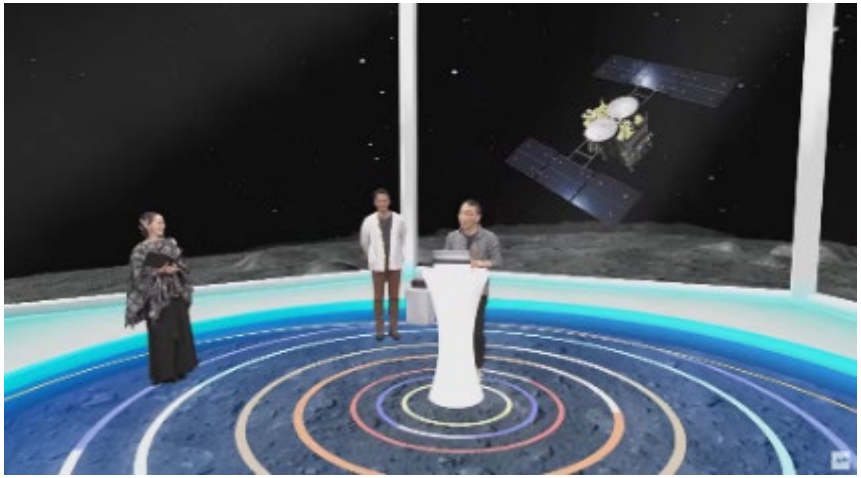
| | | | | | | | | | | | |

## JAXAシンポジウム2021（バーチャル開催）

・昨年に引き続きオンラインのみの開催
・スカパーJSATの東京メディアセンターよりインターネット生配信
※2022年3月末現在、再生回数は1.8万回

### ◆実際の配信画面



### ◆スカパーJSAT　スタジオ・配信／SUBの様子

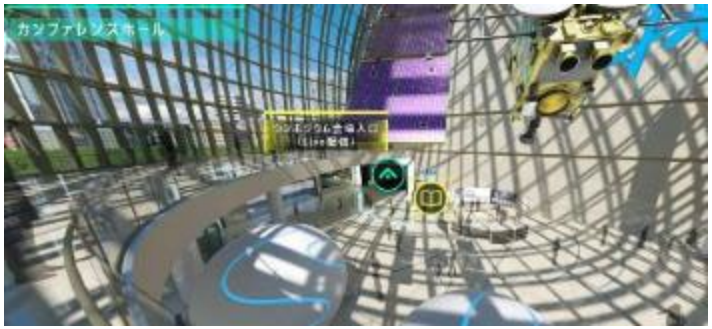








### ◆2021年度用のバーチャルシンポジウム会場



# 13年ぶりの宇宙飛行士候補者応募に係る広報（外部連携含む）

・「**全国民・宇宙飛行士候補者**」という戦略コンセプトおよび「**宇宙飛行士に、転職だ。**」のキャッチコピーの下、「**宇宙飛行士＝誰でも挑戦できる“職業”**」という気づきを与えるべく、一貫性のあるコミュニケーションプランに沿って各種広報施策を実施。
・主要な応募者層（20-40代）を中心に、多様性（女性応募奨励等）の観点を各施策において考慮し、より多くの方の応募につなげた。

### ◆ 女性応募奨励施策

- 様々な職種の方の挑戦を想起させるキービジュアル（ポスター、ウェブ等）やPRムービー（宇宙飛行士OB/OG訪問企画）の登場人物において最大限考慮。
- 採用イベントや採用パンフレット等において、女性飛行士の活躍や新しい働き方に関する内容を積極的に発信。

### ◆ イベントの実施

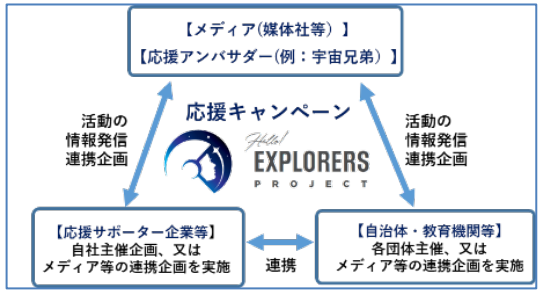
- 3/4の応募締め切りに向け、募集要項や宇宙飛行士の仕事内容の詳細な説明や、宇宙飛行士の周りの人に焦点をあて、応募を迷っている方に向けたイベント等を実施。

### ◆ 応援キャンペーン

- 応援サポーター制度を導入し、趣旨に賛同頂けるメディア・企業・教育機関・自治体等が実施する活動を促進。JAXAだけのリソースでは実施できない多様な広報・アウトリーチ活動を展開し、日本中での話題喚起を狙う仕組みを展開。




女性を主要ターゲットとするメディア連携












## 国際宇宙会議（IAC）2021@ドバイ

- 開催期間：2021年10月25日（月）～29日（金）
- 参加登録者：110ヵ国から5,086名

・アラブ諸国初のIAC。
UAE王族・ハイレベル高官、世界各国の政府・宇宙機関、産業界関係者が一堂に会する機会を利用し、①日UAE宇宙協力の発展・強化、②JAXA/日本企業が持つ技術力の高さをアピールすることを目的に出展















# 外部連携

**◆ドバイ万博 日本館への展示協力**

・ドバイ万博日本館での展示について、展示テーマ「Where Ideas Meet」に合う宇宙関連コンテンツを盛り込むべく万博関係者と調整を重ね、オープニングエリアの映像にISS日本実験棟「きぼう」や開発中の「Int-Ball 2号機」の映像・CGが採択されたほか、イノベーションエリアにおけるミニチュア展示の題材として、日・UAEの宇宙協力シンボルである「H-IIAロケット」と、日本古来のアイディア（お手玉）と宇宙技術の結びつきの例として「はやぶさ２」が採択された。ドバイ万博全体での入場者数は2400万人超。

【日時】2021年10月1日～2022年3月31日（182日間）
【開催地】ＵＡＥドバイ 博覧会場
【テーマ】Connecting Minds, Creating the Future
【入場者】ドバイ万博全体での入場者数：2,400万人超












# 外部連携

**◆ジャポニカ学習帳スペースシリーズ刊行への協力**

・小学生向けノートブック「ジャポニカ学習帳」で初のスペースシリーズの実現に向けて、企画・監修支援、ＪＤＡ画像提供等の協力を実施。18種類の学習帳が発売された。

・表紙・背表紙に画像やイラストが掲載されるほか、写真表紙ノートでは各ノートに見開きで宇宙開発や天文に関する解説記事が計６ページ（イラスト表紙ノートは計２ページ）記載される構成となっており、次世代を担う子供たちへの広報・教育効果が期待される。

・題材は、ロケット（H3、イプシロン）、人工衛星(地球観測、測位等)、有人分野（ＩＳＳ、「きぼう」、「こうのとり」、宇宙飛行士）、国際宇宙探査（SLIM、Gateway）、宇宙科学（ひさき、はやぶさ２、MMX）など、JAXAの主要な宇宙事業を網羅する内容。

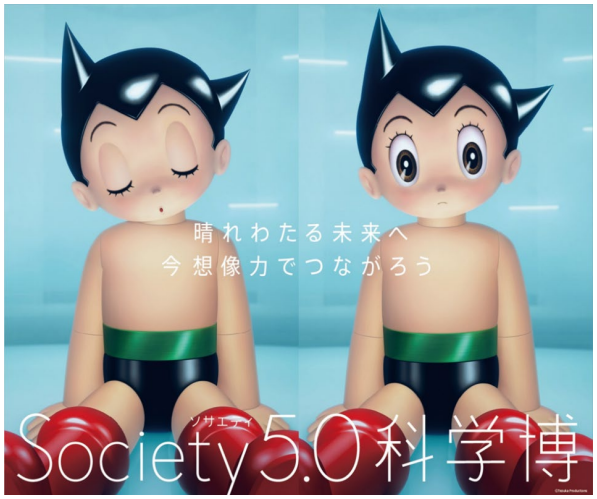





# 外部連携

## ◆ Society5.0科学博への出展

【開催場所】東京スカイツリータウン
【開催日時】①フィジカル展示：7月15日（木）～7月28日（水）→JAXAブース設置
②サブ展示：7月15日（木）～9月5日（日）
③サイバー展示：7月17日～9月5日（日）
【来場者数】●1階団体ロビー（JAXAブース）：23,277人●サイバー展示（JAXAブース）：8,700PV（7月28日時点）







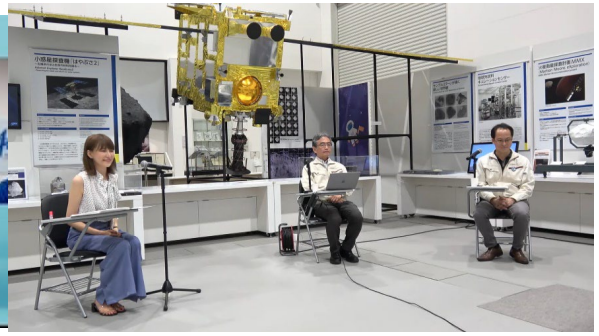








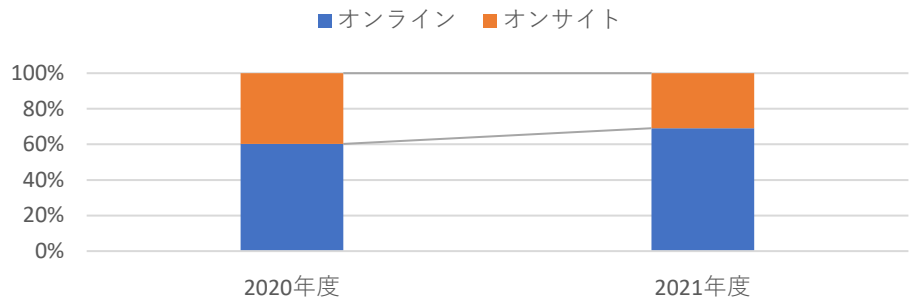




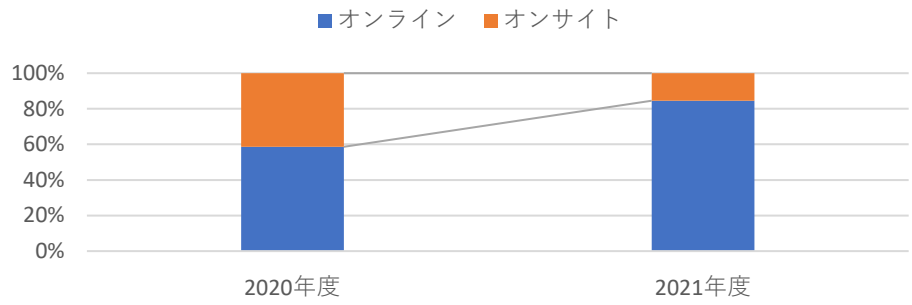
# 広報講演：役職員／宇宙飛行士

| | | 講演件数（回） | | | 聴講者数（人） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 合計 | オンライン | オンサイト | 合計 | オンライン | オンサイト |
| 2020年度2月末実績 | 役職員 | 207 | 121 | 86 | 68,378 | 28,505 | 39,873 |
| | 宇宙飛行士 | 17 | 14 | 3 | 29,454 | 28,865 | 589 |
| 2021年度2月末実績 | 役職員 | 353 | 244 | 109 | 146,353 | 122,175 | 24,178 |
| | 宇宙飛行士 | 24 | 14 | 7 | 34,760 | 30,770 | 3,990 |

【講演件数】
オンライン・オンサイトの割合




【講演聴講者数】
オンライン・オンサイトの割合




**◎オンライン講演の様子**



**◎オンサイト（対面）講演の様子**

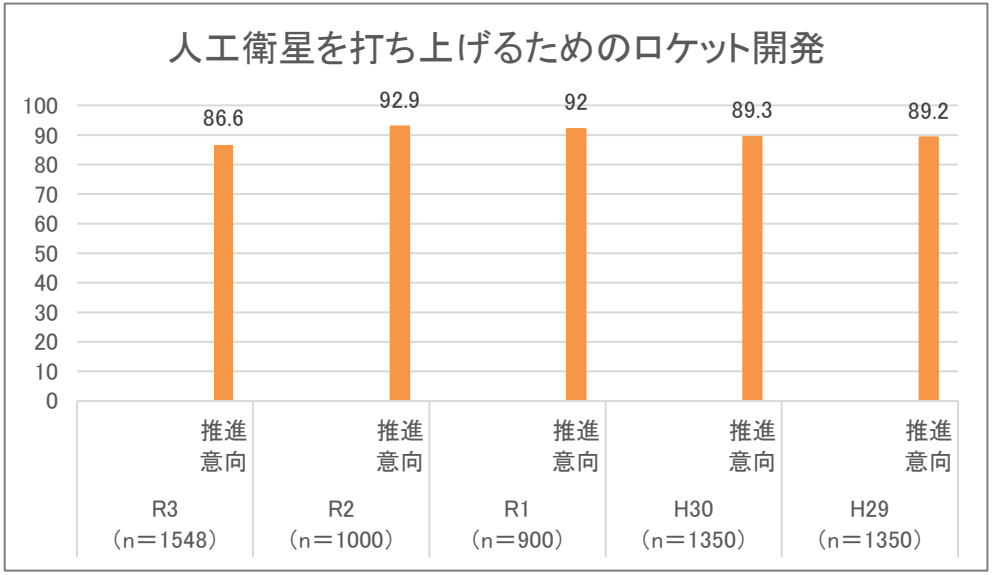


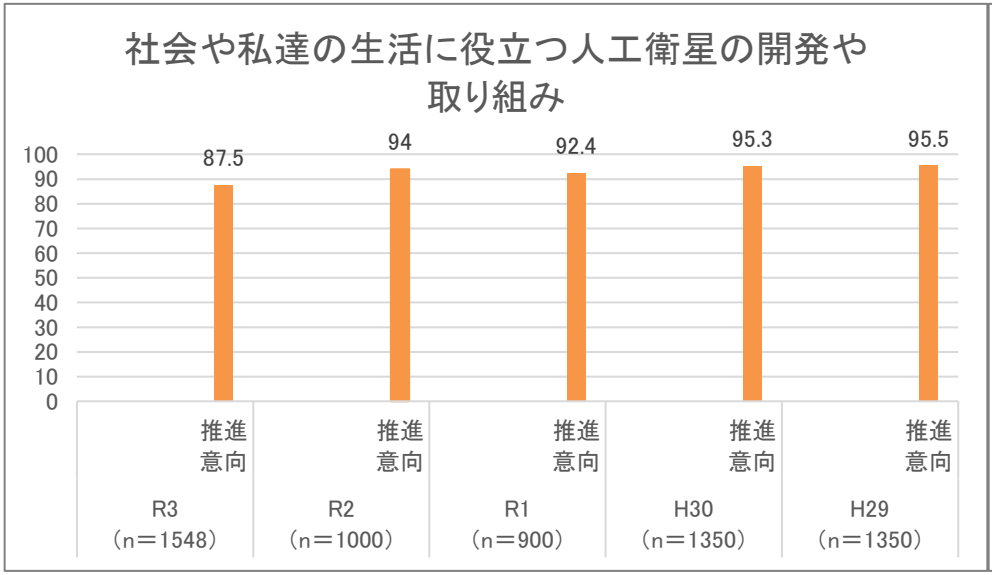


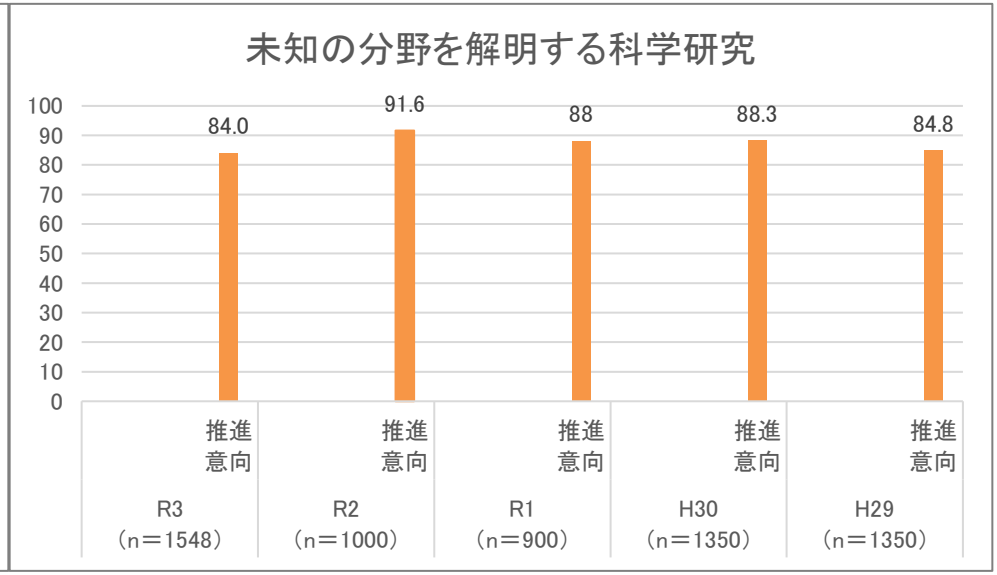
# 各種実績データ（国民の意識調査）

（（株）インテージリサーチによる調査結果）

※ 調査手法がこれまでの電話調査（調査員とのコミュニケーションあり）からWEB調査（会話によるコミュニケーションなし）に変更となっており、昨年度以前との単純な数値比較が困難であることに注意。
WEB調査では電話調査のような丁寧なコミュニケーションがないことが推進意向等の調査結果に影響を及ぼしている可能性がある。



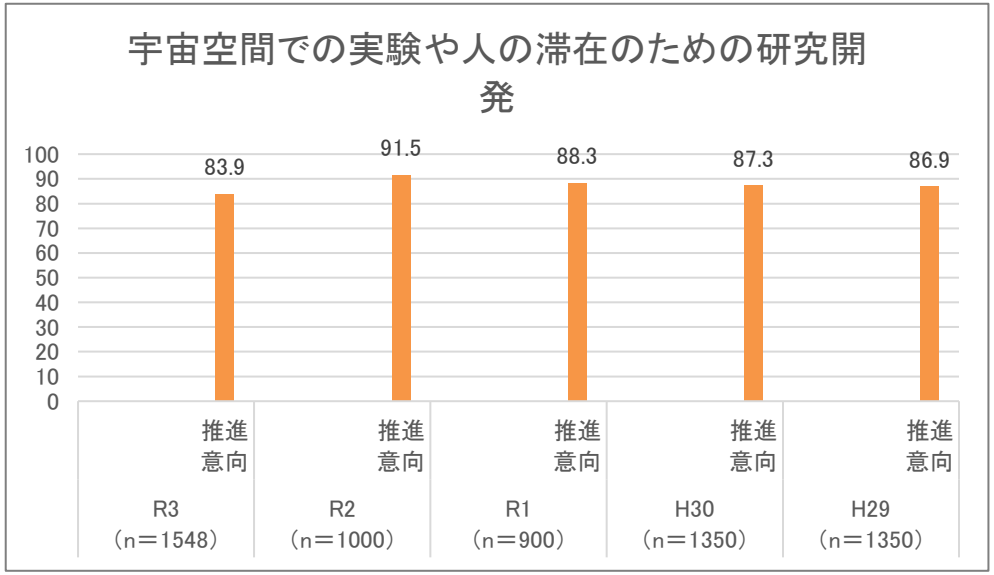



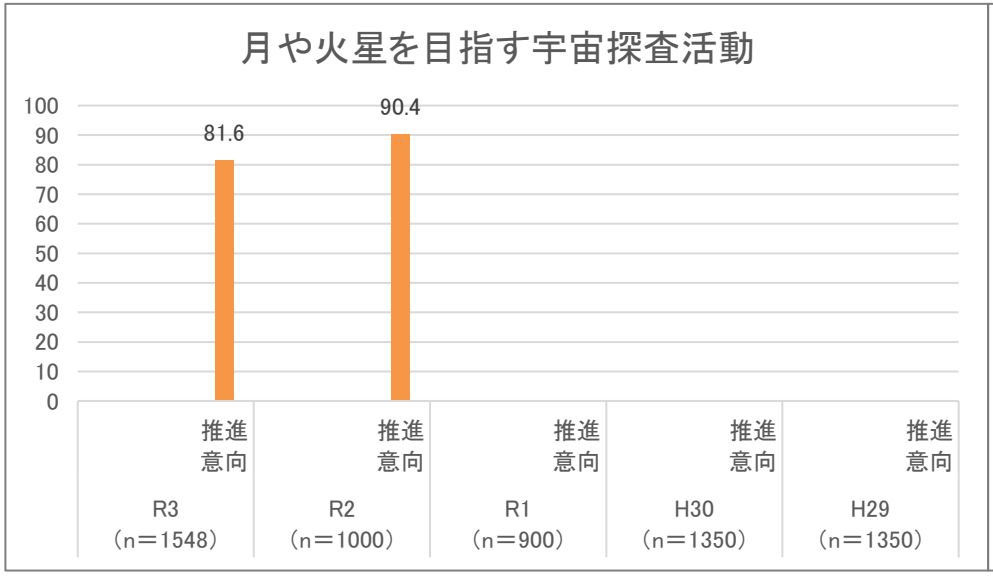



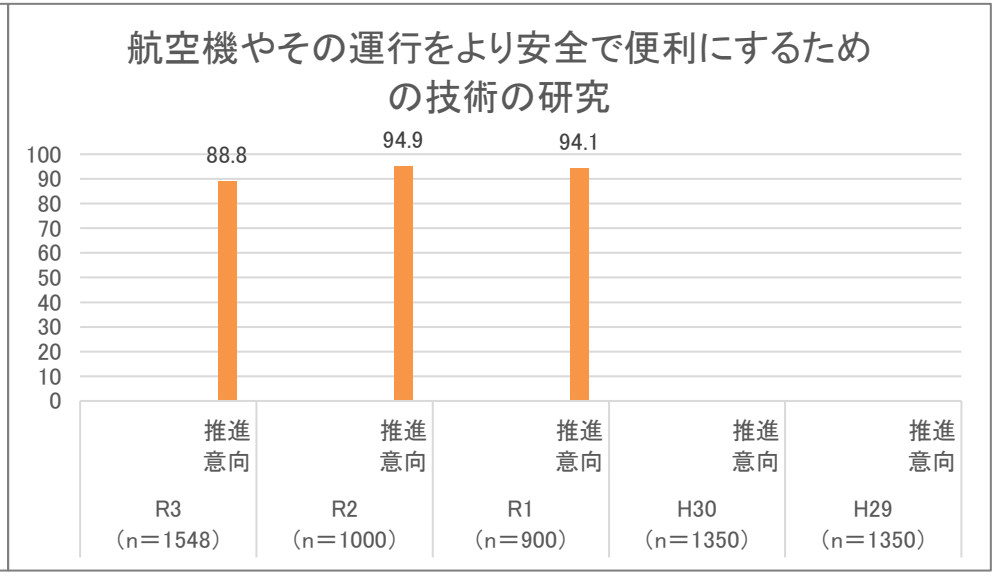
# 各種実績データ（国民の意識調査：続き）

（（株）インテージリサーチによる調査結果）

※ 調査手法がこれまでの電話調査（調査員とのコミュニケーションあり）からWEB調査（会話によるコミュニケーションなし）に変更となっており、昨年度以前との単純な数値比較が困難であることに注意。
WEB調査では電話調査のような丁寧なコミュニケーションがないことが推進意向等の調査結果に影響を及ぼしている可能性がある。



（１）学校現場において、より宇宙教育を手軽に取り入れることができる、カリキュラムを補完し、指導案や動画資料等の授業実践に必要な素材をパッケージ化した教材「宇宙で授業パッケージ」を開発・Web公開









(左)「宇宙で授業パッケージ」Web公開ページ、
(右上下)一例：小学校4学年 図工の動画教材「行ってみたい、見てみたいわたしの宇宙」

（３）エアロスペーススクール、きみっしょんを完全オンライン形式で開催し、対面と遜色のないプログラムを提供





(上)スペスク参加者のとの記念写真
(左)スペスク配信現場の様子

（２）コズミックカレッジの地域主催者に対するオンライン開催を促進するための実践的なノウハウを指導するセミナーを実施

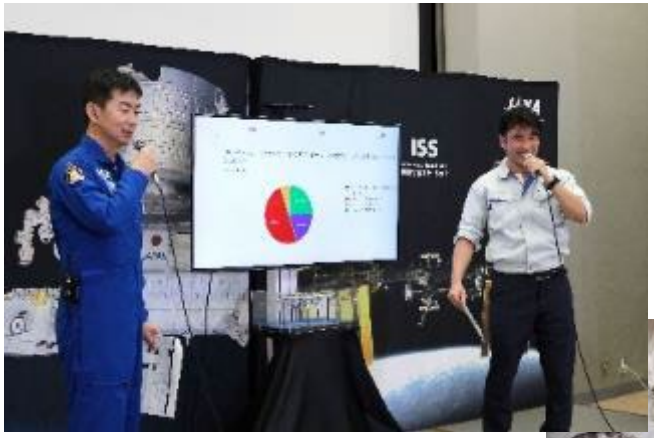



(上)公開Webサイトにおける地域主催者に対するオンラインセミナーの募集公告




(上)きみっしょんの様子

## （４）文部科学省が推進する「GIGAスクール」事業の特別講座として、ISS滞在中の星出宇宙飛行士による全国の児童向けのリアルタイムによる特別講座を実施





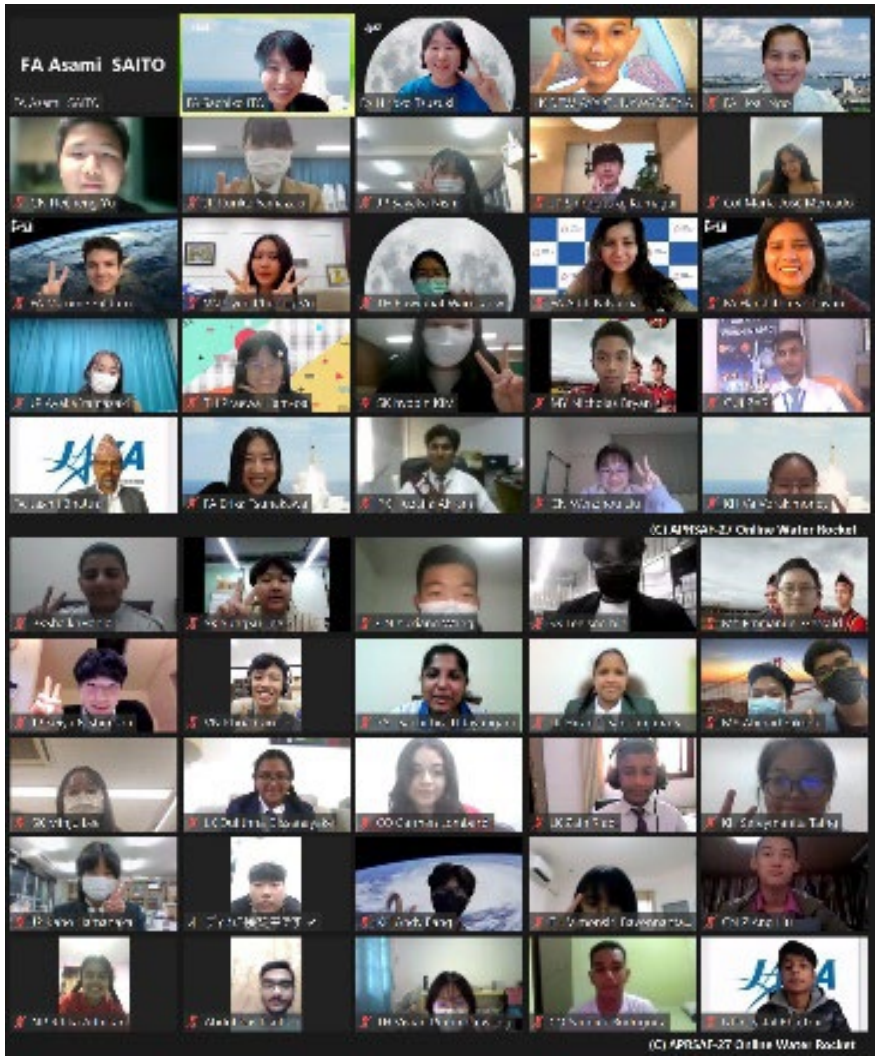

(上)(右)コーヒーと牛乳がどうなるかについて放送中に約9000人の視聴者がリアルタイムで回答し星出飛行士がISSで実験した。

## （５）JAXAと連携して開発した教材を用いたプログラミング講座を企業が実施したにより、JAXA単独のリソースだけでは届きにくい潜在的ニーズに呼応できる協働ネットワークの拡充を実現




(上)JAXAが全面協力して、㈱ノジマが主催したプログラミング講座

## （６）APRSAF水ロケット大会、初めてのオンライン開催、宇宙教育を利用した国際交流機会の創出、提供




(上)水ロケット大会参加者（一部）。オンライン国際交流イベントには12の国と地域から生徒64人が参加。

| 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) | 1,124,015 | 1,000,311 | 1,014,403 | 1,055,533 | | | |
| 決算額 (千円) | 1,100,089 | 1,027,270 | 965,232 | 985,886 | | | |
| 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) | 32 | 42 | 35 | 33 | | | |

(※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．６．３ プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．６．３ | Ⅰ．６．３． | | |
| プロジェクト活動の安全・確実な遂行とミッションの成果の最大化、更には国際競争力強化に貢献するため、以下の取組を行う。なお、計画の大幅な見直しや中止、もしくはミッションの喪失が生じた場合には、業務プロセスやマネジメント活動を含む原因の究明と再発防止を図る。 | プロジェクト活動の安全・確実な遂行とミッションの成果の最大化、更には国際競争力強化に貢献するため、以下の取組を行う。なお、計画の大幅な見直しや中止、もしくはミッションの喪失が生じた場合には、業務プロセスやマネジメント活動を含む原因の究明と再発防止を図る。 | プロジェクト業務改革（以下「業務改革」）の結果見直したプロジェクトマネジメントの全社共通標準（開発・運用の基本の再徹底、JAXA要求仕様の明確化、企業との役割・責任分担の明確化等の考え方・手法）を全てのプロジェクトに適用し、JAXA全体のプロジェクトマネジメント能力の向上のための仕組みの改善を行った。<br>また、特にプロジェクトの準備段階のフェーズ（上流段階）での活動に力点を置き、ミッション定義段階・プロジェクト準備段階におけるシステムズエンジニアリング/プロジェクトマネジメント（SE/PM）能力を向上させる活動を重点的に実施するとともに、プロジェクトの安全・確実な遂行と宇宙活動における安定性確保のために安全・信頼性に関する知見の蓄積、共有の新たな取り組みを進めた。これらによってスムーズなプロジェクト移行と開発の着実な推進を実現するとともに、新規参入企業のミッション成功に貢献した。 | |
| （１）プロジェクトマネジメント | （１）プロジェクトマネジメント | | |
| プロジェクトマネジメントについて、業務プロセス・体制の運用・改善、研修の実施及び活動から得られた知見・教訓の蓄積・活用を進め、JAXA 全体のプロジェクトマネジメント能力の維持・向上を図る。 | プロジェクトマネジメントについて、業務プロセス・体制の運用・改善、研修の実施及び活動から得られた知見・教訓の蓄積・活用を進め、JAXA全体のプロジェクトマネジメント能力の維持・向上を図る。特に、以下を実施する。 | ① 業務プロセス・体制の運用・改善<br>2021年度に計画したプロジェクト活動（準天頂衛星初号機後継機及び革新的衛星技術実証2号機の打上げ、星出宇宙飛行士及び野口宇宙飛行士のCrew Dragon搭乗とISS長期滞在の運用）全てを成功に導いた。また、新たなミッション（DESTINY+、自動ドッキング技術実証、MOLI、降水レーダ衛星、ゲートウェイ居住棟、月極域探査機（LUPEX）等）の着実なフェーズアップ（プロジェクト化・プリプロジェクト化）を実現した。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | • プリプロジェクトに対する支援活動による効果的・計画的な計画立案<br>• 若手職員のワーキンググループ活動及び研修による人材育成 | ① 業務プロセス・体制の運用・改善（続き）<br>SE/PM業務におけるデジタル化を推進し、情報のシングルソース化、情報の集約と可視化（ダッシュボード化）、情報の蓄積（データベース化）等によるプロジェクト情報の効率的な利活用に向けた活動を実施した。<br>今年度はプロジェクトのマンスリーレポートのクラウド化及びアプリ化（データ化）を実施し、スケジュール、コスト等の情報を集約・可視化した「プロジェクト情報ダッシュボード」のプロトタイプを整備した。<br><br>また、プロジェクトの成否に大きく影響するプロジェクト準備段階の計画立案の支援活動として、プロジェクト経験の少ない組織・メンバーでも適時適切な計画文書の作成を実施するため、昨年度のPDCAを行い、複数のプリプロジェクト候補とチーフエンジニアによるデイスカッション形式で、プロジェクト準備段階の計画文書を抜け漏れなく効果的・体系的に作成する取組を実施し、スムーズなプリプロジェクト移行に貢献した。<br>（対象文書：プロジェクト計画書、システムズエンジニアリングマネジメント計画書、調達マネジメント計画書、リスクマネジメント計画書）<br>（対象チーム：Solar-C、静粛超音速機統合設計、深宇宙探査用内之浦後継局、MOLI）<br><br>なお、昨年度よりプロジェクト調達改革について調達部と協働し、企業の技術力をより一層引き出すため、①「調達マネジメント計画」の充実、②企業の技術力を引き出す調達手法（RFP）の深化等に協力し、調達期間を短縮するとともに、よりよい提案を引き出すことに貢献した。（「IV.業務運営の改善・効率化」項を参照） | チーム同士間の横の繋がりが生まれたほか、以下の波及効果により、今後のプロジェクトの着実かつ円滑な推進が期待できる。<br>・各チームに共通的な課題や要検討事項について、他のチームと議論し、考え方や方針を共有することにより、新しい発見や対応の仕方を習得し、対応方針等を認識。<br>・参照すべきプロジェクト、先行事例の存在を把握したことにより、技術成熟度（TRL）や審査プロセス等に反映が可能。<br>・内容の重複や不足等、各計画書で規定すべき内容の確認・整理を行ったことにより、より適切な改善が可能。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | | ② 知見・教訓の蓄積・活用<br>○経験事例の取込みと活動への反映<br>　重要な教訓に関する経験事例を教材化し、CE室が提供する実践的研修（調達マネジメント研修、プロジェクトマネージャ育成研修）にて提供した。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| | | ③ 人材育成<br>　SE/PMプロフェッショナルの早期かつ計画的な育成を目的とした若手中心のSE/PM技術ワーキンググループについて、第1期の反省点を踏まえてより多様な部署からの参加を求めるとともに第1期の成果である技術文書を活用する等、PDCAを行い、第2期活動（2021年1月～12月）を実施した。総括を行った。その結果、メンバー各自のSE/PM能力向上や情報・意見交換、より広範囲の人脈形成、さらには新たなSE/PM技術への挑戦を通じてJAXA全体のSE/PM技術力の向上に貢献し、将来のプロジェクト活動の活性化が期待できる成果を挙げた。1月より第3期活動として、新たなメンバーを募集し、活動を実施中。<br>　新型コロナ感染症対策の一環として、CE室主催の各種研修を原則オンラインで開催した。オンライン化に加え、研修の開催についてフェーズアップ前後のプロジェクトを中心に上流段階のプロジェクト等に対する適時の研修設定・参加促進を行い、プロジェクトチーム員の資格要件としているプロジェクトマネジメント初級レベルの研修の受講率について、全体で97%（昨年度92%）に向上させたとともに、今年度フェーズアップを行ったプロジェクト／プリプロジェクトのチーム員（2022年2月末時点）の受講率を71%から96%に向上させ、プロジェクト強化へつなげた。<br>　また、職員を講師として他業種・外部機関を含むSE/PMに関するランチセミナを月1回ペースで開催。2021年度は11回開催し、のべ1000名以上が参加した。 | より広範囲な他部署のメンバー同士、及びメンバーと チーフエンジニアとの意見交換や議論、人脈形成を実現。若手職員の意欲向上と即戦力の育成などにより、将来のプロジェクト活動の活性化に繋げた等の波及効果があった。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、担当部門から独立した組織が、プロジェクトの実施状況を適切に把握 した上で、プロジェクトマネジメントの観点から客観的かつ厳格な評価を行い、その結果を的確に計画へフィードバックさせる。 | また、担当部門から独立した組織が、プロジェクトの実施状況を適切に把握した上で、プロジェクトマネジメントの観点から客観的かつ厳格な評価を行い、その結果を的確に計画へフィードバックさせる。 | プロジェクトの進捗をプロジェクトからの報告だけでなく、チーフエンジニア及び独立評価組織の評価結果とともに確認し、フェーズ移行の判断を実施した。独立評価組織は、プロジェクトのフェーズ移行等のための経営審査（18件）及びその他の審査会（計529件）：部門審査／企業での技術審査）において、プロジェクトに対するチェック・アンド・バランスとして客観的・厳格な評価を行い、提言をフィードバックし、プロジェクト活動を改善した。<br>① プロジェクトのフェーズ移行審査（部門／経営レベル）における独立評価<br>(a) 経営審査（審査委員長：経営推進担当理事、審査委員：各理事）<br>・プロジェクト準備審査(5)：受託衛星×3、MOLI、AtmOS<br>・プロジェクト移行審査(5)：Destiny+、自動ドッキング技術実証、受託衛星、Gateway、LUPEX<br>・計画変更審査(5)：XRISM、SLIM、ALOS-3、H3、HTV-X<br>・プロジェクト終了審査(3)：GREAT、受託衛星、ALOS-2<br>(b) 部門審査<br>プロジェクトのフェーズ移行にかかる技術審査（基本設計、詳細設計等）<br>② プロジェクトの進捗確認・評価<br>全16のプロジェクトに対し、月単位での進捗確認を行い、四半期毎の経営レベルの進捗確認会議において客観的視点から評価した結果と提言を経営に報告し、是正処置等の判断に資した。<br>③ プロジェクトに対する独立評価<br>プロジェクト外の専門家からなる独立評価チーム（6チーム、15名）が技術審査（529件）や進捗確認等に参加し、客観的視点から課題を抽出、解決策の提案を実施することにより、リスク低減に貢献。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| さらに、プロジェクト移行前の計画立案から準備段階における初期的な検討や試行的な研究開発の充実により、ミッションの価値向上及びプロジェクト移行後のリスクの低減を図る。 | さらに、プロジェクト移行前の計画立案から準備段階における初期的な検討や試行的な研究開発の充実により、ミッションの価値向上及びプロジェクト移行後のリスクの低減を図る。 | 新規ミッション候補の計画を全社的な競争的環境において評価し、有望なものに対してシステム検討や重要技術の研究開発に資金を先行投資し加速する仕組みの運用を引き続き行った。<br>2021年度は、5件の新規ミッション候補（電動航空機用ハイブリッド推進システム、NASA ACCPミッション搭載降水観測レーダ、Solar-C、超広帯域電波デジタル干渉計、超低高度風観測）の研究開発を加速し、「計画立案に向けたミッションの意義・価値の向上」と「技術リスクの識別・低減」を行った。<br>＜研究開発の加速例：NASA ACCP ミッション搭載降水観測レーダ＞<br>雲降水システムの解明に向けた世界初の降水ドップラー速度直接観測を実現するため、次期降水レーダのキー技術である「高感度化」と「ドップラ速度観測」について、Ku帯降水レーダ（KuPR-2）の送受信モジュールのBBMの製作・試験を実施し、プロジェクト移行前に有効性・成立性の確認を行った。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （２）安全・信頼性の確保 | （２）安全・信頼性の確保 | | |
| 経営層を含む安全及びミッション保証のための品質保証管理プロセス・体制の運用・改善、継続的な教育・訓練を通じた関係者の意識・能力向上、共通技術データベースの充実や安全・信頼性に係る標準・基準の改訂等による技術の継承・蓄積及び管理手法の継続的な改善を進め、JAXA 全体の安全・信頼性確保に係る能力の維持・向上により、事故・不具合の低減を図る。 | 経営層を含む安全及びミッション保証のための品質保証管理プロセス・体制の運用・改善、継続的な教育・訓練を通じた関係者の意識・能力向上、共通技術データベースの充実や安全・信頼性に係る標準・基準の改訂等による技術の継承・蓄積及び管理手法の継続的な改善を進め、JAXA全体の安全・信頼性確保に係る能力の維持・向上により、事故・不具合の低減を図る。 | ①持続可能な軌道利用の推進<br>1) スペースデブリ低減対策<br>• 廃棄成功確率の評価手法について、協力宇宙機関（ESA/NASA）の専門家と合同で指針文書を作成・制定し、対外的に公表（NASA文書公開ページに掲載）した。<br>2) 軌道利用の安全確保に向けた取り組み<br>• 内閣府主導で検討が進められた「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン」の制定に貢献すると共に、欧州や米国のワークショップなどで積極的に対外発信を行った。<br>• 機構が行う人工衛星運用の衝突防止・リスク管理のベースラインとして、人工衛星の衝突リスク管理標準（JMR-016）の検討WGを立ち上げ、ドラフト版の作成を完了した。<br>3) 惑星等保護の推進<br>• 惑星等保護プログラム標準（JMR-014）に対し、保護が必要な太陽系天体への着陸ミッション（カテゴリIV）を実施するための追加要求や（制約付き）地球帰還のための要求を検討し、改定案を作成した。<br>• 民間事業者が行う月探査（ISPACE）に対する惑星等保護審査を実施し、実施計画書を承認した。<br>4) 国際協力を通した持続性向上の取り組み<br>• NASA/ESAとの三極S&MA会合の枠組みにおいて、軌道利用の持続性を向上させるための施策を検討するタスクフォースをJAXA提案・主導で立ち上げ、一般に対しても普及・啓蒙の効果がある共同活動について協議を進めている。 | • 人工衛星を運用する全ての事業者が適切に廃棄成功確率の評価を行える環境を整え、確実な廃棄管理を推進することで軌道環境の維持に貢献する。<br>• 軌道上サービス等、軌道利用に係る機構標準や国のガイドラインを整備・普及することで、日本のリーダーシップおよび宇宙産業の競争力増進に貢献する。<br>• 国際ルール（COSPAR PPP）に沿った具体的な技術要求を拡充することで、探査対象天体やミッション内容の選択肢を増やし、知の拡大に貢献する。また、要求適合性に係る審査を民間事業者にも提供し、適切な管理の下で日本の事業者が宇宙の活動領域を拡大することを支援する。<br>• 他国宇宙機関等と共同で軌道利用の持続性に係る取り組みを進めることで、より広く、強く国際的な意識向上（デブリ対策の遵守率向上等）を推進する。三極のルールに従うことが法令上定められていない民間事業者のデブリ低減努力に対し、定量的にサポートできる効果が期待できる（現状のISOやIADCの取り組みは定量性に欠ける）。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）安全・信頼性の確保 | （２）安全・信頼性の確保 | | |
| | | ②S&MA手法の革新と新規技術への対応<br>5年～10年後を見据え今後S&MAが取り組むべき事項や優先度を明確化したS&MA技術ロードマップを制定した。S&MA手法の革新と新規技術への対応の具体化を図る取り組みとして、以下の取り組みを実施した。<br>• JIANTを利用して月縦孔探査計画（UZUME）の月縦孔で通信・電力を確保できる領域(直径20m)と期間(80時間)を探す事に成功。ミッション実現性向上に大きく貢献し、WGとして来年度の公募型小型ミッション応募が決定した。JIANTの実用版ツールの開発を2021年~2023年までの3年計画の1年目として実施し、機械学習の機能を導入する事でロバスト設計解を得るまでの期間を数か月から1時間に短縮できる見込みを得た。<br>• 金属３Dプリンタ装置をALL-JAXAで活用できる環境整備を実施。造形物の完了までにかかっていた技術検討や契約手続き等をワンストップで対応することで、知見を一元管理しつつ、研究者の成果拡大と業務効率化に貢献した。<br>• JAXA資産である不具合情報を機構内開発業務に有効活用するため、AI技術を用いて、効率的、網羅的に不具合情報の探索を行うアルゴリズムを、大学との共同研究により構築し、探索ツールの試行を開始した。(来年度中の本格運用が開始できるよう環境整備中)。また、DX化により不具合傾向分析を自動化し、安信部のHP 上にインタラクティブに掲載し、職員がS&MA担当以外も広く不具合分析情報を作成・閲覧できるよう改善した。 | • 他業種への成果活用として、木造建築耐震設計をテーマとした共同研究を実施＊、設計のロバスト性評価に重要となる高精度なデータ同化(試験と解析の合わせこみ)を実現。研究成果を土木・建築関係者を中心に約120名の参加者へ展開した。<br>＊：京大生存研，奈良女子大と共同研究、2021年度まで。<br>• JIANTを利用した宇宙機や建築物への信頼性向上への貢献として、品質工学会貢献賞を受賞。(さらに、計算工学会技術賞も受賞。5月授与)。<br>• モノづくりDX化として、、金属積層造形(AM)を活用したクイックな試作評価や装置シェアリングによる契約手続きの簡素化が可能な環境を創出した。<br>• JAXA資産である不具合情報をS&MA担当以外の全職員に広く活用されるような環境を整備することで、さらなる活用を推進し、開発業務の効率化および不具合の未然防止に貢献する。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （２）安全・信頼性の確保 | （２）安全・信頼性の確保 | | |
| 経営層を含む安全及びミッション保証のための品質保証管理プロセス・体制の運用・改善、継続的な教育・訓練を通じた関係者の意識・能力向上、共通技術データベースの充実や安全・信頼性に係る標準・基準の改訂等による技術の継承・蓄積及び管理手法の継続的な改善を進め、JAXA 全体の安全・信頼性確保に係る能力の維持・向上により、事故・不具合の低減を図る。 | 経営層を含む安全及びミッション保証のための品質保証管理プロセス・体制の運用・改善、継続的な教育・訓練を通じた関係者の意識・能力向上、共通技術データベースの充実や安全・信頼性に係る標準・基準の改訂等による技術の継承・蓄積及び管理手法の継続的な改善を進め、JAXA全体の安全・信頼性確保に係る能力の維持・向上により、事故・不具合の低減を図る。 | • 宇宙機の電源・通信系における非同期インタフェースが原因で不具合となる事象の増加に伴いの発生要因を分析し非同期インタフェースを設計、検証する上で重要となる事項、注意する事項をまとめ設計標準として制定した。<br>• その他、将来宇宙機への民生品活用の拡大化を見据えた品質確保のため、鉛フリーはんだのウィスカ発生メカニズム研究や、民生品光ファイバーケーブルの特性取得研究を進めるとともに、さらには高集積回路保護に向けたケーブル帯電特性取得研究などの先端的研究を開始した。<br>③部品技術<br>• 部品認定審査の外部移管について、認定審査代行機関に委任する仕組みを検討し、部品メーカ、システムメーカと合意した。<br>• 宇宙用部品戦略の議論を再開し、10年先を見据えた宇宙用部品の技術戦略を示す「部品技術ロードマップ」を産業界ともに検討し、作成した。<br>• ウィズコロナの環境下でも、宇宙用認定部品ラインの品質審査が円滑に進められるよう宇宙用部品メーカ22社の協力のもと、製造ライン等に対する品質審査のオンライン化を試行し、運用方法を確立した。<br>• COTS利用拡大に対応し、AD/DAコンバータの耐放射線性評価手法をJAXA標準に反映した。また、SSD及びMEMSの耐環境性試験を行い、宇宙利用の課題を整理した。<br>• JAEAとの新たな連携として、人工衛星のソフトエラー評価が放射線試験によって律速されている状況を改善するため、JAEAとJAXAのシミュレーション技術を融合させたソフトエラー評価手法の確立を目指し、共同研究を進め、実現可能性と課題を整理した。 | • 電源・通信系の高度化に伴い増加している非同期インターフェース問題に対するて設計標準をメーカと共有することにより、類似不具合の未然防止につなげる。<br>• 来年度中にJAXA設計標準としてまとめ、宇宙機への民生品活用時の品質を向上させ、民間産業の育成促進に貢献する。<br>• 宇宙用部品の技術戦略再構築、拡大する民生部品を含む先端的部品技術の利用に向けた技術課題解決など今後の宇宙開発に向けた戦略的な部品技術の取組にリソースシフトすることが可能になった。<br>• 宇宙用部品の技術戦略をステークホルダーと共有することで、将来必要となる宇宙機の実現に向けた協同が可能となる。<br>• オンライン審査手法を応用することで、宇宙機システムメーカに対する品質監査や人数制限のある現場立会なども実現可能になった。<br>• 放射線による人工衛星の影響評価のハードルをさげることが可能となり、宇宙開発産業の規模拡大に対応できる見込みがある。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）安全・信頼性の確保 | （２）安全・信頼性の確保 | | |
| | | ④S&MA研修<br>• S&MA研修10コースの講義にJAXA講師として2名づつが参加し、自らの知見や経験を交えて、S&MA業務の実感を受講者に直接伝える教育を実施した。S&MA研修には延べ317名が参加した。<br>• 研修教材に不具合の実例（8件）を増やし、S&MA業務の取り組みの必要性をより実感できるように改善した。<br><br>⑤世代を超えた教訓共有の取り組み<br>• JAXA職員の失敗経験を生の言葉で若手に伝承し、若手が要因分析、対策立案などの模擬体験することを目的にした失敗塾について、21年度新人職員から35名の参加を得て中堅職員への職務経験のヒアリングを通じた失敗学習を実施した。<br><br>• 外部講師として東京大学中須賀真一教授を招き、超小型衛星の開発を通じた失敗経験と人材育成についての特別講演を実施した。<br><br>⑥S&MAコミュニケーション<br>国内・国外の宇宙機関、産業界、ニュースペースとS&MAコミュニケーションを強化する活動を行った。<br><br>• JAXAが幹事となり、NASA/ESAとの三極S&MA会合を開催し、サプライチェーンリスクマネージメントやソフトウェア品質保証等、現状のS&MA課題の共有と今後の取り組みについて合意した。<br>• TRISMAC※をJAXAが主催し、官民のS&MAに関する取り組みについて国際的な情報共有を行うとともに、参加者の知見や意識の向上を図った。<br>(※Trilateral Safety and Mission Assurance Conference) | • 受講アンケートの結果、研修有益度は87%を得た。JAXA講師の自らの知見や経験を交えて教育を実施したことが、受講者のS&MAに関する意識の向上に寄与した。<br><br>計画に基づき着実に実施。<br><br>• S&MA研修について宇宙機主要メーカに開放し、S&MAの共通認識を醸成した。ニュースペースなどへの開放にも応用できる。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）安全・信頼性の確保 | （２）安全・信頼性の確保 | | |
| | | • 国内宇宙機メーカの品証部門との連絡会を行い、JAXA・メーカ共同で取り組んだS&MA研修の主要メーカへの開放、およびオンライン工場審査の状況共有、各社のS&MA功労者の表彰を行った。また、来年度に向けて、S&MA技術ロードマップの充実、不具合分析におけるAI活用の共同研究などの計画を設定した。 | |
| | | ⑦技術標準類の充実化<br>• JAXA標準等の運用に関する現状を分析し、識別された課題を改善するため,、PDCAサイクルを回しプロジェクト成果、技術知見の有効活用を促進するためのプログラムを制定した。 | 計画に基づき着実に実施。 |
| | | ⑧環境経営、宇宙活動法への取り組み<br>• JAXAの宇宙活動法対応窓口と省エネ法、グリーン調達法、産廃法などの対応窓口を一本化し、JAXAの法令順守の体制の効率化を図った。<br>• 安信部窓口による申請書ドラフトの内閣府説明を27回、現場視察を２回設定することで審査促進を図り、早期の許可証取得に貢献した。<br>• 省エネ法、グリーン調達法等対応を含むJAXA環境目標を問題なく達成し、法令上の報告義務を果たした。<br>• 社会環境報告書を発行・公表することでJAXAの環境配慮が良好であることを示した。<br><br>（JAXA社会環境報告書）<br>https://www.jaxa.jp/about/iso/eco-report/index_j.html | • JST殿のインタビューを受け「JAXAの社会環境報告書は事業とSDGsの紐づけに着目した整理をしており、JSTのSDGs関連施策への参考になる」との好評価を得た。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、担当部門から独立した組織が、安全・信頼性の確保及び品質保証の観点から客観的かつ厳格にプロジェクトの評価を行い、その結果を的確に計画へフィードバックさせる。 | また、担当部門から独立した組織が、安全・信頼性の確保及び品質保証の観点から客観的かつ厳格にプロジェクトの評価を行い、その結果を的確に計画へフィードバックさせる。 | ①安全審査<br>• ロケットペイロードの安全評価の合理化のため、ロケットと人工衛星の統合安全評価の導入等を進め、打上げ事業者や主な人工衛星メーカーとの調整を経て安全審査プロセスを刷新した。H3で打ち上げ予定の商業衛星にも適用済み。<br><br>②独立評価<br>• 担当部門から独立したS&MA総括により信頼性、品質保証の観点を主としつつ、スケジュール・リスク・技術・コストなど多角的観点からプロジェクトに対する客観的・厳格な評価を行った。<br>• 合計38回の審査会等での見解を表明し、S&MA総括による提言をプロジェクトが適切に実施していることを確認した。<br>• また打上げ等の重要なイベントに際しては、S&MA総括による独立評価の結果を踏まえ、信頼性統括による打上げ見解表明を5件実施し、プロジェクト全体の評価を実施した。<br><br>③不具合教訓分析<br>• プロジェクト開発時の教訓を周知させるための活動として今年度はJDRS(光システム)およびERG(あらせ) ASTRO−H(ひとみ)について、計217件の教訓を分析し、計50件の教訓シートとしてまとめた。また、これらの成果については、JAXA内の人材育成研修の一環として若手職員に向けた説明会(参加者約130名)を行い、分析の方法、活用方法について周知を行った。研修後のアンケートの結果、満足度95％の高評価(回答率 44％)を得た。 | ・ペイロード事業者の負担を大きく軽減し、H3やイプシロンSロケットの国際競争力の向上に寄与する。<br><br>計画に基づき着実に実施。<br><br>・これまで開発経験(成功例/失敗例含めて)を共通的な教訓集として、可視化し、開発部門と共有することにより、類似不具合の未然防止に役立て、コスト削減に寄与する。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| さらに、プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保に係る知見について外部との情報交換等を推進する。 | さらに、プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保に係る知見について外部との情報交換等を推進する。 | ①ベンチャー企業へのミッション保証支援<br>ベンチャー企業等の要請に基づき、小型衛星ミッションのリスク低減のための設計リスクの洗い出しや試験手法、不具合対策等へのアドバイスを行う「宇宙機開発経験者・S&MA人材」による民間事業者へ支援活動の充実化を図った。今年度、企業内部の信頼性指針の策定や品信保証体制に対する助言要請を受け、初めて有償契約による支援を行った。<br><br>②大学・高専衛星等の成功率向上に向けた連携<br>UNISECと連携し、次代を担う人材を輩出する大学・高専衛星の成功率向上に向けたJAXAのS&MA支援について、具体化し、ハンドブックとしてまとめた。<br><br>③プロジェクトマネジメント<br>防衛装備庁のマネージャ研修においてプロジェクトマネジメントに関する講義を実施。また、文部科学省及びJAMSTECと、プロジェクトの上流・初期フェーズをはじめとしたSE/PM活動についての意見交換を実施した。 | • 安信部のベンチャー企業へのミッション保証機能が外部に認知されてきおり、複数の新規参入企業等から新たな支援要請が届いている。民間事業者の宇宙新規参入の拡大への一助となるとともに、ミッション成功への貢献は支援対象だけでなくそのステークホルダー（出資元、ユーザー等）からも高く評価されている。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保により、目標Ⅲ.2項にて定めるJAXAの取組方針の実現に貢献できているか。 | ＜評価指標＞<br>○事業全体におけるリスクを低減する取組及びより効果的な事業の創出と確実なミッション達成に貢献する取組及び取組効果の状況（プロジェクトの計画段階から準備段階における初期的な検討や試行的な研究開発の活動状況含む）<br>○プロジェクトマネジメント能力の維持・向上に係る取組及び取組効果の状況<br>○事業の円滑な推進と成果の最大化、国際競争力の強化に貢献する安全・信頼性の維持・向上に係る取組及び取組効果の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>○プロジェクトの実施状況の客観的評価及びプロジェクト評価結果の活用の状況<br>○ミッションの喪失が生じた場合の原因究明と再発防止策の検討及び実施の状況 |

# Ⅲ．６．３　プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

2017年6月に策定したプロジェクト業務改革の方針（参考情報23頁）に基づき、プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の改善活動、リスク低減活動に継続的に取り組むとともに、新型コロナウィルス感染症の流行下でも対応可能なように、業務のオンライン化を積極的に行い、プロジェクトの確実な推進に務めた。その結果、2021年度に計画したプロジェクト活動（準天頂衛星初号機後継機、Inmarsat-6 F1、及び革新的衛星技術実証2号機の打上げ、星出宇宙飛行士及び野口宇宙飛行士のCrew Dragon搭乗とISS長期滞在の運用）全てを成功に導いた。

2021年度は、プロジェクトの準備段階のフェーズ（上流段階）での活動に力点を置き、「**SE/PMプロフェッショナルの育成**」及び「**プロジェクト準備段階のSE/PM能力向上支援**」を重点的に実施した。また、プロジェクトの安全・確実な遂行と宇宙活動における安定性確保のために安全・信頼性に関する知見の蓄積、共有の新たな取組を進め、「**新領域への対応（持続可能な軌道利用の推進）**」、「**多様なステークホルダに対するミッション成功への貢献**」、「**S&MA新技術への対応**」、及び「**宇宙用部品に係る民間との協力関係の進化（認定審査の外部移管）**」、などの成果を得た。

**特に、2019年度に設置したSE/PMプロフェッショナルの育成を目的とする若手中心の技術ワーキンググループ活動を通じてSE/PMプロフェッショナルを強化できたこと及び新たなSE/PM技術（Model-Based Systems Engineering (MBSE)、アジャイル開発）に挑戦できたこと、国のガイドライン・機構標準の整備等による持続可能な軌道利用の推進を行ったこと、及び多様なステークホルダへのS&MA能力向上支援によるミッション成功及び新規参集を促進したことなど、顕著な成果を創出した**と評価する。主な業務実績・成果は以下のとおり。

**1．プロジェクト上流段階におけるSE/PM能力の向上**

（1）**【SE/PMプロフェッショナルの育成】**早期かつ計画的にSE/PMプロフェッショナルの人材育成を行うため、2019年度に設置した**組織横断的な若手中心のSE/PM技術ワーキンググループについて**、第1期（2019年10月～2020年11月）に引き続き、第2期の活動を2021年12月に完了した。第2期の活動においては、第1期の反省点を踏まえてより多様な部署からの参加を求めるとともに第1期の成果である技術文書を活用する等、PDCAを行い、**メンバー各自のSE/PM能力向上や情報・意見交換、より広範囲の人脈形成、さらにはMBSEやアジャイル等の新たなSE/PM技術への挑戦を通じてJAXA全体のSE/PM技術力の向上に貢献し、将来のプロジェクト活動の活性化**が期待できる成果を挙げた。＜補足1.(1)参照＞

（2）**【プロジェクト準備段階のSE/PM能力向上への支援】**プロジェクトの成否に大きく影響するプロジェクト準備段階（23頁参照）の計画立案の支援活動として、2020年度から複数のプロジェクト準備段階のプリプロジェクトチームが同時に参加し、チーフエンジニアも加わって行う、体験型・対話型による計画文書作成支援を実施。**2021年度は、昨年度のPDCAを行い、ミッション定義段階のプリプロジェクト候補を対象とした活動を実施した。対象事業のうち，ISS搭載LIDAR実証（MOLI)についてスムーズなプリプロジェクト移行に貢献した。**なお、昨年度支援を行ったプリプロジェクトは、いずれも2021年度にプロジェクト移行を実現している。
（対象チーム：Solar-C、静粛超音速機統合設計、深宇宙探査用内之浦後継局、MOLI）
（対象文書：プロジェクト計画書、システムズエンジニアリングマネジメント計画書、調達マネジメント計画書、リスクマネジメント計画書）＜補足1.(2)参照＞

【評定理由・根拠】（続き）

**2．安全・信頼性の確保**

(1)**【新領域への対応（持続可能な軌道利用の推進）】**持続可能な軌道利用を推進するため、スペースデブリ低減に係る活動に加えて以下を実施した。

＜補足2．(1)参照＞

- 政府が軌道利用に係るルール整備を推進する中、その源泉としてJAXAの知見を求めるステークホルダーの期待に沿うよう、**人工衛星の衝突防止・リスク管理に係るJAXA標準の次年度制定に向けてWGでの検討を進め、ドラフト版の作成を完了した。**
- 内閣府の「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン」の制定支援、および対外発信により**日本の国際的な地位向上に貢献**した。
- 民間事業者が行う月探査の惑星等保護審査を実施するなど、**民間事業者等が国際ルールに沿って事業を行える環境の構築**を推進した。
- 協力宇宙機関（ESA/NASA）の専門家と合同で**廃棄成功確率の評価手法に係る指針文書を作成・制定し、対外的に公表することで、運用を終了した衛星の確実な廃棄促進の具体策を示した**。
- NASA/ESAとの三極S&MA会合の枠組みにおいて、軌道利用の持続性を向上させるための施策を検討するタスクフォースをJAXA提案・主導で立ち上げ、一般に対しても普及・啓蒙の効果がある共同活動を実施することについて合意を得た。

(2)**【多様なステークホルダに対するミッション成功への貢献】**昨年度の試行以降、ベンチャー企業等の要請が拡大する中、宇宙機ミッションのリスク低減とリスク低減のためのアドバイスを行う**「宇宙機開発経験者・S&MA人材による民間事業者へ支援活動」の体制強化・充実化**を図った。企業内部のS&MA指針の策定や品質保証体制等に対する助言要請を受け、**複数企業へ有償契約による支援**を行った。また、人材輩出を担うUNISEC/大学等、地域の地場産業/自治体との連携を進め、多様なステークホルダーに対してS&MA能力の獲得・向上を支援した。さらに、TRISMAC等の国際舞台に新規参入企業や大学等を積極的に参画させ、**日本の宇宙産業のプレゼンス向上に貢献**した。＜補足2．(2)参照＞

(3)**【S＆MA新技術への対応】**宇宙活動5年～10年の将来を見据えたS&MA技術ロードマップを策定した。特に2021年度は、「デジタル技術を用いたS&MA技術開発（DX）」に注力し、品質工学ツールに関してはロバスト性評価に重要となる高精度なデータ同化技術(試験と解析の合わせこみ)を用いた「デジタル設計解析技術の確立」、金属積層造形（AM）技術はAM装置をALL-JAXAで活用できる「デジタルモノづくりの基盤構築」を行うことで宇宙機ミッションの信頼性向上と業務効率化に貢献した。またAI技術を用いて不具合情報の探索を効率的に行うアルゴリズムを構築し、探索の試行を実施した。＜補足2．(3)参照＞

(4)**【宇宙用部品に係る民間との協力関係の進化（認定審査の外部移管）】**宇宙用部品の認定審査（22社185品種を対象）を民間企業に委任する制度について、部品供給体制を維持できるよう部品メーカへの説明と議論を重ねて理解を得るとともに、システムメーカを含むステークホルダーと検討を重ねて合意に至った。リソースの重心を将来を見据えた宇宙用部品戦略の再構築・具体化、民生部品の宇宙転用などの宇宙用部品技術の最新化の強化に向けることが、この民間移管によって可能になった。＜補足2．(4)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）

### 補足1（1）：SE／PMプロフェッショナルの育成

#### 人材育成体制の強化

・**JAXAでは毎年2～3のプロジェクト準備段階のプリプロジェクトチームが設置されており、プロジェクトの円滑な遂行のためには、SE/PMを専門とする職員の育成が急務。**

⇒SE/PMを専門とする職員の早期かつ計画的な育成を目的として2019年度に設置した**組織横断的な若手中心のSE/PM技術ワーキンググループ（以下「WG」）について、第1期の反省点を踏まえてより多様な部署からの参加を求めるとともに第1期の成果である技術文書を活用する等、PDCAを行い、**6つのサブグループ活動（25頁参照）を含む**第2期活動（2021年1月～12月）を実施した。**引き続き第2期までの活動内容を反映しつつ、2022年1月より新たなメンバーによる第3期活動を実施中。

・引き続き、プロジェクトチーム員の資格要件としているプロジェクトマネジメント初級研修等、職員を対象とした**SE/PM研修を適時に実施**。

・職員を講師として他業種・外部機関を含むSE/PMに関する**ランチセミナを月1回ペースで開催。2021年度は11回開催し、のべ1000名以上が参加した。**

#### 得られたアウトプット：SE/PM技術力の向上

WG活動を通じて以下を実現した。

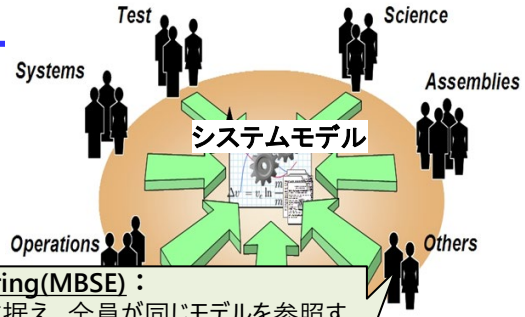
・**実務での経験・獲得の機会が限られているSE/PM 技術の基礎及び上流段階の活動における SE/PM スキル**を習得。

・**今後より重要性が高まると考えられるものの、まだJAXA内では体系的な実践例が少ない、MBSEやアジャイル等の新たなSE/PM技術について、有志が率先して実務への反映を目指し、検討・実践を行った。**

⇒**研修やランチセミナと合わせ、SE/PMを専門とする職員の底上げに大きく貢献**

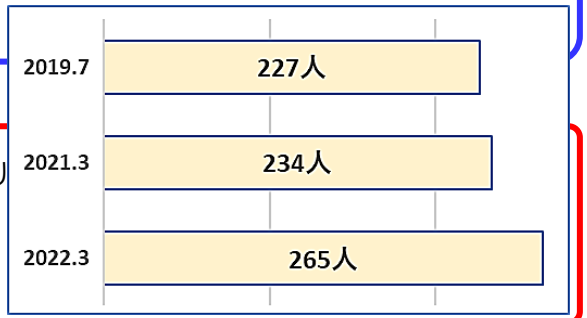



**アジャイル開発：**
機能単位の小さなサイクルで、計画～テストまでの工程を繰り返すことにより、真に顧客の求める価値を効率的に得る手法。
【2021年度の実施内容】
・JAXAミッションへのアジャイル適用に向けた調査・検討
・「小天体超マルチフライバイ」の概念検討フェーズへの適用試行




**Model-Based Systems Engineering(MBSE)：**
システムモデルを関係者たちの中央に据え、全員が同じモデルを参照することにより、理解を容易とし、曖昧さを排除する手法。
【2021年度の実施内容】
・開発環境の整備　・Comet Interceptor」を題材としたモデル作成
・上記モデルを踏まえた汎用CubeSatモデルの試作

**SE/PMを専門とする職員数の推移**




#### 得られたアウトカム

・WGへのほぼ全ての事業部門からのメンバーの参加、他業種で業務を行ってきた経験者採用職員等の参加により、より広範囲な他部署のメンバー同士、及びメンバーと チーフエンジニアとの意見交換や議論、人脈形成を実現。

※ WGメンバー16名中5名（うち2名はWG参加中にプロジェクトに異動）がプロジェクト活動に参加
（JAXA全体でのプロジェクト従事率は約20%）

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足1（2）：プロジェクト準備段階のSE/PM能力向上への支援

#### ミッション定義段階のプリプロジェクト候補を中心としたプロジェクト計画立案支援活動

・<u>プロジェクト準備段階における計画立案はプロジェクトの成否に大きく影響する一方で、プロジェクト経験の少ない組織・メンバーにとって、適時適切な計画とそれを反映した文書の作成は困難</u>。　⇒<u>以下のプロジェクト準備段階のプロジェクト計画立案支援活動を2020年度からスタート</u>

対象チーム（※1）に計画文書（※2）作成にかかるガイドラインと過去のプロジェクトの文書例を提示



対象チームごとに計画文書案を作成



各チームの担当者と、チーフエンジニアで討議を実施。

案に至る担当者の考え方や検討過程の疑問等を共有



・<u>2021年度は、昨年度のPDCAを行い、ミッション定義段階のプリプロジェクト候補を対象とした活動を実施。</u>

※1 2021年度の対象チーム：Solar-C、静粛超音速機統合設計、深宇宙探査用内之浦後継局、ISS搭載LIDAR実証（MOLI）

※2 対象文書：プロジェクト計画書、システムズエンジニアリングマネジメント計画書（SEMP）、調達マネジメント計画書、リスクマネジメント計画書）

#### 得られたアウトプット：より実効性の高い計画文書の作成の実現

<u>体験型・対話型により、抜け漏れのない体系的な計画文書作成を実現し、プロジェクトの着実かつ円滑な推進に貢献</u>。

・ディスカッション形式により、文書に記載すべき内容や疑問点等をより明確にし、着実に整理・反映することが可能となった。

・より適切なタイミングでの文書作成が可能となるとともに、制定後の内容の詳細化・維持改訂の必要性についても意識共有することができた。特に、<u>実際に文書作成に着手するプリプロジェクト候補を対象としたことにより、より実効性を高めた。</u>

・<u>対象チームのうち、MOLIからは「本活動に参加することにより複数プロジェクトと疑問点を共有できたこと、複数のチーフエンジニアから最新の作成状況の提示を受けたことによって、実際の計画文書の改善に繋げることができた」との反応があり、スムーズなプリプロジェクト移行に貢献した。</u>なお、昨年度支援を行ったプリプロジェクトは、いずれも2021年度にプロジェクト移行を実現している。

| | | プリプロ候補 | プリプロジェクト | プロジェクト |
|---|---|---|---|---|
| 対象チーム | 2020年 | | ・CALLISTO | |
| | | | ・Destiny+ | |
| | | | ・ゲートウェイ | |
| | | | ・LUPEX | |
| | 2021年 | ・Solar-C | フェーズアップ | |
| | | ・静粛超音速機 | | |
| | | ・内之浦後継局 | フェーズアップ | |
| | | ・MOLI | → | |

#### 期待されるアウトカム

プリプロジェクト同士間の横の繋がりが生まれたほか、以下の波及効果によるプロジェクトのより着実かつ円滑な推進が期待できる。

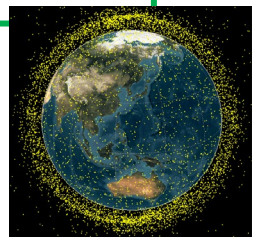
・<u>各チームに共通的な課題・要検討事項について、他のチームと議論し、考え方や方針を共有することにより、新しい発見や対応の仕方を習得し、対応方針等を認識</u>。また、参照すべきプロジェクト、先行事例の存在を把握したことにより、技術成熟度（TRL）や審査プロセス等に反映が可能。

・内容の重複や不足等、各計画書で規定すべき内容の確認・整理を行ったことにより、より適切な改善が可能。

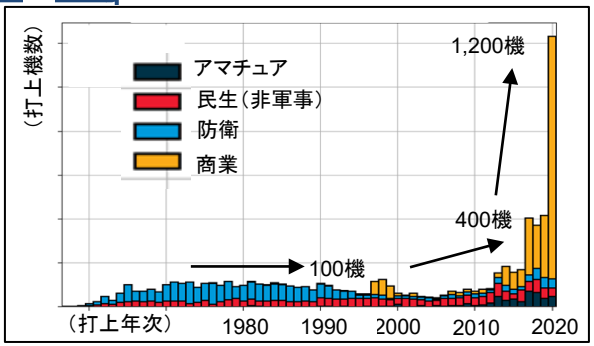
## 補足2 (1)：新領域への対応（持続可能な軌道利用の推進）

### 持続可能な軌道利用の推進が必要な背景

- スペースデブリの増加やラージコンステレーション衛星の配備等により、特に地球低軌道域の混雑度合いが年々悪化している。
- 物体数の増加に伴い運用中の人工衛星が他の宇宙物体と衝突するリスクも増えているため、**デブリの低減に加えてより確実な衝突回避のメカニズムを国際的に構築していく必要がある**。
- 民間事業者など新たなプレイヤーの増加、活動領域拡大を踏まえ、**デブリ発生防止や惑星等保護など持続性に十分配慮した対応がより一般化するよう、国際標準やベストプラクティスなどの普及・啓蒙を推進する必要がある**。



スペースデブリのイメージ




地球低軌道への人工衛星打上げ機数推移

### 得られたアウトプット： 国のガイドライン・機構標準の整備や普及、民間事業者の活動支援

①内閣府を含む外部からの要請に応えると共に、機構が行う**人工衛星運用の衝突防止・リスク管理のベースラインとして、人工衛星の衝突リスク管理標準【JMR-016】の検討WGを立ち上げ、ドラフト版の作成を完了**した。

②内閣府からの要請に基づき昨年度チームリーダとして安全要求を検討した、「軌道上サービスを実施する人工衛星の管理に係る許可に関するガイドライン」の制定を今年度支援し、また欧州や米国での積極的な対外発信により、当該**ガイドラインの国際的な普及を促進**した。

③保護が必要な太陽系天体への着陸（カテゴリIV）や地球帰還ミッションを実現するため、国際標準に沿って追加が必要な要求を検討し惑星等保護プログラム標準（JMR-014）の改定案を作成した。また、昨年度実施した民間の打上げ事業に対する惑星保護審査に続き、民間事業者（ISPACE）が行う月探査の審査を実施し、**民間事業者の活動が国際ルールに沿っていることを担保する支援**を行った。

④スペースデブリ低減対策の中で重要な課題である、運用終了後の確実な廃棄措置を推進するため、昨年度実施した部品の信頼度評価見直し検討の成果も取り込み、**廃棄成功確率の評価手法に係る指針文書を協力宇宙機関（ESA/NASA）の専門家と合同で作成・制定し、対外的に公表**した。

⑤国際協力を通した持続性向上の取り組み： NASA/ESAとの三極S&MA会合の枠組みにおいて、軌道利用の持続性を向上させるための施策を検討するタスクフォースをJAXA提案・主導で立ち上げ、一般に対しても普及・啓蒙の効果がある共同活動を実施することについて合意を得た。




廃棄成功確率の評価手法に係る指針文書

### 他機関との連携

- 内閣府ガイドラインの普及や国際標準等に係る情報交換および協力を行う。
- 三極S&MA関係者協同での共通技術指針等の作成や活動を立上げる。
- 各種講演会で発信する。

### 期待されるアウトカム

- 他国宇宙機関等とのシナジーにより、デブリ対策の遵守率向上等に向けて、国際的により高い普及・啓蒙効果を得る。
- 上記の結果として、本分野における日本のプレゼンスを向上させる。



（パネルセッションの様子）
第7回宇宙空間の安定的利用の確保に関する国際シンポジウム

### 得られたアウトカム：宇宙利用の持続性推進、日本の地位向上、産業の活性化・育成

- 国及び機構の技術基準等の整備や普及を推進することで、**持続的な宇宙空間利用に係る国際的な議論において日本地位を向上**させた。また、**民間事業者が国際ルールに沿って事業を行える環境を整え**、また適切な支援を行うことで、宇宙空間の持続的な利用を推進しつつ**産業競争力や宇宙の活動領域の拡大に寄与**した。

## 評定理由・根拠（補足）

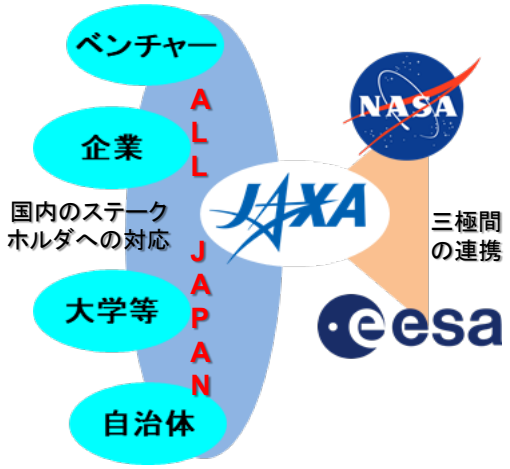
### 補足2 (2)：多様なステークホルダに対するミッション成功への貢献

#### 多様なステークホルダの課題と背景

- JAXAの様々な事業領域で新規参入企業との協力・協業が加速しており、**新規参入企業のS&MA能力獲得が必要**である。
- 従来の宇宙関連企業においても**S&MA能力維持・向上や、日々の地道な品質改善努力に対するモチベーション向上**が求められている。
- 宇宙産業への人材輩出を担う**大学等においても、JAXAとの連携にてS&MAについての知見を学びたいという要望**がある。
- 上記を踏まえて、多様化するステークホルダーへの対応として、All JAPANの宇宙産業の市場競争力向上を目指し、S&MA関連活動についての情報交換や支援等を推進する。

#### 得られたアウトプット：多様なステークホルダのS&MA能力向上

- ベンチャー企業等の要請に基づき、小型衛星ミッションのリスク低減のための設計リスクの洗い出しや試験手法、不具合対策等へのアドバイスを行う**「宇宙機開発経験者・S&MA人材」による民間事業者へ支援活動の充実化**を図った。今年度、企業内部のS&MA指針の策定や品質保証体制等に対する助言要請を受け、**複数企業へ有償契約による支援を初めて行った。**
- 国内宇宙機メーカの品証部門との連絡会を行い、JAXAのS&MA研修への主要メーカ参加、およびオンライン工場審査の状況共有、各社のS&MA功労者を表彰。また、蓄積された不具合データのAI活用による分析手法の共有や金属積層技術に関する研修を通じて、市場競争力の向上を支援した。
- UNISECと連携し、次代を担う人材を輩出する大学・高専衛星の成功率向上に向けたJAXAのS&MA支援について具体化し、ハンドブックとしてまとめた。
- 自治体からの求めに応じ、地域企業の宇宙参入促進に協力した（ぎふ宇宙プロジェクト等）。
- TRISMACをJAXAが主催し、NASA/ESAを含む国内外及び官民のS&MAに関する取り組みについて国際的な情報共有を行うとともに、参加者の知見や意識の向上を図った。



多様なステークフォルダーのS&MA能力向上

#### 他機関との連携

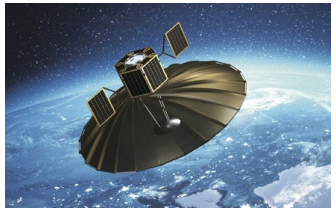
- ベンチャー企業に対しては、QPS研究所、GITAI等にS&MA支援を提供する。
- 大学では、UNISECや航空宇宙学会宇宙ビジネス共創委員会と連携する。

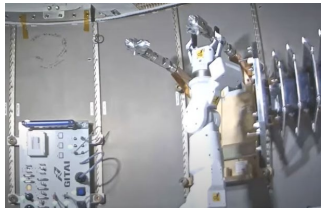
#### 期待されるアウトカム

- 宇宙産業への人材輩出を担う大学等と、ベンチャー企業をシームレスに支援することで、日本の宇宙産業の拡大と底上げを図る。

#### 得られたアウトカム：宇宙産業の市場競争力向上と事業拡大

- 安信部のベンチャー企業へのミッション保証機能が外部に認知されてきており、複数の新規参入企業等から新たな支援要請が届いている。民間事業者の宇宙新規参入の拡大への一助となるとともに、ミッション成功への貢献は支援対象だけでなくそのステークホルダ（出資元、ユーザー等）からも高く評価されている。
- 第５回宇宙開発利用大賞にてミッション成功の観点から、**支援先のQPS研究所が内閣総理大臣賞、GITAIが経済産業大臣賞をそれぞれ受賞。**受賞発表と同時開催された宇宙ビジネスセミナー2022（主催内閣府）において**QPS研究所大西CEOより「S&MA支援の有効性（小型衛星の品質向上への貢献）」について言及**があった。
- TRISMACの国際舞台に新規参入企業や大学等の参加を促し、日本の宇宙産業のプレゼンス向上に貢献した。


QPS小型SAR衛星


GITAI自律ロボットアーム

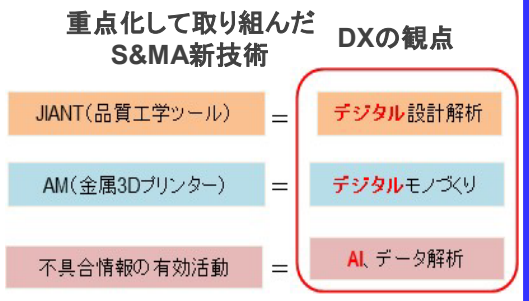
# 補足2 (3)：S＆MA新技術への対応

## S&MA技術ロードマップの制定と実行、及び成果の展開

- 宇宙活動の5年～10年後を見据えた開発のデジタル化や宇宙探査等の将来ミッションを考慮したS&MA活動を計画的に推進する必要がある。
- 金属積層技術やAI等のような新規技術については、**S&MAの観点も踏まえつつ先導して取り込み、プロジェクトによる活用への橋渡しをする役割を担う必要がある。**
- 上記を踏まえて、将来を見据えたS&MA手法の革新のためのロードマップを制定し、今年度はDX関連のS&MA 技術に注力した。取り組みに際してはJAXA社内外の研究者・研究機関との連携により研究成果の最大化を進めている。

## 得られたアウトプット：安信部が進めるS＆MA新技術に関する様々なDX

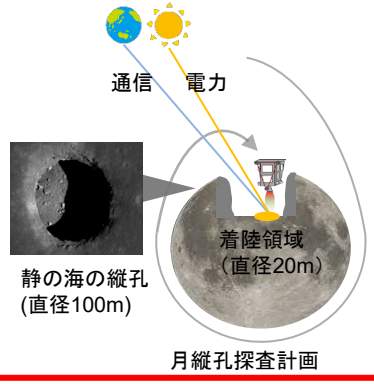
- 品質工学ツール(JIANT)については、将来のビジネス利用を目的とした実用版の開発に着手しており、今年度は新たに**機械学習の導入による処理の高速化を実現した。**過去の火星衛星探査計画(MMX)の事例では、火星衛星の表面の傾斜に対して安定して着陸できる着陸脚のロバスト設計において**4か月程度かかっていた作業を約1週間で可能(約1/10に削減)**とできる見込みを得た。
- AM装置をALL-JAXAで活用できる環境整備を実施。**造形物の完了までにかかっていた技術検討や契約手続き等をワンストップで対応**することで、知見を一元管理しつつ、研究者の成果拡大と業務効率化を実施した。
- 昨年度構築したAI技術を用いた不具合情報の探索を効率的に行うアルゴリズムの試行版を改良し、探索機能の強化を実施。さらにDX化により不具合傾向分析を自動化し、安信部HP 上にインタラクティブに掲載し、S&MA担当以外も含めた全職員が分析・閲覧できるよう機能を強化した。




DX時代をリードするS&MA新技術

## 得られたアウトカム：宇宙機ミッションの信頼性向上と業務効率化への貢献

- 2020年度に開発したJIANTを利用して月縦孔探査計画（UZUME）の月縦孔で通信・電力を確保できる領域(直径20m)と**期間(80時間)を探す事に成功**した。ミッションの実現性・信頼性向上に大きく貢献した。(UZUME WGは2022年度の公募型小型ミッション応募予定)
- モノづくりDX化として、新たな試みとしてAMを活用したクイックな試作評価や装置シェアリングによる契約手続きの簡素化が可能な環境を創出した。この仕組みは**「AM装置シェアリングサービス」とされ、AM造形企業の新たなビジネスモデル**となった。（2022年3月24日、NTTデータ ザムテクノロジーズよりプレスリリース）




月縦孔探査計画




デジタルモノ作り
（AM装置シェアリングサービス）

## 他機関との連携

- JIANT(2020年度版)を用いたデータ同化技術について、京大生存研、奈良女子大との共同研究により木造建築耐震設計をテーマとして、振動実験と解析結果との高精度の合わせ込みの方法を確立した。
- また、JIANTを利用した宇宙機や建築物への信頼性向上への貢献として、品質工学会貢献賞を受賞。(さらに、計算工学会技術賞も受賞。'22 5月授与)
- AMは、宇宙機メーカ（衛星、ロケット、有人関連）及び規格団体、他国研と意見交換・連携を推進する。

## 期待されるアウトカム

- ロードマップを公開するとともに、それに基づき革新的なS&MA研究を推進することで、社会へ高品質・高信頼性の知見を実装する。
- JIANTは設計要素が多い多変数設計問題に応用できることから、他業種への設計効率化への貢献が期待できる（土木・建築関係者とのWSでは約120名が参加し、木造高層ビル設計への適用などが議論された）

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足2 (4)：宇宙用部品に係る民間との協力関係の進化（認定審査の外部移管）

#### 部品認定審査の民間移管の背景

- 社会の安心・安全に資する高性能、安定動作、長寿命の人工衛星を実現するために、耐宇宙環境性をもつ高信頼性、高品質の宇宙用部品は必須である。多くのJAXAプロジェクトが共通使用する部品の開発作業、耐宇宙環境性（耐放射線性など）評価作業を集約し、開発成果等を継続的に利用することで効率的なプロジェクト開発を進めることを目指して、良好な結果を収めた部品をJAXAが審査し宇宙用共通部品として認定してきた。また、JAXAは認定した宇宙用共通部品の設計・製造ラインの維持状況を継続的に審査してきた。国産メーカの部品を認定することで経済安全保障の観点から、宇宙システムの自立的開発環境の保全を図ってきた。宇宙用共通部品としての審査（認定審査）は、JAXAが22社185品種（2021年時点）を対象に実施していた。
- 小型衛星群でサービスを提供するニュースペースの参入により多様化する宇宙利用を踏まえると**宇宙用部品ラインナップの最新化に加え、民生部品の宇宙転用を可能とする技術開発などを推進することが必要**になってきており、多くの人的リソースが必要である。

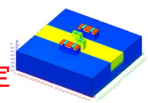
#### 得られたアウトプット：関係部品メーカとの外部移管制度の合意

- 昨年度までは、宇宙用部品の認定審査作業の効率化（審査回数の集約化など）に取り組んできたが、今年度は認定審査を民間企業に委任する制度を部品メーカ、宇宙機システムメーカに提示し、委員会を構成して審議し、民間移管制度について合意した。また、この合意した制度を認定審査を規定する文書の改訂版としてとりまとめた。
- JAXAは定型化が進んだ認定審査については審査実施者を民間に移管し、併せて審査の単純化、迅速化を進めることで、今後の宇宙開発に向けて、認定審査の基準となる認定規格を宇宙システムの技術動向等と最新部品技術を反映して最新化し、新部品技術の採用促進を進めるため、リソースシフトを考えていることを説明し、制度変更に関する部品メーカの不安感を払拭し、理解が得られるよう議論を重ねた。この結果、経済安全保障の観点から懸念される国産宇宙用部品メーカの宇宙産業からの撤退を引き起こさずに認定審査の民間移管について目途をつけることができた。
- この結果、多様化する宇宙開発に対応して、先端的部品の搭載に向けた技術戦略の策定・実行に軸足を移すことが可能となった。将来の国産の宇宙システムが勝ち残るために、「周回遅れ」と指摘されるような入手可能部品の組合せによる「作れるシステム」から脱却し、「目指すシステム」を実現するためのキーとなる部品の技術戦略を再構築するとともに、戦略を実現するためにリソースを振り向けることが可能になった。また、部品メーカ各社と部品技術情報交換の場を持つことで合意した。この場を活かして、最新の宇宙用部品技術の掘り起こしにつなげることが可能となった。

#### 得られたアウトカム：宇宙用部品技術の最新化に向けたリソースシフト

- 民生部品の宇宙転用を可能とするためには、宇宙空間での使用にあたり耐環境性などの評価技術の獲得が必要である。民生部品の宇宙転用ハンドブックなどに記載する評価手法の充実にむけた部品評価技術の実験や萌芽的に行った技術研究を本格的に推進することが可能になった。

萌芽的に進めた耐放射線性研究の例（JAEAとの共同研究）

部品の情報
・断面構造
・電気特性
→ シミュレーションによる部品の耐放射線性推定  → 人工衛星のソフトエラー発生率

#### 他機関との連携

- 認定審査を行う民間企業と連携して要求事項（審査員の力量管理など）の過不足評価を行い、要求文書をとりまとめた。

#### 期待されるアウトカム

JAXAの人員制限に縛られることが無くなり、宇宙用部品の参入部品メーカ増、品種増にも対応できる

## SE/PM研修開催実績：プロジェクトマネージャの計画的な育成及びプロジェクト構成員のSE/PMスキル向上を目的に実施

2022.3.1現在

| 研修名 | 開催実績 | 受講者数 |
|---|---|---|
| プロジェクトマネジメントの基礎知識 | 外部研修：1回 | 28 |
| PM初級研修 | 内部研修：3回 | 69 |
| PM中級研修 | 外部研修：2回 | 32 |
| PM中級フォローアップ研修 | 外部研修：1回 | 14 |
| SE初級研修 | 内部研修：2回 | 40 |
| プロジェクト調達マネジメント研修 | 内部研修：1回 | 43 |
| PMP資格取得研修 | 外部研修：2コース | 32 |
| IPMCヤングプロフェッショナルワークショップ | 外部研修：1回 | 3 |
| プロジェクトマネージャ育成研修 | 内部研修：1回 | 24 |
| プロジェクトマネージャ研修 | 内部研修：1回 | 3 |
| 人的マネジメント研修 | 外部研修：1回 | 12 |
| 上流SE/PM実務演習 | 内部研修：2コース | 12 |

## S&MA研修開催実績：従事する業務を行う上で必要なS&MA関連技術のコンピテンシー取得を目的に実施

2022.3.1 現在

| 研修名 | 開催実績 | 受講者数<br>(企業参加者数) |
|---|---|---|
| S&MA概論 | e-learning(各自) | 13（0） |
| S&MA技術レベル1<br>（システム安全、信頼性、品質保証、ソフトウエア開発保証） | e-learning(各自)：4コース<br>内部研修：2回×4コース | 352（35） |
| S&MA技術レベル1　フォローアップ研修 | 内部研修、e-learning：1回 | 18（0） |
| S&MA技術レベル2<br>（システム安全、信頼性、品質保証、ソフトウエア開発保証） | 内部研修：2回×4コース | 75（26） |
| EEE部品研修（基礎コース、応用コース） | 内部研修：1回×2コース | 107（57） |
| 品質工学研修（基礎コース） | 内部研修：1回 | 131（98） |

## ＜プロジェクト業務改革の概要＞

【ASTRO-H異常事象調査報告書】

＜背後要因＞ ＜対策（手段）＞

開発
- 1）プロジェクト体制の役割分担、能力要件の不明確さ
- 2）企業との役割分担と責任が不明確
- 3）第三者による確認の仕組みや手法が不十分

運用
- 1）安全に運用する意識不足、及び体制不足
- 2）確実に運用するための基本動作ができていなかった
- 3）運用よりも開発が優先され、運用準備が後回しにされた

プロジェクト運営
1. ISAS内のマネジメント見直し

体制
2. ISASと企業との役割・責任分担の見直し

文書化
3. ISASプロジェクト業務の文書化と品質記録の徹底

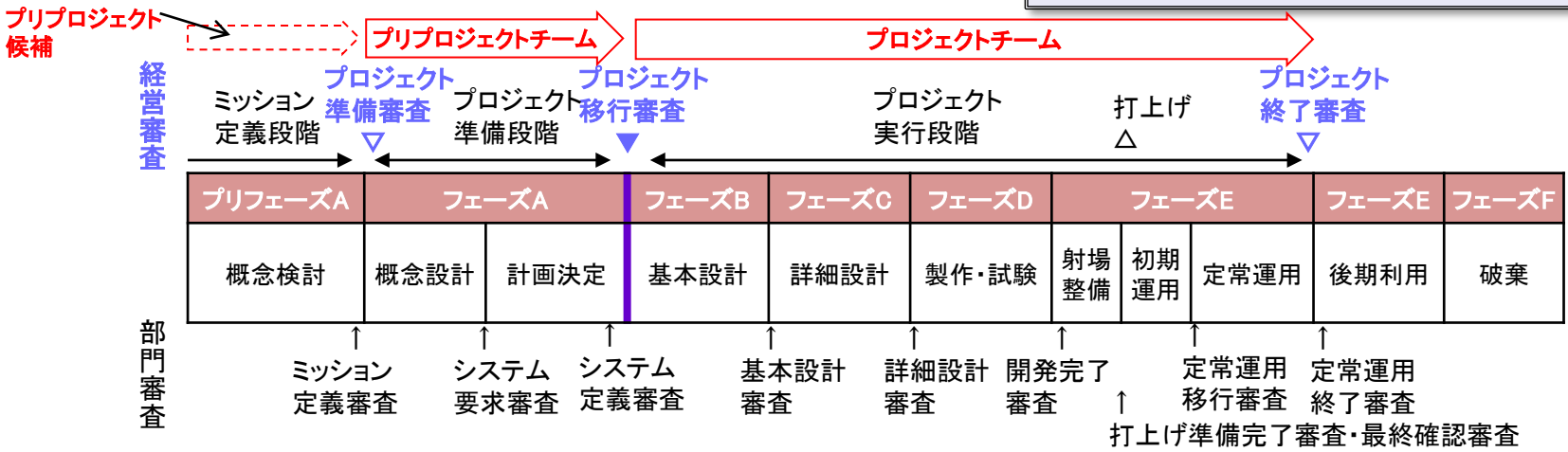
審査
4. ISAS審査／独立評価の運用の見直し

**プロジェクトの確実な実施に向けた改革**

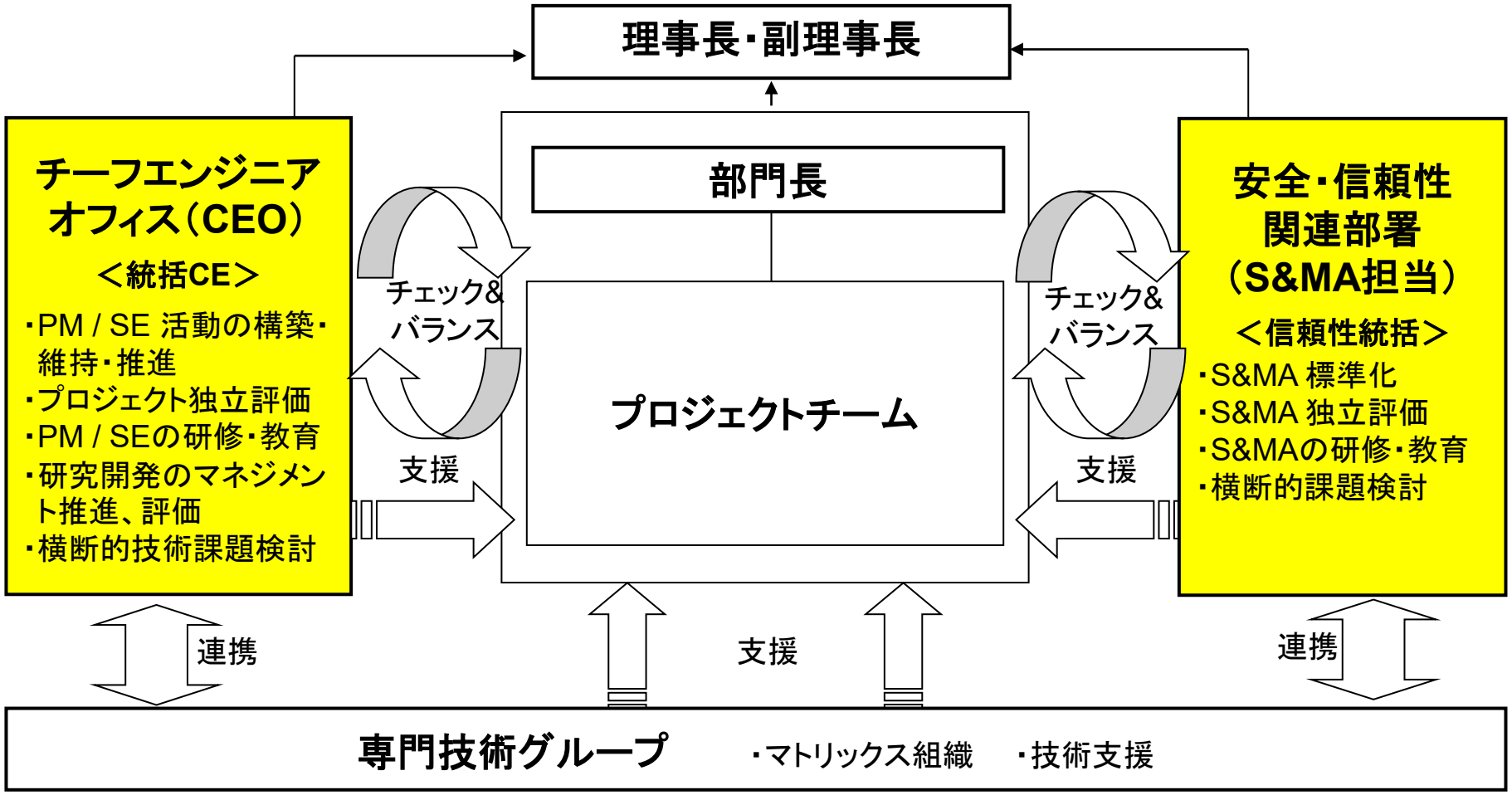
＜基本＞
- **全社共通ルールの徹底（標準化）**
  **過去のPM改革を科学・探査にも浸透徹底**

＜各論＞
- **プロマネ（全体責任者）とPI（科学成果創出の責任者）の分離**
- **開発・運用の基本徹底**
  - 新規技術の限定
  - 信頼性確保を最優先
  - 運用の事前検証／検証手順で運用
- **企業との役割・責任分担の明確化**
  - 必要な仕事に抜け漏れを作らない
  - 契約で技術／管理要求を網羅的定義
    - ✓ 開発仕様書の文書化（曖昧要求排除）
    - ✓ 品質マネジメント等の規格・標準適用
  - システム開発企業選定での経営確認
- **フロントローディング強化**
  - 開発移行時のリスク低減（企業が請負える迄）
- **審査（JAXA／企業）の目的・範囲の共通原則明確化**

## ＜プロジェクトの開発プロセス：段階的開発とチェックゲート＞



## ＜プロジェクトマネジメント、安全・信頼性の独立評価体制＞




S&MA…安全・信頼性・品質保証（(Safety & Mission Assurance)

# ＜SE/PM技術ワーキンググループ：サブグループ＞

問題意識（活動の方向性）の近いメンバーによるサブグループを6つ設置

## SE/PM勉強会

現在から将来にわたり、プロジェクト業務をより円滑に実施するための土台となるSE/PMの基礎知識を習得する。NASAのハンドブックをベースに、各項目について輪講会を開催。

## プロジェクトに関する意見交換会

相互にプロジェクトマネジメントに関する話題提供、問題提起、議論をする場を設け、JAXA内外のプロジェクトマネジメントの実態を俯瞰、実務での課題や悩みの解決の糸口を見つける。

## Model-Based Systems Engineering

昨年度のMBSEサブチームの成果物を活かしてMBSEの基本的な考え方を理解、その上で試行を実施し、アウトプットとしてMBSE初学者向けの簡易モデルを作成。

## JAXAのSE/PMはJAXA以外でも通用するのかプロジェクト

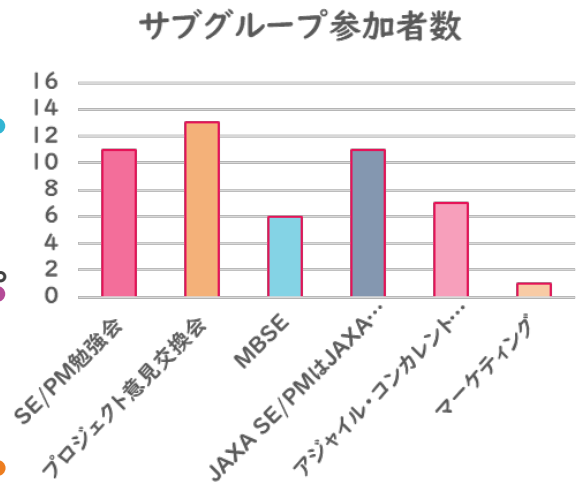
JAXAのコア・コンピタンスであるSE/PM技術で宇宙産業拡大に貢献するため、JAXA流のSE/PM技術を汎用化し公開、広く活用してもらう。

## アジャイル・コンカレントエンジニアリング研究会

アジャイル、コンカレントエンジニアリング、リーン開発, ラピッドプロトタイピング、DevOps等への理解を深め、JAXA流のアジャイルSE/PM技術のあり方を考える。

## マーケティングを用いたミッション要求策定手法の検討

JAXAプロジェクトのミッション要求検討のユーザ/ニーズ設定において、マーケティングが使えないか検討し、方法論として整理を行う。



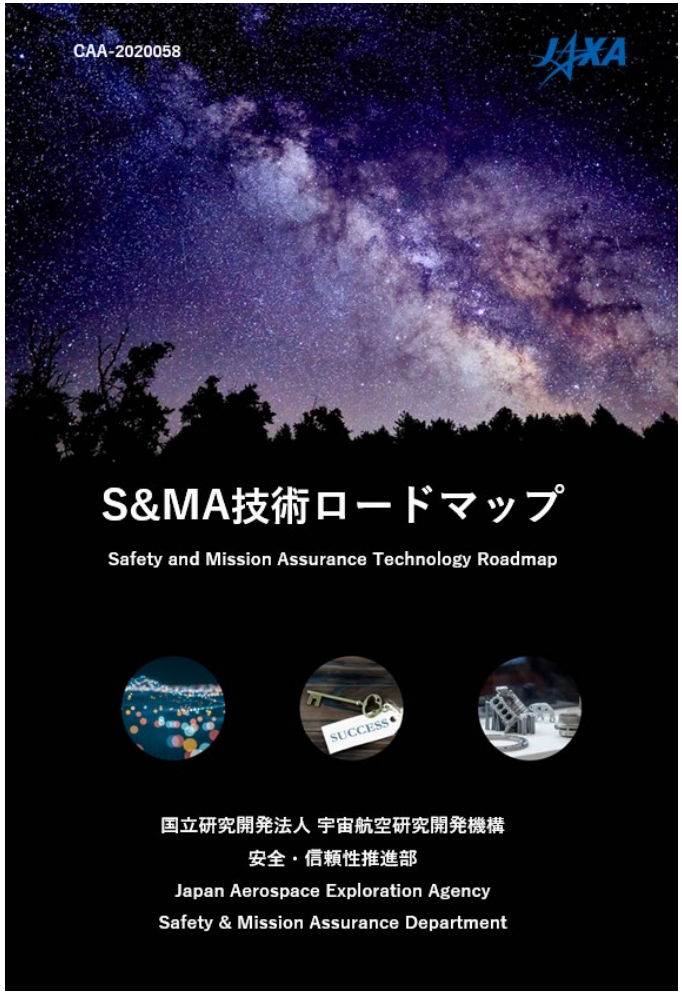

メンバーは複数のサブグループに参加可

参考情報

# ＜CAA-2020058_B　S&MA技術ロードマップ概要＞

**S&MA技術ロードマップ制定の目的**

将来の挑戦的宇宙ミッションの成功に向けて、5～10年以内に解決すべきS＆MAの観点から技術的な課題を識別し、
長期ビジョンとして共有化することにより、安全性および信頼性の継続的な向上を図る

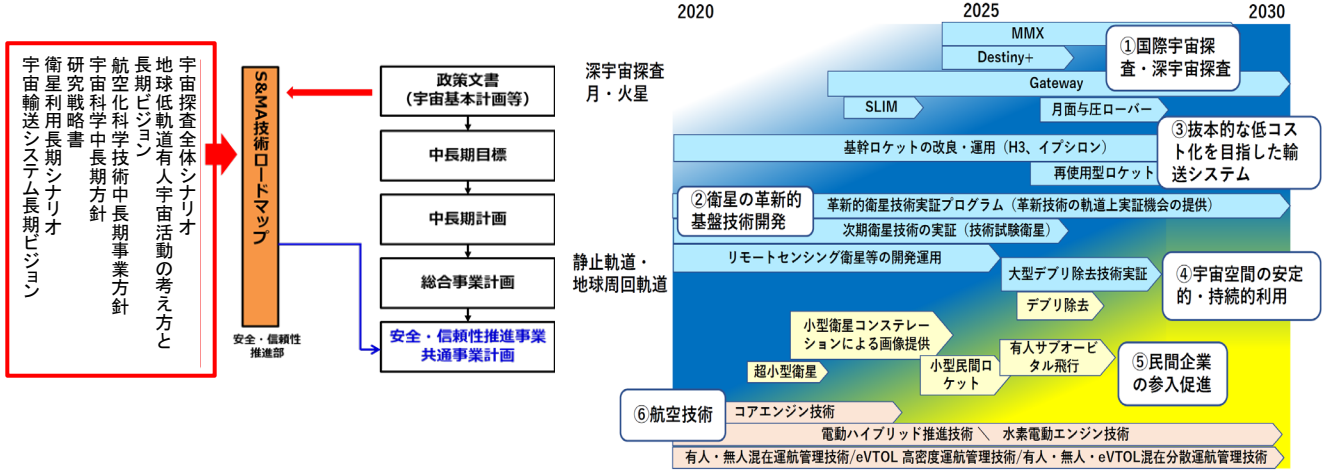



## ■S&MA技術ロードマップ制定の流れ

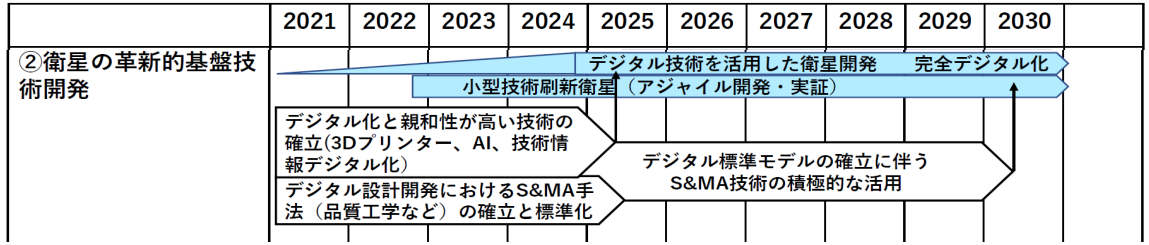
**STEP1 政策文書等及び各部門ロードマップから想定される要件を明確化（下図左）**

**STEP2 専門家とのヒアリングを通じて、必要なS&MA技術を6つの領域に整理（下図右）**

①国際宇宙探査・深宇宙探査、②衛星の革新的基盤技術開発、③抜本的な低コスト化を目指した輸送システム、
④宇宙空間お安定的・持続的利用、⑤民間企業の参入促進　⑥航空技術




**STEP3 具体的なアクションプランを設定（2021年度より安信部が主体となり活動着手、下図は領域②のみ例示）**



## 人工衛星の不具合件数の低減

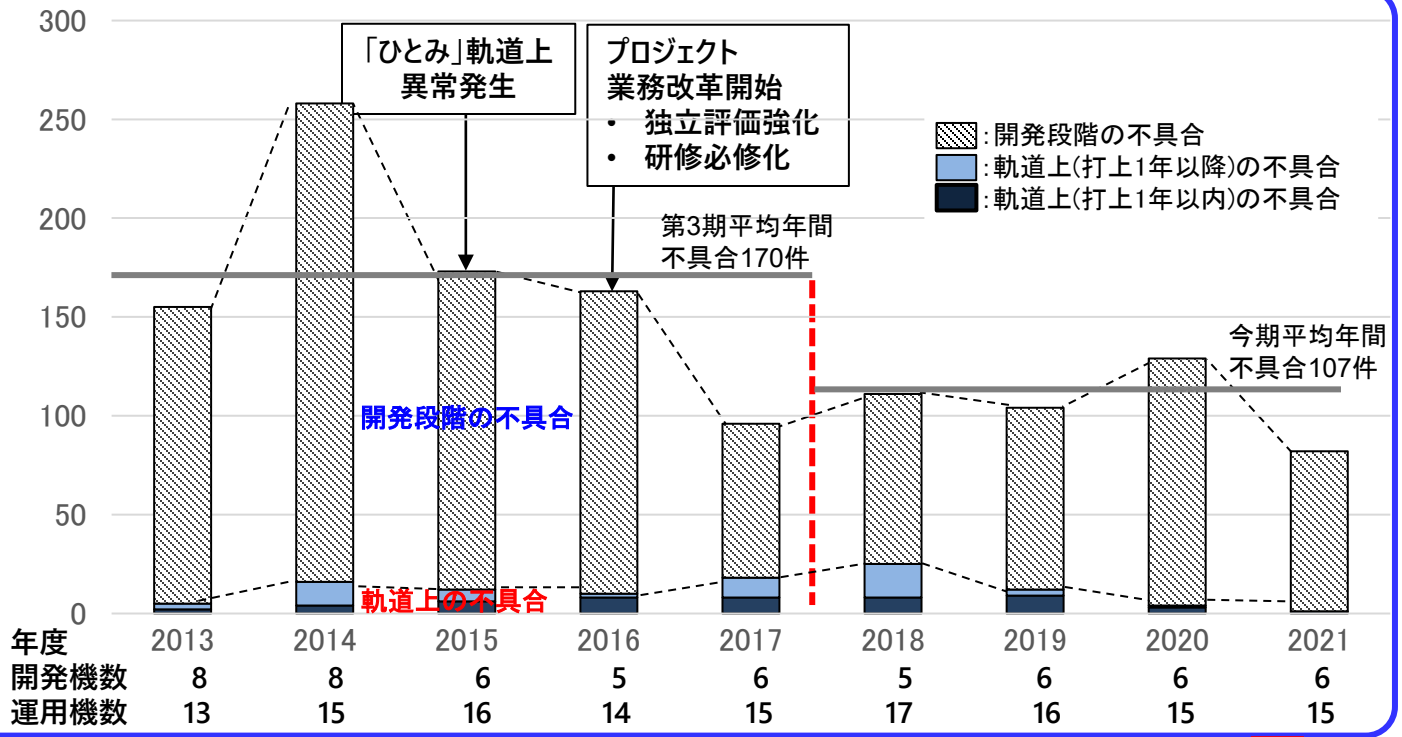
- 開発後期の不具合はスケジュールやコストに大きなインパクトを与えることが多く、軌道上での不具合はミッション期間を含むミッションサクセスへ大きなインパクトを与えることが多い。
- 個別の開発の困難さで発生する不具合は削減することは難しいが、情報の収集、分析、水平展開により類似の不具合の発生防止を進めている。

## 不具合件数の状況

- 【不具合総数(開発/軌道上)】これまでの取り組みにより、2020年度の人工衛星の年間不具合件数は、第3期中期計画期間中の平均170件に対して、今期の平均年間不具合件数は107件と大幅に下回った。
- 【軌道上の不具合】平均年間不具合件数は、第3期と同じレベルであるものの、2018年度から減少傾向にある。

出典：
JAXA 安全・信頼性推進部
不具合情報システム
2022年2月28日付登録状況

安全・信頼性に関する取り組みの参考指標として、中期計画期間中の平均不具合件数の半減することを目安とし、他の成果と合わせて総合的に自己評価を行う。




## 得られたアウトカム：大幅な不具合削減の継続

- 2021年度の人工衛星の開発/運用時に発生した年間不具合件数は、第3期中期計画期間中の平均と比べて大幅に削減。

## 期待されるアウトカム

- 機器の信頼性向上によるミッションの成果の充実(エクストラサクセスの増加)

## 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) | 1,821,166 | 1,767,577 | 1,819,031 | 2,000,251 | | | |
| 決算額 (千円) | 1,816,470 | 1,651,493 | 1,778,899 | 1,959,110 | | | |
| 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) | 66 | 62 | 65 | 71 | | | |

## 主な参考指標情報

| 項目＼年度 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 打上げの成功比率<br>（定常運用移行達成比率） | 100％ | 100% | 100% | 100% | | | |
| 人工衛星の不具合件数*<br>(開発段階/運用段階の不具合) | 116件<br>（86/30） | 103件<br>（92/11） | 130件<br>（125/5） | 82件<br>（81/1） | | | |
| 前中期期間の平均不具合件数<br>（170件）に対する割合 | 68％ | 61％ | 76％ | 48％ | | | |

＊出典：JAXA　安全・信頼性推進部　不具合情報システムから、各年度(前年3月1日～今年2月末)の登録状況を調査、なお各年度の数字は2022年2月末時点の件数であり、登録状況によって変更がありうる。

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| SE/PMプロフェッショナルを早期かつ計画的に育成することを目的として、2019年度に設置した「SE/PM技術ワーキンググループ」について、第1期のPDCAを行った上で2021年1月～12月に第2期の活動を実施し、数々の成果・波及効果を上げることができた。引き続き第3期の活動を着実に実施し、SE/PMのプロフェッショナルの育成に努める。 | 引き続き第2期の活動のPDCAを行い、ワーキンググループのメンバーによる自主的な活動について促進支援するとともに、研修やランチセミナー等の人材育成施策と併せて、特に若手層を中心としたSE/PMプロフェッショナルの育成に努める。 |
| プロジェクトの成否に大きく影響するプロジェクト準備段階の活動の個別支援・指導として2020年度から開始したプロジェクト計画立案支援活動について、PDCAを行い、プリプロジェクト候補を対象に複数のチームが同時に参加し、CEも加わって行うグループ討議を含む体験型・対話型の活動を実施した。その結果、プリプロジェクト移行に貢献することができた。引き続き2022年度も支援活動を実施し、プロジェクト準備段階のSE/PM能力向上に努める。 | 今年度の活動のPDCAを行い、引き続きプロジェクト準備段階の計画立案支援をはじめとするプロジェクト準備段階のSE/PM能力向上支援を行う。 |
| S&MAのJAXA活動全般への貢献が定常的・不可欠なものとして浸透している。今後は、ベンチャー企業や大学などのステークホルダに対するS&MA技術の支援への期待は高まる。これに応えるためのS&MA業務を推進する人的リソースをさらに強化する必要がある。 | 安全・信頼性推進部内の体制を見直すとともに、各部門や他機関との交流（人材循環、協働）を図る。 |

# Ⅲ．６．４ 情報システムの活用と情報セキュリティの確保

2021年度 自己評価 B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．６．４ | Ⅰ．６．４． | | |
| （１）情報システムの活用 | （１）情報システムの活用 | | |
| 事務的な業務の効率化と適切な労働環境の維持・向上に貢献するため、JAXA で共通的に利用する情報システムについて、会議室、書類及びメールに依存してきた業務からの転換等、新たな利用形態を取り入れるとともに、職員の満足度を把握しつつ、当該システムの整備・運用及び積極的な改善を行う。 | JAXAで共通的に利用する情報システムを確実に運用するとともに、事務的な業務の効率化と適切な労働環境の維持・向上に貢献するため、JAXA内の通信量の拡大に柔軟に対応できる次期ネットワークシステムの構築方針を踏まえ、段階的に整備を進める。また、これまでに導入したシステムやサービスの利用促進、改善を引き続き行い、会議室、書類及びメールに依存してきた業務からの転換等、新たな利用形態への対応を進める。本年度は、テレワーク勤務をより安定的に実現できるよう、自宅等からインターネットを経由した機構内ネットワークへの接続環境の改善を図る。 | ①コミュニケーション環境MS-Teamsのユーザの急速な拡大が続いているが（2020年4月1800人→2021年4月2800人→2022年2月3200人）、ライセンス不足解消のための緊急調達や、保存データの肥大化による容量不足に解消のためのデータ整理キャンペーンなどを適宜実施応した。<br><br>②テレワーク時に機構内のネットワークにセキュアに接続するための機器の更新にあたり、機構内のネットワークとインターネットを接続する回線の混雑を緩和するように、職員が使用するWeb会議のための通信経路の見直しを行うと共に、JAXAの「新しい働き方」の方針である「テレワーク実施率5割程度」に基づき、同時接続数を全ユーザ数の約38%から約50%に増強した。<br><br>③2022年度から運用する第2期IaaS基盤（クラウドサーバ）を調達するにあたり、JAXAのIT調達で初めて、政府のIT調達で試行されている「競争的対話方式」を取り入れた。また、IaaS基盤の長所である柔軟なリソース変更に費用面でも対応できるように、調達内容を工夫して単価契約の考え方を導入した。 | ①②役職員等がテレワークする際のIT環境について、利用上の制約が緩和できた。<br><br>③-1 概念設計から構築までを構築ベンダーが一気通貫で受注するIT業界の潮流にかなった方法によることにより、入札前に発注側と受注側で仕様の意図をすり合わせることができ、複数業者から良い提案を引き出して、業者を選定することができた。<br><br>③-2 新IaaS基盤では、運用開始後のリソース追加などのユーザ要望に対して、契約変更等の煩雑な手続きを要さずに、柔軟に対応できるようになった。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、各研究開発の取組における情報技術の高度化を促進するとともに、JAXAが保有する衛星データやシミュレーションデータ等を他の研究機関や民間事業者と共有する上での利便性向上などオープンイノベーションの活性化につながる基盤的な情報システムの改善及び利用促進を行う。 | 前年度に更新を行ったJAXAスーパーコンピュータの確実な運用により研究開発活動を支える。運用にあたっては、JAXAが保有する衛星データやシミュレーションデータ等を他の研究機関や民間事業者と共有できるよう考慮する。本年度は、新たな社会的課題解決や解析手法の適用に向けたJAXAスーパーコンピュータの環境整備や利用促進を行う。 | • 航空宇宙分野に最適化した高性能マシン環境の提供＆大規模チャレンジという仕組みの構築・実施により、大規模チャレンジ課題「実スケールロケットエンジン燃焼器解析」の成果創出に貢献した。<br>• データセンター機能実現のひとつとして第一宇宙部門SAOCと協力しながらワークフロー制御ツールの汎用化改修作業を開始した。<br>• 新たな社会的課題解決のために、安全保障分野で「極超音速飛行に向けた流体・燃焼の基礎研究」を、航空技術部門の実用化促進事業で「FaSTAR-Move実用化促進事業」を、それぞれ重点利用課題として採択し事業推進に貢献した。<br>• 新たな解析手法の適用のために、GPGPU利用講習会(基礎編)、GPGPUチューニングハッカソン、"Singularity" 等仮想化技術の紹介、JSS3高速化チューニング事例紹介やハッカソン等を開催しJSS3の新環境紹介と早期利用促進に努めた。 | 液体ロケットエンジン燃焼器の解析において、従来は簡易評価に留まっていた非定常燃焼現象について、高忠実な解析(音響-燃焼の連成、噴射器端からの渦放出等を再現)による現象理解・予測、トラブルシュートが可能になった。 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）情報セキュリティの確保 | （２）情報セキュリティの確保 | | |
| 情報セキュリティインシデントの発生防止及び宇宙機の運用に不可欠な情報システムのセキュリティ強化のため、政府の方針を含む内外の動向を踏まえつつ、教育・訓練の徹底、運用の改善、システム監視の強化等を継続的に実施する。 | 情報セキュリティインシデントの発生防止及び宇宙機の運用に不可欠な情報システムのセキュリティ強化のため、政府の方針を含む内外の動向を踏まえつつ、教育・訓練の徹底、運用の改善、システム監視の強化等を継続的に実施する。具体的には、テレワーク等の拡大により問題が生じないよう、働く場所やシステムの場所に依らないよりセキュアな情報システムの利用環境を整備するとともに、重大インシデントの発生を抑制すべく、役割や業務形態に応じたセキュリティ教育・訓練を実施する。 | 政府や内外の動向を踏まえ、対象別に適正な教育を実施（新しい働き方、新たな外部サービス利用等、多種多様なパターンへ対応できるよう守るべきものとリスクから自己解決に導くオリジナル教材）するとともに、社内手続きの改善や点検によるPDCAサイクルの強化を図った。<br>政府施策制定に先駆け、外部サービス利用状況の可視化や働く場所によらない端末やサーバ等のエンドポイント対策の導入整備を進めるとともに、インシデント発生時に備えたインシデント対応チームや情報システム管理者のスキルアップと緊急連絡体制の再整備によるインシデント対応能力向上を行い、結果として重大なインシデント発生を防いだ。 | 組織的なしくみ・人・システムそれぞれの観点からセキュリティ事案の発生を抑止するための取組みを継続的に行ったことで、各事業やプロジェクト等の継続的な実施・成果獲得に貢献した。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○情報システムの活用と情報セキュリティを確保することにより、目標Ⅲ.2項にて定めるJAXAの取組方針の実現に貢献できているか。 | ＜評価指標＞<br>○事務的な業務の効率化と適切な労働環境の維持・向上に貢献するJAXA内で共通的に利用する情報システムの整備・活用の取組及び取組効果の状況<br>○JAXAが保有するデータ等を外部と共有するための基盤的な情報システムの活用等の取組及び取組効果の状況<br>○安定的な業務運営及び我が国の安全保障の確保に貢献する情報セキュリティ対策の取組及び取組効果の状況<br><br>＜モニタリング指標＞<br>○重大な情報セキュリティインシデントの発生防止と宇宙機の運用に不可欠な情報システムのセキュリティ対策の状況 |

# Ⅲ．６．４　情報システムの活用と情報セキュリティの確保

**2021年度 自己評価　B**

**【評定理由・根拠】**

**新型コロナ禍でのテレワークが続く中、職員等が業務継続できる環境を情報システムを活用して提供した。JAXAスーパーコンピュータについて、ニーズを踏まえたシステム増強や新たな分野での活用に向けた運用改善等を確実に行った。新しい働き方に準じたセキュリティ対策を充実させ、テレワークを起因とするセキュリティインシデント及び重大なインシデント発生を抑止した。これらの活動により、各事業やプロジェクト等の継続的な実施・成果獲得に貢献した。なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。**

## 1.　情報システムの活用

### （1）全社で共通的に利用する情報システムについて＜補足1参照＞

新型コロナ禍でのテレワークが続く中、全職員と派遣職員等のパートナーがテレワークで確実に業務を行えるよう、下記を行った。特に、各種システムの更新にあたっては、テレワークの急拡大により、インターネット経由での社内システム利用やWeb会議の定着など、情報システムの使い方が大きく変革していることを踏まえ、課題分析を行い、システム構成や機能・性能の見直しに反映している。

①コミュニケーション環境として2018年に導入済みのMS-Teamsについて、2020年の急速なテレワーク促進もあり、必要不可欠なツールとして定着しているが、今年度においても引き続きユーザの拡大が続いている（2020年4月1800人→2021年4月2800人→2022年2月3200人）。このような状況において、ライセンス不足に対応するために緊急調達を実施したり、保存データの肥大化による容量不足に対応するためデータ整理キャンペーンを適宜実施するなどして、必要な役職員等が確実にテレワークできる環境を提供した。

②テレワーク時に機構内のネットワークにセキュアに接続するための機器の更新にあたり、機構内のネットワークとインターネットを接続する回線の混雑を緩和するように、役職員等が使用するWeb会議は他の通信経路と分離する機能を追加すると共に、JAXAの「新しい働き方」の方針である「テレワーク実施率5割程度」に基づき、同時接続数を全ユーザ数の約38%から約50%に増強した。

③2016年度より運用している第1期共通サーバ基盤サービス(クラウドサーバ; IaaS基盤)の契約満了に伴い、2022年度から運用する第2期IaaS基盤を調達するにあたり、JAXAのIT調達で初めて、政府のIT調達で試行されている「競争的対話方式」を取り入れた。概念設計（コンサル）と構築（ITベンダー）を別々に発注する従来型の方法ではなく、概念設計から構築までを構築ベンダーが一気通貫で受注するIT業界の潮流にかなった方法によることにより、入札前に発注側と受注側で仕様の意図をすり合わせることができ、複数業者から良い提案を引き出して、業者を選定することができた。また、IaaS基盤の長所である柔軟なリソース変更に費用面でも対応できるように、調達内容を工夫して単価契約の考え方を導入したことにより、運用開始後のリソース追加などのユーザ要望に対して、契約変更等の煩雑な手続きを要さずに、柔軟に対応できるようになった。

④大型調達において複数業者入札が成立するように意見招請等の仕様調整に積極的に取り組んだ結果、運用管理支援業務（5年総額13.8億円、3社入札）、第2期IaaS基盤（5年総額4.1億円、4社入札）、プリントサービス（5年総額2.1億円、2社入札）と、現状と同等のコストで調達することができた。

**【評定理由・根拠】（続き）**

**(2) 研究開発を支える情報システムについて　＜補足 2参照＞**

○安定した運用

- JSS3ファイルシステム内に蓄えられる総ファイル数を倍増するシステム増強を行い、JAXAスーパーコンピュータの特徴である大規模ファイルシステムの利点を生かした大量のファイルを蓄積・処理するユーザニーズの増加に対応した。運用初期である2021年度のJSS3のサービス稼働率は99.28%(2022/2末時点)であった。

○先進的な環境提供

- 2020年度に実施した大規模チャレンジ(システム換装直後の比較的計算機に余裕がある時期に、システム全体を使うような大規模かつ先進的な計算を行う施策)の成果を日本航空宇宙学会のシンポジウム(流力講演会/ANSS)でオーガナイズドセッションを設け発表した。また、リソースの都合等で中断していた「実スケールロケットエンジン燃焼器解析」について計算を再開し、世界初の解析を実現できる目途が立った。JSS3は航空宇宙分野に適した高性能マシンという環境の提供＆大規模チャレンジという仕組みの構築・実施を通して、これに貢献した。
- 新たな社会的課題解決や解析手法の適用に向けて、安全保障分野の「極超音速飛行に向けた流体・燃焼の基礎研究」をJSS3内でのデータのスクランブル化を行い情報の安全性を高める工夫をすることで、また、航空技術部門の実用と研究開発の橋渡しをする事業の「FaSTAR-Move実用化促進事業」を、重点利用課題として採択した。
- JSS3から新たに導入したGPUコンピューティング(General-Purpose computing on Graphics Processing Units)環境の利用講習会(基礎編)やチューニングハッカソンを主催し、新技術のJAXA内普及に努めた。また、“Singularity”等仮想化技術の使い方説明会を開催し、研究室レベルの計算機環境からのJSS3への移行や外部機関との連携強化に繋げる情報を提供した。また、JSS3から大きく変わった開発環境の説明会や富岳と同じCPUを持つシステムの高速化事例紹介を行い、ユーザへのJSS3の早期浸透に努めた。更に、JSS3のアーカイバシステム利用説明会や次に示すセ情部内製ツールの説明会等を実施し、近年需要が高まっているデータ蓄積の活動に寄与した（参加者累計は186名）。
- セ情部内製の*データ管理ツール*(コマンドひとつでJSS3ファイルシステム上にあるファイル群をアーカイバシステムへバックアップする)、*ジョブ投入最適化ツール*(数千超のジョブをまとめてスパコンに投入する際に効率的にジョブをパッキングしてくれる)をユーザに提供した。
- JSS3に続く次期システム(仮称JSS4)に関するシステム面のフィージビリティスタディとして、メモリ使用量を半減できるシステム・AI向けCPUの評価を行い数値シミュレーションとの親和性を確認した。また、量子コンピュータ・データフローコンピュータ・AIコンピュータ等の複数の新しい計算機アーキテクチャについて、プログラミング環境・今後のシステム開発計画等基礎的調査を行った。

○有効性の向上

- 研究開発事業部門が専ら利用する資源(計算ノード、アーカイバ)を当該部門負担で追加整備することにより、調達手続きやシステム運用業務というコストを削減した上で、JSS3という大きなシステム中に当該部門が共用資源と合算して自在に活動できる環境を実現した。
- 引き続きJAXA発信の衛星データ再処理プロダクトの全てを生成すると共に、第一宇宙部門SAOCと協力しながらワークフロー制御ツールの汎用化改修作業を行いJSS3のデータセンター機能向上活動を開始した。
- 設備供用や共同研究相手方であるメーカに継続的にヒアリングを行い、安全保障関連業務でのJSS利用に興味があることを確認した。
- 経営方針・研究戦略との連携を目指し、重点利用及び優先実行の選定評価基準の改善やJSS3利用実績値の年度末評価への組み込み活動を行った。

【評定理由・根拠】（続き）

2. 情報セキュリティの確保

○　全社的な情報セキュリティについて　＜補足 3参照＞

JAXAに対するサイバー攻撃関連通信は一般よりはるかに多い中、また、新たな働き方によるセキュリティが懸念される状況が継続される中で、ルールありきではなく、**リスクベースで守るものを識別し、防御、検知、対応、復旧の流れを意識できるよう教育や研修内容をシフトし、職員の意識改革を図る**ことで、人や環境に依存しない新しい働き方に準じたセキュリティ対策を充実させ、テレワークを起因とするセキュリティインシデント及び重大なインシデント発生を抑止するとともに、**各事業やプロジェクト等の継続的な実施・成果獲得に貢献した。**

①セキュリティ教育計画に基づき、**脅威動向や自組織の状況に合わせたオリジナル教材による全役職員・パートナーへの教育(受講率100%、4256人)**や役割・業務別の教育により脅威や具体的対策の知識向上を図った。中でも、職員各自が「何を守るのか」「その行動にはどんなリスクがあるのか」の考え方とともにルールを学べるよう構成を変えることで、**新しい働き方や新たな外部サービス利用等の多種多様なシチュエーションにおいても自らの課題解決能力向上に繋げた。**また、**セキュリティのスキルマップを作成し、業務と役割に応じて必要な知見と目標を明確にし**、汎用IT技術とは異なる知見を要する特殊な宇宙システムに対しても中長期的なセキュリティ人材確保に繋げる礎を設定した。

②四半期毎に情報セキュリティ委員会を開催し、内外の事案や動向を踏まえ、対策推進計画に沿った対策や教育等の進捗確認・評価を行い、**PDCAを回すとともに、体制維持確認とガバナンス強化を実施している。**政府統一基準令和3年度版、政府情報システムのためのセキュリティ評価制度（ISMAP）、改正個人情報保護法といった、多くの法律や政府の制度へ対応するための規程見直しを実施するだけでなく、**JAXAに内在する運用上の課題への対応としてのルール改正も図っている。**特に、テレワーク等の多様な働き方を通じ、不明瞭な点を明文化し、教育資料として展開することで、職員・パートナの8割(3423名)がそれを参照し、安心してテレワークによる業務を実施することに繋がった。また、政府統一基準改正やISMAP制度の導入に先立ち、外部サービス利用のシステム的な可視化を進め、脆弱と考えられるサービスの把握と事前の利用抑止を行うことで、未然に情報漏えい等のインシデントを防ぐ仕組みを設けた。

③JAXAに対するサイバー攻撃関連通信は一般よりはるかに多い中（他の組織に比べて約5倍）、軽微な検知にも適切に素早く確認、遮断、処置を実施するとともに、外部の攻撃動向や脆弱性情報も収集し注意喚起を発信している。年末には「Log4j」と呼ばれるJavaベースのログ出力ライブラリの**危機的な脆弱性が発表され**、JAXAにおいても132システム利用されており10システムにおいては**攻撃を受ける可能性もあったが、ただちに確認・対処することができた。**また、**ゼロデイ脆弱性を用いた攻撃もあったが、その攻撃検知後即座に当該通信を遮断し、業務影響を最小限に抑えることができた。**これらは、**情報システムを管理する者に対するスキル向上**(情報システムセキュリティ責任者向け講習は前年度126名増の462名が受講)**と緊急連絡体制を予め構築し維持更新していたことによる**ものである。また、EMOTET付き不審メールが流行する中、なりすましメール対策であるSPFに加え、国内大手企業でも適用率は約25%とまだ少ない状況であるが、同じく**送信ドメイン認証技術であるDKIM(電子署名の付与)、DMARC(認証失敗レポートの収集)の設定を追加し**、外部組織が受け取るJAXAメールに対する信頼性向上を図ると共に、外部で流通するJAXAを騙った不審メールの状況把握を開始した。また、**インシデント対応チーム（CSIRT）の実践的訓練**、実践を踏まえたインシデント対応手順書の改訂、**セキュリティ資格取得・維持継続**(CISSP、情報処理安全確保支援士、システム監査技術者試験合格等)を行うとともに、コロナ禍ではあるが**対面での意見交換により事業所が保有する特有な情報システムの把握に努め、事案発生に備えた対応能力向上**を図った。**結果として、重大なインシデント発生を防いだ。**

○　**対外的にも、国内外宇宙システム関連組織のセキュリティ部門と継続的に連携しており、米国を中心とする国際的な宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織(Space ISAC)への参加のための覚書及び秘密保持契約を締結**（III.3.4項「宇宙システムの機能保証強化」参照）**。人的ネットワークを維持することで、JAXA自身のセキュリティ対策をより強固なものにするとともに、宇宙システム開発に関連する業界や他の国立研究開発法人含むコミュニティ全体の対策が強化されることが期待できる。**

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足１：全社で共通的に利用する情報システム

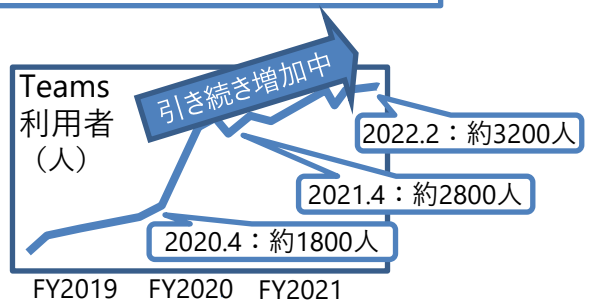
**背景**

テレワークが定着し、コミュニケーション環境としてのMS-Teamsや、自宅から機構内ネットワークにセキュアに接続するための環境が必要不可欠となっている。機器の更新等の際には同時接続数や通信量の増大に確実に対応することが必要。

**得られたアウトプット：テレワークに対応できる情報インフラの維持**

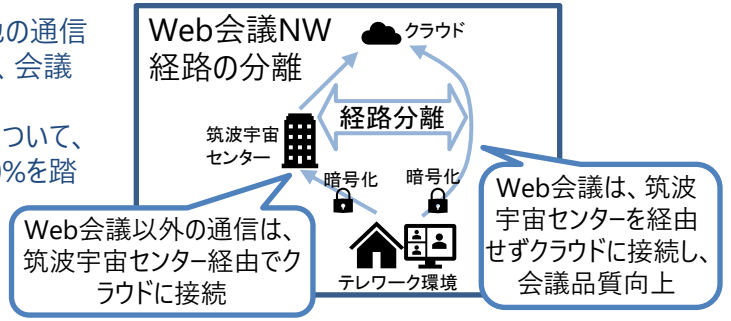
#### ①Teams利用拡大

・引き続きユーザの拡大が続いている
・緊急調達によるライセンス不足解消や、保存データの肥大化による容量不足に対応し、安定的なリモート会議環境を維持




#### ②テレワーク環境からJAXA内への認証システム（VPN）

・Web会議は他の通信経路と分離し、会議の品質向上
・同時接続数について、テレワーク率50%を踏まえて増強




#### ③共通サーバ基盤（IaaS）における調達の工夫

| 従来 | |
|---|---|
| 調達方式 | 一般競争入札 |
| 契約単位 | 概念設計、構築それぞれ別契約 |
| 契約方式 | 確定契約 |

工夫

| 新契約 | |
|---|---|
| 調達方式 | 競争的対話方式 |
| 契約単位 | 概念設計～構築まで一気通貫 |
| 契約方式 | 単価契約 |

・調達の工夫により、調達スケジュール最小化、IaaSメリットを生かした柔軟なリソース変更に対応できる契約、などのメリットを享受

**得られたアウトカム：**

コロナ禍でも全職員等がテレワークで業務を継続できるように、必要な環境を提供したことにより、各事業やプロジェクト等の成果獲得に貢献しただけでなく、新しい働き方へのスムーズな移行に貢献した。

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足2：研究開発を支える情報システム（スパコン）

**JSS3運用初期フェーズの背景**

前年度に更新を行ったJAXAスーパーコンピュータの確実な運用により研究開発活動を支える。運用にあたっては、JAXAが保有する衛星データやシミュレーションデータ等を他の研究機関や民間事業者と共有できるよう考慮する。本年度は、新たな社会的課題解決や解析手法の適用に向けたJAXAスーパーコンピュータの環境整備や利用促進を行う。

**得られたアウトプット：先進性・有効性・安定性の達成**

○先進的な環境提供
- 航空宇宙分野に最適化した高性能マシン環境の提供＆大規模チャレンジという仕組みの構築・実施により、大規模チャレンジ課題「実スケールロケットエンジン燃焼器解析」の成果創出に貢献
- 新たな社会的課題解決や解析手法の適用に向けて、安全保障分野で「極超音速飛行に向けた流体・燃焼の基礎研究」を、航空技術部門の実用化促進事業で「FaSTAR-Move実用化促進事業」を、それぞれ重点利用課題として採択し事業推進に貢献
- JSS3の新環境紹介と早期利用促進を目的として、GPGPU利用講習会(基礎編)、GPGPUチューニングハッカソン、"Singularity"等仮想化技術の紹介、JSS3高速化チューニング事例紹介やハッカソンを開催

○有効性の向上
- 研究開発事業部門が専ら利用する資源を当該部門負担で整備し、調達手続き・システム運用業務コストを削減した上で、当該部門が自在に使用できる環境をJSS3という大きなシステム中に実現した。
- 引き続きJAXA発信の衛星データ再処理プロダクトの全てを生成すると共に、第一宇宙部門SAOCと協力しながらワークフロー制御ツールの汎用化改修作業を行いJSS3のデータセンター機能向上活動を開始した。
- 設備供用や共同研究相手方であるメーカに継続的にヒアリングを行い、安全保障関連業務でのJSS利用に興味があることを確認

○安定した運用
- ユーザニーズに応じたファイルシステム、計算ノード、アーカイブ空間の増強
- JSS3サービス稼働率99.28%

**他機関との連携**

安全保障(官)や実用化促進事業(民)という新しい分野の活動を開始できた。

**期待されるアウトカム**

- 保護すべき情報を含んだ安全保障に関する数値シミュレーションによる解析
- 民間によるJAXA技術の実用化

**得られたアウトカム：非定常燃焼解析の実用化に目途**

- 実機スケール実現を通して達成した計算速度及び安定性向上により, 非定常燃焼解析のコストを従来の1/20以下に劇的に短縮(数か月/ケースが1週間/ケースに短縮)
- 開発中のH3ロケット１段LE-9エンジン燃焼器の技術課題に対して, 燃焼や燃焼室音響を考慮した非定常燃焼解析を実施
- 従来は簡易評価に留まっていた非定常現象について、高忠実な解析(音響-燃焼の連成、噴射器端からの渦放出等を再現)による現象理解・予測、トラブルシュートが可能に

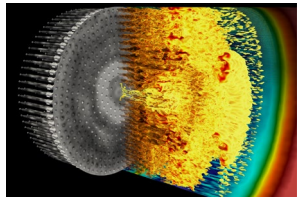


**図 実機ｽｹｰﾙ燃焼器の非定常解析(計算格子: 26億点)→**

## 評定理由・根拠（補足）

### 補足３：全社的な情報セキュリティ

#### 情報セキュリティ対策推進計画に沿った対策の実行

①人への教育

**リスクベースで守るものを識別し、防御、検知、対応、復旧の流れを意識できるよう教育や研修内容をシフトし、職員の意識改革を促進。**

**スキルマップの作成し、業務と役割に応じて必要な目標スキルを明確化し、オリジナル教材による以下の研修等を実施。**

- アプローチを変えた全体教育の実施(全役職員及びパートナー100%、4256名受講)
- 情報システムセキュリティ責任者向け講習(462名受講、前年比126名増)
- テレワーク教育の実施(全職員の8割受講)
- 経営層向けセキュリティ講習
- WEB管理者向け講習
- 宇宙システム・制御システムセキュリティ研修(74名受講、前年比2倍)
- 外部の攻撃動向や脆弱性情報展開含むタイムリーな注意喚起や情報発信(27回)
- Face-to-Faceでのよろず相談会(角田、調布、相模原)
- インシデント対応チーム(CSIRT)の実践的訓練、資格取得・維持継続

②ガバナンス・しくみの活用

- 個人情報保護法改正、政府統一基準改正、政府情報システムのためのセキュリティ評価制度（ISMAP）に対応するための規程類改正
- 既存ルールの運用状況を踏まえた規定類の改正
- **約1000の情報システム所在・システム責任者のデータベースのフル活用**

⇒**事象発生時のタイムリーな対応が可能**
（担当者連絡、被害拡大防止措置の実施）

③システムによるセキュリティ監視の強化

- **攻撃監視、検知への適切・素早い確認・遮断・処置の実施**
- セキュリティアセスメント(客観的指標)に基づく脆弱点への対策
  - CASB導入によるクラウドサービスの利用状況の可視化・シャドーIT撲滅開始
  - 働く場所によらないエンドポイント対策(EDR)の導入
- なりすましメール対策の強化(送信ドメイン認証技術DKIM、DMARKの導入)

#### 得られたアウトプット：重大なセキュリティインシデント発生抑止の達成

サイバー攻撃は高度化・多様化する状況下であるが、上記を総合的に実施した結果、**連絡体制整備と職員の対応能力向上により**、

- **危機的な脆弱性のあるソフトウエアでJAXAでも多くのシステム**(132システム)**で利用されており、一部のシステム**(10システム)**では攻撃を受ける可能性もあったが、いずれも1週間で確認・対処まで実施でき、攻撃を防ぐことができた。**（例：2021年12月、log4jと呼ばれるJavaベースのログ出力ライブラリにおいて、外部第三者から任意のコードが実行可能となる脆弱性が発見された）
- **ゼロデイ攻撃への速やかな遮断対応により、業務影響を最小限に抑えることができた。**（例：公開系サーバへのゼロデイ攻撃）
- システムで防御しきれない不審メールを見分けへ、適切な初動対応ができた。

**重大なセキュリティインシデントの発生を抑止することができた。**

#### 得られたアウトカム

**各事業やプロジェクト等の継続的な実施・成果獲得に貢献した**

#### 期待されるアウトカム

- **情報セキュリティに強いレジリエンス力（知識と柔軟な対応能力）を保有する職員の継続的確保**
- **各事業やプロジェクトで開発・運用するシステムのサイバー攻撃への耐性強化**

## 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) | 4,260,910 | 4,648,235 | 4,459,033 | 4,496,262 | | | |
| 決算額 (千円) | 4,731,602 | 4,562,815 | 4,566,541 | 4,371,117 | | | |
| 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) | 45 | 39 | 39 | 38 | | | |

(※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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重大な情報セキュリティインシデントの発生 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

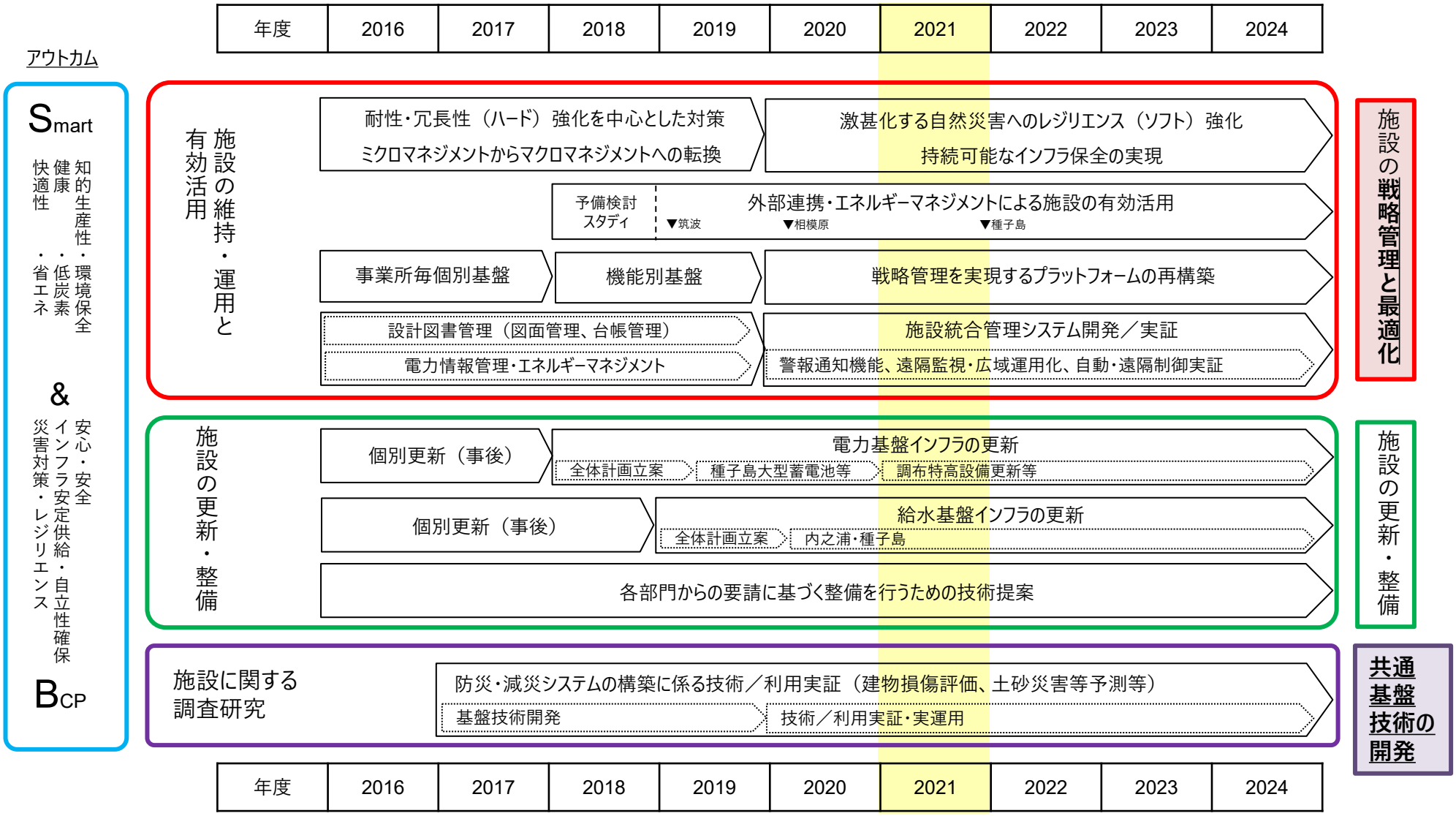
# Ⅲ．６．５ 施設及び設備に関する事項

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．６．５ | Ⅰ．６．５． | － | |
| 事業共通的な施設・設備について、確実な維持・運用と有効活用を進めるため、老朽化した施設・設備の更新、自然災害対策・安全化等のリスク縮減、エネルギー効率改善及びインフラ長寿命化をはじめとする行動計画を策定し、確実に実施する。<br><br>また、各事業担当部署等からの要請に応じ、施設・設備の重点的かつ計画的な更新・整備を進めるため、施設・設備に関する専門性を活かした技術提案を行う。 | 事業共通的な施設・設備について、確実な維持・運用と有効活用を進めるため、老朽化した施設・設備の更新、自然災害対策・安全化等のリスク縮減、エネルギー効率改善及びインフラ長寿命化をはじめとする行動計画を維持するとともに、当該計画の確実な実施を継続する。本年度は、外部連携の観点を取り入れ、より効率的な施設の維持・運用への転換に向けた検討を行う。<br><br>また、各事業担当部署等からの要請に応じ、施設・設備の重点的かつ計画的な更新・整備を進めるため、施設・設備に関する専門性を活かした技術提案を行う。 | 自然災害への備えとして、耐性・冗長性の強化を図るハード対策に加え、レジリエンス（対応力や回復力）強化に向けた取組を継続。特に、現場を中心としたリスクマネジメントの持続的なPDCA活動を推進。<br>施設維持・運用効率化とエネルギー使用最適化の観点から、角田宇宙センターをプロトタイプとして民間の知見を活用したICT保全サービス事業を開始。また、種子島宇宙センターにおける大容量蓄電池の充放電制御のファインチューニングを行い、既存発電設備運転効率の大幅改善を図った。<br>施設の戦略管理を目指し、施設関連情報を集約・一元管理するためのプラットフォームを継続構築中。具体的には、施設の戦略管理の実現を目指したフィールド業務のデジタル化概念実証を行い、センシングと常時監視の有効性を確認した。<br>射場の電力基盤インフラ等の老朽化対策を確実に実施するとともに、調布において状態監視保全（CBM）を目指した維持管理を包括した新たな調達手法を導入。内之浦宇宙空間観測所においてレジリエンス強化に係る防災・減災パッケージをアップデートし、緊急性が高く、かつ効果が大きい施策を先行実施した。<br>美笹深宇宙探査用地上局の非常用電源設備として、大容量大型蓄電池を採用するとともに、再生エネルギー設備の連携による電源のスマート化に向けた計画を立案・推進した | 耐性・冗長性強化とレジリエンス強化の両立による安心・安全、インフラ安定供給・自立性確保に寄与。 |
| さらに、上述した取組を行う上で必要な施設・設備に関する調査・研究等を推進する。 | さらに、上述した取組を行う上で必要な施設・設備に関する調査・研究等を推進する。 | GNSSを用いた建築物損傷評価に必要な残留変形を適切に把握できることを確認。併せて、地上受信局の小型ユニット化を実現。また、大型シートシャッターの各種開発試験を計画通り完了し、実建物（SFA3）への実装を開始。<br>更に、被害予測、事前の保守、有事の際の応急処置を効率的に行う観点から開発したモニタリングシステムを継続維持するとともに、レーダの特性を活かした降雨予測の高度化を図った。 | 外部連携による災害対策・レジリエンス強化等に係る技術力向上と、地域への貢献。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○施設及び設備に関して、目標Ⅲ.2項にて定めるJAXAの取組方針の実現に貢献できているか。 | ＜評価指標＞<br>○JAXA内で共通的に利用する施設及び設備の計画的な更新・整備と維持運用によるJAXA事業の円滑かつ効果的な推進に貢献する取組及び取組効果の状況。<br><br>＜モニタリング指標＞<br>○JAXA内で共通的に利用する施設及び設備に関する老朽化更新、リスク縮減対策の状況（例：重大事故の有無、顕在化する前に処置を行ったリスクの数等）<br>○施設及び設備の改善等への取組の状況 |

## スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
アウトカム
Smart
知的生産性・環境保全
健康・低炭素
快適性・省エネ
&
安心・安全
インフラ安定供給・自立性確保
災害対策・レジリエンス
BCP
施設の維持・運用と有効活用
耐性・冗長性（ハード）強化を中心とした対策
ミクロマネジメントからマクロマネジメントへの転換
激甚化する自然災害へのレジリエンス（ソフト）強化
持続可能なインフラ保全の実現
予備検討
スタディ
▼筑波
外部連携・エネルギーマネジメントによる施設の有効活用
▼相模原
▼種子島
事業所毎個別基盤
機能別基盤
戦略管理を実現するプラットフォームの再構築
設計図書管理（図面管理、台帳管理）
電力情報管理・エネルギーマネジメント
施設統合管理システム開発／実証
警報通知機能、遠隔監視・広域運用化、自動・遠隔制御実証
施設の戦略管理と最適化
施設の更新・整備
個別更新（事後）
電力基盤インフラの更新
全体計画立案
種子島大型蓄電池等
調布特高設備更新等
個別更新（事後）
給水基盤インフラの更新
全体計画立案
内之浦・種子島
各部門からの要請に基づく整備を行うための技術提案
施設の更新・整備
施設に関する調査研究
防災・減災システムの構築に係る技術／利用実証（建物損傷評価、土砂災害等予測等）
基盤技術開発
技術／利用実証・実運用
共通基盤技術の開発
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．６．５　施設及び設備に関する事項

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

中長期計画に定める事業を推進するにあたり、単なる営繕組織から脱却し提案型の組織となること、各部門固有の設備と事業共通系施設の境界領域への積極的な関与を進めること、事業所別の業務体制から機能別業務体制に移行し個人の専門能力を最大化することを目指している。**"激甚化する自然災害対応力強化"と"持続可能なインフラ保全の実現"**に関して、以下の取組を進め、顕著な成果があった。

**１．「施設の維持・運用と有効活用」におけるレジリエンス強化、民間資金の活用と社会貢献**

施設の維持・運用と有効活用に関しては、宇宙航空に関する日本で唯一の各種大型施設を維持し、プロジェクトの遂行を支えた。気候変動に伴う自然災害から保有する施設を守るため、**耐性・冗長性の強化を図るハード対策に加え、レジリエンス（対応力や回復力）強化に向けた取組を継続**＜補足１～３参照＞。施設維持・運用効率化とエネルギー使用最適化の観点から、**角田宇宙センターをプロトタイプとして民間の知見を活用したICT保全サービス事業（汎用性の高いデジタル化ツールを導入。点検巡視を効率化）を開始**。また、種子島宇宙センターにおける電力信頼性向上を目的に整備した大容量蓄電池の**充放電制御のファインチューニング**を行い、**既存発電設備運転効率の大幅改善**を図った＜補足４参照＞。

更に、施設の戦略管理に向け、**施設関連情報を集約・一元管理するためのプラットフォーム（施設統合管理システム）を構築中**＜補足５参照＞。具体的には、施設の戦略管理を実現を目指した**フィールド業務のデジタル化概念実証を行い、センシングと常時監視の有効性を確認**。今後、判断に資する情報処理・情報提供等の取組を実施予定＜補足６～７参照＞。

**２．「施設の更新・整備」におけるアセット評価を活用した計画の最適化**

施設の更新・整備に関しては、全社的経営課題に位置付けられた電力基盤設備の老朽化対策について、種子島宇宙センター、内之浦宇宙空間観測所の一部の更新を計画通りに進めた。更に、**調布については状態監視保全（CBM）を目指して「つくる」と「つかう」を包括した新たな調達手法を導入した。これにより特高設備の更なる長寿命化、稼働最適化に繋がる見込み**＜補足８参照＞。また、近年、信頼性が大幅に低下している**内之浦宇宙空間観測所については、レジリエンス強化に係る防災・減災パッケージをアップデートし、緊急性が高く、かつ効果が大きい施策を先行実施した**＜補足９参照＞。

また、美笹深宇宙探査用地上局の非常用電源設備として、大容量大型蓄電池を採用するとともに、**再生エネルギー設備の連携による電源のスマート化に向けた計画を立案・推進**した。これにより平常時におけるピークカットとBCP発動時に必要最小限の電源供給が可能に＜補足１０参照＞。

**３．「施設に関する調査研究」における外部機関・地域との連携**

施設に関する調査研究等に関しては、各事業担当部署からの技術支援要請に応えるため、大学・研究機関・企業など外部機関と連携して推進した。具体的には、**GNSSを用いた建築物損傷評価のための計測精度向上に関して、残留変形を適切に把握できることを確認。併せて、地上受信局の小型ユニット化を実現**。また、**大型シート製シャッターの国産化に向けた各種開発試験を計画通り完了し、実建物（SFA3：第3衛星フェアリング組立棟）に実装中**＜補足１０参照＞。自然災害による被害を予測し、事前の保守、有事の際の応急処置を効率的に行う観点から、勝浦宇宙通信所における土砂災害危険度情報の実運用を継続するとともに、**レーダの特性を活かした降雨予測の高度化を図った**。また、角田における危険斜面の警戒監視システムの配信を継続。さらに、**埋設水道管からの漏水箇所をスクリーニングすることを目指して、衛星データからの土壌水分推定についても検討を開始**＜補足１１参照＞。

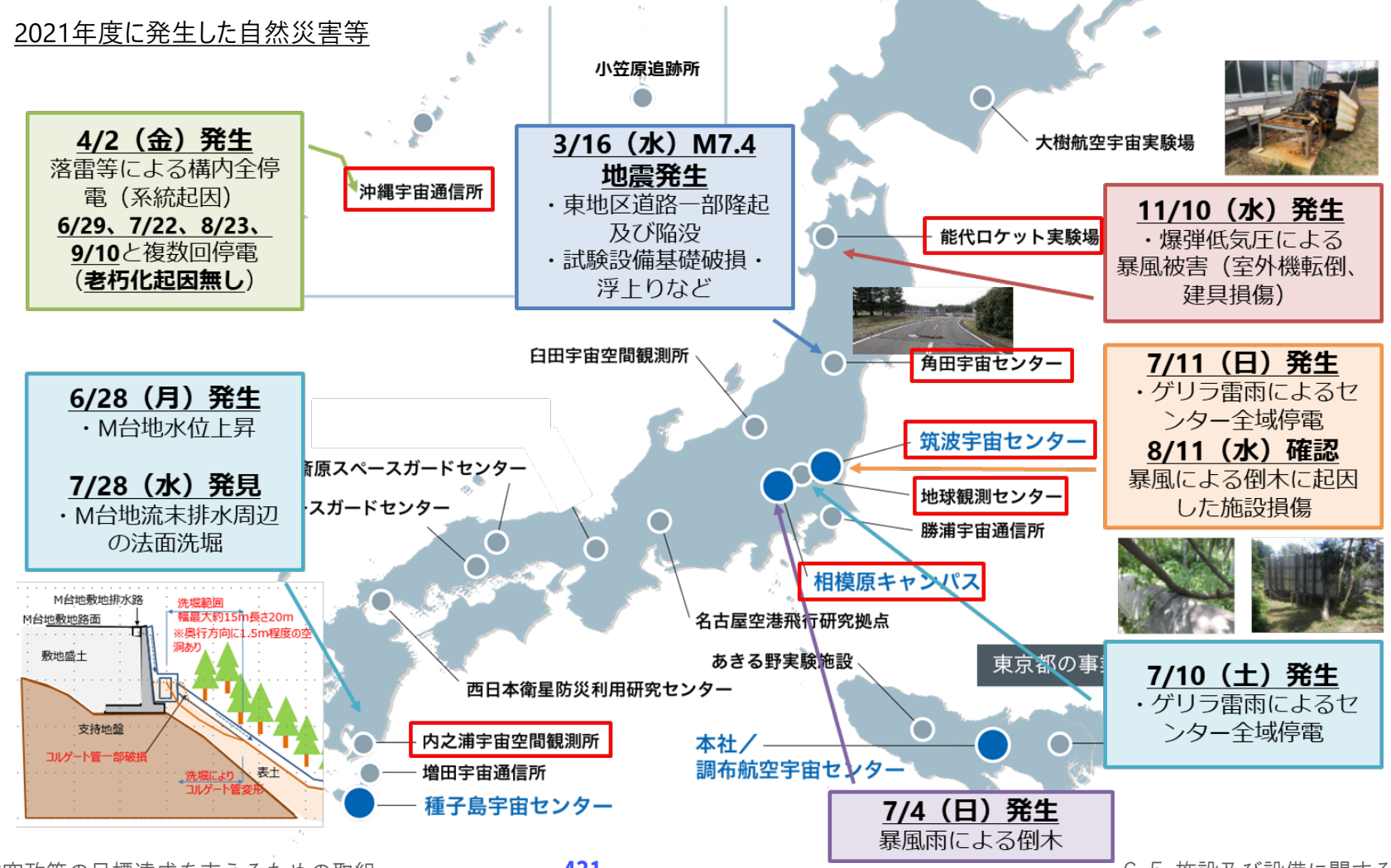
なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

## 評定理由・根拠（補足） 1.

■ **頻発・激甚化する自然災害へのレジリエンス強化**

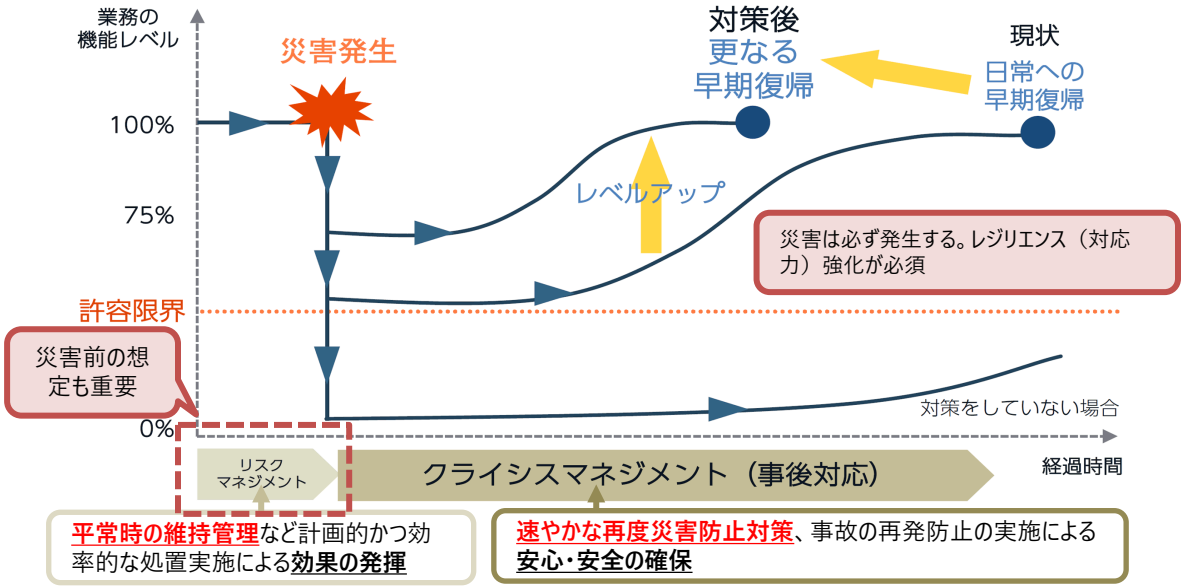
- 2021年度は昨年度と比較すると被災事例は減少したが、約1.7億の災害対応費を投入し、「想定」による防災／減災力強化を引き続き実施した。
- 保有する全ての施設の耐震化は完了したが、更なる巨大地震リスクや他のハザードに対する安心・安全への対応のため、ソフト面の対策強化を継続実施中。
  当該活動により、事業所のハザード可視化を引き続き実施し、速やかな再度災害防止対策、事故の再発防止の実施による安心・安全の確保に寄与した。
- 。過去に事業所内で発生した災害情報（独自の解析評価を追加<関連：補足１１参照>）を含めた自然災害リスクマップ作成率は45％（昨年度30％）程度。

2021年度に発生した自然災害等

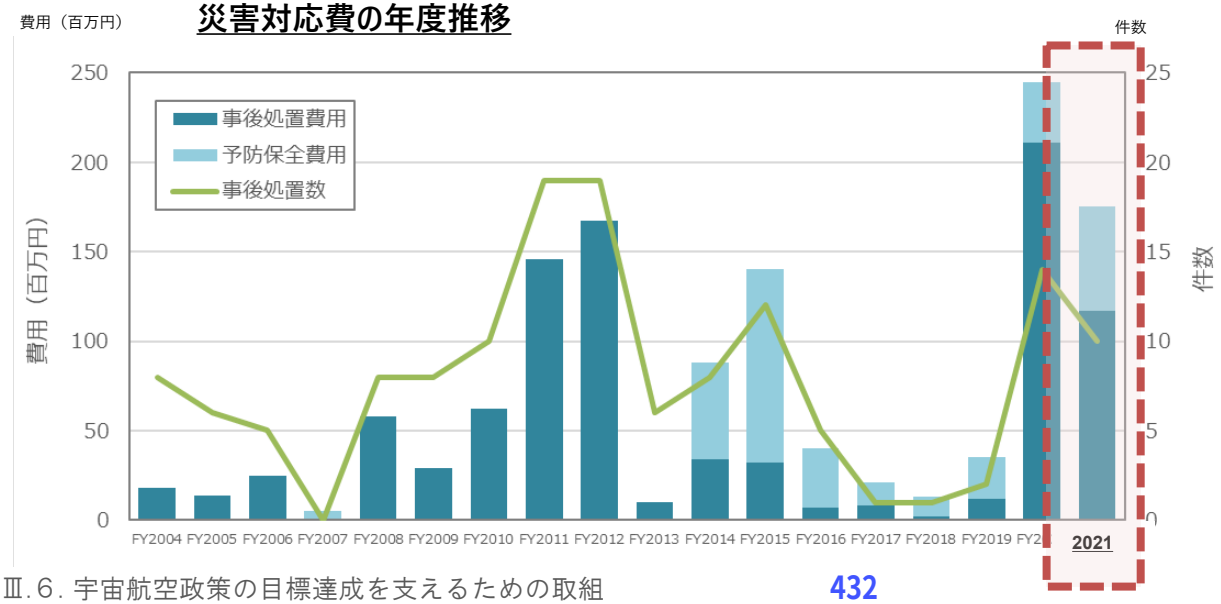


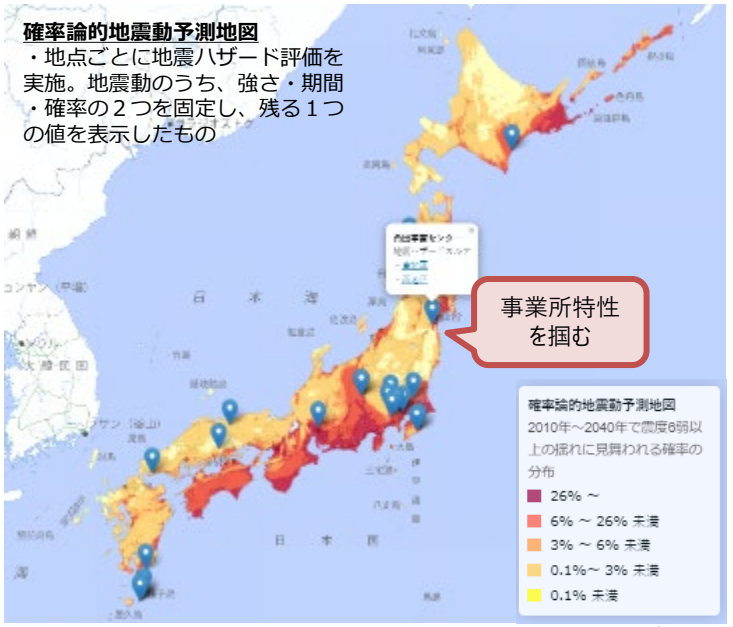
## 評定理由・根拠（補足）２．

### 施設におけるレジリエンス（適応力・回復力）強化イメージ

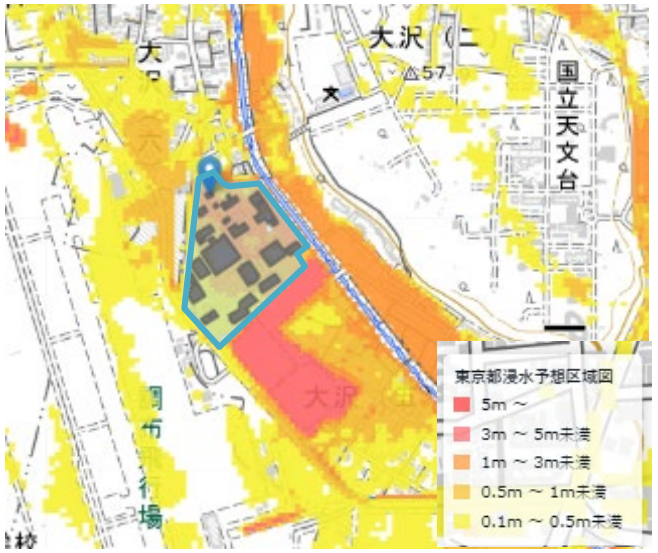



### 災害対応費の年度推移




GIS（地図情報システム）を用いた自然災害リスクマップ




一例：調布（分室）のハザード情報

## 評定理由・根拠（補足）３．

### 自然災害リスクマネジメントの持続的なPDCA活動







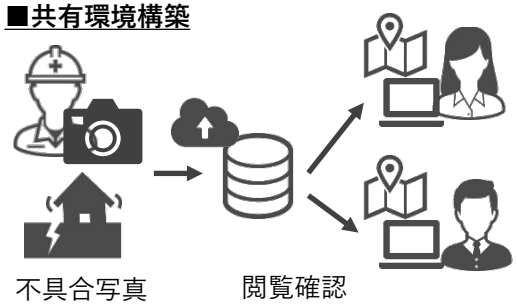
**■日常的な取り組み**
災害が多くなる梅雨時期前後等、１回/年以上の巡視点検を実施。異常個所はシステム報告

**■中長期的な取り組み**
専門家による構造物診断や、網羅的な現況データを取得し、中長期的な劣化を予測

不具合箇所の共有イメージ



**■共有環境構築**




**Plan**
- 構造物点検計画
- 劣化診断計画
- 地図写真等情報共有
- 監視場所の検討

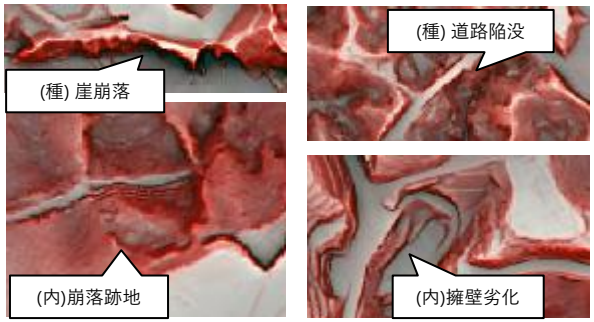
**Do**
- 日常巡視点検実施
- 構造物カルテ作成
- 不具合部写真整理
- センサ監視整備

**Check**
- 不良箇所リスク精査
- 構造物危険度評価
- 周辺部写真確認
- 監視データ分析

**Action**
- 対策立案／処置実行
- 軽微修繕の実施
- 排水機能回復
- 構造物の改修／新規整備

**■要観察箇所**
詳細地形情報の取得やセンサ等による中長期的な状態監視及び予防的計画立案

**■緊急対処箇所**
地形的要素に加え、構造物の異常が顕在化している場所を対象に緊急処置実施

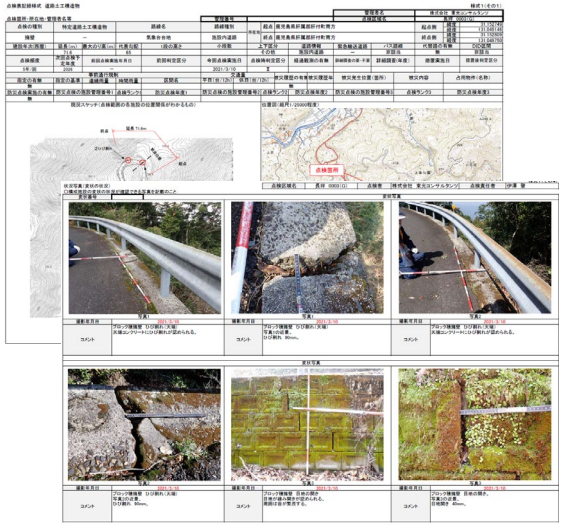



補足：赤色立体地図は、数値標高データから傾斜量を赤色の彩度、尾根谷度を明度にして調整した地図のこと。




日常点検で発見した緊急度の高い不具合対応例

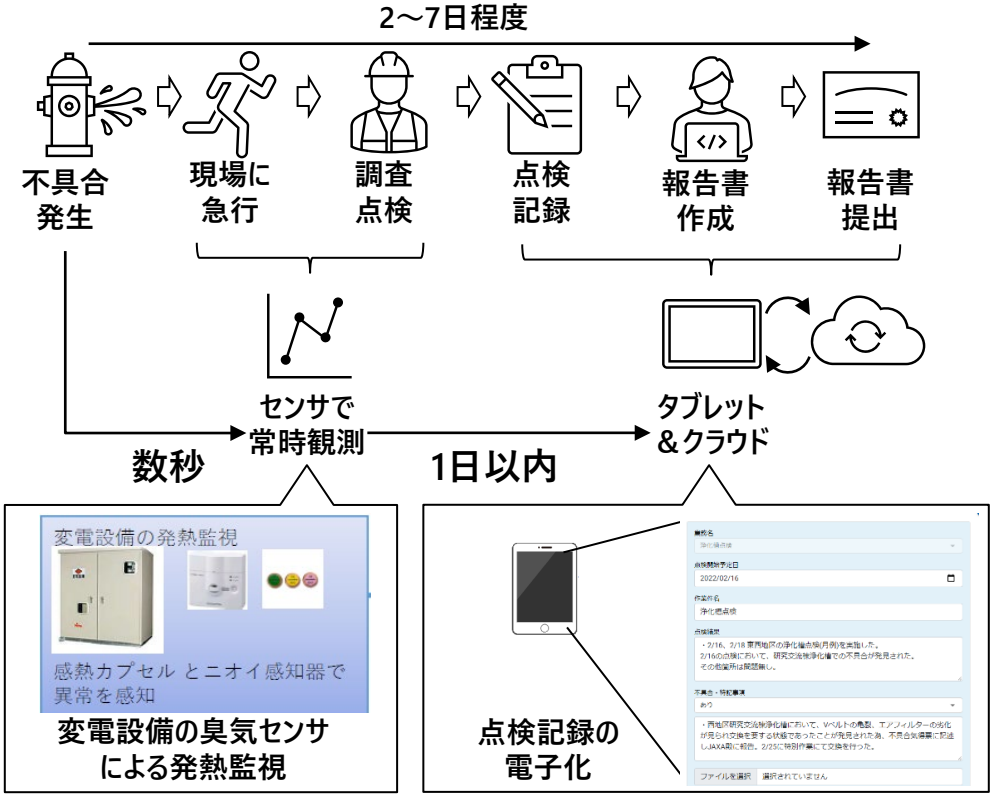
**■構造物カルテから要処置レベルの評価**



## 評定理由・根拠（補足） 4.

### ■ 持続可能なインフラ保全のためのICT保全サービス事業

- 角田における保全作業については、点検回数、方法等の仕様の指定（仕様に基づく発注）から、より民間活力による最適化を目指し、目的を達成するために**施設が保有しなければならない性能**（ex.室温：20±2℃、等）に**基づく発注（性能発注）をフィールドサービスとして試行導入**した。
- 請負者と連携し、**汎用性の高いデジタル化ツールの導入**を進めた。
- **保全作業における報告の迅速化**（点検後1日以内の報告、点検における省力化：一部の日常点検50%削減）の見込みを得た。



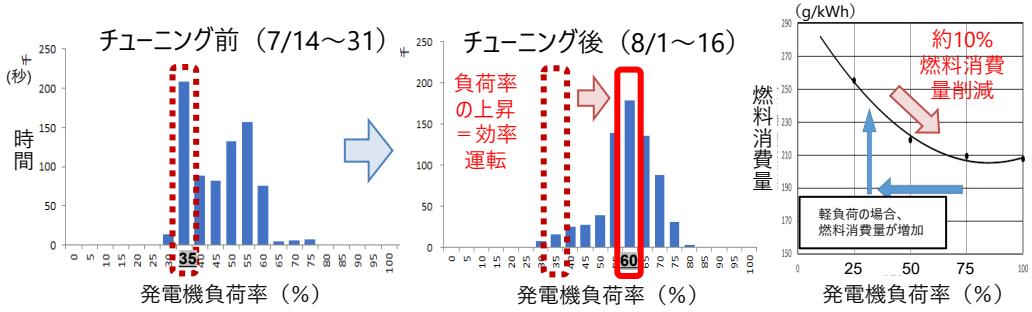

⇨ **毎週点検を隔週点検への省人、省力化を実現**

### ■ 種子島_大崎発電所エネルギーサービス（ES）事業導入検討

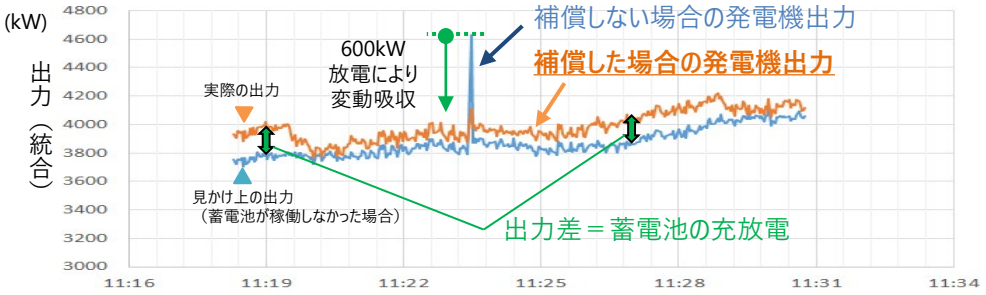
- RFI（情報提供要請）を実施し、**カーボンニュートラルやSDGｓの観点からLNG燃料等による発電の有効性を確認**。既存発電所とのインターフェースを明確化。15～20年の事業期間の妥当性についても確認。引き続き原油価格の推移等を注視しつつ、具体化に向けてLCC算出。併せて、事業リスクも適切に評価する。

### ■ 種子島_大容量電力貯蔵システム（NAS電池）のファインチューニング

- NAS電池の**充放電制御をファインチューニング**。発電機の負荷率を大幅に改善し、**高効率運転を実現**（ピーク：**変更前30～35%、変更後55～60%**）




- 熱源機立上りによる負荷の急変に対し、**蓄電池による補償**出力を行い、発電機の出力変動緩和。**周波数安定化により負荷側設備の更なる安定動作を実現。**




### ■ デマンドレスポンスによる抑制電力の活用と社会貢献

- 電力会社からの要請に基づき、電力需給がひっ迫した冬期等に常用発電設備を運転、需要量を制御し（デマンドレスポンス）、**抑制電力を調整力として市場に供出する契約を締結**。燃料高騰一昨年度に引き続き、**系統側の電力需要の安定化・停電回避に寄与**することが期待される。【社会貢献】

## 評定理由・根拠（補足） 5.

■ **施設の戦略管理を実現するプラットフォームの再構築**

- 維持・運用の情報を集約・一元管理（保全センター機能）し、マクロマネジメントを行うためのプラットフォーム（ツールとしての施設統合管理システム）を構築中。小規模事業所における電気設備等の遠隔監視の実現に向けて、**継続して異常時メール通知サービスを拡張整備**。今後、ハイブリット監視に向けた検討を行う。
- 各事業所における個別領域についての**デジタル化について概念実証＜詳細次頁＞を行い、相互連携のためのインテグレーション（※）を一部試行した**。

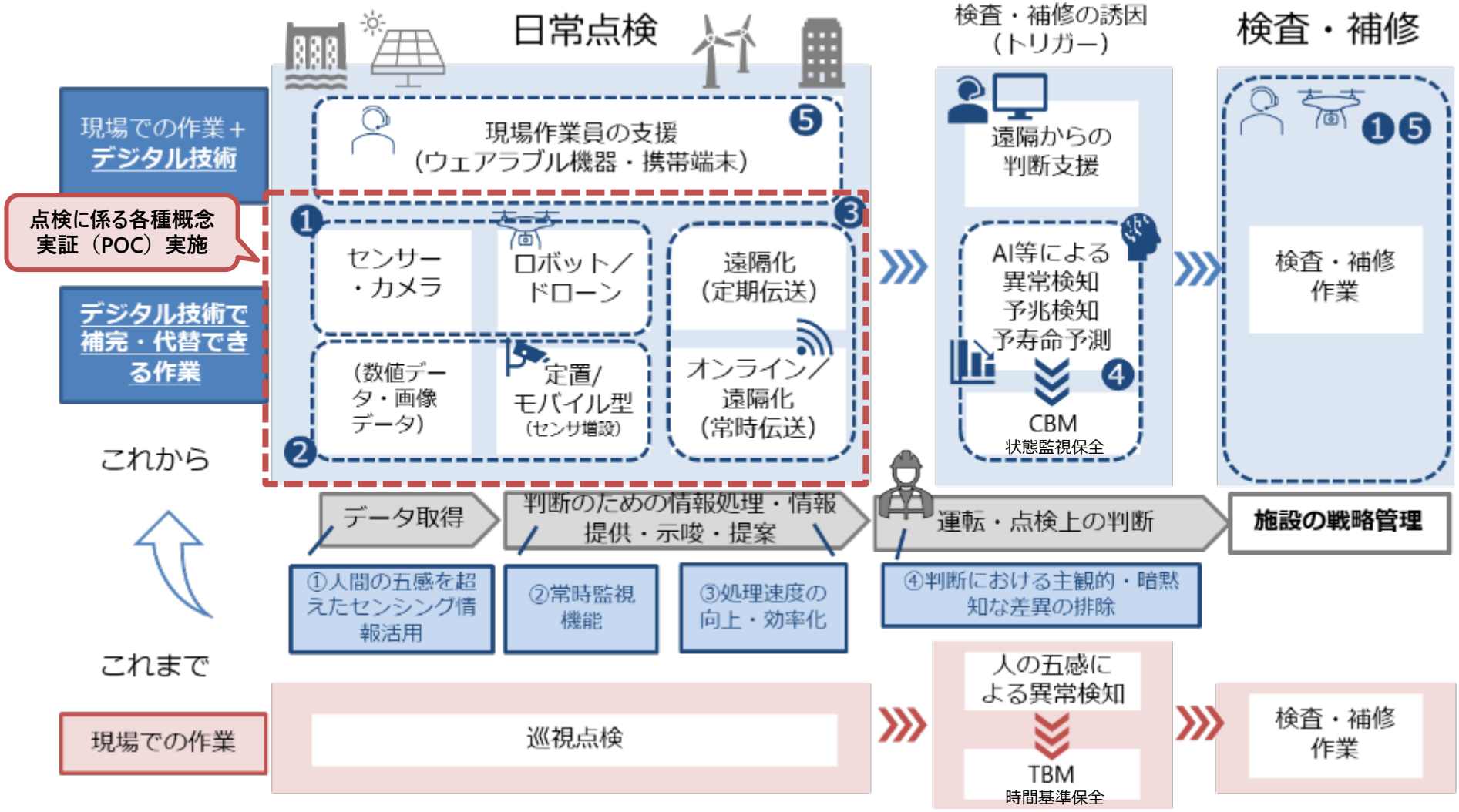
（※）施設においては３段階でDXの実現を目指しているところ。ステップ１：デジタル化、ステップ２：インテグレーション、ステップ３：トランスフォーメーション



## 評定理由・根拠（補足） 6.

■ **施設の戦略管理を実現を目指したフィールド業務のデジタル化概念実証**

- プラットフォーム（ツール）の再構築と並行して、施設の維持・運用（各事業所にて実施するミクロマネジメント）における情報取得・処理、状況判断、制御、補修等について、一部、**業務のスマート化を推進**。具体的には、**戦略管理を実現するために効果が期待できる技術分野（①センシング②常時監視化）について概念実証を保全業者と協働で実施**。
- 施設に係る運転・点検上の判断のために必要な**情報処理及び提供、更に示唆までデジタル技術で補完・代替できる一定の見込み**を得た。



## 巡視・点検フェーズに係る概念実証事例

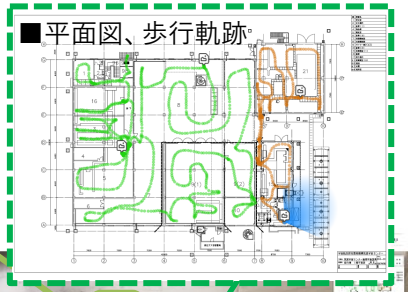
### ■ 360度画像による不具合管理

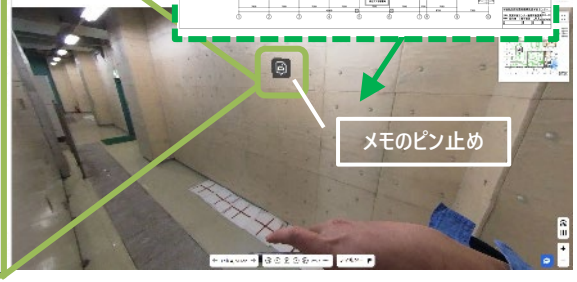
データ取得／情報処理・提供

**□ 不具合可視化と速やかな情報共有**

- 自動的に空間認識し図面に記録
- **不具合内容を直感的に把握**（報告書不要）
- 現在と過去の画像からの不具合特定を目標

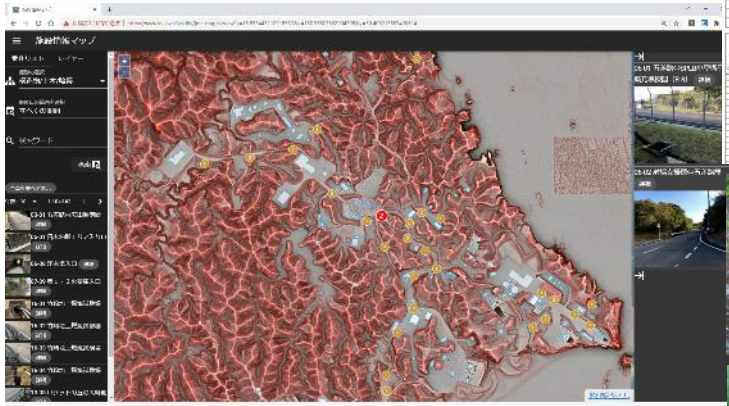


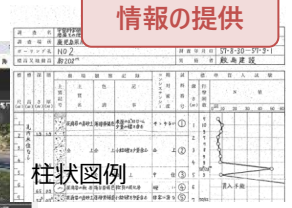




### ■ GISを利用した情報マップ表示等、柱状図など

情報の提供












**□ 掲載データ**

・種子島：横断暗渠、擁壁情報、ガードレール、屋外不具合
・内之浦：擁壁カルテ、擁壁写真、屋外不具合
・全　体：柱状図、（幹線ルート、給水ルート、建屋情報）

### ■ フィールドデータ観測網構築と遠隔監視

データ取得／情報処理・提供

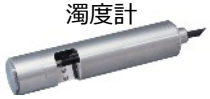
**□ 災害・故障予兆察知、最適化、環境対策**

激甚化する自然災害の発生兆候を察知・分析するための基礎データ取得、事業活動が及ぼす周辺環境への影響評価等を行うため、**フィールドデータ観測網を拡張し常時監視**。




①大崎発電所：雨量計・水位計
④阿武鋤川河口：濁度計

濁度計






②長坪地区：気象計
③宮原地区：気象計
⑤テレメータ台地：変位計



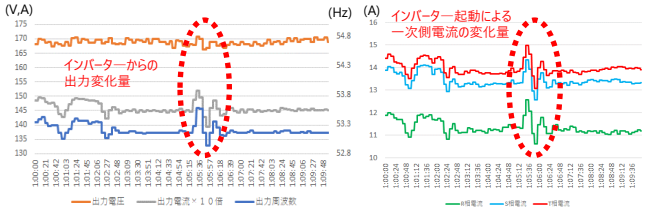


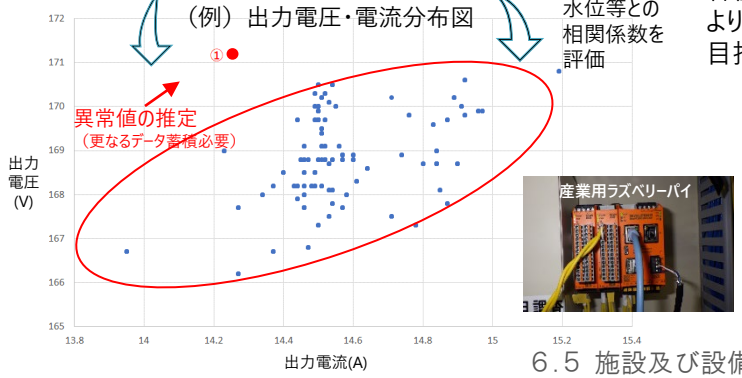


### ■ 内之浦給水設備の異常検知

データ取得／情報処理・提供／示唆

インバータ稼働データ(電圧、電流、周波数)　給水制御盤各相電流



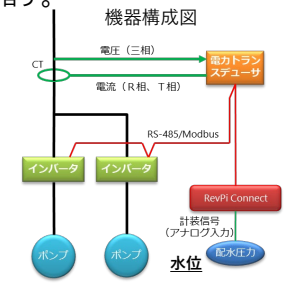




**□ 汎用機器を用いたベンダーフリーな監視システムの実証**

- TBM→CBMへの変革に向けた配水ポンプ状態監視の仕組みを試行構築。

**□ 異常検知予測の取り組み**

- 各種データ蓄積と機械学習により**劣化の兆候や異常検知**を目指す。



## 評定理由・根拠（補足）８．

**電力基盤インフラの再編・更新_2021**

■ **主要機器のCBM化への移行を前提とした、調布特高受変電設備（特別高圧受変電所）の更新詳細設計を完遂**

➢ GIS1台・変圧器3台・配電盤59面に絶縁性能を把握するため**部分放電を測定するセンサーを設置し監視システムを構築**。更新工事と並行して、他事業所の特高設備の保全管理データ等を用いて、設備稼働状態を常時監視し、トレンド把握・分析に基づく健全性評価を行う仕組みと体制づくりを行う。

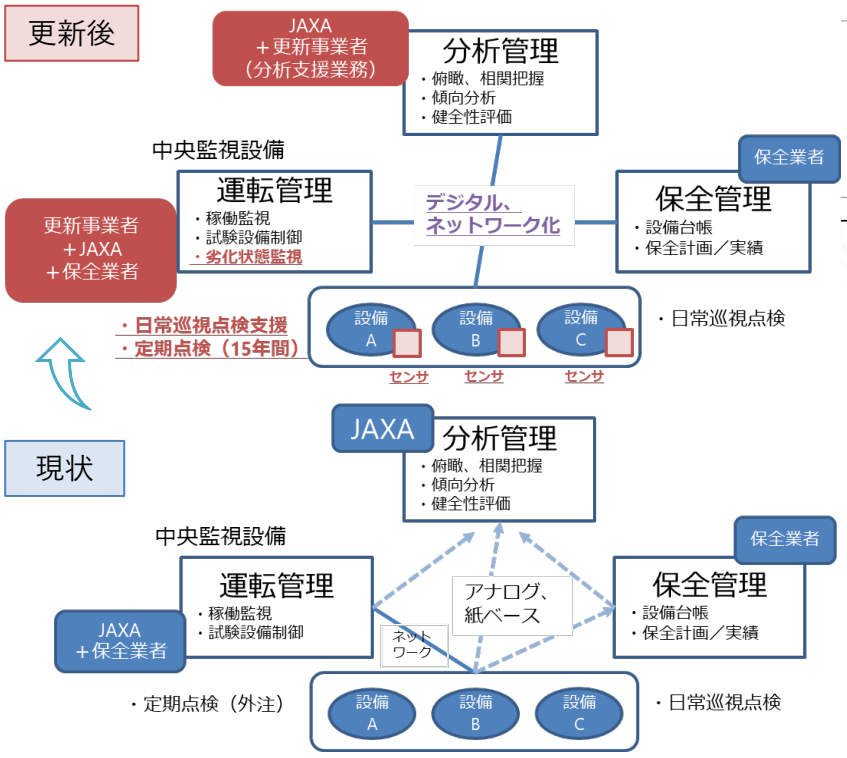
■ **受注者と連携強化を図り、「つくる」と「つかう」を一体化させ、より効果的・効率的な施設運用を実現するための調達手法を確立**

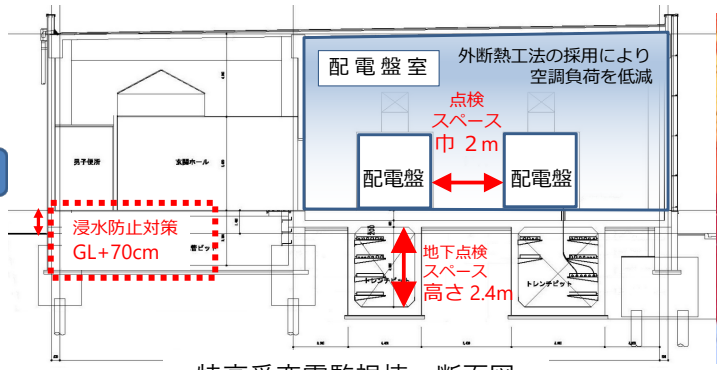
➢ **設備長寿命化、稼働最適化には保全と運転の一体管理が必要**。整備から運用をシームレスに実施するため、効果やリスクを評価した上で**更新工事に15年間の維持管理を包括する契約を採用した。**「運転管理」「保全管理」「分析管理」のデジタル/NW化が可能となり、「受注者・保全業者・JAXA」三位一体での最適運用実現の見込み。

■ **ソフト対応も含めた電力レジリエンスの更なる強化**

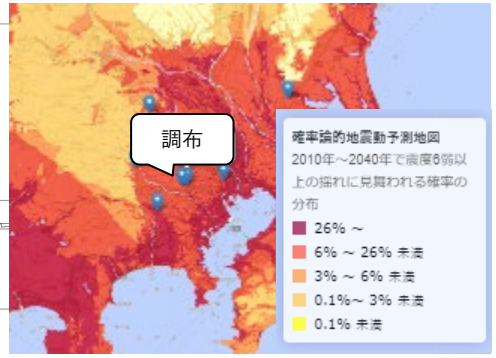
➢ 老朽化更新（ハード対策）だけでは激甚化する"自然災害"被害を完全に防ぐことは困難。当該事業所の主たるハザードである**地震被害と内水氾濫を想定し設計に反映**。

① **安全性/保全性**：**センシングにより機器の状態監視を行い、トレンド把握・客観的な分析に基づく状態監視保全（CBM）を実現（部品交換費▼約1億/15年）**
② **運用性**：**整備フェーズから維持管理を念頭に置いた機器配置**を行い保守性に配慮。更に、遠隔監視化により災害等の緊急対応／不具合発生時の初動対応等の人的リソースを効果的・合理的に差配することで、巡視・点検等の要員配置を最適化（**維持管理費▼5%/年**）。なお、将来的には遠隔監視を行い相模原に司令機能を集約する予定。

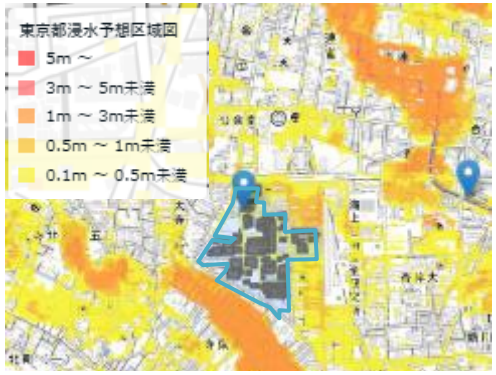



特高受変電監視棟　断面図




確率論的地震動予測地図（※）




調布（本所）の浸水予想区域図（※）

**【特高受変電監視棟_建築計画】**

➢ 安全で効率的な点検・監視作業を実現する明快な動線と平面配置計画とし**切替工事の安全性/施工性に配慮**

➢ 屋外・屋内・地下共に適切な**予備スペースを確保**し、将来設備**更新/拡張へ対応**。

➢ 重要インフラであり、首都圏直下型地震を想定し、平屋かつ**構造躯体/建築設備の耐震強度を割り増し**。

➢ 24時間/通年で運用する施設であるため、**外断熱工法**を採用し空調負荷を低減し**省エネに配慮**。

（※）自然災害リスクマップ（施設部作成）より当該エリアを抜粋

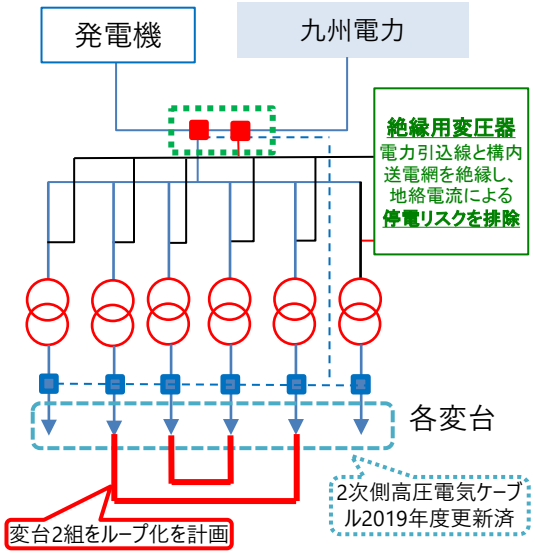
## 評定理由・根拠（補足） 9.

■ **電力レジリエンス強化対策の確実な実施**

- 観測所全体（長坪・宮原）の**防災・減災対策パッケージをアップデート（リスク評価を行い、効果の大きい施策を先行実施）。**
- 長坪地区において電力引込線と構内送電網を絶縁する絶縁用変圧器更新を実施。地絡による系統側への波及事故防止に一定の効果あり。**停電回数減少（FY2020: 7回→FY2021:3回）**
- また、トラブル発生時処置対応の迅速化を目的とした宮原地区における受電点移転工事に着手。

**防災・減災対策パッケージ（アップデート）**

| | 短期対策 | 中長期対策 |
|---|---|---|
| ハード（防災）対策 | ○**長坪地区_受電室更新**<br>○発電機等のリース対応<br>○重要施設周辺の法面防護<br>**○絶縁変圧器更新**<br>**○宮原受電点移設**<br><br>絶縁変圧器 | ○自家発電増設、電路の冗長化、<br>○蓄電池整備、マイクログリッド化による環境負荷低減 |
| ソフト（減災）対策 | ○関係者への迅速かつ正確な情報発信<br>○**現場情報収集の迅速化**（絶縁監視、過去の不具合情報の一元管理など）<br>○停電の早期復旧に向けた取組（電源車の利用）<br>○停電の影響緩和策 | ○情報の可視化、過去の不具合履歴等から被害状況の予測可否の検討。<br>○停電の早期復旧に向けた取組（電力会社、電気工事業者との連携） |




**受変電設備更新基本計画（見直し）**

設置後48年経過した長坪受電室移転更新については、レジリエンス強化策に基づき安全性/運用性を向上できる基本計画を策定完了。

**【ダウンタイム最小限化】**

- **変台ループ化（朱書き部分）**

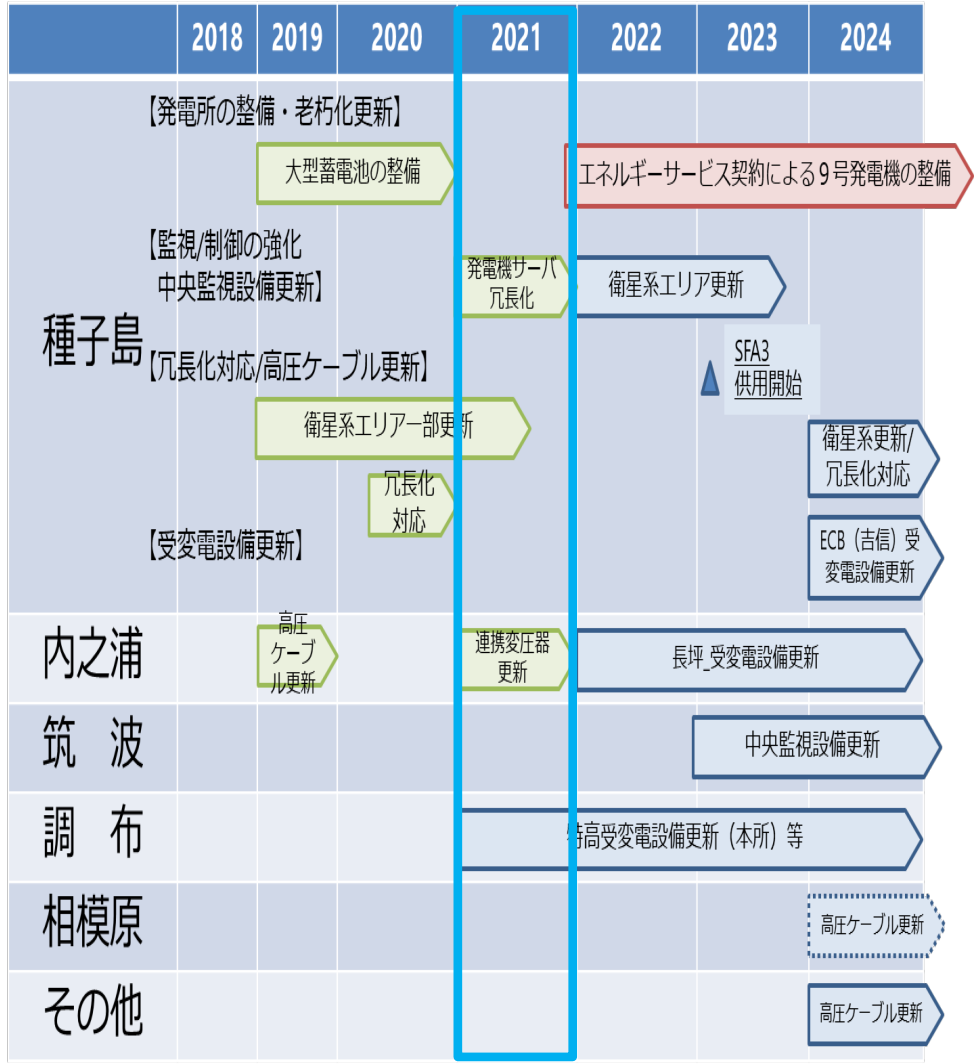
高圧母線の2重化計画について、更に検討を深め、信頼性と経済性を両立させるためイプシロン及び観測ロケットに係る**重要負荷がある変台2組をループ化する計画に見直した**。両方向から送電が可能となり、機器故障等の不具合による**停電リスクの回避、復旧時間の短縮を図る**。

**【二次災害、被害の拡大を防止】**

- 絶縁用変圧器を２台設置予定。**現受電設備において１台先行更新**。

**（参考）電力基盤インフラの再編・更新**

電力基盤システム再編工程表




補足：世界的な半導体需要増加に伴う部品の長納期化の影響を受けており全体計画への影響を注視

## 評定理由・根拠（補足）１０.

### ■ 美笹深宇宙探査用地上局の電源スマート化への取組み

- 美笹深宇宙探査用地上局の非常用電源設備として、種子島と同様の**大容量大型蓄電池（ナトリウム硫黄電池）を採用するとともに、再生エネルギー設備との連携による電源のスマート化に向けた計画を立案・推進**した。
- 積雪によりアクセス道路が通行規制（通行禁止）され、大規模停電時には商用電力はもとより、非常用発電設備の燃料の供給も困難となる地域的な特性があるが、冬季に安定した強風が観測されるという地の利を生かし、**小型風力発電設備を導入し、平時におけるピークカットとBCP発動時に必要最小限の電源供給を図る**。
- さらに、大型蓄電池設備と自然エネルギーの系統連系を実現することで、供給側に依存せず、JAXAにて電力使用をICTにより最適制御する知見を蓄積し、CO2削減はもちろん、ゼロエナジー化を含めた更なるスマート化への目途を付ける。

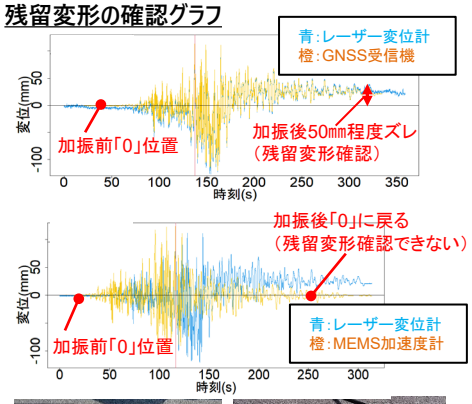


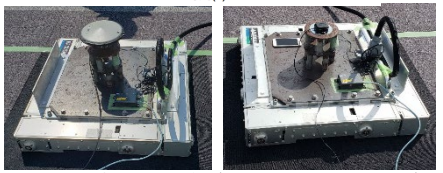

美笹地区の電源構成

### ■ GNSSを用いた建築物の損傷評価のための計測精度向上等に係る研究

- 屋外実験により安価な汎用受信機によるcm単位での精度を確認し、**加速度計と連携したシステムの特許を申請。更に、小型受信機のユニット化を実現**。国の緊急災害速報に寄与する多地点設置に向け、引き続き可用性向上を目指した改良を行う。
- 加速度計では算出できない**残留変形を精度よく取得できることを確認し、GNSS変位の有効性を確認**した。
- 建築研究所（本館）及び大阪府咲州庁舎にて**10回以上の強震観測を記録し、損傷評価の基礎データを取得**。解析の自動化・高度化について検証しているところ。

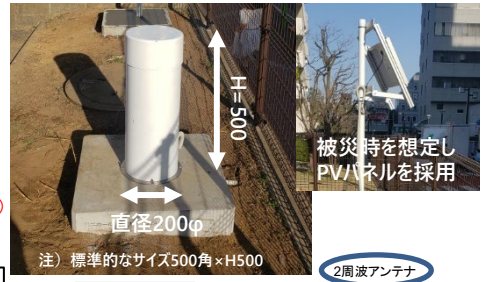
残留変形の確認グラフ

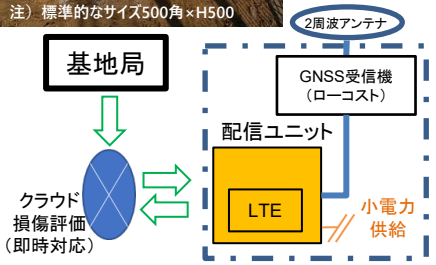


屋外地震座布団実験（建築研究所本館屋上）
（アンテナ、受信機の比較実験）

開発した小型受信機ユニットと電源装置




建物損傷評価用受信機
ユニットのシステム構成内容

### ■ 折上げ式大型シート製シャッターの開発

- 種子島宇宙センターの衛星系建屋(SFA,STA等)に設置されている、既設大型開口スライド扉(W8m×H20m)の運用性改善を目的とした大型シート製シャッターの開発を2018年から実施しているところ。2019は技術調査と機能試作と基本性能評価を実施。
- 2021年度は前年度のフェーズ1試験（小型の供試体による動作検証）に続き、**フェーズ2の大型試験体による耐久性確認試験、エラーユース試験等を実施**。開発試験結果に関して最終評価を行い**第3衛星フェアリング組立棟への実装可能と判断**。現在、汎用型製品の製作中であり、2022年5月の現場据付に向けた現地準備工事に着手。



W15m,H7.5m　T型（屋内仕様）



W8m,H7.7m
I 型（屋外仕様）



設置場所
施工状況
（インターロック制御）



駆動部外観検査

## 評定理由・根拠（補足）１１．．

**ハード対策のみに頼らない自然災害対策**

気候変動に伴う極端化が続く気象災害に対してハード対策（防護工事等）を行うことには費用面で限界があるため，危険性の見える化（観測・周知），避難警戒体制の整備，土地利用計画の整備（危険区域の建築制限や危険区域からの施設移転）等のソフト対策に注力すべく，二重偏波ドップラーレーダの利用について神戸大学都市安全研究センターと，斜面観測と水文観測について京都大学防災研究所と協働してソフト面の防災対策に関する研究を継続推進し，成果の一部を関連する地方自治体等へ展開した．

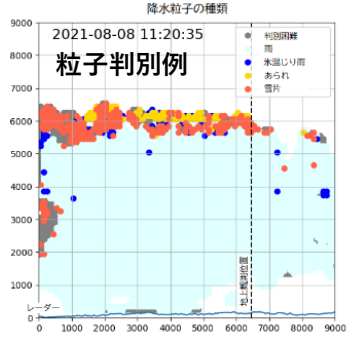
### 勝浦地区　土砂災害危険度情報の配信

気象レーダ等による降雨観測を行い，一般的な防災情報を補完する**高時空間分解能と即時性を持った災害発生危険度情報を配信．**事業所管理における荒天対策，待機・避難等の判断材料として活用．併せて，**市内全域の要注意箇所等について勝浦市役所への情報配信を継続．**国道297号が被災した8月8日の豪雨に際しても当該国道の集中観測を行って危険性を訴えた．

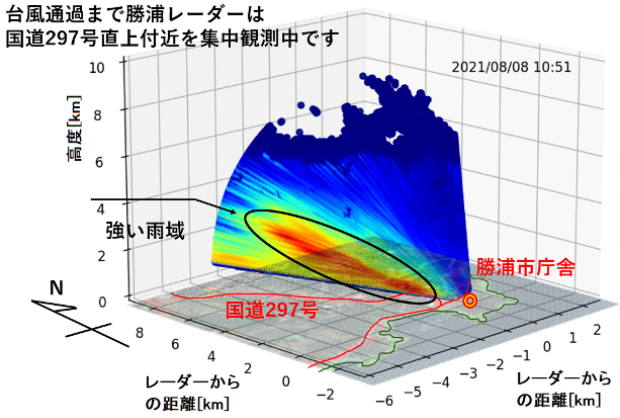



**【二重偏波ドップラーレーダの特性を活かした降雨予測の高度化】**

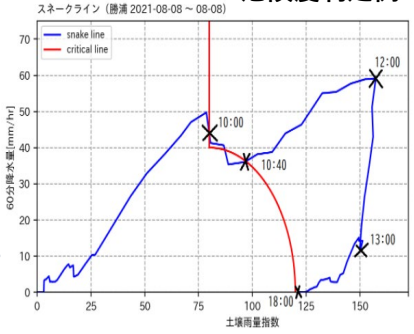
上空の降水粒子判別結果や風速場の推定結果を，雨量推定精度の向上や雨域の発達段階予測等に利用している．




**2021年8月8日の配信例（国道297号上空）**



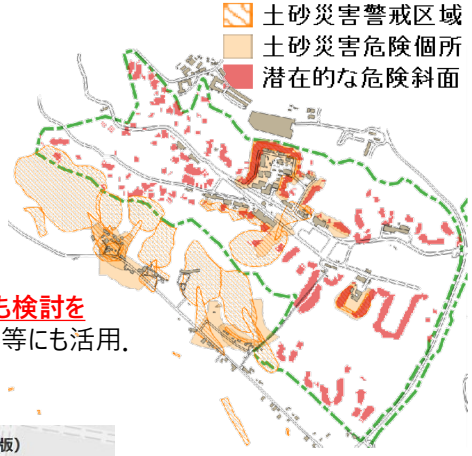

**危険度判定例**



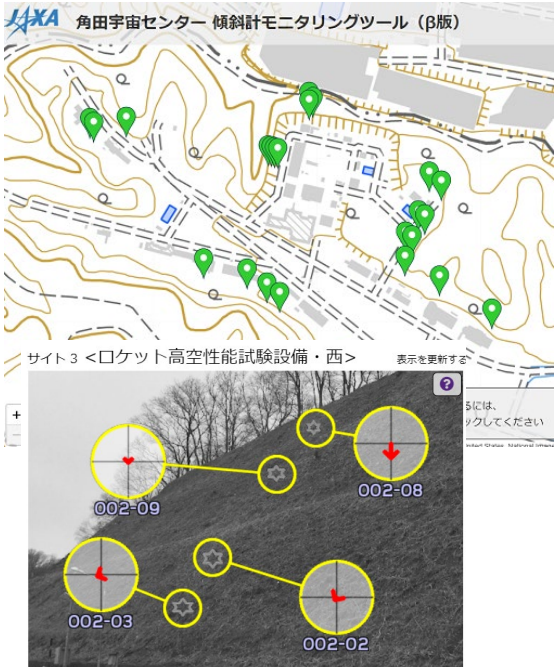

| （参考） | 勝浦地区情報配信 | 一般的な防災情報（単機観測の場合） |
|---|---|---|
| 降雨情報<br>斜面危険度情報 | 解像度　#100m / 配信間隔　1分<br>解析単位　#100m / 遅れ時間　1分 | 解像度　#250m / 配信間隔　5分<br>解析単位　#500m / 遅れ時間　5分 |

### 角田宇宙センター　危険斜面の警戒監視

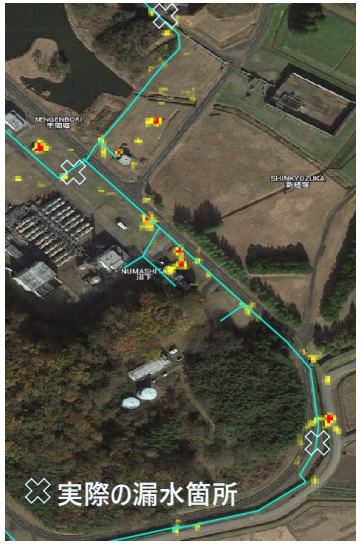
角田宇宙センター西地区の土砂災害警戒区域を中心に**傾斜計による常時監視と情報配信を継続．**
事業所における立入禁止措置や避難指示等の意思決定に活用．より正確な警戒基準等の決定のため，**雨量計・土壌水分計等による水文観測を継続．**
**衛星データからの土壌水分推定についても検討を開始．**結果は水道漏水箇所の絞り込み等にも活用．




**傾斜計危険度情報配信例（西地区）**




**衛星データから推定した漏水地点候補例(東地区)**



## 参考情報

○ 国内12事業所（東京除く）,7分室（その他含む）
**約47万m2の施設のライフサイクル全体を管理**

○ 重点かつ計画的な更新整備、確実な維持・運用と有効活用、リスク縮減対策等について**専門性を活かした技術提案を行いつつ確実に実施。**

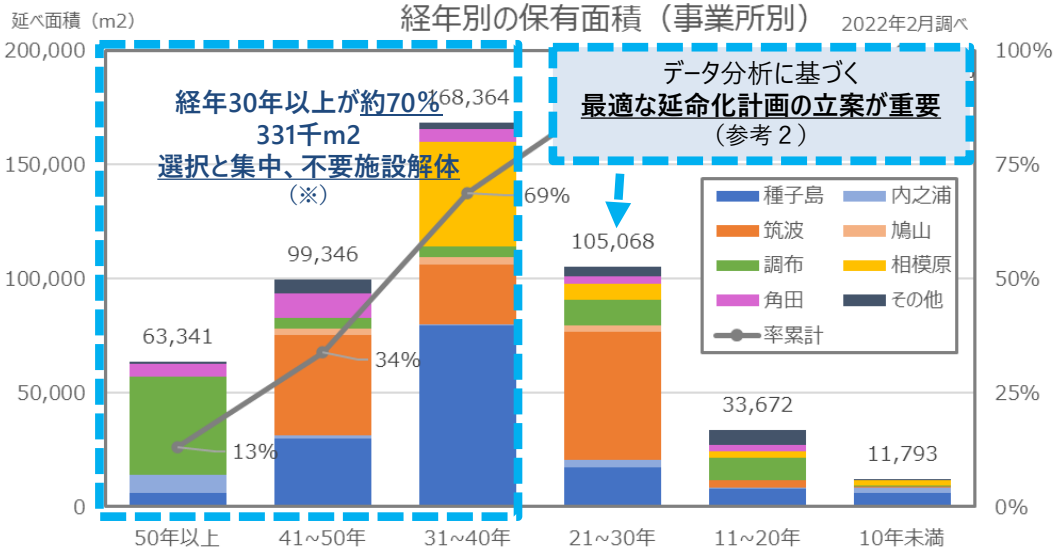
○ JAXA施設の老朽化は加速度的に進行しており、事業への影響を与えるリスクが増大するなか、特に事業への影響が特に大きいと**重要基盤インフラの老朽化対策を経営課題として位置付け**。

○ 保有面積の漸増により老朽化したインフラ等のランニングコスト（更新費、維持管理費、光熱水費）が増大。特に維持管理費の縮減が続くなか、もっとも費用対効果に優れ、かつ、**実現可能な計画を企画・立案する施設マネジメントに注力**。なお、企画・計画フェーズにおいて、施設及び付帯設備の保有性能の８割が決まる。

**全国に展開するJAXA事業所**




**【参考１】老朽化の進行状況**

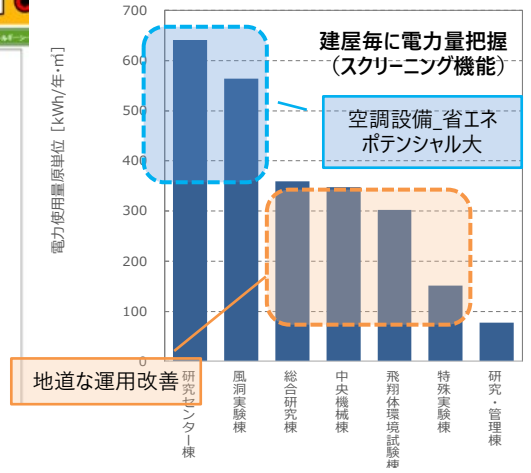



（※）FY2021は、**角田_竪型スタンド、南門守衛所、増田衛星コマンド室を解体**

**【参考２】エネルギー使用量を切り口とした合理的な更新計画立案**




➢ 電力情報管理システムを構築して**建物別の電力使用量を分析**



## 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） | 5,223,939 | 6,358,533 | 6,272,940 | 7,537,380 | | | |
| 決算額（千円） | 5,857,560 | 6,327,061 | 6,017,640 | 8,093,565 | | | |
| 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） | 35 | 38 | 35 | 35 | | | |

（※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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重大事故の有無、顕在化する前に処置を行ったリスクの数 | 2 案件 | 2 案件 | 2 案件 | 2案件 | | | |
| 延べ床面積あたり維持運用費・エネルギー効率（エネルギー消費原単位前年比） | 99.3％ | 97.4％ | 99.1％ | 95.5％ | | | |

# Ⅲ．7．　情報収集衛星に係る政府からの受託

2021年度 自己評価 **A**

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅲ．7． | Ⅰ．7． | | |
| 情報収集衛星に関する事業について、政府から受託した場合には、先端的な研究開発の能力を活かし、必要な体制を確立して着実に実施する。 | 政府からの情報収集衛星関連の受託に基づく事業を、先端的な研究開発の能力を活かし、必要な体制を確立して着実に実施する。 | 政府からの委託を受けて、必要な人材・連携体制を確保して情報収集衛星に係る事業を実施した。<br><br>データ中継衛星システムは光学7号機との実通試験を含む初期機能確認を終えて政府に引渡した。同システムにより画質の高い光学7号機の活用機会が拡大し、**情報量の増加、即時性・即応性の向上が達成され政府から高い評価**を受けている。<br><br>各号機については開発を着実に進め、**10機体制の確立に向けた活動を進展**させた。<br><br>また、我が国の宇宙安全保障における共通技術の体系化を進め、将来の衛星システムの性能向上、機能保証の強化の方向性を提案するとともに、技術成果の活用を促進した。<br><br>コロナ禍のもとで在勤地分散での業務環境を運営し、部門情報環境内での電子決裁化等、様々なモチベーション向上施策を実行し、重要事業を確実に遂行している。 | データ中継衛星システムの導入による**即時性・即応性の向上、情報の質の向上は、**政府の取組む、外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理に必要な情報の収集に、著しく貢献している。<br><br>政府が求める機能・性能を実現する衛星の開発、及びこれらを支える技術開発の進展と成果の活用により産業基盤の強化への貢献をはじめ、**我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献**している。<br><br>先端的な研究開発の能力を十分に発揮し、当年度事業を適正かつ効率的な業務運営の下に完遂したことによって、**情報収集衛星の機能の拡充・強化**を図り**国家安全保障に資する宇宙安全保障の確保の推進**に貢献している。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ○情報収集衛星に関する受託を受けた場合には、着実に業務が進められているか。 | ＜評価指標＞<br>○必要な体制の確立を含めた受託業務の実施状況 |

## 特記事項

宇宙基本計画上の記載　＜具体的取組としての主な記載（抜粋）＞

1. 宇宙政策をめぐる環境認識　(1)安全保障における宇宙空間の重要性の高まり

宇宙空間の安全保障上の重要性はこれからも一層高まると考えられることから、「国家安全保障戦略（平成25年12月閣議決定）」を踏まえ、引き続き情報収集衛星の機能の拡充・強化、各種衛星の有効活用を図るとともに、宇宙空間の状況監視体制の確立を進める必要がある。また、宇宙開発利用の推進に当たっては、中長期的な観点から、国家安全保障に資するように配意していく。

2. 我が国の宇宙政策の目標　(1)多様な国益への貢献　①宇宙安全保障の確保

(a) 宇宙状況把握能力の向上や機能保証の強化を図るとともに、国際的なルール作りに一層大きな役割を果たすことにより、宇宙空間の持続的かつ安定的な利用を確保する。

(b) 宇宙空間を活用した情報収集、通信、測位等の各種能力を一層向上させるとともに、それらの機能保証のための能力や相手方の指揮統制・情報通信を妨げる能力を含め、平時から有事までのあらゆる段階において、宇宙利用の優位を確保するための能力を強化する。

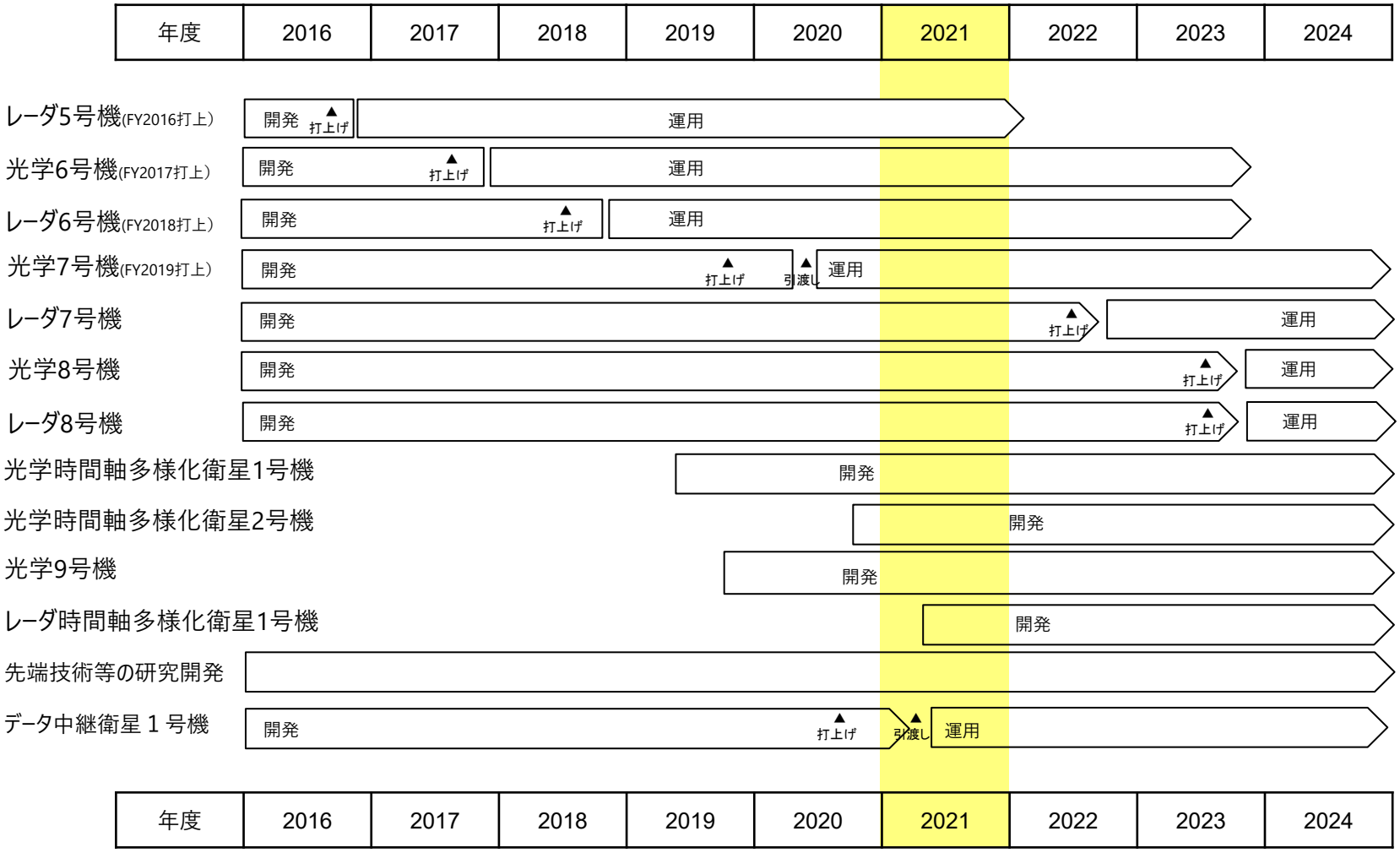
4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ　(1)宇宙安全保障の確保　②主な取組

光学・レーダ衛星４機（基幹衛星）に時間軸多様化衛星及びデータ中継衛星を加えた機数増を着実に実施し、10機体制の確立により即時性・即応性の向上を図るとともに、先端技術の研究開発等を通じ、機能を拡充・強化し、情報の質の向上を図る。また、短期打上型小型衛星の実証研究や宇宙状況把握に係る取組等も活かし、機能保証の強化を図る。開発に際しては必要な機能の確保に留意しつつ、競争環境の醸成や同型機の一括調達等によりコスト縮減を図る。（内閣官房）

＜工程表上の打上の記載＞

光学衛星7号機（２０１９年度）、８号機（２０２３年度）、９号機（２０２５年度）、１０号機（２０２９年度）、１１号機
レーダ衛星７号機（２０２２年度）、８号機（２０２３年度）、９号機（２０２９年度）、１０号機
光学多様化衛星１号機（２０２５年度）、２号機（２０２６年度）
レーダ多様化衛星１号機（２０２７年度）、２号機
データ中継衛星１号機（２０２０年度）、２号機

## スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
レーダ5号機(FY2016打上)
開発
打上げ
運用
光学6号機(FY2017打上)
開発
打上げ
運用
レーダ6号機(FY2018打上)
開発
打上げ
運用
光学7号機(FY2019打上)
開発
打上げ
引渡し
運用
レーダ7号機
開発
打上げ
運用
光学8号機
開発
打上げ
運用
レーダ8号機
開発
打上げ
運用
光学時間軸多様化衛星1号機
開発
光学時間軸多様化衛星2号機
開発
光学9号機
開発
レーダ時間軸多様化衛星1号機
開発
先端技術等の研究開発
データ中継衛星１号機
開発
打上げ
引渡し
運用
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

# Ⅲ．7　情報収集衛星に係る政府からの受託

**2021年度 自己評価　A**

**【評定理由・根拠】**

政府からの委託（352.9億円：2021年受託額）を受けて、CSICEとの幹部レベル及び現場レベルの緊密な連携・調整のもと、必要な人材・連携体制を確保して情報収集衛星に係る事業を実施した。データ中継衛星システムは、光学7号機との実通試験を含む初期機能確認を終えて政府に引渡した。本システムの導入により光学7号機の活用機会が拡大し、**情報の「質・量・即時性」の向上を実現**した。また、高い顧客ニーズに応える機能・性能を実現する衛星の受託、職場環境の改善なども合わせて、本受託事業全体において、政府の期待と信頼に応える技術集団として、**情報収集衛星の機能を拡充・強化し、情報の質の向上を図るという成果目標の実現に寄与**した。

[CSICEの成果目標]　情報収集衛星の研究・開発等を計画どおり行い、４機体制を確実なものとするとともに、時間軸多様化衛星及びデータ中継衛星を加えた機数増を着実に実施し、１０機体制の確立を図る。（令和3年度行政事業レビューシートより）

1. データ中継衛星システムの導入により、最も高画質な画像を取得できる光学7号機において、従前よりも迅速かつ大量のデータが伝送可能となった。また、可視性が大きく改善されたことにより、従前は実施できなかったタイミングでの計画の変更や取得データの伝送が可能になり、データ取得の自由度が向上した。このようなデータ中継衛星システムによる光学7号機の活用機会拡大により、**情報の「質・量・即時性」の大幅な向上を実現**した。
2. 各号機については開発を着実に進め、**10機体制の確立に向けた活動を進展**させた。
3. 我が国の宇宙安全保障における共通技術の体系化を進め、将来の衛星システムの性能向上、機能保証の強化の方向性を提案するとともに、技術成果の活用を促進した。
4. コロナ禍のもとで在勤地分散での業務環境を運営し、部門情報環境内での電子決裁化等、様々なモチベーション向上施策を実行し、重要事業を確実に遂行している。

※公表されている令和3年度行政事業レビューシートからは、情報収集衛星事業に係るアウトカムとして、政府の情報収集手段として着実に成果を挙げていることが読み取れる。

[CSICE]　情報収集衛星は、外交・防衛等の安全保障及び大規模災害等への対応等の危機管理に必要な情報の収集を主たる目的としており、国民や社会のニーズを的確に反映している。政策体系の中で優先度の高い事業である。政府の情報収集手段として着実に成果を挙げている。情報収集衛星の４機体制を確実なものとしており、計画的に情報収集衛星の開発等を推進し、政府の情報収集機能の強化として着実に成果をあげている。（令和3年度行政事業レビューシートより）

| 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) | 28,538,178 | 29,188,882 | 28,552,347 | 26,307,361 | | | |
| 決算額 (千円) | 25,357,612 | 29,051,058 | 32,402,605 | 35,226,556 | | | |
| 経常費用 (千円) | 20,069,680 | 34,119,370 | 26,796,768 | 43,512,521 | | | |
| 経常利益 (千円) | △448,974 | 540,277 | △ 430,091 | 1,242,902 | | | |
| 行政コスト (千円) (※1) | 434,991 | 35,439,530 | 26,796,768 | 43,512,521 | | | |
| 従事人員数 (人) | 110 | 106 | 108 | 101 | | | |

(※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。

# Ⅳ. 業務運営の改善・効率化に関する事項に係る措置

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅳ. | Ⅱ. | | |
| Ⅰ項の業務を円滑に遂行し、研究開発成果の最大化を実現するため、以下の業務全体での改善・効率化を図る。 | Ⅰ項の業務を円滑に遂行し、研究開発成果の最大化を実現するため、以下の業務全体での改善・効率化を図る。 | | |
| （１）社会を科学・技術で先導し新たな価値の創造に向けた組織体制の整備 | （１）社会を科学・技術で先導し新たな価値の創造に向けた組織体制の整備 | | |
| 我が国の宇宙航空政策の目標達成に向けて、社会情勢等を踏まえた柔軟で機動的かつ効果的な組織体制の整備を進めることで、JAXAの総合力の向上を図る。また、社会に対して新たな提案を積極的に行い、社会を科学・技術で先導し新 たな価値を創出する組織への変革を実現する。 | 我が国の宇宙航空政策の目標達成に向けて、社会情勢等を踏まえた柔軟で機動的かつ効果的な組織体制の整備を進めることで、JAXAの総合力の向上を図る。また、社会に対して新たな提案を積極的に行い、社会を科学・技術で先導し新たな価値を創出する組織への変革を実現する。 | • 文部科学省において策定される「次期研究開発計画」における重点課題の確実な実施及び外部との連携を活用した新しいテーマの創出、育成、インパクトのある研究開発成果の社会実装に係るイノベーションを実現すべく、航空技術部門の組織を2021年11月付で再編した。<br>• 各種政策文書等において、政府全体として宇宙空間の安全保障目的での活用拡大に向けた機運が高まっている状況を踏まえ、防衛省等との更なる協力強化に向けた活動を組織として明確化するため、2021年4月付で経営推進部内に安全保障技術協力推進課を新設した。<br>• 上記の他、事業の進捗に応じてプロジェクトチーム等の設置、改廃を適宜実施した。 | 計画に基づき着実に実施 |
| このため、イノベーションや新たなミッションの創出を実現する「研究開発機能」、ミッションの成功に向け確実に開発を実行する「プロジェクト実施機能」及びこれらの活動を支える「管理・事業共通機能」を柱とし、民間事業者、公的研究機関等との協業による新たな事業の創出や企画立案、提案機能向上のための組織改革を行うなど、外部環境の変化に対応した体制を整備する。 | このため、イノベーションや新たなミッションの創出を実現する「研究開発機能」、ミッションの成功に向け確実に開発を実行する「プロジェクト実施機能」及びこれらの活動を支える「管理・事業共通機能」を柱とし、民間事業者、公的研究機関等との協業による新たな事業の創出や企画立案、提案機能向上のための組織改革を行うなど、外部環境の変化に対応した体制を整備する。 | | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| （２）効果的かつ合理的な業務運営の推進 | （２）効果的かつ合理的な業務運営の推進 | | |
| 組織の見直し、調達の合理化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、効果的な運営の追求及び業務・経費の合理化に努め、運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分は除外した上で、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費については、平成 29 年度に比べ中長期目標期間中に 21％以上、その他の事業費については、平成 29 年度に比べ中長期目標期間中に 7 ％以上の効率化を図る。新規に追加されるものや拡充される分は翌年度から効率化を図るものとする。これらを通じ、政策や社会ニーズに応えた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。なお、人件費の適正化については、次項において取り組むものとする。 | 組織の見直し、調達の合理化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、効果的な運営の追求及び業務・経費の合理化に努め、運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分は除外した上で、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費については、平成29年度に比べ中長期目標期間中に21％以上、その他の事業費については、平成29年度に比べ中長期目標期間中に7％以上の効率化を図る。新規に追加されるものや拡充される分は翌年度から効率化を図るものとする。これらを通じ、政策や社会ニーズに応えた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。なお、人件費の適正化については、次項において取り組むものとする。 | ・第4期4年目の2021年度は、業務効率化に資する財務会計システムの改修やRPA（Robotic Process Automation（ロボットによる業務自動化））導入による業務自動化等の取組を継続しており、ビジネス・プロセス・アウトソーシング（BPO）の運用開始（後述）に伴う経費増を除いた一般管理費は2017年度比で4.9％の削減となった。<br><br>・調達・財務の定型事務について経営課題の解決等に向けたリソースシフトなどを目的にBPOを運用開始したことに伴い、初期投資としてBPOに関連する経費が発生し、一般管理費は2017 年度比で3.3％増加した。<br><br>・その他の事業費については、PPP（Public Private Partnership）的手法による環境試験設備の民間事業者主体の運営など、施設・設備の集約化や高効率化の取組を継続し、施設・設備維持費を削減した。PPP的手法については調布航空宇宙センターの風洞試験設備への導入も検討しており、2023年度の運営開始に向けてRFI（Request for Information）を実施した。また、筑波宇宙センターにおいて実運用中のESCO事業（省エネルギー改修にかかる費用を光熱水費の削減分で賄う取組）や、複数事業所の電力需給契約の一括調達及び電力見える化システムの運用により光熱費の削減を継続している。なお、ESCO事業は相模原キャンパスでも来年度から運用開始予定である。<br><br>（次ページへ続く） | 計画に基づき着実に実施 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）効果的かつ合理的な業務運営の推進 | （２）効果的かつ合理的な業務運営の推進 | | |
| 組織の見直し、調達の合理化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、効果的な運営の追求及び業務・経費の合理化に努め、運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分は除外した上で、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費については、平成 29 年度に比べ中長期目標期間中に 21％以上、その他の事業費については、平成 29 年度に比べ中長期目標期間中に７％以上の効率化を図る。新規に追加されるものや拡充される分は翌年度から効率化を図るものとする。これらを通じ、政策や社会ニーズに応えた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。なお、人件費の適正化については、次項において取り組むものとする。 | 組織の見直し、調達の合理化、効率的な運営体制の確保等に引き続き取り組むことにより、効果的な運営の追求及び業務・経費の合理化に努め、運営費交付金を充当して行う事業は、新規に追加されるもの、拡充分は除外した上で、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費を除き、一般管理費については、平成29年度に比べ中長期目標期間中に21％以上、その他の事業費については、平成29年度に比べ中長期目標期間中に7％以上の効率化を図る。新規に追加されるものや拡充される分は翌年度から効率化を図るものとする。これらを通じ、政策や社会ニーズに応えた新たな事業の創出や成果の社会還元を効果的かつ合理的に推進する。なお、人件費の適正化については、次項において取り組むものとする。 | （前頁の続き）<br><br>・2019年度に設置された総務系の業務を集約化（シェアード・サービス化）して実施する専属の組織（「JBSC：JAXA Business Support Center」）を活用し、2021年度からはサービス範囲を前後工程へ広げることによるサービスレベルの向上や好評なサービスの他のユーザ部署への水平展開、ユーザ部署拡大を継続して実施中。また、ユーザ満足度を軸とした活動評価については利用部署への個別ヒアリングや定期的なアンケート調査により、PDCAを回し改善継続中。こうした活動により職員の定型業務へ割くリソースを削減し、それにより捻出されたリソースをより創造的かつチャレンジングな業務にシフトすることで、数値の削減では表せない生産性の向上やモチベーションの向上を図ることを目指している。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| また、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成 27年 5 月 25 日総務大臣決定）を踏まえ、毎年度調達等合理化計画を策定し、公正性や透明性を確保しつつ、我が国の宇宙航空政策の目標達成に向け、合理的な調達を行う。また、国内外の調達制度の状況等を踏まえ、会計制度との整合性を確認しつつ、柔軟な契約形態の導入等、ベンチャー企業等民間の活用促進を行うとともに、国際競争力強化につながるよう効果的な調達を行う。 | また、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日総務大臣決定）を踏まえ、「2021年度調達等合理化計画」を策定し、特に複数者による価格競争を促進するための改善策の継続に留意し、公正性や透明性を確保しつつ、柔軟な契約形態の導入等、ベンチャー企業等民間の活用促進を行うとともに、国際競争力強化を含む我が国の宇宙航空政策の目標達成に向け、これまで進めてきたプロジェクト等の調達改革をさらに加速することにより、より合理的・効果的な調達を行う。 | • 2021年6月に「2021年度調達等合理化計画」を策定し、以下のとおり実施した。<br><br>【民間の活用促進】<br>• 契約条件を含めた調達制度上の課題につき認識を共有するため、企業等・有識者と制度検討会を開催するとともに宇宙企業との個別意見交換を実施した。<br>• 対話・検討を通じて、ベンチャー企業等民間の活用を促進するためには開発プロジェクト毎にリスクの事前識別を十分行う必要があること、また、国際競争力強化を意識して戦略的に柔軟な契約形態を導入していくためには海外の動向調査・分析が不可欠であることが明確になった。<br><br>【合理的・効果的な調達】<br>• プロジェクト調達改革をさらに進め、企業の技術力をより一層引き出すため、調達手法を改善（調達マネジメント計画の充実、調達手法（RFP）の深化、事前の情報収集（RFI）の充実）するとともに、実プロジェクトに随時適用した。（10~12p参照）<br><br>• 人材リソースをシフトし、より創造的な業務を充実させることを目的として、2021年4月から調達・財務の定型業務を対象にビジネスプロセスアウトソーシング(BPO)の運用を一部開始した。BPO事業者の業務品質向上の課題に対し、計画見直しを含む対策を実施中。 | • 計画に基づき着実に実施した。<br><br>• 企業の参加意欲、理解増進を進め、よりよい提案を引き出すことができた。<br>• 調達プロセス効率化により従来6ヶ月を要していた技術提案方式による調達期間が4～4.5ヶ月に短縮した（約25%減）。<br>（10~12p参照） |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （３）人件費の適正化 | （３）人件費の適正化 | | |
| 給与水準については、政府の方針に従い、役職員給与の在り方について検証した上で、国家公務員の給与水準や業務の特殊性を踏まえ、組織全体として適正な水準を維持することとし、その範囲内で、イノベーションの創出に資するべく、世界の第一線で活躍する極めて優れた国内外の研究者等を確保するために弾力的な給与を設定する。また、検証結果や取組状況を公表するとともに、国民に対して理解が得られるよう説明に努める。 | 給与水準については、政府の方針に従い、役職員給与の在り方について検証した上で、国家公務員の給与水準や業務の特殊性を踏まえ、組織全体として適正な水準を維持することとし、その範囲内で、イノベーションの創出に資するべく、世界の第一線で活躍する極めて優れた国内外の研究者等を確保するために弾力的な給与を設定する。また、検証結果や取組状況を公表するとともに、国民に対して理解が得られるよう説明に努める。 | • 2020（令和2）年度の給与水準の検証結果及び取り込み状況について、2021（令和3）年6月末に公表した。主な内容は以下のとおり。<br>（１）2020（令和2）年度の給与水準(ラスパイレス指数)は、「事務・技術」で108.4であった。<br>（２）なお、機構の給与水準は、主務大臣の検証において、「引き続き適切な給与水準の維持に取り組んでいく」と示されており、機構の特殊性を踏まえた職務内容と給与水準を総合的に勘案すると、機構の給与水準は高いものとは言えない。<br>• 総人件費見直しについては、例年、政府の方針を踏まえて人事院勧告に準じた給与の改定を行っている。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ＜評価の視点＞<br>・社会を科学・技術で先導し新たな価値の創造に向けた体制の整備が進められているか。<br>・運営費交付金の効率化に資する取組が進められているか。<br>・調達に関して、「独立行政法人における調達等合理化の取組の推進について」（平成27年5月25日総務大臣決定）に基づく取組及び国際競争力向上に資する取組が進められているか。<br>・政府の方針に従い、人件費の適正化及び適正な給与水準の維持を図っているか。 | ＜関連する指標＞<br>・組織体制の整備状況<br>・運営費交付金の効率化に関する取組状況<br>・調達等合理化計画に基づく取組状況<br>・国際競争力向上に資する調達に関する取組状況<br>・給与水準の検証結果 |

# Ⅳ. 業務運営の改善・効率化に関する事項に係る措置

**2021年度 自己評価 A**

**【評定理由・根拠】**

新型コロナウイルス感染症が蔓延する中、前年度に引き続き、政府及び地方自治体の指針に沿いつつ JAXA 事業に係る全ての関係者への感染予防を行い、その生命と健康を守ることを最優先とした上で、年度計画で設定した業務を実施した。2021年度は、特に、プロジェクト初期段階への競争メカニズムの導入等、適正かつより効果的な業者選定を行う仕組み構築の一環として、プロジェクト業務における調達手法の改善を行った。その結果、従来6か月を要していた調達期間を 4 ~4.5カ月に短縮（約25％）するという顕著な成果があった。主な実績・成果は以下のとおり。

**（１）社会を科学・技術で先導し新たな価値の創造に向けた組織体制の整備**

- 文部科学省において策定される「次期研究開発計画」における重点課題の確実な実施及び外部との連携を活用した新しいテーマの創出、育成、インパクトのある研究開発成果の社会実装に係るイノベーションを実現すべく、航空技術部門の組織を2021年11月付で再編した。
- 各種政策文書等において、政府全体として宇宙空間の安全保障目的での活用拡大に向けた機運が高まっている状況を踏まえ、防衛省等との更なる協力強化に向けた活動を組織として明確化するため、2021年4月付で経営推進部内に安全保障技術協力推進課を新設した。

**（２）効率的かつ合理的な業務運営の推進**

【一般管理費の削減】

- 第4期4年目の2021年度は、業務効率化に資する財務会計システムの改修やRPA（Robotic Process Automation（ロボットによる業務自動化））導入による業務自動化等の取組を継続しており、ビジネス・プロセス・アウトソーシング（BPO）の運用開始（後述）に伴う経費増を除いた一般管理費は2017年度比で4.9％の削減となった。
- 調達・財務の定型事務について経営課題の解決等に向けたリソースシフトなどを目的にBPOを運用開始したことに伴い、初期投資としてBPOに関連する経費が発生し、一般管理費は2017 年度比で3.3％増加した。

【その他の事業費の削減】

- その他の事業費については、PPP（Public Private Partnership）的手法による環境試験設備の民間事業者主体の運営）など、施設・設備の集約化や高効率化の取組を継続し、施設・設備維持費を削減した。PPP的手法については調布航空宇宙センターの風洞試験設備への導入も検討しており、2023年度の運営開始に向けてRFI（Request for Information）を実施した。また、筑波宇宙センターにおいて実運用中のESCO事業（省エネルギー改修にかかる費用を光熱水費の削減分で賄う取組）や、複数事業所の電力需給契約の一括調達及び電力見える化システムの運用により光熱費の削減を継続している。なお、ESCO事業は相模原キャンパスでも来年度から運用開始予定である。

【評定理由・根拠】（続き）

（２）効率的かつ合理的な業務運営の推進（続き）
【運営費交付金の効率的な運用の取り組み】

- 予算要求上一般管理費の縮減が継続する中、受託業務の増加に係る一般管理業務等の不足に対しては、受託業務等の受注に伴い獲得する一般管理費や競争的資金の間接費等の一部を徴収し、そこから充当する制度の運用を開始した。

【内部管理業務の効率化・合理化】

- 総務系の業務を集約化（シェアード・サービス化）して実施する専属の組織（「JBSC：JAXA Business Support Center」）を活用し、実施しているサービス範囲を前後工程へ広げることによるサービスレベルの向上や好評なサービスを他のユーザ部署へ水平展開することによる面的効果の創出、地道なユーザ部署拡大を継続して実施している。ユーザ部署向けの2021年度末のアンケート調査では、従前各部署で行っていた業務を移管したことにより「品質が向上した」という回答61%、変わらない16%となっており、一方で品質が低下したという評価は0となった。また、回答者全員が今後の活動に期待していると回答しており、今後も改善を図りつつ活動を継続する。

（３）合理的な調達及び国際競争力強化につながる効果的な調達

【民間の活用促進】

- 契約条件を含めた調達制度上の課題につき認識を共有するため、企業等・有識者と制度検討会を開催するとともに宇宙企業との個別意見交換を実施した。ベンチャー企業等民間の活用を促進するためには開発プロジェクト毎にリスクの事前識別を十分行う必要があること、また、国際競争力強化を意識して戦略的に柔軟な契約形態を導入していくためには海外の動向調査・分析が不可欠であることが明確になった。

【合理的・効果的な調達】
＜プロジェクト業務における調達面での改善＞

- 2017年度からプロジェクト業務において実施している調達マネジメントプロセスによる調達の浸透・定着に引き続き取り組んできており、今年度は特に、プロジェクト初期段階への競争メカニズムの導入等、適正かつより効果的な業者選定を行う仕組みの構築を進めた。その結果、以下の成果を得られた。

(アウトプット）企業の技術力をより一層引き出すため、調達手法を改善（調達マネジメント計画の充実、調達手法（RFP)の深化、事前の情報収集（RFI)を充実、競争的対話の回数・時間を柔軟に設定・企業プレゼン、フリーディスカッションの実施等）を実プロジェクトに随時適用した。

(アウトカム）企業の参加意欲、理解増進を進め、実践したプロジェクトのうち、LUPEXプロジェクトにおいて対話を通じ企業側の理解が進みミッション達成に資するよりよい提案を引き出すことができた。また、プロセス効率化により従来6か月を要していた調達期間が４~4.5カ月に短縮し（約25％）プロジェクトのスケジュールキープに貢献した。
（10~12p参照）

【評定理由・根拠】（続き）

（３）合理的な調達及び国際競争力強化につながる効果的な調達（続き）

＜BPO関連＞

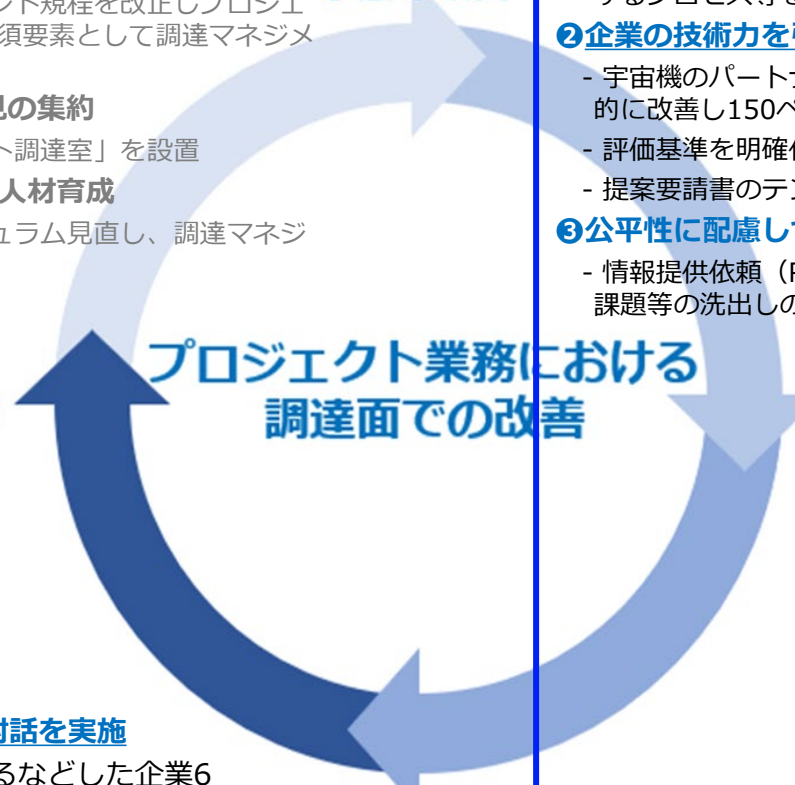
- 人材リソースをシフトし、より創造的な業務を充実させることを目的として、2021年4月から調達・財務の定型業務を対象にビジネスプロセスアウトソーシング（BPO）の運用を一部開始した。BPO事業者の業務品質上の課題に対し、計画見直しを含む対策を実施中。

（４）人件費の適正化

- 国民の理解が得られるよう、人事院勧告に準じた給与改定や給与水準の検証結果や取組状況の公表を実施した。
- 大規模な受託を含む予算増により事業規模が大幅に拡大しているところ、機構の人員規模は、業務効率化等の努力によって2003年のJAXA設立時に比して20年間で185人、10.4％減（2022年3月時点）となっており、不足する人材は外部との人材交流や任期制職員の活用等によって対応してきたが、技術継承・ノウハウの蓄積の観点から定年制職員増による人員規模の適正化が必須である。このため、受託費等の非経常収入を原資とした経験者採用の他、採用時期の通年化、web面接の導入などの工夫により、新規採用入社数35名を実現したが、充足には程遠い状況である。また、上記増員は非経常収入というリスクのある財源に拠るものであるため、今後、安全保障や産業振興等を含む政府の航空宇宙政策の多様化に対応し、プロジェクトや研究開発の着実な遂行及び社会に対する積極的な企画・提案を持続的に行うためには、現在の運営費交付金人件費では十分ではなく、適正化が急務である。

なお、年度計画で設定したその他の業務についても計画どおり実施した。

# プロジェクト業務における調達面での改善（１／３）




FY2017～：

**❶調達マネジメント計画に基づく戦略的な調達**
- プロジェクトマネジメント規程を改正しプロジェクトマネジメントの必須要素として調達マネジメント計画を明確化

**❷ プロジェクト調達知見の集約**
- 調達部に「プロジェクト調達室」を設置

**❸研修を通じた普及及び人材育成**
- プロマネ研修のカリキュラム見直し、調達マネジメント研修の創設

FY2021実施：

**❶主要な企業との個別対話を実施**
-RFPに複数回参加するなどした企業6社を訪問し意見交換

**❷さらなる改善点の検討を開始**

## 得られたアウトプット

FY2020～2021実施：

**❶「調達マネジメント計画」の充実**
- 調達マネジメント計画書作成ガイドラインを制定し継続的に改善
- この中で、計画書の中で整理すべきポイント（調達方針、調達単位、スケジュール、調達リスク対応方針等）や、計画書を段階的に詳細化するプロセス等を明確化した。

**❷企業の技術力を引き出す調達手法の深化**
- 宇宙機のパートナ選定方式の主流である技術提案方式（RFP）を抜本的に改善し150ページ超のRFPマニュアルを制定
- 評価基準を明確化し、挑戦的な提案を引き出す加点項目を充実
- 提案要請書のテンプレート化による業務効率化

**❸公平性に配慮しつつ準備段階での情報収集を充実**
- 情報提供依頼（RFI）ガイドラインを制定し企業との理解形成や調達課題等の洗出しのためRFIの積極的活用を推奨

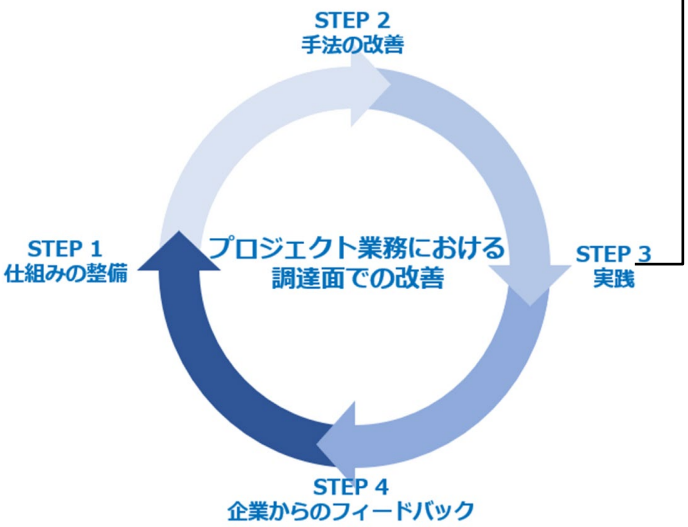
FY2020～2021実施：

**❶FY2020, FY2021開始プロジェクトに順次調達マネジメント計画書作成ガイドラインを適用**

**❷改善後のRFP方式を4件のプロジェクト調達に適用**
- DESTINY+, LUPEX、政府受託衛星2件

**❸ 8件の情報提供依頼（RFI）を実施**
- 小型衛星研究開発プログラム、国際宇宙ステーションに係る運用管制システム、風洞試験設備の運営等

# プロジェクト業務における調達面での改善（２／３）




## STEP3 実践結果

**得られたアウトカム**

- プロセス効率化により従来6ヶ月を要していた調達期間が4～4.5ヶ月に短縮し（約25%）プロジェクトのスケジュールキープに貢献した。(次ページ参照)
- 競争的対話の回数・時間を柔軟に設定するとともに、企業プレゼン、フリーディスカッションを行うことを通じて企業の参加意欲、理解増進を進め、ミッション達成に資するよりよい提案を引き出すことができた。

**（よりよい提案が得られた事例）**

・（LUPEX）当初、月面ローバにおいて精密位置決定は軌道上の探査機ほどには重要でないと企業側は理解していた模様。
→競争的対話を通じて、月面のどこで取得したデータかを精密に知ることがデータアーカイブを作成するうえでいかに重要であるかについての企業側の理解が進み、結果としてその点について配慮された提案が提出された。

・（LUPEX）当初、企業の中には、月面で行われる通信について宇宙用周波数に係る国際基準（SFCG勧告）に沿わない低コスト化提案を考えていた企業があった模様。
→競争的対話を通じて、JAXAはSFCGメンバーであり同勧告の遵守が前提となることについて企業側の理解が進み、結果として基準を遵守した提案が提出された。

## STEP4 企業からのフィードバック状況とさらなる改善の方向性

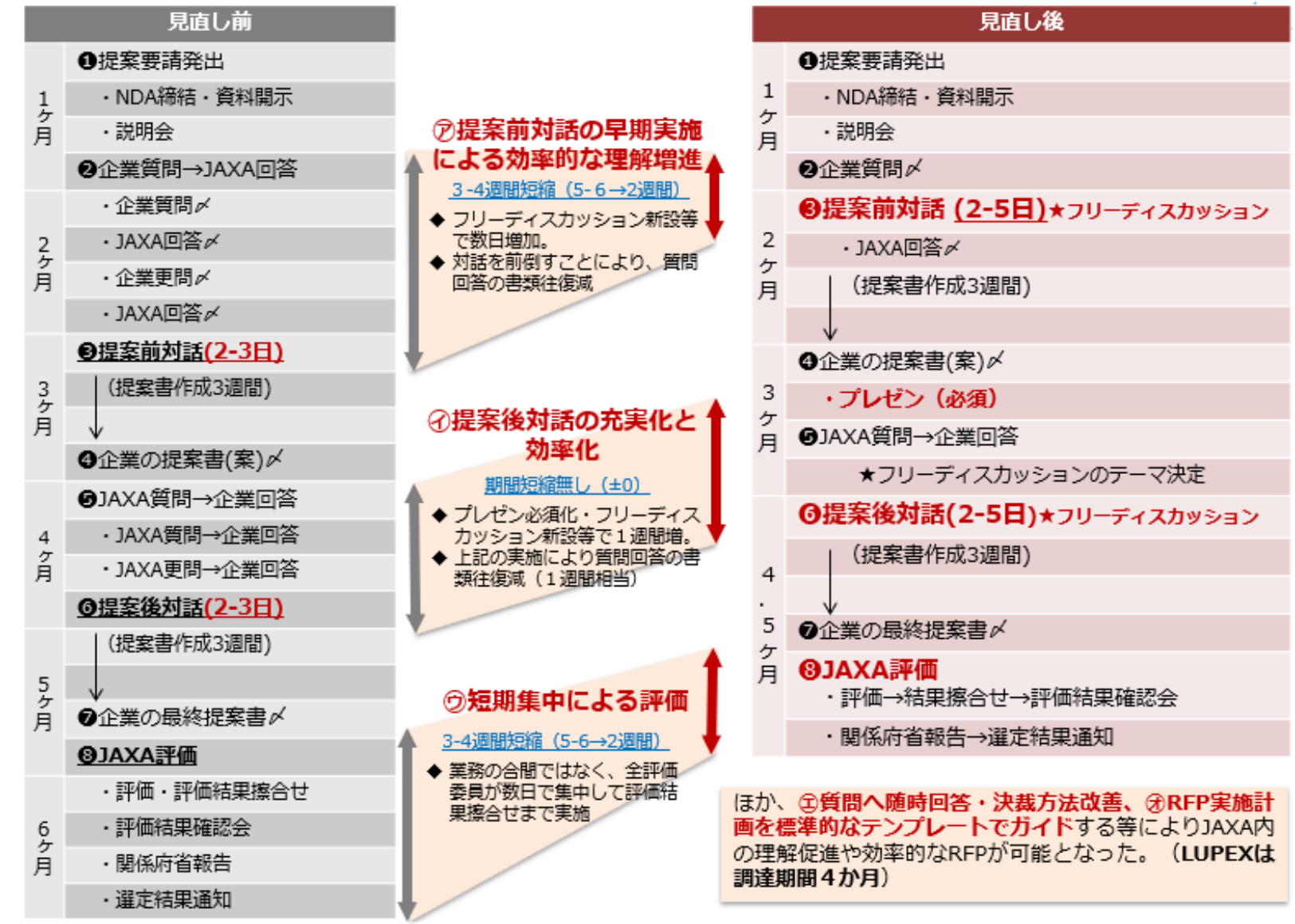
複数の企業から以下の謝辞をいただいた。

- 対話を通じJAXAの意図をよく理解したことにより技術力を活かした提案ができた
- 提案内容をより深く理解したうえで評価していただいたと実感

- 意見交換を通じて来年度以降の取組み課題も明確になった。
  - 技術的な事前検証の充実（フロントローディング）を通じた技術的リスク低減に加え、潜在的なリスク要因を把握し適正な開発予算とスケジュールを把握するために、調達面でのフロントローディング（情報収集・分析）を充実していく必要がある。

# 得られたアウトカム（従来6ヶ月を要していた調達期間が4～4.5ヶ月に短縮）の実施について（補足）

**主に以下の２つのことを実施することにより、実現。**
**●提案前の対話プロセスや企業との質問一回答の書面手続きを見直すことによる期間短縮（㋐）**
**●従来の複数業務と並行して実施していた評価を短期集中で実施することによる期間短縮（㋒）**




ほか、㋓**質問へ随時回答・決裁方法改善、㋔RFP実施計画を標準的なテンプレートでガイド**する等によりJAXA内の理解促進や効率的なRFPが可能となった。（**LUPEXは調達期間４か月**）

| 参考：２０２１年度調達等合理化計画の実施状況（１／９） | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|
| 2. 重点的に取り組む分野及び取組内容<br><br>(1) 一者応札・応募に関する取組<br>宇宙航空分野の研究開発においては、その特有かつ高度な技術要求等により、対応できる業者が限られる場合が多いため、一者応札・応募となりやすい傾向があるが、情報提供要請（RFI）による各企業が参加しやすい条件の設定、技術提案方式（RFP）による各企業による競争の促進、競争入札と随意契約の適切な選択といったこれまでの改善策を継続的に実施する。<br><br>【評価指標：複数者による価格競争を促進するための取り組みを進めたか。】 | 競争契約に占める一者応札・応募件数の割合は、ほぼ横ばいの水準で推移している。<br><br>• 企業との対話を行い、参加しやすい条件の設定に向けた課題（開発リスクの事前識別の重要性等）を明確化した。<br>－主要宇宙企業（6社）と個別に意見交換を実施<br>－新事業促進部と連携しベンチャーを含めた企業（8社）及び有識者と制度検討会（5回）を開催<br><br>• 調達マネジメント計画の充実、調達手法（RFP）の深化、事前の情報収集（RFI）の充実等の調達手法の改善を進め、実プロジェクトに随時適用した。（9～10p参照）<br><br>• 統合サーバ基盤（IaaS）調達（総合評価方式で実施）に際して、技術提案方式に倣い「競争的対話」を導入した。<br><br>• テレワーク環境下での電子入札及び電子入札できる環境のない事業者のリモートでの入札参加を認めるための措置を継続。入札説明会のリモート実施方法のなどにより、リモート入札率(*)を80%見直し（FY2019）、85%（FY2020）から91%(2021年2月時点)に拡大した。<br>(*)（電子入札数＋リモート環境からの入札を可能とした入札数）／全入札数 | 計画に基づき着実に実施。 |

## 参考：２０２１年度調達等合理化計画の実施状況（２／９）

**【2021年度のJAXAの調達全体像】**

単位：件、億円

| | 令和２(2020)年度 | | 令和3(2021)年度 | | 比較増減 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 件数 | 金額 | 件数 | 金額 | 件数 | 金額 |
| 競争入札等 | 31.8%<br>996 | 37.5%<br>370 | 33.1%<br>1,016 | 36.4%<br>438 | 2.01%<br>20 | 18.4%<br>68 |
| 企画競争・公募 | 19.1%<br>599 | 24.2%<br>239 | 18.1%<br>555 | 25.1%<br>302 | △7.35%<br>△44 | 26.4%<br>63 |
| 競争性のある契約（小計） | 50.9%<br>1,595 | 61.7%<br>609 | 51.3%<br>1,571 | 61.5%<br>740 | △1.5%<br>△24 | 21.51%<br>131 |
| 競争性のない随意契約 | 49.1%<br>1,538 | 38.3%<br>378 | 48.7%<br>1,494 | 38.5%<br>463 | △2.86%<br>△44 | 22.5%<br>84 |
| 合計 | 100.0%<br>3,133 | 100.0%<br>987 | 100.0%<br>3,065 | 100.0%<br>1203 | △2.2%<br>△68 | 21.9%<br>215 |

（注1） 集計対象は、当該年度に新規に契約を締結したもの（過年度既契約分は対象外）。契約の改訂があったものは、件数は1件と計上し、金額は合算している。少額随意契約基準額以下の契約は対象外。
（注2） 計数は、それぞれ四捨五入しているため、合計において一致しない場合がある。
（注3） 比較増減の（）書きは、令和3(2021)年度の対令和2(2020)年度伸率である。
（注4） 競争性のない随意契約には、金額が大きく変動する打上げ輸送サービスが含まれている。

**【2021年度のJAXAの一者応札・応募状況】**

単位：件、億円

| | | 令和２(2020)年度 | | 令和3(2021)年度 | | 比較増減 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2者以上 | 件数 | 621 | 39.2% | 575 | 36.6% | △46 | △7.4% |
| | 金額 | 260 | 42.8% | 386 | 52.2% | 126 | 48.5% |
| 1者以下 | 件数 | 962 | 60.8% | 996 | 63.4% | 34 | 3.5% |
| | 金額 | 348 | 57.2% | 354 | 47.8% | 6 | 0.0% |
| 合計 | 件数 | 1,583 | 100.0% | 1,571 | 100.0% | △12 | △0.8% |
| | 金額 | 608 | 100.0% | 740 | 100.0% | 132 | 21.7% |

（注1） 計数は、それぞれ四捨五入しているため、合計において一致しない場合がある。
（注2） 合計欄は、競争契約（一般競争、指名競争、企画競争、公募）を行った計数である。
（注3） 比較増減の（）書きは、令和3(2021)年度の対令和2(2020)年度伸率である。

| 参考：２０２１年度調達等合理化計画の実施状況（３／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| (2) 物品・役務の合理的調達に関する取組<br>　一括調達・共同調達の促進、同種の契約手続きの集約による業務・経費の効率化や、サービス調達による民間ノウハウの効果的な活用等、合理的な調達に向けた多様な調達方法について検討を進める。<br><br>【評価指標：合理的な調達に向けた多様な調達方法について検討を進めたか。】 | （調達・財務業務のアウトソーシング）<br>• 運用開始後BPO事業者が職員並みの精度や処理速度を達成できない等の業務品質に課題が生じているため、計画の見直しや業務改善の指示及びJAXA調達部・財務部による業務チェック体制の強化等の対策を講じている。<br><br>（電力の共同調達）<br>• 従前から準備をしてきた電力の共同調達（他の大学等と共同で九州電力から調達）により、従来より高い割引率を適用した契約を締結した（2021年8月）。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（５／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| (3) 調達マネジメントプロセスによる調達 の浸透・定着<br>2017年度からプロジェクト業務において実施している調達マネジメントプロセスによる調達の浸透・定着に引き続き取り組む。今年度は特に、プロジェクト初期段階への競争メカニズムの導入等、適正かつより効果的な業者選定を行う仕組みの構築を進める。<br><br>【評価指標：調達マネジメントプロセスによる調達の浸透・定着を進めたか。】 | • プロジェクト調達改革をさらに進め、企業の技術力をより一層引き出すため、調達手法を改善（調達マネジメント計画の充実、調達手法（RFP）の深化、事前の情報収集（RFI）の充実）するとともに、実プロジェクトに随時適用した。（10~12p参照） | • 企業の参加意欲、理解増進を進め、よりよい提案を引き出すことができた。<br>• プロセス効率化により従来6ヶ月を要していた調達期間が4～4.5ヶ月に短縮した（約25%）。（10~12p参照） |

| 参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（６／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| (4) 我が国の宇宙航空政策の目標達成に向けた効果的な調達の検討<br>ベンチャー企業等新規参入企業を含む民間の活用促進を行うとともに、国際競争力の強化につながるよう効果的な調達を行うため、機構の調達に関する普及活動を実施するほか、ベンチャー企業を含む企業の参入機会のさらなる拡大を図るべく、民間との対話等を通じ、柔軟な契約形態の導入等の検討を進める。<br><br>【評価指標：新規参入企業の獲得に向けた取り組みを進めたか。】 | • 契約条件を含めた調達制度上の課題につき認識を共有するため、企業等と以下の対話・検討を行った。<br>－ベンチャー企業（4社）を含めた企業（全8社）及び有識者（大学研究者・弁護士）と制度検討会（5回）を開催<br>－宇宙企業との個別意見交換実施<br>• 対話・検討を通じて、ベンチャー企業等民間の活用を促進するためには開発プロジェクト毎にリスクの事前識別を十分行う必要があること、また、国際競争力強化を意識して戦略的に柔軟な契約形態を導入していくためには海外の動向調査・分析が不可欠であることが明確になった。 | 計画に基づき着実に実施。 |

| 参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（７／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| 3. 調達に関するガバナンス<br>(1) 随意契約に関する内部統制<br>機構における調達は、研究開発業務の特性に合わせた競争的手法を含め、真にやむを得ないものを除き、競争的手法による 調達を行うこととし、それでも随意契約とせざるを得ない場合は、随意契約基準に基づき、適切に判断の上、公正性・透明性を確保しつつ合理的な調達を行う 。<br>少額随意契約基準を超える随意契約案件は、機構内に設置されている契約審査委員会等において、事前に随意契約基準との整合性について審査を受ける。ただし、緊急の必要による場合等やむを得ないと認められる場合は、事後的に報告を行うこととする。さらに、外部有識者で構成する契約監視委員会においても事後点検を行う。<br>随意契約についてのガバナンスの一層の強化を目指し 、契約審査委員会において、限られたリソースの中で審査の質が向上するよう、随契条項の整理や、審査の定型化・効率化を含む見直しを進める。<br><br>【評価指標：規程どおりに運用すること。】 | • 機構内に設置した契約審査委員会（2021年度：41回開催）において、随意契約基準に基づき適正性を審査し、規程を遵守した運用を行った。<br>• 契約監視委員会（年4回開催）による事後点検を受けた。<br><br>• 昨年度行った契約審査委員会の運用見直しにより、全審査件数120件のうち、段階的に行われる研究開発につき初期段階で新たに40件(2月末時点)の審査を行った。<br><br>• 随意契約理由の考え方についての調達担当者向け勉強会を開催したほか、随契適用に係るポータルを整備した。 | 規程に基づき着実に実施。 |

| 参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（８／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| (2) 不祥事の発生防止・再発防止のための取組<br>① 契約事務の適正かつ効率的な実施ができるよう知見共有化の研修を行う。<br>② 少額随意契約基準を超えない随意契約案件は 、伝票決裁時にチェックリストを活用し、不正防止の観点から効果的、効率的な確認ができるようにする。<br>③ 原則として伝票を発議した者以外による検収を実施する。<br><br>【評価指標：規程どおりに運用すること】 | • 引き続き①②③記載事項を実施するとともに以下を実施した。<br><br>• 少額随意契約との混同を防止するため従前少額契約と呼称していた類型を原局契約に名称変更した。<br>• 原局契約の適用範囲及び留意点についてE-Learningによる社内研修を実施した。<br>• 随意契約理由の考え方についての調達担当者向け勉強会を開催したほか、随契適用に係るポータルを整備した。<br>• 調達品質の維持向上のため、契約案件進捗のステータス管理を開始した。 | 規程に基づき着実に実施。 |

| 参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（９／９） | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- |
| (3) 内部監査等<br>評価・監査部による内部監査、及び監事による監査の一環として、調達の合理性について事後的な確認を行う。<br><br>【評価指標：規程どおりに運用すること】 | • 契約審査委員会の審査結果について監事に報告し、契約の合理性について 確認を受けた。<br><br>• 評価・監査部の内部監査（8月26日）を受け、法令違反 がないことを確認した。 | 規程に基づき着実に実施。 |

| 主な参考指標情報 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項目 ＼ 年度 | 達成目標 | 基準値等（前中長期目標期間最終年度値等） | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
| 一般管理費の削減状況(※) | 21%以上削減 | 2017年度の数値 | - 1.5% | - 2.3% | - 3.0% | 3.3% | | | |
| その他の事業費の削減状況 (※) | 7%以上削減 | 2017年度の数値 | - 1.1% | - 2.3% | - 3.8% | -5.6% | | | |

※表示している割合は、2017年度と比較した削減率。（「新規に追加されるもの、拡充分は除外した上で、法人運営を行う上で各種法令等の定めにより発生する義務的経費等の特殊要因経費」を除く。）

# Ⅴ．　財務内容の改善に関する事項に係る措置

2021年度 自己評価 B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅴ. | Ⅲ. | － | |
| （１）財務内容の改善<br>運営費交付金等の債務残高を勘案しつつ予算を効率的に執行するとともに、「独立行政法人会計基準」等を踏まえた適切な財務内容の実現や、財務情報の公開に努める。また、必要性が無くなったと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進める。 | （１）財務内容の改善<br>運営費交付金等の債務残高を勘案しつつ予算を効率的に執行するとともに、「独立行政法人会計基準」等を踏まえた適切な財務内容の実現や、財務情報の公開に努める。また、必要性が無くなったと認められる保有資産については適切に処分するとともに、重要な財産を譲渡する場合は計画的に進める。 | ○適切な財務内容の実現、必要性がなくなったと認められる保有資産の適切な処分、重要な財産の譲渡については、以下のとおり。<br><br>○財務情報の公開については、財務諸表、附属明細書等について、JAXA公開HPへの掲載等により公開を行った。 | |
| ①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画<br>別紙参照 | ①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画<br>別紙参照 | ○令和3(2021)年度予算<br>年度計画で設定した業務を実施した結果、収入及び支出は計画どおりであった。<br><br>○令和3(2021)年度収支計画<br>年度計画で設定した業務を実施した結果、収支計画において、当期総損失152億円を計上した。<br>当期総損失については、会計基準に基づき処理を行った結果、一時的に発生する期ズレによる損失であり、後年度において対応する収益が発生し相殺されるものである。<br><br>○令和3(2021)年度資金計画<br>年度計画で設定した業務を実施した結果、資金計画において、資金期末残高1,284億円を計上した。<br>資金期末残高については、未払金の支払い等計画的な支払いに充てるものである。 | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ②短期借入金の限度額<br>　短期借入金の限度額は、２５５億円とする。短期借入金が想定される事態としては、運営費交付金の受入れに遅延等が生じた場合がある。 | ②短期借入金の限度額<br>短期借入金の限度額は、２５５億円とする。短期借入金が想定される事態としては、運営費交付金の受入れに遅延等が生じた場合がある。 | ○国等への資金請求及び資金繰りを適切に実施し、2021(令和3)年度において、短期借入金の実績はない。 | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| ③不要財産の処分に関する計画<br>　保有資産の必要性について適宜検証を行い、必要性がないと認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。<br><br>④重要な財産の譲渡・担保化に関する計画<br>　松戸職員宿舎の土地（千葉県松戸市新松戸6丁目23）及び建物について、現物による国庫納付に向けた調整を進める。<br>　鳩山職員宿舎の土地（埼玉県比企郡鳩山町松ヶ丘1丁目1486番2）及び建物について、現物による国庫納付に向けた調整を進める。 | ③不要財産の処分に関する計画<br>保有資産の必要性について適宜検証を行い、必要性がないと認められる資産については、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に処分する。<br>松戸職員宿舎の土地（千葉県松戸市新松戸6丁目23）及び建物について、現物による国庫納付に向けた調整を進める。<br>鳩山職員宿舎の土地（埼玉県比企郡鳩山町松ヶ丘1丁目1486番2）及び建物について、現物による国庫納付に向けた調整を進める。<br><br>④重要な財産の譲渡・担保化に関する計画<br>重要な財産を譲渡し、又は担保に供する場合は、独立行政法人通則法の手続きに従って適切に行う。 | ○不要財産として処分した財産はない。<br>○現物による国庫納付に向けた調整については、松戸職員宿舎の土地（千葉県松戸市新松戸6丁目23）及び建物、鳩山職員宿舎の土地（埼玉県比企郡鳩山町松ヶ丘1丁目1486番2）及び建物について、関東財務局からの補完指示に対応中。<br><br>○譲渡又は担保に供した重要な財産はない。 | |
| ⑤剰余金の使途<br>　剰余金については、JAXAの実施する業務の充実、所有施設の改修、職員教育等の充実に充てる。 | ⑤剰余金の使途<br>剰余金については、JAXAの実施する業務の充実、所有施設の改修、職員教育等の充実に充てる。 | ○利益剰余金342億円を計上した。<br>　利益剰余金については、会計基準に基づき処理を行った結果発生する期ズレの利益であり、後年度において対応する費用が発生し相殺されるものである。従って、当該利益は現金を有しない利益であるため、剰余金の使途に充てられるものでは無い。 | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （２）自己収入増加の促進<br>運営費交付金等による政策の実現や社会ニーズに応えるための取組の実施に加え、新たな事業の創出、成果の社会還元、研究者の発意による優れた研究の推進を効率的に進めていくため、競争的研究資金の獲得やJAXAの保有する宇宙航空技術に関する知見の提供等の国内外の民間事業者及び公的研究機関との連携強化等を通じた外部資金の獲得に向け、JAXA内でのベストプラクティスの共有や、競争的研究資金等を獲得したテーマに内部の研究資金を重点配分する仕組みの構築（インセンティブの付与）等、積極的な取組により、自己収入の増加を促進する。 | （２）自己収入増加の促進<br>運営費交付金等による政策の実現や社会ニーズに応えるための取組の実施に加え、新たな事業の創出、成果の社会還元、研究者の発意による優れた研究の推進を効率的に進めていくため、競争的研究資金の獲得やJAXAの保有する宇宙航空技術に関する知見の提供等の国内外の民間事業者及び公的研究機関との連携強化等を通じた外部資金の獲得に向け、JAXA内でのベストプラクティスの共有や、競争的研究資金等を獲得したテーマに内部の研究資金を重点配分する仕組みの構築（インセンティブの付与）等について検討を進め、自己収入の増加を促進する。 | ○自己収入※については28.7億円の収入、受託収入（情報収集衛星関連を除く）については255億円の収入があった。増加促進の主な取り組みは次のとおり。<br>※「運営費交付金、補助金及び受託収入以外の収入」及び「競争的資金」<br>• 寄附金拡大に向けた取り組みを加速させるために規程の改正を実施し、昨年度に引き続き、現行の募集特定寄附金制度における募集範囲の拡大や高額寄附者向けインセンティブ（銘板の作成など）の拡充、銀行や企業が顧客に提供する寄附プランへの参入、及び売上の一部を寄付する旨の商品表示を認める取り組みなどを継続し、高額寄附（5000万円以上）が行われるなど寄附金が昨年度比で約4倍となった。<br>• 各部門ごとに外部資金獲得の方針を自ら設定し、研究者の支援（提案書の推敲支援や採択率向上のための研修会等）や働きかけ（公募情報の周知やマッチング）を継続し、競争的研究資金・受託収入等の外部資金獲得に積極的に取り組んでいる。<br>• 保有する施設・設備の利用促進の取組として、環境試験技術ユニットにおいて民間活力を用いた官民連携的手法による「環境試験設備等の運営・利用拡大事業」を継続し、顧客のニーズに応えた運用を行うことで施設・設備の利用拡大を図り、外部供用試験の利用件数は昨年比増（26件増）となった。<br>• 「きぼう」の利用促進の一環として、民間事業化した超小型衛星放出や船外ポート利用事業への利用機会提供、利用プラットフォームの利用拡充、また、JAXAと非宇宙分野を含む民間企業との共創による新たな事業創出等の取組（J-SPARC）の継続や創出された事業の定着化等により、自己収入の獲得に貢献した。<br>• 2021年度はJST未来社会創造事業(大規模プロジェクト型)、NEDOグリーンイノベーション基金事業における水素航空機向けコア技術開発、GOSAT-GWに係るスペースデブリ防止検討業務を受託した。 | |

## 【別紙（１／８）】 中長期計画：①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

### １．予算（中長期計画の予算）

平成30年度～令和6年度予算

（単位：百万円）

| 区別 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星に係る政府からの受託 | F. 法人共通 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 収入 | | | | | | | |
| 運営費交付金 | ４８７，９０７ | ８２，３２４ | ５３，１６１ | ９７，６８６ | ０ | ４１，４５１ | ７６２，５２９ |
| 施設整備費補助金 | ４，５８２ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ４，５８２ |
| 国際宇宙ステーション開発費補助金 | １８９，０４８ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | １８９，０４８ |
| 地球観測システム研究開発費補助金 | ７７，０２２ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ７７，０２２ |
| 基幹ロケット高度化推進費補助金 | １６，１００ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | １６，１００ |
| 設備整備費補助金 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 受託収入 | １２，３１３ | ４３８ | ３，１６２ | １８７ | －(*) | ０ | １６，１００ |
| その他の収入 | ５，２５３ | ６８３ | ２９７ | ８４９ | ０ | ２４０ | ７，３２２ |
| 合計 | ７９２，２２５ | ８３，４４５ | ５６，６２０ | ９８，７２２ | －(*) | ４１，６９１ | １，０７２，７０３ |
| 支出 | | | | | | | |
| 事業費 | ４９３，１６０ | ８３，００７ | ５３，４５８ | ９８，５３５ | ０ | | ７２８，１６０ |
| うち、人件費（事業系） | ４５，８０９ | １９，６９８ | １２，３７２ | ９，５０７ | ０ | | ８７，３８６ |
| うち、物件費 | ４４７，３５０ | ６３，３０９ | ４１，０８５ | ８９，０２９ | ０ | | ６４０，７７３ |
| 一般管理費 | | | | | | ４１，６９１ | ４１，６９１ |
| うち、人件費（管理系） | | | | | | ２３，７９２ | ２３，７９２ |
| うち、物件費 | | | | | | １１，８１０ | １１，８１０ |
| うち、公租公課 | | | | | | ６，０８８ | ６，０８８ |
| 施設整備費補助金 | ４，５８２ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ４，５８２ |
| 国際宇宙ステーション開発費補助金 | １８９，０４８ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | １８９，０４８ |
| 地球観測システム研究開発費補助金 | ７７，０２２ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ７７，０２２ |
| 基幹ロケット高度化推進費補助金 | １６，１００ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | １６，１００ |
| 設備整備費補助金 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 受託経費等 | １２，３１３ | ４３８ | ３，１６２ | １８７ | －(*) | ０ | １６，１００ |
| 合計 | ７９２，２２５ | ８３，４４５ | ５６，６２０ | ９８，７２２ | －(*) | ４１，６９１ | １，０７２，７０３ |

＊ ･･･ 国の計画に基づく受託

## 【別紙（２／８）】 中長期計画：①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

［注 1］上記予算額は運営費交付金の算定ルールに基づき、一定の仮定の下に試算されたもの。各事業年度の予算については、事業の進展により必要経費が大幅に変わること等を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、再計算の上決定される。一般管理費のうち公租公課については、所要見 込額を試算しているが、具体的な額は各事業年度の予算編成過程において再計算の上決定される。

［注 2］運営費交付金の算定ルール

【運営費交付金の算定方法】ルール方式を採用。

【運営費交付金の算定ルール】

毎事業年度に交付する運営費交付金（Ａ）については、以下の数式により決定する。

$$A(y)=\{(C(y)-Pc(y)-T(y))\times\alpha1(係数)+Pc(y)+T(y)\}+\{(R(y)-Pr(y))\times\alpha2(係数)+Pr(y)\}+\varepsilon(y)+F(y)-B(y)\times\lambda(係数)$$

$$C(y)=Pc(y)+Ec(y)+T(y)$$

$$R(y)=Pr(y)+Er(y)$$

$$B(y)=B(y-1)\times\delta(係数)$$

$$P(y)=Pc(y)+Pr(y)=\{Pc(y-1)+Pr(y-1)\}\times\sigma(係数)$$

$$Ec(y)=Ec(y-1)\times\beta(係数)$$

$$Er(y)=Er(y-1)\times\beta(係数)\times\gamma(係数)$$

各経費及び各係数値については、以下の通り。

B(y) ：当該事業年度における自己収入の見積り。B(y-1)は直前の事業年度におけるB(y)。

C(y) ：当該事業年度における一般管理費。

Ec(y) ：当該事業年度における一般管理費中の物件費。Ec(y-1)は直前の事業年度におけるEc(y)であり、直前の事業年度における新規又は拡充分F(y-1)を含む。

Er(y) ：当該事業年度における事業費中の物件費。Er(y-1)は直前の事業年度におけるEr(y)であり、直前の事業年度における新規又は拡充分F(y-1)を含む。

P(y) ：当該事業年度における人件費（退職手当は含まない）。

Pc(y) ：当該事業年度における一般管理費中の人件費。Pc(y-1)は直前の事業年度におけるPc(y)。

Pr(y) ：当該事業年度における事業費中の人件費。Pr(y-1)は直前の事業年度におけるPr(y)。

R(y) ：当該事業年度における事業費。

T(y) ：当該事業年度における公租公課。

F(y) ：当該事業年度における新規又は拡充分。新規に追加されるもの又は拡充分による経費であり、各事業年度の予算編成過程において、当該経費を具体的に決定。F(y-1)は直前の事業年度におけるF(y)として、一般管理費又は事業費の物件費（Ec(y-1)又はEr(y-1)）に含める形で算出される。

ε(y) ：当該事業年度における特殊経費。重点施策の実施、事故の発生、退職者の人数の増減等の事由により当該年度に限り時限的に発生する経費であって、運営費交付金算定ルールに影響を与えうる規模の経費。これらについては、各事業年度の予算編成過程において、当該経費を具体的に決定。

## 【別紙（３／８）】 中長期計画：①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画

| | |
|---|---|
| α1　：一般管理費効率化係数。中長期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>α2　：事業費効率化係数。中長期目標に記載されている削減目標を踏まえ、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>β　：消費者物価指数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>γ　：業務政策係数。各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>δ　：自己収入政策係数。過去の実績を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>λ　：収入調整係数。過去の実績における自己収入に対する収益の割合を勘案し、各事業年度の予算編成過程において、当該事業年度における具体的な係数値を決定。<br>o　：人件費調整係数。各事業年度の予算編成過程において、給与昇給率等を勘案し、当該事業年度における具体的な係数値を決定。 | 【中長期計画予算の見積りに際し使用した具体的係数及びその設定根拠等】<br>上記算定ルール等に基づき、以下の仮定の下に試算している。<br><br>・運営費交付金の見積りについては、ε（特殊経費）及びF （新規又は拡充分）は勘案せず、α1（一般管理費効率化係数）は平成 29 年度予算額を基準に中長期目標期間中に 21%の縮減、α2（事業費効率化係数）は平成 29 年度予算額を基準に中長期目標期間中に 7%の縮減として試算。<br>・λ（収入調整係数）は一律 1 として試算。<br>・β（消費者物価指数）は変動がないもの（±0%）として試算。<br>・γ（業務政策係数）は一律 1 として試算。<br>・人件費の見積りについては、σ（人件費調整係数）は変動がないもの（±0%）として試算。<br>・自己収入の見積りについては、平成 31 年度以降、前年度に対して＋12 百万円、＋14 百万円、＋16 百万、＋18 百万、＋20 百万、＋22 百万円となるようにδ（自己収入政策係数）を設定して試算。<br>・受託収入の見積りについては、過去の実績を勘案し、一律据え置き（±0%）として試算。<br><br>［注 3］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。 |

２．収支計画

平成30年度～令和6年度収支計画

（単位：百万円）

| 区別 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星に係る政府からの受託 | F. 法人共通 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 費用の部 | | | | | | | |
| 経常費用 | ７７２，５６０ | ４９，１９３ | ４０，８６７ | ７６，９８２ | ０ | ３８，３２７ | ９７７，９２９ |
| 事業費 | ３９７，４１１ | ４２，５４７ | ２７，４０１ | ５０，５０６ | ０ | ０ | ５１７，８６５ |
| 一般管理費 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ３７，７８８ | ３７，７８８ |
| 受託費 | １２，３１３ | ４３８ | ３，１６２ | １８７ | －(*) | ０ | １６，１００ |
| 減価償却費 | ３６２，８３６ | ６，２０８ | １０，３０４ | ２６，２８９ | ０ | ５３９ | ４０６，１７６ |
| 財務費用 | ３８３ | ４０ | ２６ | ４８ | ０ | ２１ | ５１８ |
| 臨時損失 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 収益の部 | | | | | | | |
| 運営費交付金収益 | ２４７，７６７ | ４１，９０４ | ２７，１３０ | ４９，７０５ | ０ | ３７，５６９ | ４０４，０７５ |
| 補助金収益 | １４４，７７４ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | １４４，７７４ |
| 受託収入 | １２，３１３ | ４３８ | ３，１６２ | １８７ | －(*) | ０ | １６，１００ |
| その他の収入 | ５，２５３ | ６８３ | ２９７ | ８４９ | ０ | ２４０ | ７，３２２ |
| 資産見返負債戻入 | ３６２，８３６ | ６，２０８ | １０，３０４ | ２６，２８９ | ０ | ５３９ | ４０６，１７６ |
| 臨時利益 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 純利益 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 目的積立金取崩額 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 純利益 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |

［注］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。
＊ … 国の計画に基づく受託額

３．資金計画

平成30年度～令和6年度資金計画

（単位：百万円）

| 区別 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星にかかる政府からの受託 | F. 法人共通 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 資金支出 | | | | | | | |
| 業務活動による支出 | ４０３，０４９ | ４２，２５７ | ３０，０９４ | ４９，８２９ | －(*) | ３７，８０９ | ５６３，０３８ |
| 投資活動による支出 | ３８２，３６６ | ４０，４６１ | ２６，０５８ | ４８，０３０ | ０ | ３，５１７ | ５００，４３２ |
| 財務活動による支出 | ６，８１０ | ７２７ | ４６８ | ８６３ | ０ | ３６５ | ９，２３３ |
| 次期中長期目標の期間への繰越金 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 資金収入 | | | | | | | |
| 業務活動による収入 | ７８７，６４３ | ８３，４４５ | ５６，６２０ | ９８，７２２ | ０ | ４１，６９１ | １，０６８，１２１ |
| 運営費交付金による収入 | ４８７，９０７ | ８２，３２４ | ５３，１６１ | ９７，６８６ | ０ | ４１，４５１ | ７６２，５２９ |
| 補助金収入 | ２８２，１７０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ２８２，１７０ |
| 受託収入 | １２，３１３ | ４３８ | ３，１６２ | １８７ | －(*) | ０ | １６，１００ |
| その他の収入 | ５，２５３ | ６８３ | ２９７ | ８４９ | ０ | ２４０ | ７，３２２ |
| 投資活動による収入 | | | | | | | |
| 施設整備費による収入 | ４，５８２ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ４，５８２ |
| 財務活動による収入 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |
| 前期中期目標の期間よりの繰越金 | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ | ０ |

［注］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。
＊ … 国の計画に基づく受託額

## １．予算

（単位：百万円）

令和3年度予算

（単位：百万円）

| 区別 | 金額 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星に係る政府からの受託 | F. 法人共通 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 収入 | | | | | | | |
| 運営費交付金 | 157,220 | 109,738 | 20,566 | 8,460 | 13,607 | | 4,849 |
| うち、補正予算（第1号）による追加 | 44,924 | 38,159 | 6,764 | | | | |
| 施設整備費補助金 | 13,054 | 10,182 | 179 | 720 | 1,973 | | |
| 国際宇宙ステーション開発費補助金 | 42,867 | 42,867 | | | | | |
| 地球観測システム研究開発費補助金 | 5,566 | 5,566 | | | | | |
| 基幹ロケット高度化推進費補助金 | 7,029 | 7,029 | | | | | |
| 設備整備費補助金 | | | | | | | |
| 受託収入 | 28,807 | 1,938 | 273 | 268 | 20 | 26,307 | |
| その他の収入 | 1,040 | 721 | 90 | 48 | 45 | | 136 |
| 計 | 255,584 | 178,041 | 21,109 | 9,496 | 15,646 | 26,307 | 4,985 |
| 支出 | | | | | | | |
| 一般管理費 | 4,985 | | | | | | 4,985 |
| *（公租公課を除く一般管理費）* | 3,944 | | | | | | 3,944 |
| *うち、人件費（管理系）* | 1,891 | | | | | | 1,891 |
| *物件費* | 2,053 | | | | | | 2,053 |
| *公租公課* | 1,041 | | | | | | 1,041 |
| 事業費 | 153,275 | 110,459 | 20,657 | 8,507 | 13,652 | | |
| *うち、人件費（事業系）* | 15,634 | 8,417 | 3,414 | 2,172 | 1,631 | | |
| *物件費* | 137,642 | 102,042 | 17,243 | 6,335 | 12,021 | | |
| *うち、補正予算（第1号）による追加* | 44,924 | 38,159 | 6,764 | | | | |
| 施設整備費補助金経費 | 13,054 | 10,182 | 179 | 720 | 1,973 | | |
| 国際宇宙ステーション開発費補助金経費 | 42,867 | 42,867 | | | | | |
| 地球観測システム研究開発費補助金経費 | 5,566 | 5,566 | | | | | |
| 基幹ロケット高度化推進費補助金経費 | 7,029 | 7,029 | | | | | |
| 設備整備費補助金経費 | | | | | | | |
| 受託経費 | 28,807 | 1,938 | 273 | 268 | 20 | 26,307 | |
| 計 | 255,584 | 178,041 | 21,109 | 9,496 | 15,646 | 26,307 | 4,985 |

［注1］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。
［注2］運営費交付金収入及び事業費には、令和3年度補正予算（第1号）により措置された、H3ロケットや防災・災害対策等に貢献する先進レーダ衛星等の開発加速のための事業費、科学技術・産業基盤の維持・強化やイノベーション創出に貢献する国際宇宙探査「アルテミス計画」に向けた研究開発等加速のための事業費等が含まれている。

＊ ・・・ 国の計画に基づく受託

## ２．収支計画

### 令和3年度収支計画

（単位：百万円）

| 区別 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星に係る政府からの受託 | F. 法人共通 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 費用の部 | | | | | | | |
| 経常費用 | 187,779 | 15,247 | 10,574 | 15,377 | 34,669 | 4,964 | 268,610 |
| 事業費 | 146,760 | 14,056 | 8,244 | 13,446 | － | － | 182,505 |
| うち、補正予算（第1号）による運営費交付金の追加 | 6,344 | 763 | － | － | － | － | 7,108 |
| 一般管理費 | － | － | － | － | － | 4,924 | 4,924 |
| 受託費 | 2,456 | 346 | 340 | 26 | 34,669 | － | 37,837 |
| 減価償却費 | 38,564 | 845 | 1,991 | 1,905 | － | 40 | 43,345 |
| 財務費用 | 18 | 2 | 1 | 2 | － | 1 | 25 |
| 臨時損失 | － | － | － | － | － | － | － |
| 収益の部 | | | | | | | |
| 運営費交付金収益 | 73,247 | 13,664 | 7,907 | 12,718 | － | 4,439 | 111,974 |
| うち、補正予算（第1号）による追加 | 6,344 | 763 | － | － | － | － | 7,108 |
| 補助金収益 | 19,058 | 70 | 167 | 568 | － | － | 19,864 |
| 受託収入 | 2,456 | 346 | 340 | 26 | 34,669 | － | 37,837 |
| その他の収入 | 2,588 | 324 | 171 | 163 | － | 486 | 3,732 |
| 資産見返負債戻入 | 36,625 | 845 | 1,991 | 1,905 | － | 40 | 41,406 |
| 臨時利益 | － | － | － | － | － | － | － |
| 税引前当期純利益 | △ 53,823 | － | － | － | － | － | △ 53,823 |
| 法人税、住民税及び事業税 | － | － | － | － | － | 25 | 25 |
| 当期純利益 | △ 53,823 | － | － | － | － | △ 25 | △ 53,848 |
| 目的積立金取崩額 | － | － | － | － | － | － | － |
| 純利益 | △ 53,823 | － | － | － | － | △ 25 | △ 53,848 |

［注］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

## ３．資金計画

令和3年度資金計画

（単位：百万円）

| 区別 | A. 宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施 | B. 宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | C. 航空科学技術 | D. 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | E. 情報収集衛星に係る政府からの受託 | F. 法人共通 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 資金支出 | | | | | | | |
| 業務活動による支出 | 136,433 | 14,312 | 8,671 | 14,218 | 24,805 | 4,632 | 203,071 |
| うち、補正予算（第1号）による運営費交付金の追加 | 12,336 | 763 | － | － | － | － | 13,099 |
| 投資活動による支出 | 61,924 | 9,241 | 2,448 | 4,163 | － | 1,438 | 79,214 |
| うち、補正予算（第1号）による運営費交付金の追加 | 25,824 | 6,001 | － | － | － | － | 31,825 |
| 財務活動による支出 | 359 | 43 | 28 | 49 | － | 19 | 498 |
| 翌年度への繰越金 | 23,328 | 2,808 | 1,862 | 3,127 | 12,041 | 1,270 | 44,436 |
| 資金収入 | | | | | | | |
| 業務活動による収入 | 168,039 | 20,953 | 8,787 | 13,684 | 26,307 | 5,018 | 242,789 |
| うち、補正予算（第1号）による運営費交付金の追加 | 38,159 | 6,764 | － | － | － | － | 44,924 |
| 運営費交付金による収入 | 109,738 | 20,566 | 8,460 | 13,607 | － | 4,849 | 157,220 |
| 補助金収入 | 55,462 | － | － | － | － | － | 55,462 |
| 受託収入 | 1,938 | 273 | 268 | 20 | 26,307 | － | 28,807 |
| その他の収入 | 901 | 113 | 59 | 57 | － | 169 | 1,299 |
| 投資活動による収入 | | | | | | | |
| 施設整備費による収入 | 10,182 | 179 | 720 | 1,973 | － | － | 13,054 |
| 財務活動による収入 | － | － | － | － | － | － | － |
| 前年度よりの繰越金 | 43,823 | 5,273 | 3,501 | 5,900 | 10,539 | 2,340 | 71,376 |

［注］各欄積算と合計欄の数字は四捨五入の関係で一致しないことがある。

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ＜評価の視点＞<br>・「独立行政法人会計基準」等を踏まえた適切な財務内容の実現や財務情報の公開に係る取組が進められているか。<br>・新たな事業の創出及び成果の社会還元を効率的に進めていくための取組が図られているか。 | ＜関連する指標＞<br>・財務情報の開示状況<br>・自己収入の増加を推進する取組の状況 |

# Ⅴ．財務内容の改善に関する事項に係る措置

**2021年度 自己評価 B**

**【評定理由・根拠】**

年度計画で設定した業務は、計画どおり実施した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

（１）財務内容の改善

- 年度計画で設定した業務を実施した結果、収支計画において、当期総損失152億円を計上するとともに、資金期末残高とし1,284億円を計上した。
- 当期総損失については、会計基準に基づき処理を行った結果、一時的に発生する期ズレによる損失であり、後年度において対応する収益が発生し相殺されるものである。
- 資金期末残高については、未払金の支払い等計画的な支払いに充てるものである。
- 利益剰余金342億円を計上した。利益剰余金については、会計基準に基づき処理を行った結果発生する期ズレの利益であり、後年度において対応する費用が発生し相殺されるものである。
- 不要財産の処分に関する計画については、松戸職員宿舎、鳩山職員宿舎の土地及び建物について、現物による国庫納付に向け関東財務局との調整を継続実施中。

（２）自己収入増加の促進

自己収入※については28.7億円の収入、受託収入（情報収集衛星関連を除く）については255億円の収入があった。増加促進の主な取り組みは次のとおり。
※「運営費交付金、補助金及び受託収入以外の収入」及び「競争的資金」

- 寄附金拡大に向けた取り組みを加速させるために規程の改正を実施し、昨年度に引き続き、現行の募集特定寄附金制度における募集範囲の拡大や高額寄附者向けインセンティブ（銘板の作成など）の拡充、銀行や企業が顧客に提供する寄附プランへの参入、及び売上の一部を寄付する旨の商品表示を認める取り組みなどを継続し、高額寄附（5000万円以上）が行われるなど寄附金が昨年度比で約4倍となった。
- 各部門ごとに外部資金獲得の方針を自ら設定し、研究者の支援（提案書の推敲支援や採択率向上のための研修会等）や働きかけ（公募情報の周知やマッチング）を継続し、競争的研究資金・受託収入等の外部資金獲得に積極的に取り組んでいる。
- 保有する施設・設備の利用促進の取組として、環境試験技術ユニットにおいて民間活力を用いた官民連携的手法による「環境試験設備等の運営・利用拡大事業」を継続し、顧客のニーズに応えた運用を行うことで施設・設備の利用拡大を図り、外部供用試験の利用件数は昨年比増（26件増）となった。
- 「きぼう」の利用促進の一環として、民間事業化した超小型衛星放出や船外ポート利用事業への利用機会提供、利用プラットフォームの利用拡充、また、JAXAと非宇宙分野を含む民間企業との共創による新たな事業創出等の取組（J-SPARC）の継続や創出された事業の定着化等により、自己収入の獲得に貢献した。
- 2021年度はJST未来社会創造事業(大規模プロジェクト型)、NEDOグリーンイノベーション基金事業における水素航空機向けコア技術開発、GOSAT-GWに係るスペースデブリ防止検討業務を受託した。

## 参考情報

### ○目的積立金等の状況

単位（百万円、%）

| | 平成30年度末（初年度） | 令和元年度末 | 令和2年度末 | 令和3年度末 | 令和4年度末 | 令和5年度末 | 令和6年度末（最終年度） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 前期中期目標期間繰越積立金 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 目的積立金 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 積立金 | 0 | 0 | 30,676 | 49,413 | | | |
| うち経営努力認定相当額 | | | | | | | |
| その他の積立金 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| 運営費交付金債務 | 31,543 | 53,632 | 74,252 | 93,426 | | | |
| 当期の運営費交付金交付額（ａ） | 130,694 | 135,260 | 151,723 | 157,220 | | | |
| うち年度末残高（ｂ） | 31,543 | 36,194 | 49,644 | 52,046 | | | |
| 当期運営費交付金残存率（ｂ÷ａ） | 24% | 27% | 33% | 33% | | | |

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 昨年度の業務実績評価時に指摘された課題として財務戦略が不十分というものがあるが、国の会計制度の制約がある中での財務戦略といってもなかなか難しいところである。 | 競争的研究資金の獲得やJAXAの保有する宇宙航空技術に関する知見の提供等の国内外の民間事業者及び公的研究機関との連携強化等を通じた外部資金の獲得に向け、各部門ごとの外部資金獲得への積極的な取り組みや環境試験設備等の運営・利用拡大事業、拡大する受託に対応した管理体制の整備、寄附金の拡充、業務上の余裕金の運用等に総合的に取り組んでいる。 |

# Ⅵ．1．　内部統制

2021年度 自己評価 B

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅵ．1. | Ⅰ．1. | － | |
| 事業活動を推進するに当たり、理事長のリーダーシップの下、関係法令等を遵守しつつ合理的かつ効率的に業務を行うため、プロジェクト業務も含め、事業活動における計画、実行、評価に係る PDCA サイクルを効果的に循環させ、適切な内部統制を行う。具体的には、業務方法書に基づき策定した内部統制実施指針に沿って内部統制の基本要素（統制環境、リスクの評価と対応、統制活動、情報と伝達、モニタリング、ICT への対応）が適正に実施されているか不断の点検を行い、必要に応じ見直す。特に研究不正対策については、国のガイドライン等に従い、不正防止のための体制及び責任者の明確化、教育の実施等の研究活動における不正行為及び研究費の不正使用を未然に防止する効果的な取組を推進する。 | 事業活動を推進するに当たり、理事長のリーダーシップの下、説明責任を果たせるよう各役職員が高いコンプライアンス意識を持って、関係法令等を遵守しつつ合理的かつ効率的に業務を行うため、プロジェクト業務も含め事業活動における計画、実行、評価に係るPDCAサイクルを効果的に循環させ、適切な内部統制を行う。具体的には、各役職員へのコンプライアンスに関する研修等を実施するとともに、業務方法書に基づき策定した内部統制実施指針に沿って内部統制の基本要素（統制環境、リスクの評価と対応、統制活動、情報と伝達、モニタリング、ICTへの対応）が適正に実施されているか不断の点検を行い、必要に見直す。<br><br>研究不正対策については、国のガイドライン等に従い、不正防止のための体制及び責任者の明確化、教育の実施等の研究活動における不正行為及び研究費の不正使用を未然に防止する効果的な取組を推進する。 | １．役職員へのコンプライアンスに関する研修等の実施<br><br>役職員のコンプライアンス意識醸成のため、全役職員に対し、コンプライアンス、利益相反、倫理、ハラスメント等を内容としたコンプライアンス総合研修を実施した（全役職員が受講対象。対象者2438人中2157人が受講した（受講率88.5％）。また、新入職員研修（約40名）、管理職昇格者に対する研修（約40名）では対象者のレベルに沿った研修を実施してコンプライアンス等の意識の定着化・再認識化を図った。さらに、外部講師による役員向けに特化した内容のコンプライアンス研修を実施し、全役員が受講した。<br><br>２．内部統制の点検状況及び必要に応じた見直し状況<br><br>（１）内部統制実施状況<br>内部統制実施指針に基づき、各部門・部等における内部統制の実施状況について年2回、内部統制推進部署(経営推進部及び総務部)が内部統制委員会（理事会議）へ報告している。その際、各要素における主な課題を抽出し、また、必要な指示を受け、その対応についても報告している。<br>（２）リスク評価・縮減活動状況<br>JAXAが実施するプロジェクト等の事業におけるリスク及び事業以外の一般業務におけるリスクについて、それぞれリスクを識別し縮減活動を実施している。<br>①プロジェクトのリスク管理<br>プロジェクトのリスク管理に関しては、「Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性」を参照。<br>②事業以外の一般業務リスクの管理において、2021年度における重点管理リスクの対応状況は次のとおり。 | 計画に基づき着実に実施 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| | | （ア）ハラスメント等の労務トラブル発生リスクとその対応<br>ハラスメント防止規程を新たに制定し、役職員等の責務、相談窓口、相談員の改善・強化、ハラスメント委員会の設置など明確化し、ハラスメントの対応強化を行った。また、新しい働き方として、テレワークやフレックス等の制度を見直し、就業規則等関連規程の改正を行った。<br>さらに、ストレスチェックを実施し、個人に結果のフィードバックを行いセルフケアを図り、希望者は、産業医による面接指導につなげた。<br>（イ）ICT・セキュリティリスク<br>情報所在把握と情報漏洩リスクの理解促進に向けて、全体教育や情報セキュリティ責任者・経営層向け講習を実施した。<br>（ウ）新型コロナウイルス感染症へのリスク対応<br>理事長を本部長とした新型コロナウイルス感染症対策本部会合を定期的に開催し、感染症拡大状況、政府等の対応状況や機構業務への影響等を適時的確に把握・共有しつつ、JAXA関係者の感染予防と事業継続に係る取組みを確実に行った。また、ワクチン職域接種を、筑波宇宙センター及び国立天文台（合同開催）において実施し、感染拡大防止対策に取り組んだ。<br><br>③内部監査<br>（ア）JAXAの内部監査は、適正かつ効率的な業務の執行を確保するとともに、業務の改善に資することを目的として、理事長が直轄的な組織として監査組織を位置付けるとともに、必要な権限を与えて監査を実施させている。<br>具体的には、会計書類の形式的要件等の財務情報に対するチェックのほか、内部統制、セキュリティ、品質、環境経営等の体制の不備の検証も行い、理事長に報告している。<br>（イ）毎年度、内部監査の年間計画を作成し、理事長の承認を受け、これに基づき実施計画を作成して監査対象部署等関係者に通知している。監査終了後は、速やかに監査結果を取りまとめ、理事長に報告するとともに、是正措置の必要があると認めたときは、監査対象部署等関係者に対して是正措置を命じることとしている。<br>（ウ）2021年度においては、新型コロナウイルスの感染に関する国内外の状況に応じ、一部、リモートによる監査を取り入れることで、感染拡大の防止を図りつつ計画通り監査を遂行した。 | |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| （続き） | （続き） | ３．研究不正対策の状況<br>　研究費不正及び研究不正対策については、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」及び「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」に従い、適切な体制を構築のうえ、研修等の必要な取組や対応をとっている。<br>（１）研究費不正対策については、仕組みが形骸化しないよう、内部監査部署による監査により、合規性の確認が行われている。<br>（２）研究不正対策については、研究倫理委員会にて取組をとりまとめている。研究者に対してe-Learningでの研究倫理研修の受講を義務付けているほか、研究者が研究成果の発表を行う際には、剽窃チェックツールの利用やチェックシートの提出を求め、手続きが適切であるかを確認している。<br>　さらに、2021年度は、規程類の日英併記版を作成する等、外国人研究者に対する研究不正防止関連情報に係る充実化を図った。 | |
| 　なお、内部統制システムの一部を構成するプロジェクトマネジメントに関しては、Ⅰ．４．３項にて計画を定める。 | なお、内部統制システムの一部を構成するプロジェクトマネジメントに関しては、１．４．３項にて計画を定める。 | － | － |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ＜評価の視点＞<br>・理事長のリーダーシップの下、事業活動を推進するにあたり、法令等を遵守しつつ合理的かつ効率的に業務を行うための取組が進められているか。<br>・研究不正対策について不正を未然に防止する効果的な取組が進められているか。 | ＜関連する指標＞<br>・内部統制の点検状況及び必要に応じた見直し状況<br>・研究不正対策の状況 |

# Ⅵ．１．　内部統制

2021年度 自己評価 B

**【評定理由・根拠】**

年度計画で設定した業務を計画通り実施した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

**１．役職員へのコンプライアンスに関する研修等の実施**

役職員のコンプライアンス意識醸成のため、全役職員に対し、コンプライアンス、利益相反、倫理、ハラスメント等を内容とするコンプライアンス総合研修を実施した（全役職員対象）。また、新入職員研修（約40名）、管理職昇格者に対する研修（約40名）では対象者に合わせた研修を実施してコンプライアンス等の意識の定着化・再認識化を図った。さらに、外部講師による役員向けに特化した内容のコンプライアンス研修を実施し、全役員が受講した。

**２．内部統制の点検状況及び必要に応じた見直し状況**

JAXAにおいては、<補足>に示すような内部統制体制を整えている。

**（１）内部統制実施状況**

内部統制実施指針に基づき、各部門・部等における内部統制の実施状況（実施状況、主な課題、その対応等）について、年2回、内部統制推進部署(経営推進部及び総務部)が内部統制委員会（理事会議）へ報告している。

**（２）リスク縮減活動状況**

JAXAで実施しているプロジェクト等の事業におけるリスク及び事業以外の一般業務におけるリスクについて、それぞれリスクを識別し縮減活動を実施している。

プロジェクト等の事業については、プロジェクトの段階ごとに経営審査を実施するとともに、新たにプロジェクト移行前の計画立案段階から初期的な検討や試行的な研究開発を充実することとし（フロントローディング）、ミッションの価値向上及びプロジェクト移行後のリスク縮減を図っている。（「Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性」を参照）

また、事業以外の一般業務におけるリスクについては、総務担当役員の下、総合リスク対応チームを設置し、機構の事業内容・組織状況や社会的な要請・情勢を踏まえ、業務執行において重点的に管理すべきリスク（以下「重点管理リスク」という。）を選定し、重点管理リスクごとに対応部署を定める等必要な体制を構築するなど、リスク縮減活動を実施している。2021年度は、それぞれのリスクを統括して管理する部署を設定し、対応状況については適宜モニタリングを行い、年２回、担当役員から理事長へ報告している。

**（３）内部監査**

JAXAの内部監査は、適正かつ効率的な業務の執行を確保するとともに、業務の改善に資することを目的として、理事長が直轄的な組織として監査組織を位置付けるとともに、必要な権限を与えて監査を実施させている。具体的には、会計書類の形式的要件等の財務情報に対するチェックのほか、内部統制、セキュリティ、品質、環境経営等の体制の不備の検証も行い、理事長に報告している。

【評定理由・根拠】（続き）

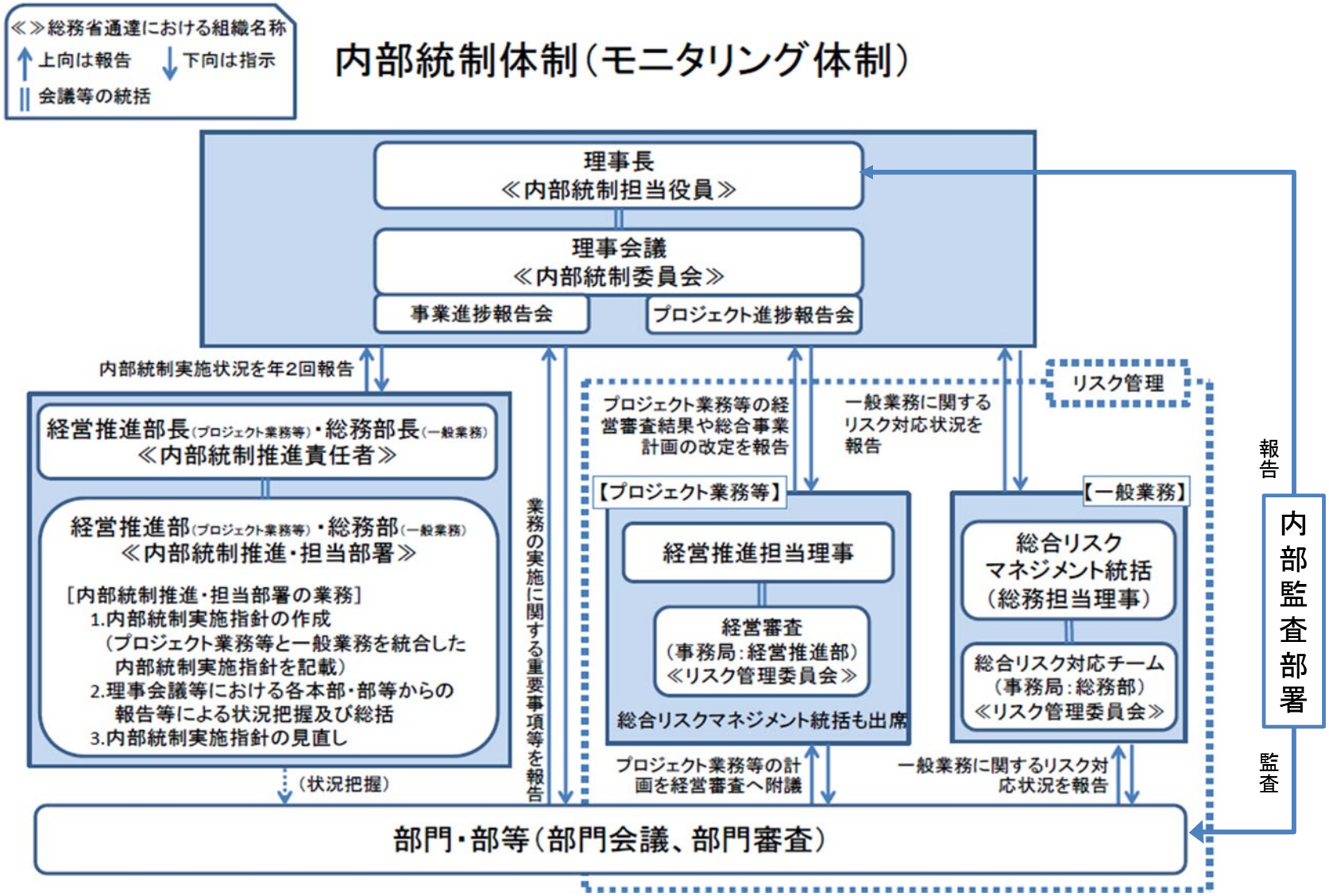
**３．研究費不正及び研究不正対策**

研究費不正及び研究不正対策については、「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン（実施基準）」及び「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」に従い、適切な体制を構築のうえ、研修等の必要な取組や対応をとっている。

（１）研究費不正対策については、仕組みが形骸化しないよう、内部監査部署による監査により、合規性の確認が行われている。

（２）研究不正対策については、研究倫理委員会にて不正防止の取組をとりまとめている。研究者に対してe-Learningでの研究倫理研修の受講を義務付けているほか、研究者が研究成果の発表を行う際には、剽窃チェックツールの利用やチェックシートの提出を求め、手続きが適切であるかを確認している。
さらに、2021年度は、規程類の日英併記版を作成する等、外国人研究者に対する研究不正防止関連情報に係る充実化を図った。

＜補足＞


≪≫総務省通達における組織名称
上向は報告
下向は指示
会議等の統括
内部統制体制（モニタリング体制）
理事長
≪内部統制担当役員≫
理事会議
≪内部統制委員会≫
事業進捗報告会
プロジェクト進捗報告会
内部統制実施状況を年2回報告
経営推進部長（プロジェクト業務等）・総務部長（一般業務）
≪内部統制推進責任者≫
経営推進部（プロジェクト業務等）・総務部（一般業務）
≪内部統制推進・担当部署≫
［内部統制推進・担当部署の業務］
1.内部統制実施指針の作成
（プロジェクト業務等と一般業務を統合した
内部統制実施指針を記載）
2.理事会議等における各本部・部等からの
報告等による状況把握及び総括
3.内部統制実施指針の見直し
（状況把握）
業務の実施に関する重要事項等を報告
プロジェクト業務等の経営審査結果や総合事業計画の改定を報告
一般業務に関するリスク対応状況を報告
リスク管理
【プロジェクト業務等】
経営推進担当理事
経営審査
（事務局：経営推進部）
≪リスク管理委員会≫
総合リスクマネジメント統括も出席
【一般業務】
総合リスク
マネジメント統括
（総務担当理事）
総合リスク対応チーム
（事務局：総務部）
≪リスク管理委員会≫
プロジェクト業務等の計画を経営審査へ附議
一般業務に関するリスク対応状況を報告
報告
内部監査部署
監査
部門・部等（部門会議、部門審査）

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 内部統制の仕組みが形骸化しないよう監査部門との情報共有を図るとともに、規程、意思決定体制、及び業務運営等において、従来のやり方が現状に適合しているかの観点から常に注意を払うことが重要である。 | 規程の改正や業務運営の見直し等の機会をとらえ、内部統制上、形骸化したものがあれば適宜見直しを図る。 |

# Ⅵ. 2.　人事に関する事項

2021年度 自己評価 A

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅵ. 2. | Ⅵ. 2. | | |
| 社会に対し科学・技術で新しい価値を提案できる組織を目指し、人材マネジメント及び労働環境の恒常的な改善を戦略的に推進する。 | 社会に対し科学・技術で新しい価値を提案できる組織を目指し、人材マネジメント及び労働環境の恒常的な改善を戦略的に推進する。 | － | － |
| 具体的には、高い専門性、技術力・研究力、人文・社会科学系の専門知識、リーダーシップを有する優秀かつ多様な人材の確保及び育成、事業状況に応じた人員配置、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇について、人材育成実施方針の維持・改訂及び人材育成委員会の運営等により、計画的・体系的に行う。 | 具体的には、高い専門性、技術力・研究力、人文・社会科学系の専門知識、リーダーシップを有する優秀かつ多様な人材の確保及び育成、事業状況に応じた人員配置、職員のモチベーションを高めるよう適切な評価・処遇について、人材育成実施方針の維持・改訂及び人材育成委員会の運営等により、計画的・体系的に行う。 | 人材の確保・育成、人員配置、評価処遇等を計画的・体系的に進めるため、第 4 期人材育成方針に基づき人材育成委員会において検討を進めるとともに、それに基づき実際の人事配置や評価、採用を行った。また、モチベーションサーベイを行うなど、PDCAを回した。 | 適切な人事配置や人材育成 |
| 特に、イノベーションの創出に資するべく、世界の第一線で活躍する極めて優秀な国内外の人材を登用するため、クロスアポイントメント制度の活用等を促進するとともに、民間事業者等の外部との相互の人材交流や登用を通じて、人材基盤の強化を図る。 | 特に、イノベーションの創出に資するべく、世界の第一線で活躍する極めて優秀な国内外の人材を登用するため、クロスアポイントメント制度の活用等を促進するとともに、民間事業者等の外部との相互の人材交流や登用を通じて、人材基盤の強化を図る。 | クロスアポイントメント制度により外部組織の職員を合計27 名受入れ、また機構職員を4 名出向させるなど、外部専門家の登用や民間事業者等との人材交流を通じて、JAXA内外の優秀な人材の連携を促進した。 | 民間事業者等との外部連携による人材交流や人材連携によるイノベーションを創出できる人材の育成。 |
| また、政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的実施機関として、産業・科学技術人材基盤の強化に資するため、兼業、出向等制度を活用した人材流動性の向上及び経験者採用の拡充等による多様な人材の宇宙分野への取り込みを進める。 | また、政府全体の宇宙開発利用を技術で支える中核的実施機関として、産業・科学技術人材基盤の強化に資するため、兼業、出向等制度を活用した人材流動性の向上及び経験者採用の拡充等による多様な人材の宇宙分野への取り込みを進める。 | 兼業、出向制度により、多様な経験機会の獲得に努めるなど、人材流動性向上の他、通年での経験者採用による多様な人材の取り込みを進めた。 | 多様な人材の取り込みによる業務の着実な実施 |

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
| --- | --- | --- | --- |
| さらに、ワークライフ変革を進め、健康で活き活きと働ける職場環境を整え、職員一人ひとりの多様かつ生産性の高い働き方を推進する。 | さらに、ワークライフ変革を進め、健康で活き活きと働ける職場環境を整え、職員一人ひとりの多様かつ生産性の高い働き方を推進する。 | 新型コロナウイルス対応の中で「新しい働き方（その１）」として、フレックス制度及びテレワーク制度の見直し・拡充を行い、多様なライフスタイルの中で成果を発揮するよう就業環境を整備した。<br>業務の性格上テレワークが出来ない部署を除き、すべての職員・パートナーが利用できる体制を整えた結果、緊急事態宣言下（BCP発動中）では概ね2割程度、解除後は平均5割程度の出勤率を維持し、コロナ禍 においても業務の質や効率を大きく落とすことなく、職員の安全やWLBを可能としている。<br>また、様々なライフスタイルに対応するための働き方の選択肢の一つとし、地域限定職員の制度の運用を開始した。<br><br>次年度からの適用に向け、「新しい働き方（その２）」として、テレワーク勤務拡大に合わせて通勤手当の見直し（実費化）、テレワーク手当の新設等の準備を整えた。<br><br>2019年度に改正労働基準法が施行され、職員の年休5日取得が義務化されたが、機構においては5日の取得義務を達成した。<br><br>働きやすい環境作りにおいて、ハラスメント・フリーな職場環境の構築等を目的に「ハラスメント防止規程」を制定し、活動を開始した。<br><br>コロナ禍でも健康で活き活きと働ける職場環境という観点から、個人だけではなく組織的に職員の健康に関する取組として、健康増進を経営基盤とする「健康経営方針」を制定し、年間を通し各種キャンペーンや研修などを取り入れて、新しい生活様式の中で組織で連携し職員一人一人の健康管理に対する意識改革を上げることにより、職場の活性化に繋げた。<br>新型コロナ対応マニュアル等を適宜改訂し、職員への適切な支援を行った。<br>職域ワクチン接種に関して、積極的に計画し実施した。<br>また、コロナ禍においても電話やオンライン面談なども活用し、各種事案の対応を行った。 | 新しい働き方の全社的な議論を経て、JAXAとしての方針が決定され、「就業規則」等の規程類を改正し、「新しい働き方（その1）」が開始された。これにより、より自由度の高い働き方を実現し、業務の実施形態の効率化、育児休業職員の早期復帰、育児・介護との両立が実現され、職員の働き方の幅を広げることができた。<br><br>計画に基づく着実な実施<br><br>職員が快適な環境で働けるようハラスメント・フリーを目指した取組の実施<br><br>コロナ禍の職員の安全・健康面において各部署と連携し、組織的な支援及び協力のもと、職員へのフォローを適切に実施され、メンタル面も含めた職場環境の向上を図ることができた。 |

| 主な評価軸（評価の視点）、指標等 | |
|---|---|
| ＜評価の視点＞<br>・社会を科学・技術で先導し新たな価値を創造する組織を目指し、取組が進められているか。<br>・労働環境の維持・向上及びダイバーシティ推進に資する取組が進められているか。 | ＜関連する指標＞<br>・人事に関する計画の策定及び進捗状況<br>・民間事業者等との人材交流を含めた人員配置、人材育成等の状況<br>・多様な働き方と労働環境の状況<br>・多様な人材の活躍推進状況 |

# Ⅵ．２．人事に関する事項

**2021年度 自己評価 A**

**【評定理由・根拠】**

**社会に対して新しい価値を提案できる組織となるために、①優秀かつ多様な人材の確保・育成・活躍を進めるための人材交流や人材基盤の強化、②職員一人一人が多様かつ柔軟な働き方を選択できる新しい働き方、③組織の基礎となる「ひと」が、心身ともに健全に働くことのできる健康経営、の３つの柱にかかる活動を開始し、職員の専門能力をベースとした新しい制度を構築するとともに、新しい働き方の実現性を示し、一人一人の職員に寄り添った対応、安心して働ける職場環境を維持し、年度計画で設定した業務計画以上の成果を示すことができた。　特に、「新しい働き方」については、コロナ禍という困難な状況における働き方の経験をもとに、この状況をむしろ逆手に取り、積極的かつ前向きに改革に生かしたもので、先進的な民間企業の勤務制度とも遜色ないレベルまで働き方改革を一気に加速させた。**

主な業務実績・成果は以下のとおり。

**（１）高い専門能力を有する多様な人材の確保及び人的リソース不足への対応、民間事業者等との相互の人材交流による新しい価値の創出**

①深刻な人的リソース不足を補い、高い専門能力を有する人材を確保するため、**受託費等の非経常収入も新たな原資として一般職プロパー職員（経験者）の通年採用を継続**することで高い専門能力を有する人材を確保した。

②専門能力を有する人材が、就業規則等で定める転任義務を気にせず業務に取り組むことができるよう、希望する者が一定条件のもと、**勤務地を限定して業務に従事できる制度の運用を開始した。**

③２つの組織に同時に雇用されつつ、それぞれの組織の業務に従事するクロスアポイントメント制度、及び一定期間100%相手方組織の業務に従事する出向等の制度を活用し、産業界をはじめとした関係機関、大学等との人材交流を促進し、新しい価値を創出できる人材基盤の強化を図った。

※ クロスアポイントメントとして、新たに 3名（大学1 名、民間2名）を受け入れ、新たに 1名のJAXA職員が外部組織（民間1名）に派遣した。（前年度からの継続を含め2021年度は合計27名受入（大学15名、民間10名、一般財団法人 1名、大学共同利用機関法人 1名）、4 名外部受入れ（大学 2名、民間 2名）を実現している。）出向等として、外部の人材（628名（産業界から325 名、大学及び国等から277名、ポスドク研究員として26 名））を受け入れ、JAXAから外部組織へ44 名（省庁39名、産業界 4名、国際機関 1名）を派遣した。

④職員一人ひとりの仕事に対するモチベーションを維持・向上するとともに、今後の人事施策に反映させるのためモチベーションサーベイ(アンケートをリッカート尺度に基づく5段階評価で実施し、得られた回答の平均値をスコアとしている)を実施しているが、**これまでの施策の効果により、仕事に対するモチベーション（総合満足度）が、昨年度の判定「B＋」(3.50～3.75ポイント)から今年度は「A」(3.75～4.25ポイント)判定となり、前年度比0.14(3.66⇒3.80)ポイント上昇した。**

【評定理由・根拠（続き）】

⑤人的リソースをより創造的かつチャレンジングな業務にシフトすることを目指して、内部管理業務の再構築を実施中。JBSC（※1）による社内ユーザの拡大とサービスメニューの拡大を継続するとともに、筑波宇宙センターにおける総務系業務の一括アウトソーシング化を2021年度当初から開始。並行して、若手・中堅職員を主体に、創造的でチャレンジグな業務をJAXAの役割シフトに応じて再定義するための調査・検討活動を実施した。
※1 JBSC (JAXA Business Support Center；庶務事務等を一元化処理するシェアードサービス組織）

⑥職員のモチベーションを上げる施策として、専門能力を基軸とするキャリアパスを明確にするため、**組織長基幹職と特定基幹職の職制を管理機能職と専門機能職に整理する**とともに、**管理職としての能力 を評価する仕組みを次年度から適用するよう準備を整えた。**

⑦事務系職員についても、詳細な専門能力の定義を行い各専門能力を高めるとともに、「資金系」「総務・人事系」の分類において当該分類内での横断的な知見・経験を蓄積することにより、**プロフェッショナルとして活躍できるよう、人事制度を見直した。**

（２）「新しい働き方」による多様で柔軟な働き方の実現とより安心して働ける職場環境の維持、ワーク・ライフ・バランスの促進

①職員が個々の事情に応じ、多様で柔軟な働き方を選択できる環境を整えることで、成長と分配の好循環を構築し、職員一人ひとりが、これまで以上に、より能力を発揮し、新しい発想で業務に取り組めるよう、**職員が活躍できる環境及び働きやすい環境作りである「新しい働き方」を開始した。今年度は「新しい働き方（その１）」として**、「テレワーク」「フレックス」等の制度を見直し・拡充し、一部の部署を除き全社的に、**テレワーク勤務の場所と回数の制限撤廃、スーパーフレックスの適用、一斉休憩の廃止、勤務の中断を可能とし、「時間」と「場所」の制約が少ない、多様なライフスタイルの中で成果を発揮する就業環境を整備した。**これにより、**緊急事態宣言下（BCP発動中）は概ね2割程度、緊急事態宣言解除後も平均５割程度の出勤率を引き続き維持**し、新型コロナウイルス感染症への対応を含め、業務への支障を来すことなく遂行でき、成果を上げている。また、さらに働き方改革を進めるために、**次年度からの適用に向け、「新しい働き方（その２）」として**、テレワーク勤務拡大に合わせて通勤手当の見直し（実費化）、テレワーク手当の**新設等の準備（規程類の改正）を完了**した。**こうした「時間」・「場所」制約を可能な限り少なくしたJAXAの「新しい働き方」は、コロナ禍という困難な状況での経験を積極的に生かしたもので、先進的な民間企業の勤務制度と比較しても遜色ないレベルまで働き方改革を一気に加速し、多くの政府系法人や科学技術関連法人の中で最も進んだ内容となっている（10月の導入以降、９機関から制度に関する問合せあり）。 こうした制約の少ない勤務制度により、職員一人一人が、出産・育児、介護、難病治療の通院、リカレント教育などとの自己啓発、企業などの兼業と、それぞれの業務との両立を図り成果創出につながることが可能となった。すでに、育児休業からの復帰を早める例や、介護休職をせずに業務が継続できたという職員からの声が上がってきている。**

【評定理由・根拠（続き）】

②ハラスメント事案への適切な対応とハラスメント・フリーな職場環境の構築を目的に「役職員等の責務」「相談窓口・相談員の改善強化」「ハラスメント委員会の設置」等を明確にしたハラスメント防止規程を制定し、相談員の任命を行い体制を整え活動を開始した。新体制開始前の半年間で８件だった相談件数が、10月以降2月までの間に23件と相談件数が増えたが、これは相談窓口が明確化してわかりやすくなり、また、ハラスメント委員会設置により相談のプロセスが明確化され、より相談しやすくなったためで、組織内に埋もれて見えてこなかったハラスメント事案の顕在化をすることができ、より安全・安心な職場づくりに取り組みやすい環境を構築することができた。

③女性活躍推進法に基づく一般事業主行動計画の取り組みの一環として女性のリーダーシップ・パイプラインの構築に関し、現状の分析を行った。さらには無意識バイアスの除去に向けた意識改革の施策として、階層別に役員、二次考課者、女性管理職候補者及び全職員を対象とした「アイコンシャスバイアス研修」を実施した。

（３）組織の根幹をなす「ひと」を生かす健康経営の実施

①2021年度は、より安心して働ける職場環境の維持に向け、コロナ禍での職員の健康に関する取組みとして、健康増進を経営基盤とする「健康経営方針」を制定し、その方針に基づき職員が活き活きと活躍できる快適な職場を目指す健康企画「 fit motto project 」（職場でのストレッチ、ラジオ体操など）の実施（職場単位での取り組みに変更し、592名が参加）や、所属長による職場環境改善の計画・取り組みの把握（計画作成を課題のある部署から全社へ展開）、女性の健康サポート講座（男性も参加可）のライブ配信研修、JAXA独自の「こころのキャンペーン月間」や「健康コラム」の月1回配信によるテレワーク時の健康に関する情報提供など、個人だけではなく、組織的に職員の心身の健康増進に取り組むことを重点化し、職場環境改善を促進し、新しい生活様式の中で職場の活性化に繋げるとともに、新型コロナ対応マニュアル等を適宜改訂し、感染症予防・罹患後の復帰支援を行った。

また、職域ワクチン接種に関しては、職域接種に積極的に取り組み、JAXA職員のみならず近隣の研究機関等にも組織的に声掛けを行い、当該機関等の職員やご家族へも呼びかけ、筑波地区および三鷹地区で各2回実施し、延べ2,545名に対応した。なお、近隣の研究機関等にワクチン職域接種実施機会を拡大したことについて、当該機関等より感謝の言葉と理事長宛の感謝状をいただいた。

②コロナ禍での生活が続く中、新しい働き方を一気に進めている一方、笑顔のある職場づくり、職員の精神的な負担を軽減することに努めており、休養者の分析・相談、感染症からの復帰支援を行い、1ヶ月以上のメンタル不調の休養数は、2021年度は26件と昨年と同様であり、増加することなく現状を維持し、復職プログラムを用いて、計画的・組織的に取り組んだ。結果、長期（６か月以上）休職者をゼロにすることができた。

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

# 社会に対して新しい価値を提案できる組織
# ＝「ひと」を生かせる職場環境

職員の専門能力をベースとした新しい制度を構築するとともに、
新しい働き方の実現性を示し、
一人一人の職員に寄り添った対応、安心して働ける職場環境を維持



優秀かつ多様な人材の確保・育成・活躍を進めるための人材交流や人材基盤の強化

## 高い専門能力を有する多様な人材の確保

民間をはじめとする国内外の人材との交流による提案力の強化
技術の継続的な維持を図るための人材基盤の強化（人材流動性）

職員一人一人が多様かつ柔軟な働き方を選択できる新しい働き方



## 『 新しい働き方 』の定着

**テレワーク**
- 回数・場所の制限緩和
- 一斉休憩の廃止
- 勤務の分割・中断が可能





**スーパーフレックス**
- 「自分らしさ」のある仕事の仕方
- 家庭と仕事の両立
- 多様性の追求
- 個人の事情に合わせた働き方の選択





組織の基礎となる「ひと」が、心身ともに健全に働くことのできる健康経営



## 『 健康経営方針 』の制定

活き活きと活躍できる快適な職場を目指す健康企画「 fit motto project 」（職場でのストレッチ、ラジオ体操など）の実施






近隣の研究機関等にワクチン職域接種実施機会を拡大




科学・技術で新しい価値を提案できる組織を目指し、人材マネジメント及び労働環境の恒常的な改善を戦略的に推進

いきいき働ける職場環境、ポスト・コロナの新しい形
業務効率の向上、安心して働ける職場環境
笑顔と感謝のある職場
⇒ 個々人のライフスタイルに合った働き方を可能に！
ex) 育休からの復帰、長期休職者ゼロ



# 補足２：一人一人が働きやすい職場と人材基盤の強化

## 施策の背景（求められている実現すべき課題）

・社会への価値提案型組織を目指した、優秀かつ多様な人材の確保・育成・活躍の実現
・民間をはじめとする国内外の人材との交流による提案力の強化、技術の継続的な維持を図るための人材基盤の強化（人材流動性）
・コロナ禍を契機とした新しい働き方の実現性と一人一人の職員に寄り添った対応、職場環境を構築

## 得られたアウトプット：コロナ禍においてもチャレンジできる環境の構築

コロナ禍を契機に、これまでとは違った働き方が求められる一方、従来の人材育成の質を保ちつつ、職員がこれまで以上にパフォーマンス良く仕事にチャレンジできるよう、テレワーク環境を含め、迅速に新たな働き方を提案・実施、加えて新たな制度を提案することで、従前と変わらずに仕事をできる環境を提供した。また、一人一人の職員に寄り添い健康管理を行うことで、安心して働ける職場環境を提供した。

・テレワーク及びスーパーフレックスの制度運用を開始し、新しい働き方ができる環境を職員に提供
・職員がチャレンジできる兼業制度：2021年度の兼業申請数は、329件（3/15現在）。
・クロスアポイントメントの充実：新たに3名の外部専門家受け入れ、新たに1 名のJAXA職員の派遣（27名受入、4名派遣）
・出向等を通した外部との交流（628名を受け入れ、44 名を派遣）
・安心して働ける職場環境：コロナ禍にも関わらず、職員を積極的にケアすることを所属長とも連携・協力しながら継続しており、1か月以上のメンタル不調の休養数が2021年度は26件で増加せず維持。

## 得られたアウトカム：新しい働き方のもと職員の意識変革と業界全体の人材基盤強化

・新たに提案した新しい働き方と職員が多様な経験機会を得ることで、ニーズの多様化に対応した技術力・提案力及びチャレンジ精神がさらに強化され、JAXA事業に対して職員の意識向上に貢献した。

・コロナへの対応を含め5-8割のテレワークを実現させ、メンタル不調者を増加させることなく、安心して働ける職場環境を維持した。

・クロスアポイントメントや出向などを通し、新たなビジネスを創出している民間事業者等との相互の人材交流及び宇宙航空業界全体での人材基盤の強化を実現した。

## 他機関との連携

宇宙航空業界全体における人材確保・育成のために、関係機関・大学・民間企業等との連携を実施

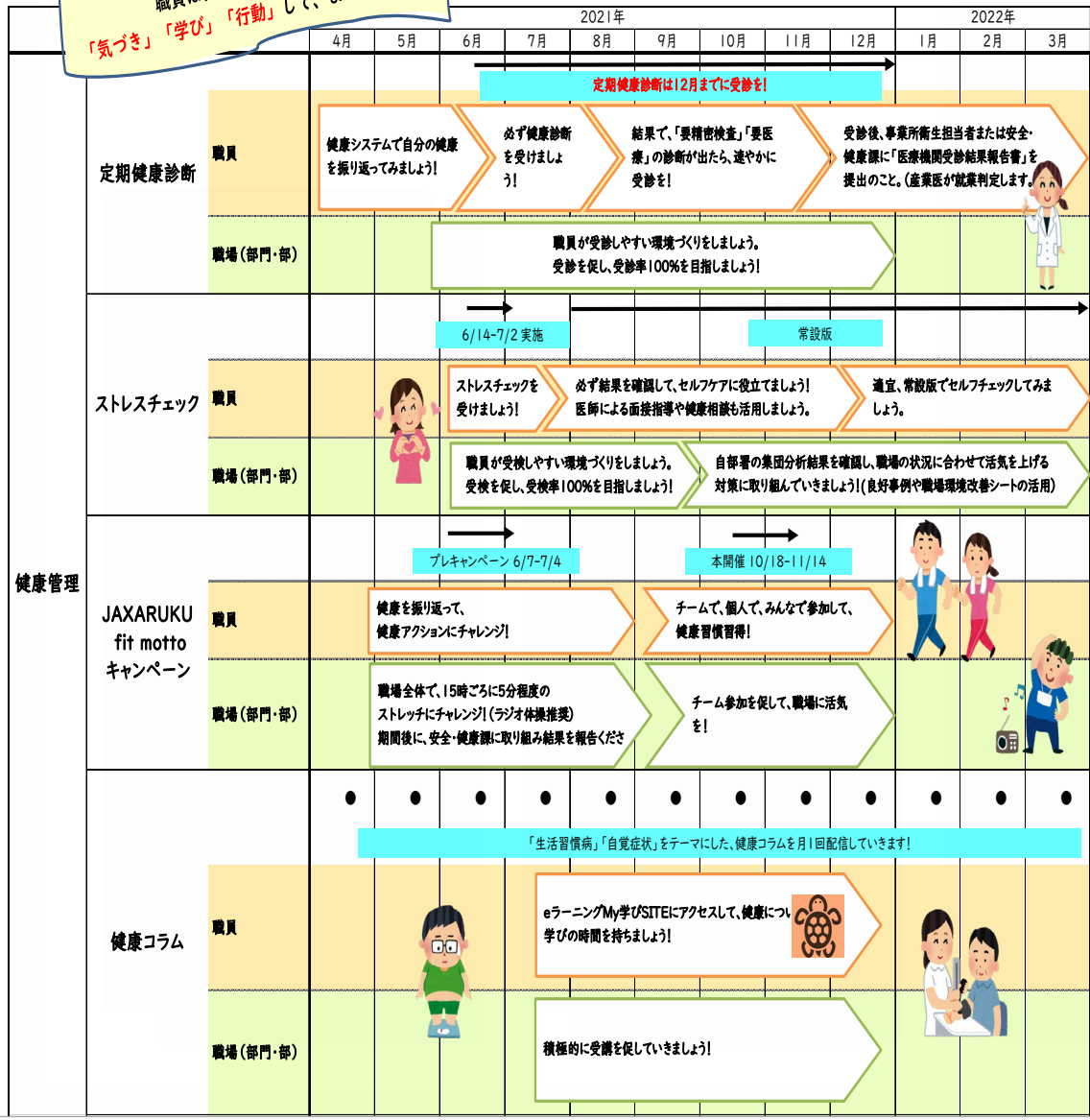
## 期待されるアウトカム

多種多様かつ高度な専門性を有する人材確保・育成を通して、JAXA内での成果創出に貢献及び宇宙航空業界全体の基盤強化・市場の拡大に貢献

# 2021年度　fit motto project みんなの取り組み結果

職員は、自分の健康課題に
「気づき」「学び」「行動」して、より健康に！

JAXA全体で、BMIを正常化し、高脂血症を改善！
活気を上げて、抑うつ感を減らしていきましょう！




## 取組結果

**定期健康診断**

▶コロナ禍であっても、病気の早期発見・治療につなげるため、積極的に二次健診の受診勧奨を行った。

**ストレスチェック**

▶ストレスチェック回答率：88.0%（過去最高）。
▶心身のストレス反応として、「活気」は微増、「抑うつ感」は微減（健康経営評価指標）。
全体的に職場状況はやや改善している。
▶職場環境改善を実施し、全所属長に結果説明を行った。
ほぼ全部署が改善計画を立案し、各職場で取り組んだ。
合わせて、高ストレス者以外の特定階層を抽出し、個別面談も実施した。

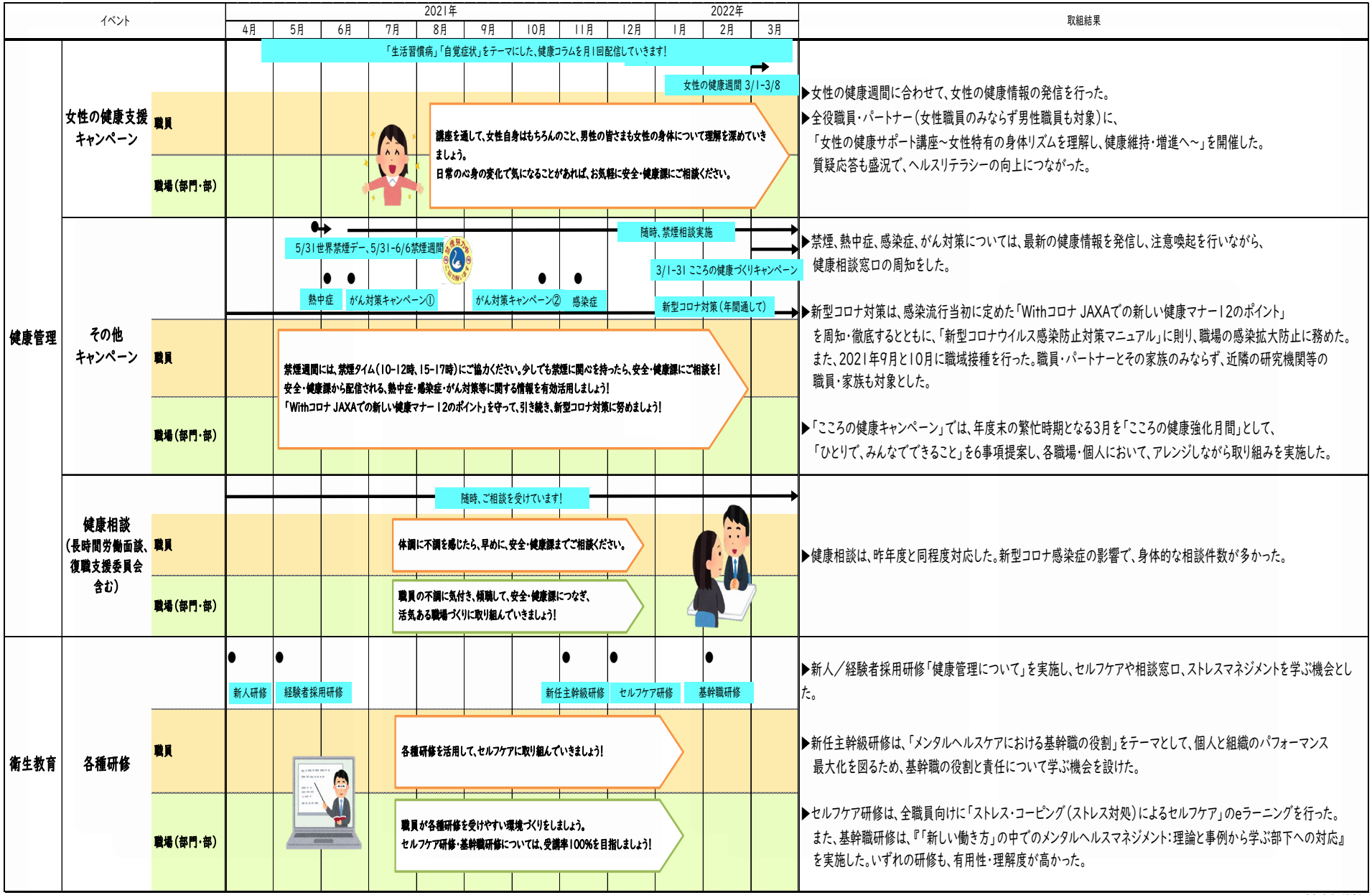
**JAXARUKU fit motto キャンペーン**

▶プレキャンペーンでは、「職場でストレッチ（ラジオ体操推奨）」を企画し、各職場で取り組んだ。
テレワーク環境下における職場活性につながった。
▶本開催では、592名（過去最多）の参加があった（68チーム555人、個人37人）。
チーム参加の平均歩数および個人参加の平均健康アクション得点は、昨年より増加した。
ラジオ体操に取り組んだチームは、昨年度の倍になった（43チーム）。

**健康コラム**

▶全役職員・パートナー向けに、毎月1回健康コラムを配信した（eラーニング形式）。
#1「JAXAの健診結果をのぞいてみよう」
#2「脂質異常症～あなたの血液ドロドロ?サラサラ?」
#3「肥満～肥満は万病のもと!」
#4「ウォーキングで生活習慣病予防!」
#5「高血圧～高血圧はサイレントキラー!」
#6「肝機能異常～肝臓は大事にしないといカンゾウ!」
#7「デジタル時代の目のケア」
#8「あなたの下痢や便秘は、過敏性症候群かもしれません!」
#9「頭痛のタネを明かしましょう」
#10「自粛痛にご注意を!～自粛生活による肩こり、腰痛を予防しましょう!」

# 評定理由・根拠（補足3_2）




人事部安全・健康課

## 評定理由・根拠（補足4）

### 補足4：コロナ禍において迅速に対応した各種施策 →「新しい働き方」への提案に発展

| No. | 項目 | 内容 |
|---|---|---|
| 1 | 人事育成 | プロフェッショナル活躍に向けた基幹職制度の見直し |
| 2 | 人材育成 | 定年延長に向けた制度見直し及びシニア層職員の活用の検討 |
| 3 | 人材育成 | 事務系職員の専門分野定義及びモデルキャリアの見直し |
| 4 | 人材育成 | 人材育成環境の向上を目指し、宇宙航空プロジェクト研究員規則等の改正 |
| 5 | 内部管理業務 | 創造的でチャレンジング業務の再構築について、機能・業務の再定義及びリソースシフトの方針案のとりまとめ・体制整備 |
| 6 | 人事制度 | モチベーションサーベイを実施し、調査を分析、今後の人事施策に反映 |
| 7 | 人材確保 | 様々なライフスタイルに対応するための働き方の選択肢の一つとして、一定条件下のもと、勤務地を限定して従事できる制度を整備し開始 |
| 8 | 人員拡大策 | 受託経費による経験者採用及び人件費増の調整 |
| 9 | テレワーク | テレワーク勤務の回数・場所の制限を緩和し、業務の性格上テレワークが出来ない部署を除き、すべての職員・パートナーが利用できる体制を整備 |
| 10 | テレワーク | 昼一斉休憩の廃止と休憩時間の分割取得が可能 |
| 11 | テレワーク | 1日の勤務時間を複数に分割し、私用等による勤務の中断も可能 |
| 12 | テレワーク | ほぼオンライン会議へ移行 |
| 13 | テレワーク | 出勤・出張と組み合わせた時間単位で取得できるテレワークを規程化 |
| 14 | フレックス | 従来あったコアタイムと1日の最低労働時間の制限の廃止（スーパーフレックスの拡大） |
| 15 | ハラスメント対応 | 網羅的に機構のハラスメント対策に関する事項を定めた「ハラスメント防止規程」の制定・活動開始 |
| 16 | 休暇 | 年休5日の取得義務の達成 |
| 17 | 兼業 | 原則禁止制を廃止して業務時間外での現況を届出で可能とする施策を施行し、職員がチャレンジしやすい環境を整備 |
| 18 | 新型コロナ対応 | 職域ワクチン接種の計画・実施（2会場で各2回実施） |
| 19 | 新型コロナ対応 | 新型コロナ対応マニュアルの見直し・改訂 |
| 20 | 新型コロナ対応 | 罹患者の職場復帰支援 |

| No. | 項目 | 内容 |
|---|---|---|
| 21 | 健康増進 | 全社的に健康増進を経営基盤とし「健康経営方針」を制定 |
| 22 | 健康増進 | 健康増進キャンペーン（JAXARUKU hit motto）の実施 |
| 23 | 健康情報 | 熱中症対策、がん対策、こころのキャンペーンなどのリーフレット配布 |
| 24 | 健康情報 | 健康コラムの月1回配信 |
| 25 | 健康研修 | セルフケア研修「ストレス・コーピング（ストレス対象）によるセルフケア」を開催 |
| 26 | 健康研修 | 基幹職研修 「新し働き方」の中でのメンタルヘルスマネジメント：理論と事例から学ぶ部下への対応」を開催 |
| 27 | 健康研修 | 女性の健康管理研修 「女性の健康サポート講座」を開催（男性職員も参加可能） |
| 28 | 職場改善 | 職場の環境改善を目的としたストレスチェック調査 |
| 29 | 職場改善 | 所属長による職場改善の計画・取り組み、ストレスチェックへの反映 |
| 30 | 働き方改革の次年度の準備 | 通勤手当の実費化 |
| 31 | | 実費化に伴い、月途中の採用・異動・復職等についても、当該月から実費支給 |
| 32 | | テレワーク手当の創設 |
| 33 | 意識改革 | （ＷＬ室関係）<br>経営層をはじめ全役職員を対象とした「アンコンシャスバイアス研修」を実施 |
| 34 | | |

| 2021年度 自己評価において抽出した抱負・課題 | 対応方針 |
| --- | --- |
| 業界全体の絶対的な人員不足への対応 | 民間企業等との協力により人材流動性を高め、他業種からの人員流入の促進や適材適所の配置を実施するとともに、通年での経験者採用による多様な人材の取組を継続する。<br>また、JAXAにおける人件費確保のために適切な予算額を強く要求するとともに、その他の方策について引き続き検討する。 |

# Ⅵ. 3.　中長期目標期間を超える債務負担

2021年度 自己評価　－

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅵ. 3 | － | | |
| 中長期目標期間を超える債務負担については、研究開発に係る当該業務の期間が中長期目標期間を超えることに合理性があり、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し、法人の長が妥当と判断するものについて行う。 | 中長期目標期間を超える債務負担については、研究開発に係る当該業務の期間が中長期目標期間を超えることに合理性があり、当該債務負担行為の必要性及び資金計画への影響を勘案し、法人の長が妥当と判断するものについて行う。 | ロケット・衛星に代表されるようにJAXAの研究開発に係る業務において、次期においても主務大臣により中長期目標として認められる可能性が高い事業に限定した上で、その目標の達成のために、今中長期期間から継続して調達が必要であると法人の長が判断したものに対して、中長期目標期間を超える債務負担を行っている。 | － |

（注記）本項目は、中長期計画に基づき実績を示すものであり、評価対象外。

# Ⅵ. 4. 積立金の使途

2021年度 自己評価 －

| 中長期計画 | 年度計画 | 実績 | アウトカム |
|---|---|---|---|
| Ⅵ. 4 | － | | |
| 前中期目標期間中の最終年度における積立金残高のうち、主務大臣の承認を受けた金額については、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法に定める業務の財源に充てる。 | 前中期目標期間中の最終年度における積立金残高のうち、主務大臣の承認を受けた金額については、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法に定める業務の財源に充てる。 | 第3期中期目標期間中の最終年度における積立金はない。 | － |

（注記）本項目は、中長期計画に基づき実績を示すものであり、評価対象外。

## 2020年度業務実績評価において指摘された課題と改善内容

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| （総合評定） | ○法人の業務実績等報告書は、プロセス・アウトプット・アウトカムの相違が整理して記述されており、昨年よりも評価のポイントが理解しやすくなった。引き続き評価方法の精度向上を図るため業務実績報告書の記載ぶりの改善を図り、個別単体のトピックの羅列ではなく、項目全体の目標達成状況が見えやすい資料とすべきである。 | ご指摘に伴い、JAXA部会がアウトカム・アウトプット評価基準を改訂されており、それに沿って弊機構も評価資料を作成した。 |
| （総合評定） | ○業務実績に関する正当で適切な評価の仕組みを構築することは、JAXAの業務実績について適切な国民の理解を得ることにより、JAXAのインセンティブを引き出すことに繋がる。アウトカムについては、産業界の動きや社会情勢によって左右されるものであるが、これをJAXAの業務実績としてどう評価するか等、評価の仕組みについては検討すべき課題があり、引き続き改善を図っていく必要がある。 | ご指摘に伴い、JAXA部会がアウトカム・アウトプット評価基準を改訂されており、それに沿って弊機構も評価資料を作成した。 |
| （総合評定） | ○JAXAは、多くの企業・機関と共同開発等に取り組んでおり、優れた成果を発揮しているが、JAXAと協力先との役割分担の記載が不明な場合が多く、JAXAの貢献度を評価しにくい面がある。JAXAが限られたリソースで最大の成果を発揮していることが理解できるよう、業務実績等報告書には、役割分担とリソース等を明示すべきである。 | ご指摘に伴い、JAXA部会がアウトカム・アウトプット評価基準を改訂されており、それに沿って弊機構も評価資料を作成した。 |
| （総合評定） | ○JAXA業務実績評価については、現場負担を軽減し、JAXAの各研究者等が研究開発に専念できる環境を作る必要があることも念頭に、事務作業の合理化を含め、評価方法の更なる改善を図っていく必要がある。 | JAXA業務実績評価について、効率化のため作成資料のひな型に例文を入れる等、工夫をしています。<br>他方で、評価基準が毎年変わるため、現場の負担はまだ少なくない状況ではあるものの、評価基準が落ち着いた段階で、引き続き更なる改善を図っていきたい。 |
| （総合評定） | ○単年度の個別単体トピックスの列記ではなく、中長期を見越したロードマップとその中での年度目標/KPIの明確化、それと対比する形での当該項目全体としての進捗評価を、ポイントを絞って客観的に行うべきである。業務実績等報告書については、端的でかつ的確に全体の達成度が見える報告となるよう、更に務められたい。 | 令和3年度計画において、可能な範囲で更に指標を詳細化しております。プロジェクトについては、サクセスクライテリア等を用いて客観的な進捗評価を行います。また、ヒアリングの際に項目全体としての計画を説明したうえで、ポイントを説明する等の指標と達成度、成果がより見えるよう工夫する予定。 |
| （総合評定） | ○KPI等の明確な評価指標の設定に御尽力いただきたい。複数年度での評価指標については、計画当初において評価の観点を明示する等、成果を明確にすることも今後引き続き、課題とされたい。 | 令和3年度計画において、可能な範囲で更に指標を詳細化しております。プロジェクトについては、サクセスクライテリア等を用いて客観的な進捗評価を行います。また、ヒアリングの際に項目全体としての計画を説明したうえで、ポイントを説明する等の指標と達成度、成果がより見えるよう工夫する予定。 |
| （総合評定） | ○自己評価Sが続いている分野については、評価の仕方等を見直す必要がある。指標にしやすい項目のみならず、新たな価値創出についても課題に設定されることを検討されたい。 | 評価基準等に則り、適切な評価を行っていく。 |
| （総合評定） | ○今般、自己評価書が従来に比べ、評価が容易な様式や記述になったことは高く評価。しかし、アウトカムの記載について、期待されるアウトカム及び得られたアウトカムが評価項目毎に記載内容のばらつきがあるため、整理して記載すべきである。このことにより、更に評価が容易になる、かつ、JAXA内でも管理・評価が容易になると思われる。 | ご指摘に伴い、JAXA部会がアウトカム・アウトプット評価基準を改訂されており、それに沿って弊機構も評価資料を作成した。 |
| （総合評定） | ○産業振興の側面での成果が求められる衛星測位、衛星リモートセンシング、衛星通信、宇宙輸送システム等の項目においては、創出が予定されている事業規模や海外と比較したコスト競争力など、より金額面でのアウトカムKPIを重視した評価が必要である。また、金銭換算が困難な社会貢献の側面においても、年度計画に対する達成度、前年度（これまで）からの進捗度合い、世界と比較した成果レベルなどといった観点での客観的評価に努める必要がある。 | 金額面でのKPIも含め、可能な限り客観的な根拠に即した評価に努める。 |
| （総合評定） | ○実績報告は個別の実績は大変よく理解できるものであるが、法人全体を総括する評価としては不十分な面がある。学習・成長、業務プロセス、顧客（研究法人の場合は国民）、財務の観点で、総括的な評価を今後期待したい。 | 個別の実績にとどまらず、ご指摘の全体運営面についても冒頭の総括において網羅した総括的な記述を含める。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| （総合評定） | ○JAXAには従来までの科学技術の成果の追求という科学的なミッションに加えて、近年は国益に密接に結び付く戦略的なミッションの比重が増大しており、今後もその重要性は増していくと想定される。ミッション拡大への対応には、組織に新たなリソースやスキルが求められるとともに、マネジメントやガバナンスの一段の高度化、戦略的な事業推進が必要である。 | 従来までの科学技術の成果の追求という科学的なミッションに加えて、近年は出資業務の追加や国益に密接に結び付く政府受託業務の増加など国立研究開発法人としてのJAXAの役割が拡大していると認識しております。最大の課題はミッション拡大に対応する人員の不足ですが、DXの推進等による業務効率化や働き方改革も行いつつ、事業を確実に実施していく必要があると認識している。<br>戦略的かつ柔軟な事業の実施に際しては、JAXA全体の研究戦略を検討し、将来を見据えたリソース配分を実施しておりますが、人員増加の必要性も訴えつつ、環境変化により柔軟に対応できるよう、ご指摘の点を踏まえ改善に努めて参る。 |
| （総合評定） | ○宇宙開発の推進につながる戦略的広報活動、長期視点での設備計画、人材整備・育成、全体としての財務/事業戦略などの面では、JAXA全体としての経営戦略を明確化し、それに沿った事業展開、短・中・長期のそれぞれの戦略に基づいて活動するとともに、ベンチマーキングを実施し、活動の継続的なアップデートを図ること等、を含め、社会がJAXAに求める事柄を早め早めに把握するとともに、それに向かって適切な計画立案とその遂行に努められるよう、JAXAは適切な組織能力の更新に更に務められたい。 | 社会がJAXAに求める事柄を早め早めに把握できるようにするとともに、それに向かって適切な計画立案とその遂行に務められるよう組織能力の向上に努めておりますところ、ご指摘を踏まえ引き続き検討を進めていく。 |
| （総合評定） | ○宇宙開発はともすると「夢と希望」で語られがちであるが、宇宙に興味を持たない方も含めた国民全体へのベネフィット還元と見える化を意識し、宇宙開発が社会や国民にとっての真のインフラとなるような事業推進を図って頂きたい。 | 宇宙開発が社会や国民にとっての真のインフラとなるよう、引き続き努力していく。 |
| （総合評定） | ○今後は、新型コロナウイルス感染症の影響が社会を大きく変容させ、宇宙開発や航空の分野に影響を与えることは確実。そこで、社会がJAXAに求める事柄を早め早めに把握できるようにするとともに、それに向かって適切な計画立案とその遂行に努めるための方策あるいは体制を検討いただきたい。 | 社会がJAXAに求める事柄を早め早めに把握できるようにするとともに、それに向かって適切な計画立案とその遂行に務められるよう組織能力の向上に努めておりますところ、ご指摘を踏まえ引き続き検討を進めていく。 |
| （総合評定） | ○カーボンニュートラルは21世紀最大の課題であるといっても過言ではない。JAXAにおける研究開発では航空技術部門でカーボンニュートラル関連のテーマに取り組んでいるが、JAXA全体としてカーボンニュートラルを横断型重要テーマとして取り組み、地球規模の社会課題解決への貢献を果たすべきである。 | JAXA全体の研究戦略を検討し、将来を見据えたリソース配分を実施しておりますが、環境変化により柔軟に対応できるよう、ご指摘の点を踏まえ改善に努めていく。<br>2021年度より、航空機・将来宇宙輸送機へ水素燃料を適用するための技術に関する研究について、研究開発部門、航空技術部門、および関連する企業と連携して、取組みを開始したところである。この取組みの中で、地球規模課題であるカーボンニュートラルにも貢献できるよう研究を推進していきたい。 |
| （総合評定） | ○新型コロナウイルス感染症によりさまざまな業務が滞る中、ほとんどそれを感じさせることなく、予定通りに活動を実施し、顕著な実績も残した、というのが全体像ではないかと考える。世界的にも賞賛に値する業務実績であったと考える。宇宙開発利用を行う国や非政府団体は増加の一途をたどり、市場動向の変化も早い。その変化にうまく対応するプロセスを作り上げ、実施しつつあるというのが現状ではないかと思う。政府との連携、官民連携、宇宙以外の分野との協力・連携なども試行錯誤を経て進み、MDAなどで良い成果を出していると思う。全体に良い成果が出た年であったと考える。 | 新興宇宙活動国の台頭や新たな宇宙活動に従事する活力ある民間団体の増加する中、JAXAも出資業務の追加や国益に密接に結び付く政府受託業務の増加など国立研究開発法人としての役割が拡大していると認識している。<br>JAXAの強みをより一層発揮すべく、ご指摘を踏まえ検討していく。 |
| （総合評定） | ○新興宇宙活動国の台頭や新たな宇宙活動に従事する活力ある民間団体の増加、宇宙資源の探査・開発に向けて国際社会が舵を切り、21世紀半ばの月・地球経済圏の構築に動き出していることなど、宇宙は新しい時代、新しい段階に入っている。急激な変化を機会として宇宙開発利用を進めるために、何を変えなければならないか、JAXAとしての強みを一層発揮するための方法など、見直しが必要な時期になったように思う。 | 新興宇宙活動国の台頭や新たな宇宙活動に従事する活力ある民間団体の増加する中、JAXAも出資業務の追加や国益に密接に結び付く政府受託業務の増加など国立研究開発法人としての役割が拡大していると認識している。<br>JAXAの強みをより一層発揮すべく、ご指摘を踏まえ検討していく。 |
| （総合評定） | ○研究開発を行った全ての技術において、その後の活用をフォローアップすることで、研究開発がどのように活用されるかを捉えることが可能となる。必ずしも短期間で商用化に結びつける必要はないが、社会実装に向けて、適切に計画・継続評価していくことを目指してほしい。また、近々の社会実装を目指すものは、性能を目指すだけでなく、コストやスケジュール等を下げることも当初から考慮に入れておく必要がある。 | 基幹ロケットに関しては、事業者と意見交換しつつ、国際競争力を有する基幹ロケットとして民需ミッションの需要動向変化に即応し、持続的に民需獲得機会を確保することを考えている。また、継続してベンチマークしながら国際競争力を念頭において事業を進めており、引き続きコスト面でも競争力強化を図っていく。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| （総合評定） | ○サービス調達、技術移転の拡大、必要部品の開発と提供、産業界への人材・知財の供給についての課題について、解決のための具体策の提示が求められる。例えば、人材については、衛星や衛星製造手法のデジタル化、衛星量産時代の到来を踏まえた人材育成、衛星データの解析・利用を担う人材をどのように確保するか、国の政策へのJAXAの貢献が求められる。また、低軌道コンステレーションの整備に対し、ALOSシリーズの計画をどう見直すか、低コスト化、防災ニーズ対応など、課題が山積している。 | ご指摘の点を踏まえ、各課題の検討及び改善に努める。 |
| （総合評定） | ○評価項目のほとんど全てに法的な対応が必要な場合が生じ得ると予想する。また、そのような通常の法律問題対応を超え、外国宇宙機関とのルール形成やルール解釈・適用における競争と協調のための法務、さらにより大きく国際場裏で日本のプレゼンスを向上させるためのルール形成のための法務もあり、外交・国際関係にも関係し得る。このように様々な法務をうまく連携する仕組みが必要ではないか。その一例がNASA型、ESA型ではないかと思う。 | JAXAの事業を取り巻く環境は年々変化しており、それに伴う法的対応も多様化している。ご指摘のとおり、事業を支える法的対応のほか、将来を見据えたルール形成や、これを通じた外交への寄与など、法務の貢献のあり方も多様化し、より戦略的な視点を持つ必要性の高まりも認識している。JAXAは独法の立場からどのような貢献ができるのか、長期的な視野で引き続き検討してまいりたい。 |
| （総合評定） | ○理事長のリーダーシップの下、防衛省、装備庁との連携を更に深めていただきたい。 | 2021年4月に新たに安全保障技術協力課を設置し、防衛装備庁との航空宇宙分野における研究協力に関する定期的な協議会を通じた連携の取り組みや、Ⅲ.3.4項に記載のとおり安全保障関係機関への技術的支援等を進めているところ。引き続き連携強化に努めていく。 |
| （総合評定） | ○研究開発自体の高い成果だけでなく、よりアウトカムを意識した研究開発活動が広く行われるようになってきたことは高く評価する。一方で、令和３年度からは出資業務も担うなど、今後もJAXAの活動領域は拡大していくと想定される。多数の民間企業が宇宙事業に加わり始めるなど、宇宙の産業構造が大きく変化している。一般管理費や人件費などの制約条件が限界近くまで達し、人的なリソースも厳しい状況を鑑み、持続的な研究開発活動を維持するため、競争的研究資金の獲得や増収施策を考えると共に、JAXAと民間等との役割を整理し、将来に向けた業務の模索が必要ではないか。改めてJAXAの活動の戦略についてグランドデザインしていただきたい。 | 新興宇宙活動国の台頭や新たな宇宙活動に従事する活力ある民間団体の増加する中、JAXAも出資業務の追加や国益に密接に結び付く政府受託業務の増加など国立研究開発法人としての役割が拡大していると認識。<br>また、2021年度は、経営課題の解決等に向けたリソースシフトなどを目的として、調達・財務の定型業務についてビジネス・プロセス・アウトソーシング（BPO）を運用開始している。<br>今後JAXAの強みをより一層発揮すべく、ご指摘を踏まえ検討していく。 |
| （総合評定） | ○「宇宙科学技術ロードマップ」に従い、JAXAは一般的に失敗確率が高い萌芽的な工学技術の研究を行うこととなっている。これまでと異なり多数の民間企業が宇宙事業に加わり始めている今、JAXAは新領域の萌芽的な研究を推進すべき。従来の衛星の打ち上げとは異なる、萌芽的な研究のための新たな評価指標をJAXA側から提示しても良いのではないか。 | 萌芽的な研究をJAXAが実施することは重要と考えており、公募型研究制度の活用等により、引き続き推進していく。 |
| （総合評定） | ○宇宙分野は、国際的に商業化とDXの進展が目覚ましく、重点領域が短期間で大きく変化するため、対応策として① 重点領域が変化した場合に、それに柔軟に対応して人員の配置や予算配分を変更するための仕組みの構築、② 技術的に、ある程度の成熟が達成された場合に、速やかに民間主体（商業的主体）に対して技術や知見を移転するとともに、それにより解放されるリソースを新たな領域に振り向けるための仕組みの構築について組織全体として検討する必要があるのではないか。 | 2018年頃から技術成熟度や市場動向も踏まえて可能な事業から民間主体へと移管を進めているところです（例：ISS利用、試験センター業務）。また、2021年度は、経営課題の解決等に向けたリソースシフトなどを目的として、調達・財務の定型業務についてビジネス・プロセス・アウトソーシング（BPO）を運用開始している。引き続き重点領域に柔軟に対応すべく所管官庁とも緊密に連携しながら、適切なリソース配分に努めていく。 |
| （総合評定） | ○今後、他国との研究開発競争が激しくなることが想定されるため、情報セキュリティに関するマネジメントを更に強化する必要がある。一方で、これまでの他機関との連携にかかる情報セキュリティの取組について、監査において他法人にも推奨されるような取組みがあったことを踏まえ、他法人にも展開していただきたい。 | 情報セキュリティに関するマネジメントはPDCAを回しながら強化を継続して実施していく。<br>国立研究開発法人の情報セキュリティタスクフォースや、担当者間勉強会を開催するなどにより、推奨事項等の取組みやシステム的な対策にかかる情報交換も継続して実施していく。 |
| （総合評定） | ○今回、ETS-9開発途中に大きな計画変更が速やかに実行されたことは特筆すべきことであり、他のプロジェクトでも有効な見直しがタイムリーにできるよう柔軟なプロジェクトマネジメントの仕組みを整えていただきたい。 | 急激な市場変化に伴い、プロジェクトのスコープ拡大やミッション要求の見直し等が必要と判断される場合には、開発途中であっても経営レベルでの審査を経て、計画変更を行っていく。現行のプロジェクトマネジメント規程においても、市場変化への柔軟な対応に基づく計画の見直しを行っているが、今後デジタル化の促進により、より審査の効率化・充実化を図っていきたい。<br>また、開発プロセスへのデジタル技術の適用により仕様変更への即応性の向上や、検証期間短縮などの効果が期待されるとともに、機能のソフトウェア化は軌道上での機能変更も可能とするなど、変化に対する対応力向上の観点で大きな可能性を持つ点を踏まえ、検討を進めていきたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| （総合評定） | ○職員の兼業について「許可制」から「届出制」に変更されたり、令和３年度には出資業務が追加されたりしているが、JAXAは安全保障にもかかわる組織であり、先端技術情報も保有していることから、内部統制の在り方や内部規律について検討する必要があるのではないか。 | 職員の兼業や出資業務の追加に伴い、情報管理や利益相反上の問題が生じるリスクを考慮に入れた仕組みやルールを整備している。<br>また、2022年度の内部統制においても、これらを組織のリスクとして識別しており、リスク管理の対応を行う。 |
| （総合評定） | ○関係府省との連携と共に、外部人材を入れるなど工夫をし、産業振興にかかるマネジメントは多様性を重視し、失敗してもやり直せる土壌や、仕組みの導入を推進される事に期待する。 | ご指摘を踏まえ改善に努めていく。 |
| （総合評定） | ○産業支援は調達だけでない。新たな市場を作るための枠組み作りからJAXAが参加し、調達の先にある運用まで見据えた取組が求められる。 | ご指摘を踏まえ改善に努めていく。 |
| 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 | ○H3の初打ち上げを成功させるとともに、開発理由に掲げた「コストダウン」を実現させるため更なる取組が必要。 | H3ロケット試験機1号機の打上げを確実に果たすべく、LE-9エンジンはしっかりと必要な対策を講じ、品質・信頼性の高いものに仕上げたい。H3ロケットのコストダウンに関しては、コスト目標を達成すべく引き続き取り組んでいく。 |
| 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 | ○2024年以降のISSの利用計画について、NASA、ESAなどとの現場での協力体験や、技術的知見、国際状況などを踏まえた提言を期待する。 | 「きぼう」の利用については、日米協力（JP-US-OP3）を含め「きぼう」の強みを活かし国際連携の下材料開発や生命科学の分野で知見を獲得してきており、2024年以降についても政府のISS延長議論に基づき中長期的視点も踏まえ対応していく。 |
| 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 | ○低軌道衛星通信ネットワークについて戦略的な検討を行うとともに、衛星通信分野への人的、物的なリソースの再配分が望まれる。 | 衛星通信については、5G／Beyond 5Gなど地上通信との連携含め、政府、民間事業者、研究開発機関等と協力しながら、対応していくことが重要である。国内外の動向なども踏まえつつ、適切なリソース配分に努める。 |
| 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 | ○産業振興の側面での成果が求められる準天頂衛星システム等、衛星リモートセンシング、宇宙輸送システム、衛星通信等の技術実証等では、創出事業/獲得市場規模（予定含む）やコスト競争力など、より金額面でのアウトカムKPIを重視した評価が必要である。 | 基幹ロケットに関しては、事業者と意見交換しつつ、国際競争力を有する基幹ロケットとして民需ミッションの需要動向変化に即応し、持続的に民需獲得機会を確保することを考えている。また、継続してベンチマークしながら国際競争力を念頭において事業を進めており、引き続きコスト面でも競争力強化を図っていく。 |
| 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 | ○社会貢献の面に関しても、金銭換算ができなくとも年度目標に対する達成度、前年度（これまで）からの進捗度合い、世界と比較した成果レベル評価、社会システムへの実装/具体貢献レベル評価など、外部視点での客観的評価に努める必要がある。 | 経済的なKPIを設定できない場合についても、可能な限り客観的な根拠に即した評価に努める |
| 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 | ○宇宙科学・探査、国際宇宙探査、ISS を含む地球低軌道活動では、科学的成果の啓発普及以外の面で、我が国の社会・国民（納税者の視点）に対してどのようなベネフィット/アウトカムを創出できているのかをKPIとした評価、ISSと並行して月ゲートウェイ構想が進展する中、資金計画も含めた中長期ロードマップと年度目標（KPI）の明確化、それに基づく客観的進捗評価が必要。 | 金額面でのKPIも含め、可能な限り客観的な根拠に即した評価に努める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○測位衛星は、国の安全保障、防災・減災、産業振興に不可欠な社会インフラである。自動運転等に必要な画期的な性能向上や新機能の追加による新たなサービスの創出など、シーズ提供をJAXAが行い、日本の測位衛星が国際社会、特にアジア地域において不可欠な社会インフラとなることを目指す取組を期待する。 | 測位衛星は社会に不可欠なインフラであるため、ご指摘も踏まえた取り組みを進める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○TAKUMIの成功などが着実に民間の宇宙ビジネスの一層の振興につながるように、これまでの努力を継続するだけではなく、新しいビジネス振興の仕組みの検討が必要。 | JAXAの研究開発成果が幅広く民間企業等に移管されるなどで、産業振興に貢献していくことが重要である。民間企業も含めた関係者との緊密な意見交換・調整・検討などを行いながら、研究開発や実証を進めており、引き続き重視する。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○今後、技術的な競争激化が見込まれることから、圧倒的な国際優位性を確保できるよう研究開発を期待する。 | 国際的優位性の観点が重要であり、確保できるよう研究開発を進める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○静止軌道におけるGPS航法の成功により向上した軌道時刻推定精度を、今後衛星運用やサービスに生かしていくことを積極的に検討していく必要がある。また、技術的成果だけでなく、本成果の実利用、これに伴う静止衛星のオペレーションコストの低減効果の評価も必要。 | ご指摘も踏まえ、成果の今後の静止衛星への適用に資する取り組みを進める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○中長期計画に記載されている「測位信号欺瞞（スプーフィング）・妨害に対する抗たん性強化」について、法的、制度的な観点も含めた着実な対応が求められる。 | 内閣府を含む関係府省庁とよく連携して対応したい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○DX化の加速、SDG・ESGといったグローバルな取組に対応していく状況において、衛星測位データを利用した事業サービスはより一層の市場拡大が見込まれている。従来以上に、産業振興の側面での成果が求められる事業であるため、産業振興の領域ごとに市場規模や競争力などを考慮したKPIを設定し、その指標に基づいた評価が翌年度以降は重要になる。 | 数字でわかりやすく評価できるよう、計画には数的記載を含めることも重要と認識している。また、衛星測位データのユーザーの意向に柔軟に対応すること、宇宙基本計画等の政府方針に則って研究開発を進めること等も必要である。数値目標の設定が困難な側面もあるが、引き続き適切な年度計画策定に努める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○国際的な優位性確保のためにも海外の測位システムとの相互利用の進展が望まれる。 | 国際的優位性の観点が重要であり、確保できるよう研究開発を進める。 |
| Ⅲ.3.1　準天頂衛星システム等 | ○関係府省と連携して、レジリエンスの強化に向けたインフラプランの検討を行うことなどが必要。 | レジリエンスの強化にJAXAも貢献していくことが必要であり、関係府省とよく連携して対応したい。 |
| Ⅲ.3.2　海洋状況把握・早期警戒機能等 | ○海洋状況把握・早期警戒機能は、事故などの個別課題毎への対応も重要だが、将来システム、将来構想を関係府省庁と協議し、提案するような活動も期待する。また、関係機関との連携を進め、結果を検証しながら、より良い技術へと発展させていくことが望まれる。 | ご指摘のような、JAXAからのシステムの提案、採用された技術・データ等の有効性検証などは、これまでも実施してきており、今後も関係府省庁との連携をより深めながら、より良い技術への発展等を目指していく。 |
| Ⅲ.3.2　海洋状況把握・早期警戒機能等 | ○本分野において、JAXAは率先して衛星データ利用の実利用を進めており、評価できる。ただし、「海しる」へのデータ提供や機能提供はすでに計画されているものであり、次年度で計画を超えた成果を出すためには、次の段階として民間企業主導の衛星データ利用推進につなげるというアウトカムが望まれる。 | JAXAが開発した先端的技術は安全保障機関が運用するシステムで活用されてきたが、そのシステム開発や改良には民間企業が携っており、それらを通じて民間企業の技術力向上が図られてきた面があると考えられる。本分野での衛星データ利用がさらに拡大するよう、今後もJAXAは先端的技術の開発を行い、安全保障機関が運用するシステムの能力向上だけでなく、民間企業と連携しながら、民間企業による衛星データ利用促進にも寄与していく。 |
| Ⅲ.3.2　海洋状況把握・早期警戒機能等 | ○米国では、安全保障・軍事分野においても、商業サービスを大幅に利用する方向性が示されているので、この領域においても、JAXAと商業サービス事業者との協力関係および役割分担について検討し、適切な体制を構築することが望ましい。 | JAXAは安全保障機関に対し、JAXA以外の衛星データの利用についても提案、助言を行っている。また、2021年度には、ALOS-2と商用サービスとを活用した事業化検討※を実施しており、この検討で得られた知見も活かしながら、安全保障機関や商用サービス事業者等との対話を進めていく。<br>※ALOS-2アーカイブデータを用いた事業化実証に向けたアーキテクチャ検討 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○今後の宇宙開発利用にとっても重要な項目であるため、引き続き確実な推進が望まれる。 | 今後の宇宙開発利用にとって重要な項目であることを認識し進めております。今後も、重要項目であることを認識し確実に推進していく。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○新設されるレーダー及び更新される光学望遠鏡による観測の連携により、スペース・デブリ状況把握に一層の効果が見込まれる。令和２年度に成果を挙げたような天文学等の手法を取り入れることなども視野に入れつつ、インテグレーション、試験運用を着実に進めることを期待する。 | レーダ及び光学望遠鏡による観測の連携に加え、2022年度の試行運用では、スペースデブリ状況把握に一層の効果が見込まれる手法の検討・運用への活用を視野も入れ、着実に進めてまります。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○デブリ観測能力の更なる向上、並びに成果の利用に向けた研究開発を期待するとともに、使い手側の感想、意見などをフィードバックしながら、より使い勝手の良いものを目指すことが求められる。こうした検証を踏まえた上で海外へも提供し、世界の宇宙開発に貢献することも検討する必要がある。 | デブリ観測について海外宇宙機関と連携しグローバルな活動に取りんでおりますが、ご指摘を踏まえ、世界の宇宙開発への貢献を更に意識し今後も取り組んでまいります。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○多くの取組が進められており、成果につながりつつあることは理解できた。一方で、防衛省とのSSA事業は着手段階、RABBITの利用もこれからという段階であり、アウトカム成果が出て来るのはこれからと思われる。世界との対比での成果レベル評価、国際連携の場でどのような成果があったのか等に留意して、次年度の報告を行って頂くことを期待する。 | 2022年度の実績報告では、世界レベルでの評価や国際連携での成果にも留意した報告に努める。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○「RABBIT」は、国外など、場合によっては無償提供でなくてもいいのではないかと考える。うまくマネタイズ（収益化）する方法を検討してはどうか。 | 海外機関（CNES）では、有料サービスで行っていますが、JAXAは、利益よりも「宇宙SDGs」の取り組みとして無償提供とした。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○防衛省との協力については着実に前進していると判断するが、防衛省からのフィードバックや要望などを可能な範囲で開示いただきたい。RABBITの公開等の研究開発については、成果は出ていると考えられるものの、これをどう普及させていくかの取組が不足していると感じる。ウェブに成果を掲載しておけばあとは民間が勝手に使ってくれるといったことは考えにくい。 | ご指摘を踏まえ、防衛省からのフィードバックや要望などを可能な範囲で開示できるよう努めていく。<br>RABBITの利用者拡大活動については、Webでの掲載に加え、JAXA駐在事務所から全宇宙機関・政府関係者へダイレクトメール、デブリ以外の会合でのプレゼン、過去に小型衛星関連学会に参加した大学へのダイレクトメール、国際学会発表を複数回、国連宇宙部[Promoting Space Sastanability]で講演など、小型衛星の大学のコンソーシアムからの周知など、様々な手段で普及に取り組んでいる。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○より良い接近情報取得能力は、安全保障、産業化の双方とその良循環に必須のものである。衛星寿命を延ばすことはもちろん、接近情報が安全保障を害さない形で日本の新しい宇宙産業を生みだす可能性が高い。新たな宇宙産業、という観点からの政府内連携や官民連携に努めていただきたい。 | ご指摘を踏まえ、政府内連携や官民連携に努めていく。 |
| Ⅲ.3.3　宇宙状況把握 | ○評価のタイミングについては、①研究開発が終了した時点、②研究開発成果が世の中に広まり、ユーザーに利用される時点での2段階がある。スペース・デブリ接近回避計画作成ツールの開発について、今年度は技術開発の面を評価したが、今後普及活動等により広く利用されるようになった場合は、また改めて評価したい。なお、今後の評価のためにも、どのようなユーザーがどの程度活用しているのか、また、回避行動への利用回数なども、継続的に調査していただきたい。 | RABBITのユーザ名、衛星数のリストは、ヴァージョンアップ連絡用に用途を限定して収集したものであり公表を前提としていないため、今後も公開は困難。また、RABBITを用いた回避行動・回数などユーザ運用情報は、他機関には公開しないことが通常であり、JAXAが具体的な内容を収集する事は困難。しかしながら、どれだけのユーザが利用しているかという情報は継続的に調査をしていく。 |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○ミッションアシュアランスとは、セキュリティだけを指すわけではないため、今度は宇宙システムのミッションそのものについて、ミッションアシュアランスの観点からアーキテクチャ評価・脆弱性評価を行うことが望まれる。セキュリティだけではなく、ミッションアシュアランスの観点からの検討が必要。 | 政府から示された、宇宙システムの脆弱性評価手法（点検リスト）に基づき、セキュリティ以外の観点を含め、宇宙機の脆弱性評価を実施済みであり、且つ政府にて内容をご確認頂いている状況。引き続き、政府からの求めに応じて、評価検討支援を行っていく。<br>また、現在、政府において、多様なリスク・脅威の下でも宇宙システム全体の機能が維持されることを保証するため、その兆候把握、情報収集及び対処の検討等を行うための机上演習等の取組みが進められており、JAXAは、同机上演習に参加し、技術的知見の協力・支援を行っている。このような取組みを通じて、政府における機能保証の在り方検討等にも引き続き貢献していく。 |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○民間企業が宇宙活動を活発化させていく中、より積極的な情報提供と知見共有が求められる。 | 2020年度よりセキュリティ標準制定により得られた知見を経産省の産業サイバーセキュリティ研究会内の宇宙サブワーキンググループに共有することで民生/産業分野への共有も実施している。また、2021年度は、国内外の宇宙機関連システム特有の脅威情報の収集のため、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACに加入している。<br>今後の政府における議論やセキュリティ対策に関する動向等を踏まえつつ、引き続き宇宙システム全体のセキュリティ向上に努めていく。 |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○業務実績等報告書では、民生/産業分野の側面に言及していただきたい。宇宙システムセキュリティ管理標準・セキュリティ対策標準の制定と普及に民間企業が関与したとの記述があるが、製造側だけでなく衛星オペレータや利活用サービスも関与しているかという点など、企業との連携についてより詳しい報告を望む。第三国からのサイバー攻撃が激化する中、こうしたカテゴリーへの関与も重要と考える。 | ご指摘の点を踏まえ、2021年度業務実績等報告書において記載した（Ⅲ.3.4項6頁参照） |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○サイバーセキュリティーの向上が課題となると考える。宇宙だけの問題ではないので、政府内、産官学の協力を進めるとともに、宇宙分野においては、セキュリティ向上・強化をリードしていただきたい。 | 2020年度よりセキュリティ標準制定により得られた知見を経産省の産業サイバーセキュリティ研究会内の宇宙サブワーキンググループに共有することで民生/産業分野への共有も実施している。また、2021年度は、国内外の宇宙機関連システム特有の脅威情報の収集のため、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACに加入している。<br>今後の政府における議論やセキュリティ対策に関する動向等を踏まえつつ、引き続き宇宙システム全体のセキュリティ向上に努めていく。 |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○中長期目標に掲げているJAXAが保有する宇宙システムの脆弱性の評価は、今後の計画を進める上で重要であることから、早期に手掛けていただきたい。 | 宇宙システムの脆弱性評価をはじめとするセキュリティ強化施策は鋭意実施しております。また、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACへの加入や外部の専門家をアドバイザーとして招聘し外部の最新の知見を取り入れるなど、より一層のセキュリティ強化に努めている。 |
| Ⅲ.3.4　宇宙システム全体の機能保障強化 | ○機能保証強化における宇宙機関連システムのセキュリティ対策への取組は、宇宙関連に留まらず、他分野の機関にも参考になると思う | 2020年度よりセキュリティ標準制定により得られた知見を経産省の産業サイバーセキュリティ研究会内の宇宙サブワーキンググループに共有することで民生/産業分野への共有も実施している。また、2021年度は、国内外の宇宙機関連システム特有の脅威情報の収集のため、宇宙分野におけるセキュリティ脅威情報共有組織であるSpace ISACに加入している。<br>今後の政府における議論やセキュリティ対策に関する動向等を踏まえつつ、引き続き宇宙システム全体のセキュリティ向上に努めていく。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○社会インフラが不十分な発展途上国や島嶼国等が抱える課題に対し、JAXAの観測衛星による支援活動を拡大し、国際社会におけるJAXAの役割を確立し、国際的な影響力を高めることが重要。 | JAXA中長期計画上も、地球観測衛星による社会の諸課題への対応貢献を掲げており、引き続き重視していく。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○引き続きJAXAは率先して衛星データ利用の実利用を進め、それを民間企業が引き継ぎ、ビジネスとして衛星データ利用が社会実装されることが望まれる。 | 民間ビジネスとなり得るものは、JAXAの研究開発成果を幅広く民間企業等に移管していくことが重要である。これまで民間企業も含めた関係者との緊密な意見交換・調整・検討などを行いながら、研究開発や実証を進めてきたが、引き続き重視する。<br>（JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）（Ⅲ.4.1　民間事業者との協業等の宇宙利用の拡大及び産業振興に資する取組で記載）で、衛星リモートセンシングについても民間企業と連携した新たな事業価値創造などにも取り組んでいる。） |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○この分野でのJAXAの役割はますます高まっていくことから、JAXAの他部門でも行われている防災関連の活動と協力しながら、今後の業務を進めていく必要がある。 | ご指摘のとおり、JAXA内外との協力・連携を重視して、業務を進める。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○JAXAが担うべきリモートセンシング衛星の技術の中で、民間が世界市場で戦うために活かせるものをうまく移管する仕組みが必要。防災や環境観測など公共性の高いものであっても、民間ビジネスとなり得るものもあり、日本の宇宙産業振興のためにJAXAが協力、移管、啓蒙その他貢献できる分野は少なくないと考えられる。適切に行う仕組みが必要。 | 民間ビジネスとなり得るものは、JAXAの研究開発成果を幅広く民間企業等に移管していくことが重要である。これまで民間企業も含めた関係者との緊密な意見交換・調整・検討などを行いながら、研究開発や実証を進めてきたが、引き続き重視する。<br>（JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）（Ⅲ.4.1　民間事業者との協業等の宇宙利用の拡大及び産業振興に資する取組で記載）で、衛星リモートセンシングについても民間企業と連携した新たな事業価値創造などにも取り組んでいる。） |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○実利用が多くなってきたリモートセンシング衛星について、衛星の運用、データ利用、ひいては研究開発の在り方、エコシステム、さらには民間にできることは民間に任せる観点から、公共分野や民間への利用促進をJAXAがどこまで行のか、中長期的な検討が必要。衛星リモートセンシングの主要な担い手を民間・商業主体に引き継がせ、非宇宙データと合わせて社会実装していくための道筋を確立することが求められる。 | JAXAの研究開発成果を幅広く民間企業等に移管していくことが重要である。民間企業も含めた関係者との緊密な意見交換・調整・検討などを行いながら、中長期的に研究開発や実証を進めており、引き続き重視する。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○ALOS-2後継機の早期の打ち上げと、観測の継続性の確保が求められる。 | ご指摘のとおり、地球観測の継続性の確保が重要であり、引き続き重視する。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○地球規模の課題解決に向けた利用においては膨大な潜在性があると理解。日本が主導する形でグローバルな取り組みがますます重要となる。ESGの意識で社会のしくみが根本から大きく変わろうとしている中、宇宙技術や利用の中でもとりわけ地球観測やリモートセンシングの環境保全への貢献が求められる。 | ご指摘のとおり、日本が主導する形でのグローバルな取組が重要であり、環境保全への貢献なども引き続き重視する。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○脱炭素に社会行動が変わろうとしている中、一層「いぶき」のデータ利用促進を目指し、「いぶき」の技術や温室効果ガスのデータを分析して利用する社会実装が進むことを期待する。 | 更なるいぶきのデータ利用促進や温室効果ガス関連の研究開発成果の社会実装化を引き続き、重視してまいります。 |
| Ⅲ.3.5　衛星リモートセンシング | ○業務実績等報告書において、S評価を提示する場合には、世界最高水準か、宇宙産業の国際競争力も含めた強化や社会生活の向上に著しく貢献したか、目標（KPI）に対して何が飛びぬけて達成できたのか、核となる大きな成果/貢献（アウトカム）は何か等の視点から、衛星リモートセンシング全体としての評価根拠を明確に示して頂きたい。社会貢献の面に関しても、金銭換算ができなくとも設定目標（マイルストーン）に対する達成度、世界と比較したレベル評価など、客観的評価に努めて頂きたい。とくに社会システムとしての実装/貢献評価に際しては、実際の社会システムの中でどのように使われ、どう貢献できたのかについて、評価根拠となる具体的事実をしっかり示して頂きたい。その際、JAXA/国内の目線では無く、外部/世界から、あるいはユーザー機関や納税者である国民の目線から評価を心掛けて頂きたい。 | 世界との比較など、数字でわかりやすく評価できるよう、計画には数的記載を含めることも重要と認識している。また、衛星データのユーザーの意向に柔軟に対応すること、宇宙基本計画等の政府方針に則って研究開発を進めること等も必要である。数値目標の設定が困難な側面もあるが、引き続き適切な計画策定・自己評価に努める。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシング | ○国内外への衛星データの提供数や論文数は、衛星毎の数でまとめられているが、提供先や筆頭著者の所属機関地域別（国内・アジア・欧米等）でも年度毎にまとめることとすれば、国際的な影響力の変遷を測る指標の一つとできると考える。 | 非宇宙系含め幅広く、多くの方に衛星データが利活用されることを重視しており、活動指標として、衛星データの提供数や論文数をこれまで、示してきた。しかし、示してきたこれら数（内訳、比率等）は、国際的な影響力の変遷の見える化には寄与しにくいと認識している。<br>例えば、衛星データの提供数の内訳・比率等は、各衛星の特徴等によるところが大きく、運用当初等を除き、年度毎の比率は大きくは変化しにくい状況である※1。<br>※1 例えば、GCOM-Cデータの提供先は、概ねサイエンス系（大学、研究機関等）が約3割、民間系（漁業関係、農業関係、気象関係等）が約2割、残る５割は多種多様な民間系や個人（漁業関係、農業関係、気象関係等以外）となっている。<br>また、適切な比較対象選定等（適切な前提条件の設定含む）が困難な状況もある※2。<br>※2 例えば、NASA,ESAは予算規模の違いだけでなく、類似機能等を持った複数衛星でデータを取得することも多い（対して、JAXAは単機衛星での対応も多い）など、比較が困難。<br>一方で、ご指摘のとおり、国際的な影響力の観点含め、数字でわかりやすく成果・傾向を示していくことが重要とも認識しており、ご指摘を踏まえ、より適切な指標の提示、自己評価に努める。 |
| Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシング | ○災害時に必要とされる様々な情報は、JAXAのリモートセンシングのみが提供しているわけではない。標準点を管理し、必要な場合にはドローンによる実測情報を提供する国土地理院や、災害情報を直接、自治体や住民に伝える気象庁なども、情報という場において、協調関係にもあり競合関係にもある。今後は、他の主体との協調と競合の関係を明示しながら、適切な分業のあり方、協調の進め方、さらには、JAXAが強化すべきニッチなどを示しつつ、リモートセンシング機能の評価を進めていただきたい。 | ご指摘のとおり、災害対応では、衛星だけでなく、ヘリコプター、ドローンなど様々な技術が活用される。衛星搭載レーダーは、天候によらずより広域な観測が実現できるなどの利点を生かした活用がされてきた（業務実績等報告書の記載総量等から記載・説明を割愛した。）。JAXA実績の明確化だけでなく、JAXA以外の実績がJAXA実績と誤認されないよう記載してきたが、ご指摘の観点にも留意する。JAXA外からも分かりやすく、適切な自己評価となるよう努める。 |
| Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシング | ○AIS情報の重要な機能（船舶位置の把握や他船等との衝突回避）に基づく成果は令和２年度においては見られない点が残念。 | ご指摘のAIS情報関連に係る成果は、令和2年度においても、Ⅲ.3.2 海洋状況把握・早期警戒機能等で報告している。 |
| Ⅲ.3.5 衛星リモートセンシング | ○衛星データの利活用に関しては、Tellusの利用促進策や業界側のアイデアによるところも大きく、JAXA独自の取組みがあれば特記するべき（業界への働きかけなど）。 | 2020年度の業務実績等報告書で記載した、2021年2月の「センチネルアジアへの緊急観測要請に係る標準手順書」に係るオンラインワークショップは、JAXAが独自に開催したものである。ミャンマー、タイ、ベトナム等多数の防災関係者が参加し、本ワークショップを通じてアジア諸国における災害時の衛星データ利活用に係る能力向上に貢献できただけでなく、JAXAの国際的プレゼンスの維持向上が図られた。より多くの方に、読みやすいものとなるよう引き続き業務実績等報告書の作成に努める。 |
| Ⅲ.3.6 宇宙科学・探査 | ○はやぶさ、はやぶさ２とサンプルリターンに続き、次の火星衛星探査計画（MMX）でもサンプルリターンを成功させることによって、サンプルリターンを我が国の探査の特色のひとつとして科学面・技術面ともに一層先鋭化されていくことを期待する。 | 「はやぶさ」「はやぶさ2」で世界をリードするサンプルリターン探査技術・経験を生かし、MMXを開発中。宇宙科学・探査分野のプログラム化を進めており、更にその先の技術展開について検討中である。 |
| Ⅲ.3.6 宇宙科学・探査 | ○この成功をモデルにして、研究成果のみならず、人材育成、流動性、多様な人材の登用について、若手研究者の育成の制度の再構築を検討し、進めていただきたい。 | 若手研究者育成の制度については、テニュアトラック制度などをはじめとして不断の見直しを実施している。2021年度も見直しの一環として、テニュアトラック制度の一部変更を実施した。今後も、若手研究者の育成については力を入れていきたい。 |
| Ⅲ.3.6 宇宙科学・探査 | ○技術力の継承、維持・向上には、研究開発の継続が必要。宇宙科学・探査ロードマップの中で、ポストはやぶさ２の計画、戦略策定について検討する必要がある。プロジェクトの実現までは長い時間を要するので、将来計画を明確にすることで組織の求心力を高め、取り組んでいく必要がある。 | サンプルリターン計画として火星衛星探査計画（MMX）を開発中。2021年度には、新たなミッション立ち上げ方策を決定した、2022年度以降、当該方策に基づき将来計画をより明確化していく予定。また、技術のフロントローディングを活用し、次世代サンプルリターンミッション等へ向けた先行的な技術開発を今後検討していく予定。 |
| Ⅲ.3.6 宇宙科学・探査 | ○人材育成では、若手研究者の育成の工夫が見られるが、コロナ禍で海外との交流などに困難が生じたと思う。若手に国際的な経験を積ませることを継続的に実施してもらいたい。 | 海外との共同開発ミッションである「戦略的海外共同計画」に若手研究者を担当として参画させる、また、SLS相乗り超小型探査機ミッション開発の一環として超小型探査機のNASAへの引き渡しを若手研究者に担当させる等により、国際的な実地経験を積ませている。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○「はやぶさ2」の評価報告で、プロジェクト全体の成果説明をされていたため、過年度の成果を含めて高評価してしまう危険性があった。今後は、当該単年度の成果に絞って説明する必要があると思われる。 | 2021年度についてはより単年度の成果（はやぶさ２の初期記載分析等）にフォーカスして説明資料を作成させていただいた。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○「あかつき」「ひので」「あらせ」が顕著な科学的成果を上げている。次年度以降も、「はやぶさ２」頼みでは無い、「宇宙科学・探査」全体としてのバランスのとれた成果創出を目指していただきたい。 | 2021年度も「あかつき」成果がScience誌に掲載されているところ、ご指摘いただいた内容も踏まえ、引続きバランスの取れた成果創出を目指していく。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○「夢と希望」への関心増進のみならず、国際的な場での「我が国の」プレゼンス向上や、宇宙の社会システム化と経済的ベネフィット創出などに、「宇宙科学・探査」の立場からも取り組んでいただきたい。 | 宇宙科学・探査ミッションの重要な役割の1つとして、我が国のプレゼンス向上があり、引き続き世界第１級の科学成果の創出に取り組んでいきたい。また、宇宙ベンチャーとの連携や技術支援も近年多く実施しており、産業振興等の経済的ベネフィット創出にも取り組んでいる。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○SPICAのＭ５ミッション選定候補からの取り下げに関して、「今回の取り下げを教訓として、今後の戦略的中型計画の戦略的な選定につなげる」とあるが、取り下げに至った経緯についての解析と教訓の整理、SPICA開発に伴う技術的科学的成果等の将来ミッションへの有効活用状況など、フォローアップを希望する。 | SPICAの取り下げについては、2020年度末から2021年9月まで第三者委員会を開催し、取り下げに至った経緯についての教訓を整理のうえ、検討初期段階の組織的なフロントローディングの充実等、改善策をまとめた。これらを踏まえつつ、今後の戦略的中型計画等の選定や確実な開発につなげていく。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○「はやぶさ2」に関しては、非の打ちどころのない成果を出していただいたと評価している。この経験から得られた知見は余すところなく若手の研究者に引き継ぎ、将来ミッションにしっかりと生かせるような努力を期待する。現在計画されているミッションは息の長いものが多く見受けられる。短い（2～3年）程度のサイクルで、簡単なサイエンスや技術実証等、どんどん試せる仕組みを作れないか。失敗してもOKの計画とすることで、より高度な技術の獲得につながるのではないか。 | 観測ロケットや大気球実験は、衛星開発よりも短期間で実施できるため、短いサイクルでの技術実証等の機会として活用できることから、JAXA全体の人材育成プログラムとしての提供を現在検討している。多様な機会を通じ、人材育成に努めて参りたい。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○MMXは世界初のサンプルリターンとして、その科学的成果と社会的インパクトが大きいこともあり、予算の獲得も含め、具体的な実施の道筋を立ててほしい。 | MMXは、2024年の打上げに向けて現在開発中である。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○サンプルを利用した研究生活に対しては、JAXAの他にも大学等の多くの研究機関が関わるため、JAXAの貢献が中核にあったサンプルリターンまでの一連の過程とは若干評価の軸が異なるのではないか。来年度以降に期待される研究成果については、研究内容の評価軸が明確になるような評価が必要になると思える。 | 2021年度のリュウグウサンプルに関する成果については、JAXA所属の研究者が中心となった成果を記載している。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○MMXの予算は今度3年程度で３００億円を超えて投入すべきであり、JAXAの予算獲得が極めて重要である。 | 政府の委員会からの意見として大変感謝する。政府と協調しつつ予算獲得に向けて努力していきたい。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○技術のフロントローディングの事例では、取組を開始してから数年が経過したと思われるので、その成果を客観的に評価する指標についても検討いただきたい。 | 技術のフロントローディングは出口として、宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星（LiteBIRD）や赤外線位置天文観測衛星（JASMINE）といった難しい衛星計画の立案につながっており、引き続き非常に重要である。今後ともわかりやすい成果の説明に務めていきたい。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○技術的成果が社会に還元されるスピンオフへの期待が高まっている。政府と連携し、技術のスピンオフや社会実装を加速することを期待する。 | 宇宙科学・探査分野においても技術のスピンオフ/社会実装等を意識して研究開発を行っている。2021年度は、宇宙科学研究所で培ってきた固体ロケット燃焼試験技術を民間活用し、JAXA能代実験場にてスペースワン社の小型ロケット用エンジン燃焼試験等に協力し、成果の社会還元を進めた。 |
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○大型で複雑な科学探査衛星による大型ミッションが注目される一方、民間の宇宙事業の台頭により小型衛星によるさまざまな科学ミッションが進行しているが、民間の活力や資金を取り入れて協力して進める小型で機動力があるミッションが出てくることにも期待。 | 小型衛星ベンチャー企業等の活力を積極的に活用すべく、検討を進めている。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.6　宇宙科学・探査 | ○日本が得意なサンプルリターンミッションは他国でも実現するところが出てきているが、次のMMXでも新たな金字塔となり多くの成果が生まれることに期待。 | 政府の委員会からのご意見として大変感謝いたします。2024年度に確実に打上げられるよう開発を進めていく。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ＜今後の課題＞<br>○アルテミス計画は、今後の日本の宇宙開発における大きな柱になるため、確実にアルテミス計画を推進するだけでなく、日本の月開発の根幹を担うため、産業界・科学コミュニティとの連携を強めて実施していくことが重要。 | 持続的な月探査の実現には、産業界や科学コミュニティとの連携が必要と認識しており、ゲートウェイ、月周回軌道、月面における利用機会の提供や、民間輸送サービスの活用、月周回・月面での科学テーマ実施検討などの形で連携を進めている。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○ゲートウェイへの物資・燃料補給を、ISS補給技術の転用にとどまらず、将来の物資専用の民間輸送サービスの創出も視野に、打ち上げからゲートウェイまで総合的・戦略的に取り組むことが望ましい。 | 低軌道やゲートウェイへの物資補給については、技術的に確立したところから物資輸送サービス事業として民間移管するよう検討を進めたい。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○今後本格的に研究開発が進むようになると、リソースの面で、他の研究開発に対する影響が想定されるため、ISSも含めて研究開発項目の取捨選択に加えて、民間活力、大学の研究力の活用など、広範な協力が得られる体制づくりを期待する。 | アルテミス計画への参画においては、我が国がISSで培った技術や国際調整の手法を活用するとともに、宇宙探査イノベーションハブ等の仕組みにより、科学コミュニティや産業界が持つナレッジを活用することで、コスト・リソースの効率化に取組んでいる。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○アルテミス計画、ゲートウェイは多くの国がかかわるので、計画が遅れたり、利害関係が衝突したりするなど、問題が起こる可能性もある。これまで培ってきた技術、国際協力の現場体験を生かし、交渉力を高めることが求められる。またそうした動きも含めて、国民へ説明をしていくことも必要。 | アルテミス計画・ゲートウェイにはISS計画の経験者が多く携わっており、開発や安全管理にかかる技術的な知見のみならず、長年にわたりISS協力で培った各国との信頼関係や調整方法などを活かして取組んでいる。また、広く一般層や産業界に対し、持続的な月探査への理解と活動参加を促進するため、シンポジウムや講演活動等にも力を入れて実施している。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○海外連携というのは海外市場を取り込むという側面もあるため、産業界を巻き込む形で戦略をたてていく必要がある。 | 宇宙基本計画において、我が国の強みを活かした国際宇宙探査への参画の必要性が示されている。ISSや地球低軌道活動で培った技術の高度化により産業競争力の向上を図るとともに、産業の裾野拡大を目指し、非宇宙産業を含む幅広い分野の企業とも連携して事業に取組んでいる。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○技術開発に留まらず、より一層の産業振興を進めるべき。非宇宙産業を含む新たなプレイヤーなどの参入を促し、多彩なパートナーとともに宇宙探査エコシステムの拡大が求められる。産業振興を促進するためには実証機会の確保が必要。 | 月面開発については、内閣府主導の「宇宙開発利用加速化戦略プログラム」やJAXAの宇宙探査イノベーションハブにおいて、非宇宙産業を含む新たなプレイヤーも活躍できる枠組みが構築されている。 これら研究開発成果の実証機会の確保として、ゲートウェイ、月周回軌道、月面における利用・実証機会の提供に向けた取組みの構築を進めている。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○アルテミス計画及びゲートウェイプロジェクトへの参画は費用負担が最大課題。現在のJAXA予算から捻出するのではなく、プラスαの予算獲得を目指すべき。一方、ISSの運用を民間に委託し、手離れをよくして、費用負担の軽減努力もすべきである。 | 各国の宇宙機関においても、アルテミス計画の推進により国際宇宙探査のリソースを増やし、低軌道活動は中長期的には企業の参画比重を高めて民間主体への移行を図る方向で進めている。政府とも連携して、適切に推進できるように検討してまいりたい。<br>また、非宇宙産業やベンチャーを含む多くの企業の参画により、国際宇宙探査及び低軌道活動全体として活動規模の拡大を目指す取り組みも進めている。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○立ち上がりつつある月ゲートウェイ構想の中で、多くの側面から取り組み、着実に足場を築き技術的成果もあげていることは高く評価できる。一方で、超長期かつ巨額の資金が必要となる有人宇宙探査に対して、民間の投資も含めてどのように見通しを立てて（KPIや目標値を設定して）、どのように実践しモニタリングしていくのかについては、明確な説明がなかった。JAXA全体としてのリソースの配分や超長期の活動を見越した、ある程度の数値やマイルストーンも含めた計画/ロードマップの立案と報告を期待したい。 | 持続的探査の実現には、資金・人的リソースの観点で幅広く産学の参画が不可欠だが、<br>当面は政策的な取組みを主体として月探査を立ち上げる段階であり、政府間合意や工程表等に基づく計画を立案し推進している。<br>これら事業の性格からJAXAだけでの指標設定が難しい側面もあるが、一方で、一連のJAXAの取組みが、政策や市場動向と合致しているか傾向を理解する観点から、長期的なリソース動向をみる、また他産業や諸外国と比較するための指標を設定することは有効であると考えており、必要な調査・検討を進める。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○広報以外の面で、我が国の社会・国民（納税者の視点）に対してどのようなベネフィット/アウトカムを創出できているのかについて、不断の検討と成果の提示をお願いしたい。 | 探査を通じて獲得した技術は、企業とも連携して地上への還元を進めており、探査ハブでの共同研究に加えて、プロジェクト成果（自動ドッキング実証におけるフラッシュ・ライダ等）の民生転用にも取組んでいる。今後も継続して宇宙と地上のデュアルユースを意識した成果の創出／早期の社会実装に向けて取組みを進める。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
| --- | --- | --- |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○ゲートウェイや月探査ローバなど、国際宇宙探査のどの領域にJAXAが関われるかは、これまでの日本の宇宙開発の信頼と実績がものを言うのだと考える。積極的な姿勢でシェアを獲得していただきたい。 | 我が国がISS/きぼうで優位性を持つ技術をさらに発展させ、ゲートウェイでは基幹システムを任される役割を獲得してきた。引き続き、日本の強みを持つ技術を積極的に活用し、国際協働プログラム等の中で信頼と実績を確保していきたい。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○国際有人宇宙探査は、ロードマップに沿って、引き続き宇宙科学・探査計画と連携をとりながら進めていただきたい。 | 科学コミュニティと連携し、世界第一級の科学の実現等に向けて、月探査・火星探査における我が国が優勢性を持つミッションの検討を進めている。引き続き連携して進めたい。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○ゲートウェイ及びアルテミス計画の推進に向けて着実に前進していると評価する。一方でISSも短くとも2024年までの維持が必要であり、今後火星探査に向けた機運も高まっていくことが予想される。日本として、こうした他国との協調を前提とした有人探査において、どのように主体性を発揮していくのか、どの技術を押さえにいくのかをしっかり議論しておくことが重要と考える。民間企業との連携を深め、事業化に向けた課題を共有し、JAXAだからこそ取り組むことのできる領域の明確化を期待する。 | 我が国が優位性を持つ技術によりアルテミス計画に中核的な役割をもって参画するべく取り組んでいる。例えばGatewayでは、日本の非宇宙セクターの技術を適用して有人システムの基幹機能である生命維持機能を提供する計画である。　また、将来の月探査ローバの開発においては自動車産業とも連携を強化している。今後も、JAXAとして取り組むべき領域を明確化しつつ事業を進めたい。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○アルテミス計画は、国際宇宙探査の中でも特に政治的・外交的な観点もあり、JAXAが担う部分と政府が担う部分は異なることは理解する。その上で、アルテミス合意が予定する今後のさまざまな宇宙機関間取決めやそれを実施するための多様な技術文書の交渉や日常の文書実施における法的問題点への対応のためにも、JAXAにおける法務部門のありかたの再考が必要なのではないかと考える。NASAをはじめとする多くの宇宙機関では法務部門があり、そこが窓口となり、他国との対応に従事する。アルテミス計画メンバー国との日々の連絡や意思疎通のために、また、日本として対応するためにJAXAが政府に協力する目的のためにも、JAXAの個々の部に法務に携わる課、その他の区分などがある、という状態では、今後、後手に回るおそれがないか懸念される。アルテミス計画を離れても、宇宙活動のルール形成で世界を主導するという宇宙基本計画の目標をかなえるためには、軸となる法務の部門をもつ時期に来ているのではないか、という点について、内部での検討がなされてもよいように思う。 | JAXAでは、本社法務部門が中心となって関係省庁（外務省・文科省等）が行う国際取り決めの締結交渉を法務の専門家として支えている。一方で、実施主体であるプログラム推進部門のもとに配置された法務系人材は、具体的な実施内容・方法の取り決めへの反映やその実行において発生する各問題に対して機動的かつ的確な対応を行っている。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○コロナ禍でのアルテミス計画に関する国際調整等、一定の成果を上げたことは評価する。一方で、多くのアウトプットは計画通りであり、また、アウトカムの多くについては今後に対する"期待"が"特別な成果の創出の期待"であることが明示されることなく評価しているように見受けられる。"特別な成果の創出の期待"であることの説明とともに評価するか、これらが実現したときに、成果としてあげるのが望ましい。 | 2021年度の評価においては、年度内に成果が得られたアウトプット／アウトカムに重点をおいて評価を行った。また、コロナ禍において困難を伴う国際調整等の進捗については、プロセス評価の観点から報告を行った。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○これまで宇宙開発に携わってこなかった「非宇宙産業」とも月探査で協力を進めており、新たなイノベーション創出につながることも期待されるので、一層推進してほしい。 | 引き続き、スタートアップ企業や「非宇宙産業」を含む幅広い産業と連携を継続・発展させ、持続的な探査に向けた取組みを進めたい。 |
| Ⅲ.3.7　国際宇宙探査 | ○ここでの民間企業との連携の状況を産業界へフィードバックする機会を作り、新しい部品などが生まれる循環を作ってもらいたい。 | 宇宙探査イノベーションハブ活動等、常に宇宙と地上のデュアルユースを意識して価値の創出に取組んでいる。常に意識して活動していきたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
| --- | --- | --- |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○ISSは長期にわたり巨額の費用を投下しているプロジェクトであるという前提を意識した上で、投資に見合う成果の創出を心掛けていく必要がある。 | 成果は、大きく①国際プレゼンスの維持・向上、②有人宇宙開発基盤技術の獲得、③実験利用成果、④商業利用拡大の成果があると考えている。例えば、①、②の観点では、アジア唯一ISS計画に参画し、有人宇宙技術を獲得し、ISS全体への貢献によるISS参加各極からの信頼獲得によって国際宇宙探査計画に米欧露加と並び主体的な立場で議論に参加することができている。成果にはこのように定量化が困難なものも含まれるが、引き続きその意義を国民に広く情報発信を行いなど、成果の創出に努めて参りたい。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○「フィジビリティー検討から約1年半の短期間で（MMX）探査につながる技術実証利用を実現」の成功例を単発で終わらせず、短期間で効果が得られた要因を分析するなどして、「きぼう」環境の利活用を更に促進していく必要がある。 | MMX(重力依存性研究）については、「きぼう」が有する強み（月・火星の重力を模擬可能な実験環境）を活用したことによる成果であるが、ご指摘を踏まえ、このような成功例を積み重ね、継続的に探査等幅広い分野での利活用を進めて参りたい。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○開発の成果をについて国民の支持を得るため、わかりやすい内容での広報コミュニケーションを展開していく必要がある。 | 成果は、大きく①国際プレゼンスの維持・向上、②有人宇宙開発基盤技術の獲得、③実験利用成果、④商業利用拡大の成果があると考えている。例えば、①、②の観点では、アジア唯一ISS計画に参画し、有人宇宙技術を獲得し、ISS全体への貢献によるISS参加各極からの信頼獲得によって国際宇宙探査計画に米欧露加と並び主体的な立場で議論に参加することができている。成果にはこのように定量化が困難なものも含まれるが、引き続きその意義を国民に広く情報発信を行いなど、成果の創出に努めて参りたい。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○ISSとアルテミス計画関連の案件を含めた全体のリソースの配分をどうしていくのか戦略的に検討していく必要がある。 | 各国の宇宙機関においても、アルテミス計画の推進により国際宇宙探査のリソースを増やし、低軌道活動は中長期的には企業の参画比重を高めて民間主体への移行を図る方向で進めている。政府とも連携して、適切に推進できるように検討してまいりたい。<br>また、非宇宙産業やベンチャーを含む多くの企業の参画により、国際宇宙探査及び低軌道活動全体として活動規模の拡大を目指す取り組みも進めている。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○ISSの2024年末以降の利用計画が不透明であり、最終的な出口戦略が必要である。この数十年のISSプロジェクトによって、得られた知見・技術・ノウハウとそれに対して投入した資金の費用対効果を冷静に分析し、その経験を生かして日本政府への助言も求められる。 | 2024年以降については、現在政府においてISS延長の議論が行われており、JAXAも技術的な観点から支援を行っているところ。ご指摘を踏まえ、引き続き政府の検討を支援して参りたい。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○利用総数／利用リソース割合の指標により、成果創出の効率を定量的に評価しようとする試みは評価できる。しかし、利用総数／利用リソース割合の母数が明示されておらず、評価指標としての妥当性に疑問が残る。また、国際プレゼンスの向上、SDGSへの貢献などは定量的な評価が困難である。しかし、ISSについては年間400億円の経費がかけられており、特に低軌道の利用拡大、産業応用については、直接・間接的な貢献を含め、コストパフォーマンスの評価をしていただきたい。 | 利用総数／利用リソース割合については、各極に割り振られた利用リソース（ISS全体で利用可能な電力やクルータイムを100とし、日本の場合は協定に基づき12.5%が割り振られている）を母数として集計したものである。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○多くのプレイヤーの参入を促し、産業化を進めるためには軌道上技術実証の頻度を上げることが必要。 | 産業化については、J-SPARCや宇宙探査イノベーションハブの枠組みも活用し、民間等外部の参入を積極的に図っているところ。また民間の強みを活かす事業化についても、超小型衛星放出事業及び船外実験プラットフォーム活用事業に加え、2021年度からタンパク実験も事業化し既に顧客を獲得している。ご指摘を踏まえ、引続き多様なプレーヤーによる軌道上技術実証の促進に向け取り組んで参りたい。 |
| Ⅲ.3.8　ISSを含む地球低軌道活動 | ○「きぼう」の利用を拡大するには、JAXAは、民間事業者や大学研究者の軌道上技術実証の機会を安全に提供することや、軌道上で成果を出すためのサポートなども重要な任務。その体制の整備が必要。 | 利用の拡大については、FY26以降関連の規程制定を含め体制の整備やメニューの拡大に取り組んでおり、例えば、タンパク実験においては専門家の配置や宇宙特有の結晶化をJAXA側が担うことでユーザの参入ハードルを下げるなど、工夫を重ねてきている。このような取り組みの結果利用件数の増加につながったと考えているが、ご指摘を踏まえ引き続きより多くの方々に利用いただけるよう取り組んで参りたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○イプシロンの開発を着実に進めると同時に、更なるコスト面での競争力強化実現を図っていく必要がある。 | イプシロンSロケットは、国際競争力を向上することを目的に、H3ロケットとの部品の共通化等のシナジー効果を発揮しコスト面での強化も図り、着実に開発を進めていく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○H3及びイプシロンSについては、国際競争力の観点から、部品や技術の共通化によるコスト削減を確実に実現させることが必要。コスト半減などの目標を着実に達成していく必要がある。 | イプシロンSロケットは、国際競争力を向上することを目的に、H3ロケットとの部品の共通化等のシナジー効果を発揮しコスト面での強化も図り、着実に開発を進めていく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○再利用システムや高頻度打ち上げによる更なるコスト競争力や老朽化対策を含む射場の整備、小型衛星のライドシェア打ち上げに対応するディスペンサやスペースタグ、即応型打ち上げシステムなど、将来の宇宙産業の姿を的確にとらえた輸送システムの開発が望まれる。 | 再利用システムや高頻度打ち上げによる更なるコスト競争力及び将来の宇宙産業への対応については、「革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム」において検討を進めて行く計画である。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○Ｈ３ロケット打上げ延期に伴って、ＡＬＯＳ３の打上げが延期になってしまったことは、大変残念な結果。ＡＬＯＳ３はJAXAのホームページでも「国や自治体の防災活動、災害対応に無くてはならない手段のひとつ」として紹介されている。その理由は、８０cmの地上分解能を有する光学カメラを搭載し、建物の倒壊や道路の寸断状況などを速やかにクリアな映像として確認できるからである。毎年のように甚大な豪雨災害が発生しており、一刻も早い運用が望まれており、延期による影響は甚大である。ＡＬＯＳ３は、Ｈ３ロケット試験機ではなく、Ｈ２Ａロケットで確実に２０２０年度に打上げるという経営判断をすべきではなかったかなど、ＡＬＯＳ３の延期について総括し、法人の業務実績報告書の中に、記録として記載すべきであった。また、運用の遅延が重大な影響のある衛星と試験ロケットの組み合わせのあり方についても、JAXA内で検討いただきたい。 | ALOS-3含め我が国の重要なミッションへの影響を最小化できるよう、H3ロケット開発を最優先課題として取り組んでいく。<br>その上で、H3ロケットの開発遅れの影響が最小限となるよう、H-IIAへの乗換え等、あらゆる可能性を念頭に様々な選択肢を検討して参りたいと考えいる。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○Ｈ３ロケットの打上げ計画は、元々は令和２年度に打ち上げる計画であったが、令和３年度の打上げに変更されたもの。業務実績等報告書の「実績」の記述方法としては、計画通りに行かなかったことが明確になるよう、この部分は青のハイライトで表現した方が望ましい。計画遅れが発生したにもかかわらず、計画を変更し、計画通りに進めたということが前例となると、機構の規律が低下する懸念がある。一方、技術的な課題解決のため、打ち上げを延期したのは正しい判断。このことによってＣ評価にすべきではない。 | ご指摘のとおり計画通りに行かなかったものについて、評価資料内で適切に表現する。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○新しいロケットの開発は度々あるものではないので、過去のロケット開発で得られた様々な知見やノウハウを散逸させることなく、次世代へ確実に伝えていけるような技術伝承は非常に重要なので、引き続き積極的に対応していただきたい。 | 限られた開発の機会を活かし技術の伝承に取り組んでいく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○２０２２年度と言われていたこともあったが、２０２１年度にH３試験機初号機打上げが予定されていることは努力の成果と考える。是非、H3ロケット、イプシロンSロケットともに地道に着実に開発を進めて頂きたい。 | H3ロケットの今年度の打上げ見送りに関して非常に重く受け取っている。我が国の衛星利用に貢献できるよう基幹ロケットの確実な開発を進めていく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○民間事業者への打ち上げサービス移管後の、民間事業者の営業支援のあり方についても検討の余地があるのではないか。契約の中身について詳細を把握していないが、打ち上げ回数に応じて射場利用に関わる費用を割り引く等。民間事業者の営業努力を引き出すインセンティブのあり方について検討できないか。 | 民間事業者の支援として、H3ロケットでは本格的な市場参入のために国際競争力を維持向上させる成熟度向上活動を実施している。（具体例:コンステレーション計画を進める衛星オペレータの要望に対応するため衛星搭載部の開発等)<br>ご助言いただいた、打上げ回数に応じて設備使用料の割引については、打上げ回数を増やすことにより設備点検が削減できるものもあり、その分事業者に対する設備使用費用の低減が期待できる。また、液ガス（酸素/水素）を一括購入することで残液を減らし、蒸発による損失を少なくすることで事業者の調達コスト削減が図れる等、保全と打上げを上手に連携させることによる全体コスト削減の可能性も検討しているところ。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○Ｈ３基幹ロケットの開発完了後は、継続的な信頼性向上や効率的かつ効果的な基盤技術維持に努めるだけでなく、今後の海外打ち上げサービスとの競争についていけるよう、エンジンの再使用化などの高い目標を掲げ、JAXAの他部門と協力してその力を発揮してほしい。 | 研究開発部門が取り組んでいる1段等の再利用技術を含む基幹ロケット発展型の研究を推進するにあたり、宇宙輸送技術部門としては、基幹ロケットの維持・強化のみならず、研究開発部門の研究開発の成果をH3およびイプシロンSによる事前実証や先行適用などを行い、国際協力強化を向上していく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○宇宙利用の拡大に伴い、衛星打ち上げのロケットは、技術の研究開発からビジネス利用の側面が強くなってきている。企業との連携を強化し、ロケットと打ち上げコストのトータルの面からの、ロケットの競争力強化を期待する。また、再利用技術の開発を着実に進めると共に、有用性の分析を継続していただきたい。 | 研究開発部門が取り組んでいる1段等の再利用技術を含む基幹ロケット発展型の研究を推進するにあたり、宇宙輸送技術部門としては、基幹ロケットの維持・強化のみならず、研究開発部門の研究開発の成果をH3およびイプシロンSによる事前実証や先行適用などを行い、国際協力強化を向上していく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○前記小委員会提言において、JAXAは「研究開発の段階的な成果を我が国の宇宙輸送系の国際競争力強化等に適宜反映。その際、高度な地上検証、早期・段階的な飛行実験・実証や実験機・実証機開発により、実証・実績に基づくベストプラクティスを社会に早期に示しながら、迅速な社会実装を図る」としているので、それに対応した評価結果を示してもらいたい。 | 今後、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム、一段再使用飛行実験（CALLISTO）等の取組みに係る評価結果を示していく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○スペースX社の事例などを見ると、ロケットも他製品と同様に「良いから売れる」「技術が良いから売れる」という時代から変わってきたように感じる。技術スペック思考のジレンマから抜けられないために市場優位性を失った国内産業は多々あり、宇宙輸送も同じ轍を踏まないよう柔軟な発想が必要。 | 現在開発中のH3やイプシロンSについては、基準を満たす民生品（車載部品）部品を搭載機器に採用する等、非宇宙分野の技術の活用行っている。<br>技術以外のサービス面についてはユーザー要望に柔軟に応えるとともに、世界最高水準の打上げ成功率およびオンタイム率を維持することにより高い信頼性を維持し、国際市場でも優位性を保てるように国際競争力強化を図っていく。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○イプシロンロケットについては、これまでのH2ロケットの実績などを踏まえ、技術的なシナジーだけではなく、マーケティングや営業シナジーも考慮してはどうか。 | マーケティングや営業シナジー等の商業受注に向けた取り組みに関しては、イプシロンSとH3ロケットではそれぞれ異なる民間事業者の事業戦略によるため、JAXAからの回答は差し控えますが、イプシロンの打上げ成功率100%（5機）、H3ロケット（SRB-3）等の開発シナジー成果を最大限活かした基幹ロケットとしての高信頼性をアピールしていると伺っている。<br>JAXAとしては、現在も各事業者のマーケティングや営業の礎となるようJAXAが実施している国際市場調査の結果を共有しており、また、相乗り超小型衛星の打上げに不測が生じた場合は、ロケットの乗り換え提案に協力している。 |
| Ⅲ.3.9　宇宙輸送システム | ○基幹ロケット（とくにイプシロンS）の商業受注に向けた取組みを示してもらいたい。 | マーケティングや営業シナジー等の商業受注に向けた取り組みに関しては、イプシロンSとH3ロケットではそれぞれ異なる民間事業者の事業戦略によるため、JAXAからの回答は差し控えますが、イプシロンの打上げ成功率100%（5機）、H3ロケット（SRB-3）等の開発シナジー成果を最大限活かした基幹ロケットとしての高信頼性をアピールしていると伺っている。<br>JAXAとしては、現在も各事業者のマーケティングや営業の礎となるようJAXAが実施している国際市場調査の結果を共有しており、また、相乗り超小型衛星の打上げに不測が生じた場合は、ロケットの乗り換え提案に協力している。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○光通信について、着実に民間利用に向けた取組につなげ、将来的な商用サービス（通信サービスで得た利益で、衛星を開発・打ち上げ・運用する）につなげていくことが重要。 | JAXAは民間事業者（衛星開発事業者、衛星通信サービス提供事業者等）も含めた関係者との緊密な意見交換・調整・検討などを行いながら、研究開発や実証を進め、成果が民間事業者等により、社会実装化されることを重視している。引き続き重視する。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○ETS-9のような計画変更は、今後も起きる可能性がある。単に手続き上ではなく、今回の経験を踏まえ、デジタル開発技術の活用により、こういったことをやりやすい開発方式への昇華を目指していく必要がある。 | ご指摘のとおり、今後も起きる可能性があると考えている。今回の得られた経験、知見、教訓等は、将来に生かしたい。<br>また、開発プロセスへのデジタル技術の適用により仕様変更への即応性の向上や、検証期間短縮などの効果が期待されるとともに、機能のソフトウェア化は軌道上での機能変更も可能とするなど、変化に対する対応力向上の観点で大きな可能性を持つ点を踏まえ、検討を進めていきたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
| --- | --- | --- |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○NICT等との一層の効果的な連携のあり方の検討が必要。 | ご指摘のとおり、衛星通信を含めた情報通信全般を取り扱うNICTとの連携は重要であり、一層の効率的な連携強化等も重視した研究開発に努める。<br>現在の連携の一例として、NICTとJAXAが共同で「スペースICT推進フォーラム」を運営しており、通信分野に関連する民間企業、大学、国研、省庁の関係者からの技術ニーズの聴取や光通信技術、5G/B5G連携技術に関する技術的な検討を進めている。今後は、ユーザのニーズを踏まえた、国の政策への提言を連携して提案できるよう議論を進めている。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○衛星コンステレーションなど国際的に低軌道衛星通信ネットワークの利用が見込まれる中で、JAXAにおいても低軌道衛星通信ネットワーク通信に適した軌道構成と軌道維持手法（寿命衛星の置換方法を含む）、小型衛星に適した通信機器設計等、実施可能な研究開発項目に関して精査の上、机上検討を進め、我が国の宇宙開発計画が低軌道衛星通信に舵を切った際には迅速に対応可能となるよう期待する。 | 衛星基盤技術の研究開発は、政策・市場の動向を見据えながら行っている。これらの研究開発成果の低軌道通信システムへの適用可能性についても考慮していきたい |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○通信衛星については、産業的にも重要であり、今後、さらに市場動向を踏まえた技術開発が必要になると考えられる。競争力のある通信衛星の実現に向けた取り組みを強化し、関連企業と共に継続して進めていただきたい。具体的には、ETSの小型化により開発・実証期間の短縮、低コスト化を図り、技術開発スピードを早くする必要があるのではないか。また、ETS-IXについては打ち上げの延期に伴い、軌道上実証の実験計画も1年短縮されることになるが、ETS-IXの実験計画を見直し、利用実験による我が国の衛星ビジネスの競争力強化の役立てていただきたい。 | 技術試験衛星10号機については、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省を中心に、国際競争力を意識した検討が進められており、JAXAも引き続き検討に寄与したい。また、9号機を用いた実証についても、我が国の国際競争力強化に資することが求められており、引き続き関係機関等と連携しながら実施したい。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○光データ中継衛星、衛星通信ペイロードのフル・デジタル化、ソフトウェア化の研究等、産業振興や安全保障にとって重要であるため、着実に運用や開発を進め、欧米に勝てるレベルまでもっていってほしい。 | 引き続き、国際競争力も重視した研究開発に取り組む。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○衛星通信分野において、商業的主体が主導するイノベーションにより、急速に環境が変化しつつあることをふまえ、JAXA内部において人的、物的なリソースを手厚く配分することが望まれる。必要に応じて、NICTやコントラクターの有するリソースも活用して、早急に十分かつ具体的な体制を確立し衛星通信を研究する必要がある。 | ご指摘のとおり衛星通信分野は競争の激しく、多くのリソースが求められ、NICT、衛星開発メーカー、衛星通信事業者などとの連携・役割分担も重要である。これまでも、必要に応じてJAXA外リソースも活用しながら研究開発を進めてきたが、引き続きご指摘の観点も重視する。 |
| Ⅲ.3.10　衛星通信等の技術実証 | ○世界の通信衛星需要に応えるには仕様の標準化なども重要になってくる。次年度以降は開発のスコープにより一層の国際産業競争力の視点を加えると良い。 | 引き続き、一層の国際競争力も重視した研究開発に取り組む。 |
| 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） | ○JAXA共通技術文書の改訂に伴う変更点を業界全体に普及していく必要がある。 | 共通技術文書の改訂に伴う変更点の普及については、①JAXA公開HPへの共通技術文書最新版の掲載、②JAXAプロジェクト経由による関連企業等への情報展開、③試験技術ワークショップ＊等のイベント開催等を通じて普及を図っているところ。<br>＊：過去17回開催（FY2020,FY2021はコロナのため中止） |
| 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） | ○環境試験を民間事業者に委託する試みは評価できる。JAXAの業務効率化だけで満足するのではなく、設備の回転率を上げて、利用者の利便性を向上し、事業者が収益化を実現するための助言、サポートについても検討していく必要がある。 | 外部利用拡大のため民間事業者が有する経営ノウハウを活用することが、本事業で期待されている効果の一つであり、事業者からの提案に対するサポートはJAXA事業の範囲で積極的に対応していく。 |
| 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） | ○プロジェクト開発試験の効率化などは高く評価できるが、これが開発の効率化（時間、コストの低減）にどの程度寄与するのか、定量的な把握に努める必要がある。 | 試験の効率化の一つである熱真空試験効率化については、定量的な試験期間短縮の効果を想定した上で進めており、今後の取り組みにおいても、定量的な効果を意識しつつ進めていく。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| 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） | ○大型施設で実際に試験することと、デジタル化の導入、施設の運用に伴う費用負担などを踏まえ、組織として長期戦略を作成する必要がある。 | 宇宙機やロケットの新規開発において、設計や製造工程の妥当性確認のための試験検証は今後も必要。JAXAが保有すべき環境試験設備を限られた予算で維持しつつ、デジタル化の進展等を踏まえ、長期的視点に立った戦略や計画を検討していく。 |
| 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） | ○評価のポイントが明確ではない面がある。アウトカムが具体的ではなかったり、あまり記載されていない項も多い。社会/産業への貢献を測るためのKPI/目標設定を行い、アウトカムを明確にした上で、それに基づく客観的な評価を心掛けていただきたい。 | アウトカムを意識し取り組んでおり、KPIなどの設定も意識しながら目標設定をし、着実に事業を進め、適切な評価に務めていく。 |
| 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） | ○追跡運用技術、環境試験技術にしても、産業振興の世界では分かりにくい。ものづくりの中小企業が理解できるコンテンツの発信ができないか。 | ご指摘を踏まえ、事業内容や研究成果について産業振興の世界で分かり易く理解できるコンテンツ発信に努めていく。 |
| Ⅲ.4　宇宙政策の目標達成に向けた分野横断的な研究開発等の取組 | ○民間の事業支援は宇宙利用の拡大につながると期待されるが、一方でJAXAが国の唯一の宇宙機関であり国民の税金が投じられていることを考えると、何をどこまで協力していくかを組織として検討する必要がある。 | スタートアップ企業を中心に宇宙ビジネスを担う新たなプレイヤーが増えている中、産業振興・宇宙利用拡大の面でJAXAに求められる役割も変化している。共創活動を開始するにあたっては、双方の役割を明確にした上で、事業化を見据えた民間のニーズを踏まえつつ、唯一の宇宙機関として、JAXA研究開発とシナジーを生む民間との共創活動を行っていきたいと考えている。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○日本の商用宇宙活動を今後も伸ばしていくことが必要であり、JAXAには多くの期待がかかる。今後、出資機能も有し、新たな展開も可能になったことから、多面的なアプローチでの活動を期待する。 | 新事業促進部で従来より行っている、民間企業との共創活動（J-SPARC）等に加え、今後は出資機能等も適切に活用し、スタートアップ前段階から事業化段階までの成長段階に応じた各種支援施策及び実証機会の提供等を行うことで、今後も産業競争力の維持・強化及び宇宙利用拡大に資する取組を行っていきたい。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○今後、新たな切り口のチャレンジや、これまでの協業成果を期待する。 | J-SPARCは2022年度に制度開始から５年目を迎えることもあり、実証機会を拡充し、共創活動の出口である事業化に向けた事業共同実証活動に注力していきたい。また、2021年度に開始した出資機能も適切に活用することで、より多面的なアプローチによる成果を目指す。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○出資機能の活用について、民間の資金提供者からは、「目利き」としての役割を期待されていることを自覚し、経営面を含めた出資先の技術経営（ガバナンス）を確保しつつ、適切な運用を行うことが求められる。 | 令和３年度より始まった出資業務においては、出資判断のために必要な社内規定を整備済みであり、政府のガイドラインに従った外部有識者による委員会設置も含め出資判断プロセスを明確化している。また、ご指摘を踏まえ、外部専門家のご意見も参考にしながら、適切に出資機能を運用していきたい。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○宇宙が「産業化」の時代に入ってきたことを踏まえると、より具体的な指標で産業振興にどの程度貢献できているかを示していくことが必要。例えば、案件数のみならず、経済規模や経済価値を含め、可能な限り経済的観点でのKPIを定めるべき。 | 評価基準については、企業の数値情報は非公表を前提としながらも、可能な限りの経営状況等の提供の依頼や協業等企業での経営コミット状況のヒアリング等を行い、事業化・産業化の観点から評価、判断ができるよう努めるとともに、事業化、社会実装といった出口成果を意識した協業件数、市場投入された製品・サービス数といった経済的観点での指標を設定しているところである。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○現状の活動が継続発展するように、適宜運用、人員配置、外部人材の活用をしていく必要がある。 | 人材育成・配置については、人的リソース不足を課題として認識している中、限られたリソースの中で最適な配置ができるよう14名のプロデューサーを中心に社内関係部門等の協力を得て社内共創メンバー約100名という体制により、各部署と連携また、JAXA研究開発とシナジーを生む民間との共創活動を着実に推進しているところである。 |
| Ⅲ.4.1 民間事業者との協業等の宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組 | ○産業界との連携の事例を増やすことに留めず、それをどのように産業や社会に実際に役立てていくか、産業界に末永く宇宙が利用されるためにはどのような取組が必要なのか検討していく必要がある。 | 民間事業者との共創活動にあたっては、将来の民間事業者における事業化及び社会実証を共創開始当初から見据え、ビジネスのアイディア段階から事業化段階の各段階において必要とされる各種支援・協力をJAXA保有の知見等を活用しながら今後も実施していきたい。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○今後は、開発のDX化を進めていく必要がある。 | 開発のDX化は、III.4.2(1)②小型技術刷新衛星研究開発プログラムの研究課題の一つとして研究に取り組んでおり、またIII.4.2(1)③革新的衛星技術実証3号機の小型実証衛星3号機の開発においてもModel Based Systems Engineeringの試行等を行っており、今後も推進していきたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○この項目は、アラカルト的・トピックス的な実績評価になりがちな面がある。ロードマップに沿って研究開発テーマを体系化し、それに基づいて業務実績を評価するといったように評価方法を改善していく必要がある。 | 本項目に含まれる事業の全様と、その中で重点を置いて取り組んでいる研究開発の目標を明確にし、これに対し今年度貢献できた成果・貢献が期待できる成果を評定理由・根拠として挙げて業務実績を評価する。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○宇宙用半導体デバイスの少量多品種生産方式や高性能民生部品の耐放射線・設計技術については、宇宙実証に加えて、コスト面でのインパクト等、アウトカムの定量的評価が必要。 | コスト面でのインパクト等を評価するには、企業側がどのようなビジネスモデルにするかといった不確定要素があるため、このような研究におけるアウトカムの評価は、JAXAに求められる役割（利用者への橋渡し、社会実装など）を明確にした上で今後評価していく。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○革新的衛星技術実証プログラムはTRLに応じた効率的な運用が求められる一方、ISSを利用した運用などアジャイル実証の機会の増大の検討が望まれる。 | 革新的衛星技術実証プログラムでは、実証テーマ選定時にTRLや実証後のビジネス展開等を勘案して評価・選定している。また、本プログラムでは2年毎の実証機会の提供を目標としているが、2021年度より取組みを開始した小型技術刷新衛星研究開発プログラムにおいても官民で活用可能な革新的・基盤的技術を早いサイクルで実証していく計画である。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○持続可能な宇宙開発のためにも宇宙デブリの観測、低減、除去は重要命題でもあり、民間の力も結集して行うこと、事業化に向けた支援の強化が求められる。商業デブリ実証については、実証の成果だけでなく、日本版COTSという調達方式から得られた成果についても振り返りを期待。 | ご指摘を踏まえ、今後、本調達方式から得られた成果について振り返りを行っていく。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○業務実績等報告書には、共同研究開発の場合、共同相手とJAXAの役割分担を明確にして、それぞれの貢献及び成果を記載していただきたい。ミニマルファブは、令和元年度における業務実績評価でもＳ評価の根拠にしている。同一テーマを複数年度で記述する場合、各年度の差異がわかるよう、明確にしていただきたい。 | ご指摘の通り対応する。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○今後評価に際しては、高評価の理由となるポイントを業務実績等報告書の中で明確にしていただきたい。具体的には、資料のページ数や分量を絞るため特に顕著な主要成果を選別する、「年度目標を極力明確/具体化/KPI化し」成果と厳密に対比して評価する等が考えられる。その際、高評価の個別単体案件の列記に止まらず、できなかった/うまくいかなかったことも含めて「新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化」全体としての達成度が表現されるよう工夫いただきたい。例えば全体を1ページで総括した一覧表を用意頂き、どこがエクストラサクセスで顕著な産業貢献（アウトカム）なのか分かりやすく表現いただければと思う。 | 本項目に含まれる事業の全様と、その中で重点を置いて取り組んでいる研究開発の目標を明確にし、これに対する年度の目標、成果・実績をご説明できるよう資料の構成を工夫する。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○業務実績等報告書において、Ｓ評価を提示する場合には、世界最高水準の成果か、宇宙産業の国際競争力強化に著しく貢献したか、目標（KPI）に対して何が飛びぬけて達成できたのか、核となる大きな成果/貢献（アウトカム）は何か等の視点から、客観的に記述いただきたい。また、詳細な技術的要素の評価だけでなく、経済/産業（単に「ベンチャーに採用された」だけでなく想定市場規模等）・社会・国民（納税者）への便益という視点も加えて評価いただきたい。 | ご指摘の観点について客観的に記述できるよう努める。また、研究の性質に応じて、JAXAに求められる役割を明確にし、アウトカムの評価を行っていきたい。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○人工衛星の長寿命化を実現する技術は、今後非常に重要になってくると思われる技術。一方で、期待されるアウトカムが最終的に得られるまでには、この技術の性格上、長期間かかると思われる。よって、このような技術については、実行する側も評価する側も長い目でその進捗を見ていく必要があるものと考える。 | ご意見を踏まえ、引き続き長期的視点を持って、長寿命化のような基盤技術の研究を進めたい。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○多くの技術開発の成果は評価できるが、社会実装初期段階のものが多くアウトカムレベルでのインパクトは明確とは言えない。 | 研究の性質に応じて、JAXAに求められる役割を明確にし、アウトカムの評価を行っていきたい。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○オープン・イノベーションのマネジメントに関する評価軸は、JAXAを中核的な主体としたイノベーションのマネジメントとは、質的にかなり異なったものとなっているように思われる。今後の成功例をもとに、オープン・イノベーションを成功に導くための要素の抽出をはかり、イノベーションの成果のみならず、マネジメントの過程段階における評価もしやすいような評価軸の設定を試みてほしい。 | 実績に以下のような「オープンイノベーションを成功に導くための要素・工夫」の一部を記載する等の工夫を行う。<br>・共同研究テーマ設定段階で企業の研究開発ニーズを取り込む課題設定<br>・事業化に関する、採択時・終了時の評価及び研究実施中の進捗確認（事業化計画の相談・支援）等の支援<br>・知財の権利取得・利活用で融通性のある制度適用（現在は全社で適用できる規定）<br>・共同研究制度の改善や募集枠の新設等による共同研究実施及び成果の展開・発展を促進 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○スペース・デブリ対策で出している優れたアウトカムを国際的に効果的に広報し、日本のプレゼンスの向上に向けるとともに、この分野でのルール形成を主導する地位に繋げてほしい。 | 本項目に含まれる事業の全様と、その中で重点を置いて取り組んでいる研究開発に対し、どのように貢献できたかという観点で成果を示したい。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○「新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化」という括りになっているが、何がどのような価値を生み出したのかわかりにくいので、翌年度以降はその点を考慮した記載をお願いしたい。 | 本項目に含まれる事業の全様と、その中で重点を置いて取り組んでいる研究開発に対し、どのように貢献できたかという観点で成果を示したい。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○「宇宙用半導体デバイスの新しい少量多品種生産方式の技術実証」のように、MEMS RF-SWができたことにより得られるメリットが実感しにくいものもある。単に技術成果を示すだけでなく、ベンチマークや、実用化した際のインパクトについても、より明確に示してもらうと評価しやすくなる。 | 実証した技術が実用化された際のインパクト、ユーザにとっての意義価値について、より明確に示すように努める。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○宇宙太陽光発電に関しては近年、中国で宇宙での実証試験計画が始まりつつあり、宇宙空間での新たなエネルギーインフラ獲得競争が生じかねない状況である。危機感を抱き、日本としてR&Dを加速すべきである。 | 海外の動向を注視しつつ、経済産業省や国内の大学・企業とも連携協力しながら、日本の強みを生かした研究と宇宙実証を進めており、引き続き推進する。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○知的財産の問題については、IoT（自動車など全ての装置が通信技術で繋がる世界）において、通信のための半導体チップにライセンス料を課すか、通信装置を組み込んだ自動車にライセンス料を課すかのパラダイム転換がある。もちろん自動車にライセンス料を課すと「自動車の価格×ライセンス料●%」となり、数十円の部品のライセンス料とは異なり、巨額になる。JAXAにもこの認識を踏まえてライセンスポリシーを常に検討していただきたい。 | 2020年6月に公表した知的財産ポリシーにおいて、我が国の産業振興を図るために保有する知的財産を適切な対価で広く活用できることを謳っており、現在、企業（ライセンシー）の製品に組み込まれるJAXA知財の貢献度合いを勘案してライセンス料を徴収している。いただいたご意見を踏まえつつ世の中の趨勢を見極めながら、我が国産業の国際競争力強化、経済成長に貢献できるよう、引き続きライセンスポリシーを検討していく。 |
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○AI、5G/6G、量子、クリーンテック、モビリティや水素社会など他産業の技術革新も目覚ましい中、他の革新的先端技術と結びつくことによる先端技術のシナジーも期待する。JAXA単独の運用では巻き込める事業分野に限界があるため、関係府省との連携が必須ではないか。 | ご指摘の通り、さまざまな民間の先端技術を活用して研究開発を進めることは重要と考えており、スターダストプログラム等での関係省庁との連携、企業・研究機関との共同研究によるオプンイノベーションを更に進める。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.4.2 新たな価値を実現する宇宙産業基盤・科学技術基盤の維持・強化（スペ―ス・デブリ対策、宇宙太陽光発電含む） | ○軌道上サービスは商業サービスが始まったところであり、今後、衛星の利用サイクルを含む衛星運用のランドスケープを変える可能性もある。機器の取り付け、修理、燃料補給、組み立て、移動、除去といったロボットによるサービスを実現する技術開発が望まれる。国際ルール化に向けた議論においては日本が主導することが期待されている。保険業界との更なる連携も必要。宇宙デブリの観測においても民間の事業者との協力も検討が望まれる。 | 現在、有人宇宙船内での船内サービスの研究等を進めているが、いただいたご意見も踏まえ今後JAXAが取り組むべき研究について検討していきたい。 |
| Ⅲ.5 航空科学技術 | ○今後は航空機産業の環境対策への貢献が強く期待される。 | 環境負荷性能を大幅に向上させるコアエンジン技術の実証をはじめ、航空機の抵抗低減や軽量化によって燃費/CO2排出削減を目指す研究開発を推進する。<br>また、カーボンニュートラルの実現に向けた抜本的なCO2削減に貢献すべく、航空機の電動化に向けた電動ハイブリッド推進技術の研究開発を加速するとともに、2021年度には民間企業と共同でグリーンイノベーション基金事業による水素航空機向けコア技術の研究開発に開始した。 |
| Ⅲ.5 航空科学技術 | ○引き続き、日本の「空」に関わる技術を支える機関として、精力的な活動を期待。特に、空飛ぶ車や水素航空機など、新たな航空機については、安全認証などのシステム的な点も踏まえた活動を早めに実施することを期待する。 | 既存形態での航空輸送・航空機利用の発展に必要な研究開発とともに、次世代モビリティ・システムによる更なる空の利用に必要な研究開発として、空飛ぶクルマを含む多種多様な航空機の運航技術や水素燃料適用技術等に重点的に取り組む方針（航空科学技術分野に関する研究開発ビジョン、令和4年2月 航空科学技術員会決定）。<br>また、航空局による無人航空機や空飛ぶクルマの安全基準等の検討作業や、国際機関（SAE International）における電動・水素航空機の標準化活動への参画/技術協力等、新たな航空機の実現に向けて研究開発に留まらない活動を実施している。 |
| Ⅲ.6 宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組 | ○宇宙政策は政治、国際、経済情勢などによって変化していく。世界の技術動向などに目配りし、政策変化にも対応できるようにしておくことが求められる。 | 駐在員事務所やコンサル等を通じて、世界の技術動向はもとより、主要国・機関の政策、予算、体制等に関する情報を常時収集し分析していく。また、機構だけでは限りがあるため、国内外の様々な分野の研究機関や専門家等とのネットワークを拡大し、ますます拡大・高度化する調査分析ニーズへの対応能力の向上を図っている。 |
| Ⅲ.6.1 国際協力・海外展開の推進及び調査分析 | ○宇宙空間における「法の支配」、「国際協調」の確立を先導していくことは、宇宙政策に関して日本が担うべき役割としてきわめて重要であり、成立した宇宙資源探査開発法の国際的な周知を含め、今後も、政府の活動に協力しつつ、積極的に実績を積み上げていくことが重要。 | 国連宇宙空間平和利用委員会等の場において発信していく所存である。 |
| Ⅲ.6.1 国際協力・海外展開の推進及び調査分析 | ○今後も制度的な枠組み作りにおいてリーダーシップを発揮できるよう、国内における課題の整理や調査研究等の充実を進めるべき。また、調査研究成果を事業に反映する仕組みを構築することに期待。 | 2021年度には、内閣府での軌道上サービスに関するガイドライン検討過程において、政府との課題認識共有と政府が行う調査活動への協力を実施した。今後も制度作りに貢献していく。なお、調査分析の実施に当たっては、事業部門が調査結果を迅速かつ効果的に活用し易いよう、企画段階から関係する事業部門と緊密に連携するやり方が定着している。 |
| Ⅲ.6.1 国際協力・海外展開の推進及び調査分析 | ○宇宙開発・利用や宇宙産業の進展が目覚ましい現在において、調査分析を強化して政策やミッションの立案に結び付ける重要度は増している。特にますます産業化が加速する中、範囲は広がり複雑化している。戦略的政策や提言につながることに期待。 | 経営視点での調査分析の重点化の仕組みを定着させ、より高度で複雑なテーマへの対応、提言・発信力の向上に取り組んでいる。機構内だけでは限界があるため、様々な分野の有識者や専門家等とのネットワークを広げ、視野を拡大する活動を強化している。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○今後も、常に国民の理解と支持の測定を継続し、広報活動のブラッシュアップに取り組んでいくことが重要。 | 広報活動を行っていくうえで効果測定は必須であると認識しており、今後も国民の意識調査を継続していく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○オンライン化は欠点もあるが、遠隔地等からの参加などの面では大きなメリットもあるため、ポスト・コロナの広報、理解増進活動、人材育成活動において、オンラインと対面を組み合わせた取組を期待する。 | オンライン化により、遠隔地からの活動への参加や、視聴者が自由な時間帯に参加できる等のメリットを感じている。例えば、教員研修をオンラインで実施したことにより、従来、地理的・時間的制約により参加の難しかった地域から多くの参加者を得ることができた。今後コロナが収束してもオンラインの良さを考えた取り組みを展開していく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○人材育成と広報はコロナ渦によってDXが一挙に進んだ領域である。従来の枠組みを超えてより一層のイノベーティブな手法を期待す | 広報については、例えばバーチャル筑波宇宙センターを評価してもらったものと考える。今後も、メタバース等といった取り組みに外部連携を含めて検討していきたい。人材育成については、すでに顕著な成果を得て、そのメリットは充分認識しており、今後もさらに有効な活用方法を検討・模索し、実施していく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○「はやぶさ２」のサンプルリターンなどによる成果があがると国民の理解は高まるので、国民全体としての理解を上げることに注力するよりも、次世代の人材育成の取組の効果をあげることに重点を置く方が重要ではないかと考える。 | JAXAにおいて、理解増進と人材育成は車の両輪である。宇宙航空分野の研究開発（事業）の意義・価値に係る理解を増進し、国民と社会の支持を醸成することは、宇宙を素材とする教育「宇宙教育」の推進に大いに寄与しており、次世代の人材育成に貢献している。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○コロナの中で広報・周知の新しい方法を実施した点、評価できる。効果が認められる方法を精査して、コロナ後の広報に生かしてもらいたい。 | 引き続き、それぞれの利点を活かせるように今後の広報活動に活かしていきたい。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○広報露出に関するKPIが評価の中心となっているが、もう一歩踏み込んで、社会や国民が宇宙開発に何を望んでいるのか、JAXA他による活動は費用対効果も含めてそこに答えられているのか、より良くするにはどうすべきか等、課題を把握し対応策につながるようなアンケートやKPIモニタリングに取り組んではと考える。「夢と希望」のみならず、宇宙開発が社会や国民にとっての真のインフラとなるような、すなわち、社会便益への寄与/産業促進/事業開拓やそれによる育成人材の出口創出等につながるような、広報活動に取り組んでいただきたい。 | 航空宇宙開発に対する意識調査や、費用に関する意識調査については継続して実施しているところではあるが、課題抽出・把握を行い、更なる支持の向上に向けて今後も改善していきたい。「日本の宇宙や航空分野の研究開発は社会や国民生活の役に立っていると思うか」という問いに対しては全体で80.5%が支持をしており、社会便益への寄与も多くの方々に認められてきている。また、JAXAの予算については「妥当だと思う」が63.2%と半数を超え「少ない、もっと増やすべきべきだと思う」は26.4%という回答があり、費用対効果についても認められているものと考える。J-SPARCをはじめとした産業連携の取り組みについて、Webや報道メディアを通じて、広報活動にも力を入れており、引き続き取り組んでいく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○多項目にわたりKPIをしっかり設定し、また、JAXAの役立ち感の把握などアンケート内容も改良するなど、不断の改善に取り組んでいることは高く評価できる。 | 今後も国民の意識調査を継続して実施する。調査結果を踏まえ、改善に取り組む。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○業務実績等報告書の中で広報活動に関する説明は、宇宙に関するものがほとんどだったかと思う。一方でJAXAの航空分野でも様々な活動をされているので、今回に限らず一般向けに周知されるときも含めて、広報関係についてリストアップされる場合は、航空関係の活動についても、せめて一つは紹介するようにされたらよいと思う。 | ご指摘の通り。また、2022年度は航空技術研究に関して、広報の重点事項として取り組んでいく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○国民的な理解の増進については、コロナ禍の中、リモート対応に切り替え、前年度を上回る情報発信を実現した。また、次世代を担う人材育成の貢献について、オンライン対応をして双方向のコミュニケーションにより対応したことを評価する。 | 2021年度及び今後もコロナが収まってもオンラインの利点を活かしていく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○「産業」に関する広報努力が十分かは疑問。手法や頻度の面での工夫余地がありうる。 | 今後も新事業促進部、宇宙探査イノベーションハブ等、産業振興・産業連携の関連部署と協力して取り組んでいく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○広報活動は、はやぶさ2の帰還もあって、大きな成果があった年度でもあり、JAXA認知度は高まったが、今後は教育業界や産業界等のステークホルダーと新たな関係を構築し、強化していく、次のステージの広報活動が求められる。例えば、産業界に対し宇宙を最大限に利活用してもらうための広報など。 | JAXAの認知度が高まっていることから、近年、さまざまな業界から連携や協力の申し出があり、調整・協力を進めているところ。<br>JAXAの技術を宇宙航空分野のみならず、その他様々な産業分野でも広く活用していただく取り組みについての広報等、新事業促進部等と連携して推進していく。 |
| Ⅲ.6.2 国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献 | ○MADOCAのような、あまり一般には知られていないが重要な技術について、社会的なインパクトがどれくらいあるか精査した上で、国民の理解増進に努めてもらいたい。 | 日本の宇宙航空技術開発について、役立ち感については約8割の支持があるものの、個別の技術に対する認知度・理解度は向上すべきものと受け止めている。<br>JAXAの中にある、安心・安全な社会に役立つ技術について、今後とも情報発信に努めて、意義や価値について国民の理解増進に努めていく。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○ミッション喪失に直結する「電源系と通信系の不具合」を未然防止するため、ロバスト性を高めるエンジニアリングのレベルアップを更に推進していくことが重要。 | 宇宙機の電源・通信系における非同期インタフェースが原因で不具合となる事象の増加に伴い、その発生要因を分析し非同期インタフェースを設計、検証する上で重要となる事項、注意する事項をまとめ設計標準として制定する活動を実施している。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○引き続きJAXA内部だけでなく、外部の人材への情報共有を継続的に実施していく必要がる。 | S&MA研修をJAXA内部だけでなく、主要宇宙機関連企業にも参加可能としている。今後は、宇宙機関連企業全般、ベンチャー企業や大学に拡大するよう計画している。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○プロジェクトマネジメントについての不断のPDCAを期待する。 | JAXAのプロジェクトマネジメントプロセスのPDCAについては、プロジェクト業務改革の方針に基づき改正したルールをプロジェクトに適用し、その運用結果から得られた改善事項を抽出及び反映していく活動を継続的に実施している。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○民間事業者との協業（協創）が進展している中で、JAXAによる安全・信頼性確保の実績を伝達していくことは有意義な活動であり、今後も継続することが望まれる。 | 2023年度から、技術開発グループをミッション保証技術グループに改称し、ベンチャー企業等からの機構外ミッションに対するミッション保証支援業務を追加する。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○SE/PMのワーキンググループや「失敗塾」の実施など、若手の人材を育成する新たな試みの実施は評価できるが、それから得られたアウトカムとしての「リーンガイドライン」やMBSE入門書が、どのような効用をもたらしたのか具体的な説明をいただく方がよいと考える。 | リーンガイドラインについては、プロジェクトマネジメント初級研修での紹介やWGの新規参加メンバーへの提供等、JAXA内でのSE/PMの基礎知識の共有に使用している。また、MBSE入門書の内容は、デジタル開発基盤技術の実証でのモデル作成に活用したほか、WG活動におけるMBSE開発環境の整備や汎用モデル作成等、更なるMBSE技術の検討・実践の基礎として利用してる。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○個々の取組については良い成果が出ていると思われるし、結果としてのアウトプット/アウトカムKPIもよく提示されていると考える。一方で、長期展望が必要な宇宙開発に対して今後どのように進めて行くのか、中長期の方針やロードマップが見えなかった。なお、中長期計画と年度計画は全く同じ内容である。来年度以降の業務実績評価では、中長期のロードマップを定め、その中で具体の年度目標とKPIを定めて、それとの対比での客観的評価を行うように心掛けていただきたい。 | 宇宙活動5-10年先を見据えた開発技術に対応したS&MA技術ロードマップを改定し、S&MA技術の目標を設定している。宇宙機メーカとの意見交換を実施して、外部との共有を進めているところ。KPIについては、部門内にて新たな項目の設定について議論を着手している。 |
| Ⅲ.6.3 プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性の確保 | ○惑星等保護審査活動に関して、「民間事業者が行う惑星探査は機構の所掌外であるところ、機構が審査不足の可能性を関係者に提起し審査を受託したことで、日本の民間事業者や規制当局が国際的なコミュニティからPPPへの適合性確認が不十分であることを非難されかねない状況を回避した」ことは非常に重要である。今後の機構の探査計画の中でのニーズだけでなく、民間に対する情報提供等も含めて、惑星等保護審査の体制・活動の整備・拡充の必要がある。 | 惑星等保護の推進に向けて、「惑星等保護プログラム標準（JMR-014）」を充実化させる活動を実施した。今年度は、将来の活動領域の拡大に対応するため、保護が必要な太陽系天体への着陸ミッション（カテゴリⅣ）を実施するための追加要求や（制約付き）地球帰還のための要求を検討し、改定案を作成した。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○JAXAのＤＸ推進に対して明確な貢献をすることを期待する。 | 全社で共通的に利用する情報システムの基盤としてクラウドサービス（Microsoft365等）を活用しているが、これらの新機能やツールでDX推進に寄与できるものについては、試行などを経て全社利用できるようにするなどDX推進に寄与する取り組みを進めている。引き続き関連部署とも連携して、DX推進に貢献する活動を推進していく。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○JAXAは我が国の安全保障にかかわる業務も担当しており、今後のサイバー攻撃の激化が予想される。セキュリティシステムについて、ソフトウェア・システム運用、ハードウェア等の面から、不断の見直しを図ることが重要。 | 横断的なリスク評価を継続的に実施し、多層防御のセキュリティシステムの見直しを実施していく。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○安全保障にかかわる技術や先端技術を保有しているJAXAへのサイバー攻撃は多い。リモートワークが進む中、セキュリティ対策に一層力を入れる必要がある。 | リモートワーク及び外部のクラウドサービスの利用が進む状況下において、働く場所によらずセキュリティ脅威検知から封じ込めを行う対策（エンドポイントへのEDR導入）や、外部サービスの利用状況の可視化を行いその脆弱度を評価し利用抑止をする対策(CASB導入)を進める等、一層力を入れている。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○重大インシデントの手前の軽微な、あるいは重大インシデントにつながる事象の状況をモニタリングして、未然に防ぐ取組についても、次年度の業務実績等報告書で報告いただくことを期待する。 | 攻撃動向や軽微な検知も含めモニタリングし適切な遮断運用等の実施、ゼロデイ攻撃や危機的な脆弱性に対し速やかに対応を行う等の状況、及び未然に防ぐ取り組みとして情報システムセキュリティ責任者等への教育の実施やインシデント対応チーム（CSIRT）の資格取得維持及び緊急連絡網の維持管理について、令和3年度（2021年度）業務実績等報告書において記載をしている。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○コロナ禍で急激に進んだテレワーク対応のアウトプット状況（何人/何台等）はよく分かったが、本来の目的である業務効率化や働き方改革への貢献の「アウトカム」KPIの状況についても、確認とそれに基づく対応をいただきたい。 | アウトカムKPIとしては、JAXA全体のテレワーク率なども意識しつつ、NWやWeb会議の品質改善に取り組んでいるところであり、引き続きKPIに基づく対応を進めていく。 |
| Ⅲ.6.4 情報システムの活用と情報セキュリティの確保 | ○大型計算機システムはJAXAの活動に必須のものであると理解される。引き続きこのシステムの計算速度増大等の能力向上を進めていただきたい。 | JAXAの詳細な活動毎の大型計算機システムの利用状況を把握し、また、利用者ニーズの聞き取りを継続的に行い、計算速度増大等の必要かつ十分なシステムの能力向上に努めいく。 |
| Ⅲ.6.5　施設及び設備に関する事項 | ○災害多発時代を迎える中、ＢＣＰが実効性のあるものであるか、訓練体制も含めて検証する必要がある。 | BCPの中で、施設及び設備の観点では、発電機運転オペレーションについては、平常時にDR（デマンドレスポンス）対応を行い、BCP発動時の訓練も兼ねるなど、これからも効果的な施設運用に取り組んでいく。 |
| Ⅲ.6.5　施設及び設備に関する事項 | ○施設が日本各地に点在し、老朽化も進む。頻発・激甚化する自然災害への備えを強化しているが、引き続き強化することが望まれる。 | 引き続き，自然災害へのハードとソフトの両面からの対策を強化していく。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅲ.6.5　施設及び設備に関する事項 | ○多数ある施設の状況を良く掌握し管理するとともに、着実な更新と新たな技術による管理の高度化に取り組まれていることは高く評価される。 | 引き続き施設の維持運営と施設管理の高度化に取り組んでいく。 |
| Ⅲ.6.5　施設及び設備に関する事項 | ○JAXAはアセットが多く宇宙開発分野なので長期視点での整備/維持が必要となる。「全体に老朽化が加速度的に進んでいる」との深刻な説明もあり、詳細数値でなくともある程度の目安、マイルストーンを設定しないで単年度対応を続けていると、ある時点で立ち行かなくなる懸念もある。限られた予算でどう運営していくのかという難しい命題も含めて、検討いただきたい。一方、中長期のKPI設定が必要と考える。 | 中長期的な老朽化対策計画の立案，中長期的なKPIの設定等を進めていく。なお、電力基盤インフラについては行程表に基づき更新を行うとともに、更なる延命化を図りつつ予算の平準化にも努めている。 |
| Ⅲ.7 情報収集衛星に係る政府からの受託 | ○情報収集衛星については開示可能な情報が限定されており、業務実績の評価が困難な面がある。非公開審議資料とすることで審議会委員への開示内容を増やすといった工夫が必要。 | 可能な範囲で記載の充実に努力する。 |
| Ⅲ.7 情報収集衛星に係る政府からの受託 | ○JAXAには、引き続き政府からの求めに対し、技術面から適切な助言を行う役割が期待される。 | 引き続き政府からの求めに対し、技術面から適切な助言を行う役割を果たすべく最大限努力する。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○経費削減、業務の効率的推進に加えて、民間に任せる業務は民間に任せ、研究開発では大学や民間企業との連携を更に強化して、JAXAはJAXAでなければできないことを実施するなど、JAXAが実施すべき業務の抜本的な見直しも必要である。 | 成熟した業務・技術は可能な限り民間等へ移転する一方、新しい技術・知見を外部から導入する等の取組により、JAXA全体としてより創造的な業務に注力すべく取り組んでおります。特に、2021年度は、経営課題の解決等に向けたリソースシフトなどを目的として、調達・財務の定型業務についてビジネス・プロセス・アウトソーシング（BPO）を運用開始している。<br>ご指摘も踏まえ引き続き努めていく。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○令和３年度からJAXAの役割に出資業務が加わるが、出資先、出資額、出資判断を明らかにし、倫理的な問題や疑念を招かないようにする必要がある。 | 令和３年度より始まった出資業務においては、出資判断のために必要な社内規定を整備済みであり、政府のガイドラインに従った外部有識者による委員会設置も含め出資判断プロセスを明確化している。<br>今後具体的な出資実績が形成された場合、出資先、出資額等について適切に公開する方針である。<br>また、利益相反への対応として、倫理的な問題も含め、全社的なリスク管理方針の下、出資に係る意思決定に関わる役職員等に対し利害関係の有無を確認し、有る場合に利益相反マネジメントを実施する手順を導入済みである。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○運営交付金が不足する中では外部資金の獲得が必須と思われる。今回の業務実績等報告書の財務内容の改善の項で、34.1億円という数値が提示されていたが、それで十分なのか、足りないとするとどうしていくのか、今後の計画/方策の言及はなかったので、次年度に向けて検討いただきたい。 | 削減目標により年々減っていく一般管理費について、一般管理業務等を確実に実施するため、2021年度は、受託業務等の受注に伴い獲得する一般管理費や競争的資金の間接費等を一般管理業務等に充当する制度を整備したところ。引き続き外部資金を増加させると共に更なる改善に努めていく。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○予算の関係もあり、人材確保に大変苦労されているようだが、その前に機構全体としてどのくらいの現業人員/直間比率が必要なのかの検討が必要。企業の目から見ると、JAXAの規模で間接人員200人はやや多く感じられるので、現業へのリソース振替も含めて検討いただければと思う。 | 業務上の必要を精査した上で人員リソースの配分を行っているところだが、業務の見直しも含めてより最適なリソース配分となるよう改善に努めていく。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○JAXAと国益との結びつきが強まり、戦略的ミッションが増加するのに対して相応な予算措置を関係省庁と連携して確保していただきたい。 | 2年連続で補正予算を含めて2000億円以上の予算を措置していただいているところであるが、ご指摘の点を踏まえ継続的に予算措置を確保できるよう努めていく。 |
| Ⅳ 業務運営の改善・効率化に関する事項 | ○JAXAの自己評価結果に、一般管理費について第1期から第3期まで4割削減を達成したペースで、今後も一律的な数値目標で削減することは困難であり、無理な経費削減は研究開発の管理業の遂行に支障が出る可能性があると記載されている。厳しい国家財政状況の中ではあるが、一律に前年から一定比率で削減とすると管理業務遂行に支障が出る恐れがあるため、同規模の民間企業等を参考に、JAXAの業務規模に応じた適正な一般管理費経費を設定し、それを指標とした目標設定とすることを検討すべきではないか。 | 引き続き事業費・一般管理費の削減が求められるところ、一般管理業務等を確実に実施するため、2021年度は、受託業務等の受注に伴い獲得する一般管理費や競争的資金の間接費等を一般管理業務等に充当する制度を整備するなどの工夫を行っている。<br>一定比率の削減目標の見直しについては、今後の中長期目標・計画変更または制定の機会において、主務府省とも相談させていただく。 |

| 評価項目名 | 大臣評価書記載の課題・意見等 | 改善内容 |
|---|---|---|
| Ⅴ 財務内容の改善に関する事項 | ○財務は業務内容とも密接に関連することから、経費削減、業務の効率的推進に加えて、民間でできる業務は民間に任せ、研究開発では大学や民間企業との連携を更に強化し、JAXAはJAXAでなければできないことを実施するなど、JAXAが実施すべき業務の抜本的な見直しも必要。 | 成熟した業務・技術は可能な限り民間等へ移転する一方、新しい技術・知見を外部から導入する等の取組により、JAXA全体としてより創造的な業務に注力すべく取り組んでいるところ、ご指摘も踏まえ引き続き努めていく。 |
| Ⅴ 財務内容の改善に関する事項 | ○JAXA事業の実態を踏まえた「財務戦略」が十分で無いと感じた。財務戦略と事業戦略は組織運営の根幹となる施策であり、それがあって初めて「受託を伸ばす」等の戦術が出てくると思うので、ぜひ「財務戦略」を検討の上報告いただきたい。 | 競争的研究資金の獲得やJAXAの保有する宇宙航空技術に関する知見の提供等の国内外の民間事業者及び公的研究機関との連携強化等を通じた外部資金の獲得に向け、各部門ごとの外部資金獲得への積極的な取り組みや環境試験設備等の運営・利用拡大事業、拡大する受託に対応した管理体制の整備、寄附金の拡充、業務上の余裕金の運用等に総合的に取り組んでいる。 |
| Ⅵ.1 内部統制 | ○組織のモラルを高めるには、体制だけでなく、職場の風通しの良さが重要。特にバッドニュースファーストが徹底されているかどうかがカギになる。どのような些細な事案でも途中で止めず、すぐに理事長まであがるかどうか、体制整備と共に、バッドニュースファーストが定着することを期待する。 | 職場の風通しの良さは重要であり、報告を上げやすい風土づくりなど、役員及び管理監督者の意識改革を図るとともに危機発生時または危機につながる可能性のある事象発生時に関しては、初動対応に関する研修等を行い、バッドニュースファーストの情報伝達が行われるよう努めている。 |
| Ⅵ.1 内部統制 | ○JAXAの社会的役割や責任も重さを鑑み、「外部監査」について検討いただければと考える。 | JAXAにおける外部監査としては、会計検査院による検査に加え、会計監査人や監事による監査を受けている。 |
| Ⅵ.1 内部統制 | ○職員の兼業を「許可制」から「届け出制」に変更したが、JAXAは安全保障にもかかわる組織であり、先端技術情報も保有している。また、2021年度からJAXAの役割に出資業務が加わるなど、大きな変化を迎えている。内部統制の在り方がこれまで通りでいいのかどうか、理事長のリーダーシップのもと、検討する必要がある。 | 職員の兼業や出資業務の追加に伴い、情報管理や利益相反上の問題が生じるリスクを考慮に入れた仕組みやルールを整備している。<br>また、2022年度の内部統制においても、これらを組織のリスクとして識別しており、リスク管理の対応を行う。 |
| Ⅵ.2 人事に関する事項 | ○コロナ禍でのテレワークの実施の経験から得た知見をポスト・コロナでの働き方の改革に繋げていく必要がある。 | 2020年度に新型コロナウイルス対応をきっかけに、場所と時間の制約を大幅に緩和した働き方の実現性を示すことができ、2021年度には「新しい働き方（その1）」として、「テレワーク」及び「フレックス」の制度見直し・拡充を図り、テレワーク勤務の回数制限緩和、スーパーフレックスの拡大等を実施した。さらに、2022年度からの適用に向け、「新しい働き方（その２）」として、テレワーク勤務拡大に合わせて通勤手当の見直し（実費化）、テレワーク手当の新設等の準備を整えた。今後もこれまでの経験を生かして「働き方改革」で何が出来るか検討し、コロナ禍でも職員が活き活きと働ける環境整備に努めていく。 |
| Ⅵ.2 人事に関する事項 | ○リモートワークや兼業の促進は望ましい取り組みだが、JAXAの情報セキュリティや知財管理には関連部門と連携して十分に留意する必要がある。 | 情報セキュリティ対策基準、知的財産ポリシーの基本的な考え方、相談・対応窓口等の所内周知やセキュリティ研修等を通し、職員一人一人が意識を持って取り組み、今後も関連部門と連携してテレワークや兼業の促進に努めていく。 |
| Ⅵ.2 人事に関する事項 | ○兼業は「許可制」ではなく「届け出制」により、実施件数が増えている。宇宙機構は安全保障にもかかわる組織であり、最先端の技術情報を保有する。利益相反や逸脱行為を生まないように、組織として適切なチェック体制を作ることが必要。 | 利益相反マネジメント規程及び利益相反マネジメント運用基準において兼業に関しても必要な事項を定めています。また、利益相反マネジメントに関する疑義がある場合は、総務担当理事を委員長とする「利益相反マネジメント委員会」で審議されている。職員の兼業条件が緩和されることに伴い、利益相反マネジメントに係る実務の見直しを行っており、利益相反マネジメントの基礎となる情報は、電子申請を活用し役職員が常時申告することを可能とし、設問を具体化・詳細化して職員が申告すべき情報の範囲を識別しやすくしているなど、今後も組織として適切なチェック体制で取り組んでいく。 |