参考国研14-6

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
2020 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 2020 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
2020 年度業務実績と自己評価について ・・・・・・・・・・ 1

2．2020 年度における業務実績評価の実施概要・・・・・・・・・ 6

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 8

4．凡例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9

5．JAXA 評価項目の相関関係・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13

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-1

3．1　準天頂衛星システム等・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-2

3．2　海洋状況把握・早期警戒機能等・・・・・・・・・・・・・ A-16

3．3　宇宙状況把握・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-23

3．4　宇宙システム全体の機能保証強化・・・・・・・・・・・・ A-38

3．5　衛星リモートセンシング・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-45

3．6　宇宙科学・探査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-76

3．7　国際宇宙探査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-117

3．8　ISS を含む地球低軌道活動・・・・・・・・・・・・・・・・ A-137

3．9　宇宙輸送システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-161

3．１０ 衛星通信等の技術実証・・・・・・・・・・・・・・・・・ A-182

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-201

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・・ B-1

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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ B-2

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）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ B-28

5．航空科学技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ C-1

6．宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組・・・・・・・・・ D-1

6．1　国際協力・海外展開の推進及び調査分析・・・・・・・ D-2

6．2　国民の理解増進と次世代を担う人材育成への貢献・・・ D-20

6．3　プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性・・・・・ D-63

6．4　情報システムの活用と情報セキュリティの確保・・・・ D-92

6．5　施設及び設備に関する事項・・・・・・・・・・・・・・ D-104

7．情報収集衛星に係る政府からの受託・・・・・・・・・・・・ E-1

IV. 業務運営の改善・効率化に関する事項・・・・・・・・・・・・ F-1

V. 財務内容の改善に関する事項・・・・・・・・・・・・・・・・・ G-1

VI. その他業務運営に関する重要事項

1．内部統制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ H-1

2．人事に関する事項・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ H-9

3．中長期目標期間を超える債務負担・・・・・・・・・・・・・・ H-17

4．積立金の使途・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ H-18

1．国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構の 2020 年度業務実績と自己評価について

2021 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 3 年目となる 2020 年度において、新型コロナウィルスの感染拡大が続く中、感染対策を徹底しつつ、小惑星探査機「はやぶさ 2」による小惑星リュウグウからのサンプルリターンや「こうのとり」（HTV）最終号機による国際宇宙ステーション（ISS）への補給ミッション、米国の民間有人宇宙船「クルードラゴン」運用初号機への野口宇宙飛行士の搭乗など、多くの重要なミッションを達成することができました。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、H-ⅡB、イプシロンの打上げ連続 50 回成功を達成しました。ISS 計画の国際パートナーとして JAXA が長年かけて培ってきた国際的信頼は、米国が提唱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・向上に着実に活かされています。

2020 年 6 月には、国の宇宙政策の基本方針「宇宙基本計画」が 5 年ぶりに改訂され、多様な国益に貢献するため、基盤強化と利用拡大の好循環を実現する、自立した宇宙利用大国となることを目指すことになりました。このような改訂を受け、JAXA は、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てまいりました。この結果、2020 年度は、中長期目標に掲げられた以下の 6 項目の取組方針の下、主に次のような取組を行い、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、H-ⅡB 及びイプシロンロケット）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、H-ⅡB ロケットは、世界トップ水準の成功率とオンタイム率を維持しました。また、イプシロンロケットと H3 ロケットとのシナジー効果を発揮させ国際競争力強化を目的としたイプシロン S ロケットについては、宇宙輸送システムの自立的かつ持続可能な事業構造の転換に向けて、事業者との間で輸送サービス事業の実施に関する基本協定を締結すると同時に、イプシロンロケットシリーズとして初の海外衛星打上げを受託しました。また、H-ⅡA、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 2020 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 の認定試験時に発生した技術的課題への対応を確実に行うため、2021 年度打上げに見直し、技術的課題の原因究明及び対策の妥当性を評価するための追加試験を実施しました。これと並行して、ロケットと地上設備を組み合わせた総合システム試験

（極低温点検）を実施し、2021 年度の試験機初号機打上げに向けて着実に開発を進めました。

② 災害対策・国土強靭化や地球規模課題の解決への貢献

防災・災害対策などの安全・安心な社会の実現及び地球規模課題の解決等に向けて、関係府省等と連携し、リモートセンシング衛星の研究・開発・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。東京大学との共同開発による、陸上の水循環シミュレーションシステム「Today's Earth（TE）」では、「令和 2 年 7 月豪雨」（熊本豪雨）や 10 月及び 11 月の台風（フィリピン、ベトナム等が被災）に際し、同システムを用いた解析結果を公開し、洪水危険地域の推定結果の有効性を示しました。日本域高解像度版「TE-Japan」は、30 時間以上先の長時間洪水予測が可能な国内最先端のものであり、その予測データは多くの地方自治体において避難情報周知の迅速化に向けた利用実証に用いられています。

JAXA が開発した衛星全球降水マップ「GSMaP」関連では、昨年度までの取組から大きく進展し、理化学研究所等と共同して世界で初めて降水観測データを数値天気予報に直接利用した「5 日後予報」を実現し、8 月よりリアルタイム降水予報の公開を開始しました。また、JAXA の研究開発成果を基に、農林水産省により農業気象情報衛星モニタリングシステム「JASMAI」が構築され、2021 年 1 月より公開となるなど、我が国の食料安全保障における独自情報の収集体制の確立にも寄与しています。新型コロナウィルス感染症（COVID-19）に対しても、米国航空宇宙局（NASA）、欧州宇宙機関（ESA）と協力し、流行前後の地球環境や経済活動などの状況把握（大都市の二酸化炭素濃度の変化、空港の駐機場や駐車場の変化等）を実施し、解析結果を特設ホームページ等で公開しています。

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。

2020 年度は、地球軌道に帰還した小惑星探査機「はやぶさ 2」から切り離され豪州ウーメラ地区に着地した再突入カプセルを、コロナ禍での移動・入国制限の厳しい中、豪州政府等の協力を得て回収することができました。世界で初めて C 型小惑星からのサンプル物質の回収に成功するとともに、回収したカプセルからガスを採取しました。地球圏外からのガスのサンプルリターンも世界初の成果です。数々の世界初の偉業を成し遂げた「はやぶさ 2 プロジェクトチーム」に対して、菅内閣総理大臣より内閣総理大臣顕彰が授与されました。また金星探査機「あかつき」による金星雲層上部による高速西風スーパーローテーションの維持メカニズム解明に関する論文が『Science（サイエンス）』誌に掲載されるなど、宇宙科学分野において世界トップクラスの科学的成果を創出しました。

米国は、火星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提案しています。一方、我が国は、国際共同で人類の活動領域を拡大する国際宇宙探査分野において、ISS の国際パートナーとして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、技術面を含めた我が国の計画の提案・実施を主体的に行うとともに、我が国の優位性を発揮できる技術、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の実証に取り組むこととしています。7 月には萩生田文部科学大臣とブライデンスタイン NASA 長官が

月探査協力に関する共同声明（JEDI）に調印し、10 月には国際宇宙探査に関する政治的宣言であるアルテミス合意に萩生田文科大臣、井上宇宙政策担当大臣が他の 7 ヶ国の政府代表とともに調印しました。12 月には、ゲートウェイの協力に関する日米了解覚書が締結されました。JAXA はこれらの政府レベルの取組みを技術面で支えてきました。また、2020 年度に打ち上げた宇宙ステーション補給機「こうのとり」9 号機は、ISS 用の大型バッテリ輸送を行うなど、ISS の基幹的役割を果たしました。「こうのとり」は ISS の安定的な運用に貢献し、11 年にわたる運用において全 9 機連続成功を達成しました。

野口宇宙飛行士が、米国の民間有人宇宙船運用初号機に国際パートナーとして唯一搭乗し、様々な軌道上実験や船外活動を通じて ISS の運用を牽引しました。

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。2020 年度は、「きぼう」の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の創出や、非宇宙産業を含む利用拡大を展開しました。

さらに、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、2020 年度は民間による事業化に向けたビジネス実証の段階で大きく進展した事例も生まれています。

（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。

宇宙の産業構造が大きく変化する中で我が国の宇宙事業の国際競争力を強化するために、その宇宙活動を支える総合的基盤の強化の一つとして、宇宙輸送系の低コスト化に繋がる、自律飛行安全ソフトウェアを経済産業省の委託事業として開発し、スタートアップ企業のロケット等への搭載が決定しました。これにより今後、将来の輸送システムにおける維持費の低減、民間のロケット打上げ事業への参入促進等が期待されます。

抜本的な低コスト化等を目指した革新的な炭素複合材（CFRP）ラティス構造技術の研究では、再使用可能な円筒型を用いた低コストの製造方法等を確立し、質量・コストとも従来金属構造の半分以下にでき、深宇宙探査技術実証機「DESTINY+」用のキックステージ構造への採用が決定しました。

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ことを目的として、微弱でかつ変動の大きい GPS 信号でも受信可能な GPS 受信機を開発し、静止軌道上で安定した GPS 航法が継続できることを確認しました。本技術は、海外衛星メーカからも注目を得ており、国内メーカによる国内外市場への製品投入が決定しました。

（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。

2020 年度は、特に、航空産業の振興・国際競争力強化に向けて、次世代ジ

ェットエンジンのコア部を担う海外競合を凌駕する低 NOx（窒素酸化物）性能を有する燃焼器の開発試験に成功しました。今後、プロジェクトを共同で実施する国内エンジンメーカへ技術移転することで、エンジンの国際共同開発において、これまで主にエンジン低圧部のシェアを有していた国内エンジンメーカによる、高温・高圧部の新たなシェア獲得が期待されます。

また、航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジとして、激甚化する気象影響に対応して、滑走路雪氷や落雷から航空機を防御する世界初の航空機気象影響防御システムを開発し、今後実装を予定している空港において運用実証を行いました。現在当該技術について民間事業者がシステム事業化に向けて着手しています。

災害・危機管理対応統合運用システム「D-NET」について、同システムを構成する各機能等を気象サービスプロバイダ、航空装備品企業、航空ソフトウェア企業の計 3 社に技術移転を行ったことで次年度の製品化が確定し、社会実装される基盤が整いました。また、政府各機関に D-NET が高く評価され、自然災害時等において初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するための航空機運用システムに D-NET が採用される見込みを得ました。

以上の JAXA の各事業を支える重要な取組として、ロケット打上げ射場等重要施設等の老朽化対策や、新型コロナ感染拡大の中でのセキュリティ対策を踏まえたテレワーク環境の整備、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、事業全般について、コロナ禍での移動・入国制限の厳しい中、職員及びパートナー等の感染予防を徹底して、各打上げをはじめ安全に履行することができ、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 は、2021 年度も引き続き各種事業を着実に進めるとともに、新型コロナ感染の収束が見通せない中、日本が元気になるよう日本の宇宙・航空分野における新たな価値の創出、先導する研究開発に果敢に挑戦し、社会への還元に努めてまいります。

2020 年度の主な成果等

2020 年 4 月	金星探査機「あかつき」による金星大気の探査活動に基づく研究成果をまとめた論文が、『サイエンス』電子版に掲載。
5 月	H-ⅡB ロケット 9 号機により ISS 用大型バッテリ等を搭載した HTV 9 号機の打上げに成功。HTV、H-ⅡB とも最終号機となったが、11 年にわたる運用において全 9 機連続成功。
6 月	イプシロン S ロケットの開発・打上げ輸送サービス事業に関する基本協定を、株式会社 IHI エアロスペースと締結。日本電気株式会社（NEC）が開発・製造するベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」をイプシロン S ロケットにより内之浦宇宙空間観測所から打ち上げることについて同社と受託契約を締結。イプシロンロケットシリーズとして海外衛星の打上げ受託は初。
7 月	H-IIA ロケット 42 号機によりアラブ首長国連邦（UAE）の火星探査機「HOPE」の打上げに成功。
	星出彰彦宇宙飛行士、スペース X 社のクルードラゴン宇宙船運用 2 号機（Crew-2）への搭乗が決定。日本人として若田光一宇宙飛行士に次いで 2 人目となる ISS 船長を務めることも決定。
8 月	GSMaP を活用し、理化学研究所等と共同して世界で初めて降水観測データを数値天気予報に直接利用した「5 日後予報」を実現し、8 月よりリアルタイム降水予報の公開を開始。
	「令和 2 年 7 月豪雨」（熊本豪雨）について、陸上の水循環シミュレーションシステム「Today's Earth」を用いた解析結果を公開し、洪水危険地域の推定結果の有効性を示した。
9 月	開発中の H3 ロケットについて、第一段エンジン LE-9 において確認された技術的課題への対応を確実に行うために、当初 2020 年度の打上げを目指していた試験機初号機の打上げを 2021 年度へ、2021 年度の打上げを目指していた試験機 2 号機の打上げを 2022 年度へと計画を見直した。
10 月	日米など 8 ヶ国が月惑星探査のための共通原則を定めたアルテミス合意（アコード）に署名。
	新しい宇宙飛行士を来年秋頃に募集することを発表。
11 月	スペースシャトル退役後の米国有人機打上げ再開運用初号機（クルードラゴン宇宙船 Crew-1）に、国際パートナーとして唯一野口聡一飛行士が搭乗し、野口聡一宇宙飛行士が搭乗するクルードラゴン宇宙船運用初号機（Crew-1）がスペース X 社のファルコン 9 ロケットにより打ち上げられ、ISS での長期滞在を開始。
	若田光一宇宙飛行士及び古川聡宇宙飛行士が ISS 長期滞在搭乗員に決定。
	H-IIA ロケット 43 号機による光データ中継衛星（JDRS）の打上げに成功。
12 月	はやぶさ 2 が地球に帰還し、再突入カプセルを豪州ウーメラにて無事回収。カプセルコンテナから物質・ガスを確認。
	ゲートウェイに関する日米政府間の了解覚書が締結。
2021 年 3 月	H3 ロケット試験機 1 号機の打上げに向けた開発試験の一環として、種子島宇宙センターにおいて極低温点検を実施、ロケット及び地上設備の機能等の確認を終了。
	D-NET を構成する各機能等を気象サービスプロバイダ・航空装備品企業・航空ソフトウェア企業 3 社に技術移転を実施。

２．2020 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）2020 年度業務実績の自己評価の実施時期

2021 年 4 月	理事長による担当理事に対するヒアリング 理事長による評価
2021 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
⑨2019 年度自己評価において抽出した抱負・課題と対応方針
⑩2019 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 9～12 ページに示しますので、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**				
３.１　準天頂衛星システム等	B	B	B				
３.２　海洋状況把握・早期警戒機能等	**A**	**A**	**A**				
３.３　宇宙状況把握	B	B	**A**				
３.４　宇宙システム全体の機能保証	B	B	B				
３.５　衛星リモートセンシング	**S**	S	**S**				
３.６　宇宙科学・探査	**S**	**S**	**S**				
３.７　国際宇宙探査	**A**	**A**	**A**				
３.８　ISS を含む地球低軌道活動	**A**	**S**	**A**				
３.９　宇宙輸送システム	**A**	B	B				
３.１０　衛星通信等の技術実証	B	B	**A**				
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**				
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**				
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**				
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**				

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**				
６．宇宙航空政策の目標達成を支えるための取組	**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**				
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**				
６.３　プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性	**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保	**A**	**A**	**A**				
６．５　施設及び設備に関する事項	**A**	**A**	**A**				
７．情報収集衛星に係る政府からの受託	**A**	**S**	**A**				
Ⅳ．業務運営の改善・効率化に関する事項	B	B	B				
Ⅴ．財務内容の改善に関する事項	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				
２．人事に関する事項	B	**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　　2020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	2020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 (「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 (なければ枠を削除)							

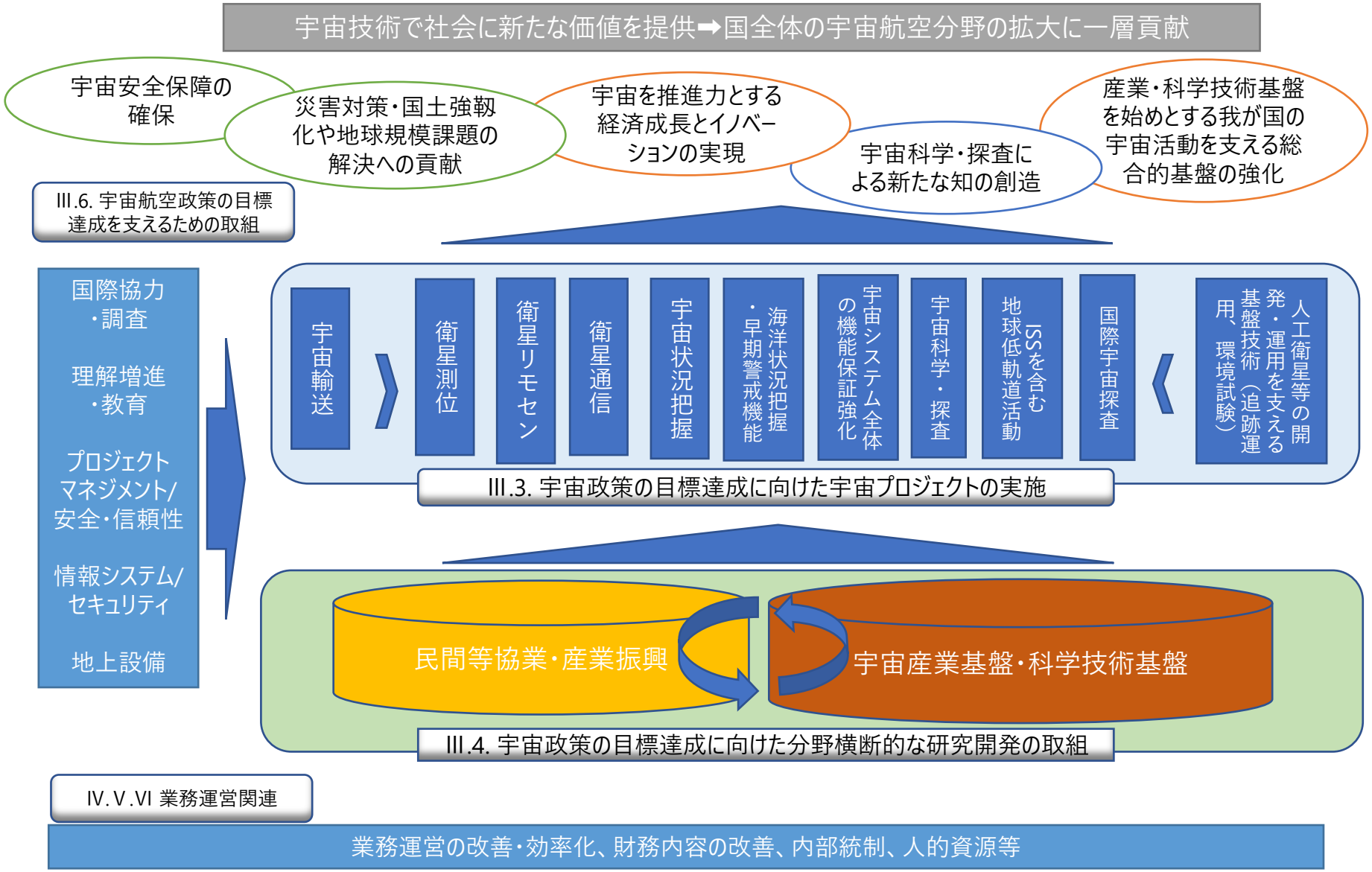
4. 凡例（3／4）

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 （なければ枠を削除）

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
2020年度 自己評価において 抽出された抱負・課題を記載	抱負・課題に対する 対応方針を記載

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
2019年度業務実績評価 において指摘された課題を記載 （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）	課題に対する 改善内容を記載

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

2020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				
決算額 (千円)	151,612,672	158,815,150	165,576,401				
経常費用 (千円)	125,107,264	129,612,217	109,843,361				
経常利益 (千円)	22,937,297	3,735,919	19,263,463				
行政コスト (千円) (※1)	104,541,843	145,344,279	125,744,103				
従事人員数 (人)	1,004	1,049	1,065				

（※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

2020年度 自己評価 B

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．1	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。 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を実施する。なお、高精度軌道時刻推定、精密軌道制御等の研究開発に関する活動や、海外宇宙機関との研究協力などに取り組む。また、我が国の測位技術の自立性強化の観点も意識し、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に基づき、内閣府と連携して研究開発及び実証の計画の具体化について検討を行う。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。	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基本設計および詳細設計を進めた。 高精度軌道時刻推定技術等に関しては、準天頂衛星の軌道時刻推定精度を向上できただけでなく、光データ中継衛星を用いた静止軌道上でのGPS信号を用いた安定的な軌道決定を国内で初めて実現した等の成果があった。また、準天頂衛星の稼働率向上の研究等に取り組み、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を開始した。	静止軌道におけるGPS航法の成功は、米国に次ぐ世界で2番目の成果となり、JAXAの技術力の高さを国内外に示すことができた。また、衛星搭載受信機の開発を担当した民間企業の事業展開が進み、我が国の産業振興に寄与した。

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。	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JAXA内関係組織の調整を完了し、ISROとの交換公文の文案も整った。公文交換後、ISROが実施する監視局工事、工事完了後の監視局運用を行うにあたり、JAXAは必要な便宜を供与する。（ISROとの二国間協力については、6.1項参照） なお、今年度は、COVID-19による影響で、海外宇宙機関との交流は最小限となり、国連の会合も延期となった。	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、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(ドローンを利用した測位データおよび慣性航法データの取得と事後解析など)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（なお、今年度は、衛星測位に関する企業等からの技術相談はなかった。）	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、商用配信サービス開始を支援した。	JAXAの支援を受け、2020年8月にはGPAS社による商用配信サービスが開始された。

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】 ○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＞ （成果指標） ○安全保障の確保に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・達成解像度等） （マネジメント等指標） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○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＞ （成果指標） ○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 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・データ利用自治体数等） （マネジメント等指標） ○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

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。

3．2017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機体制が整備された。

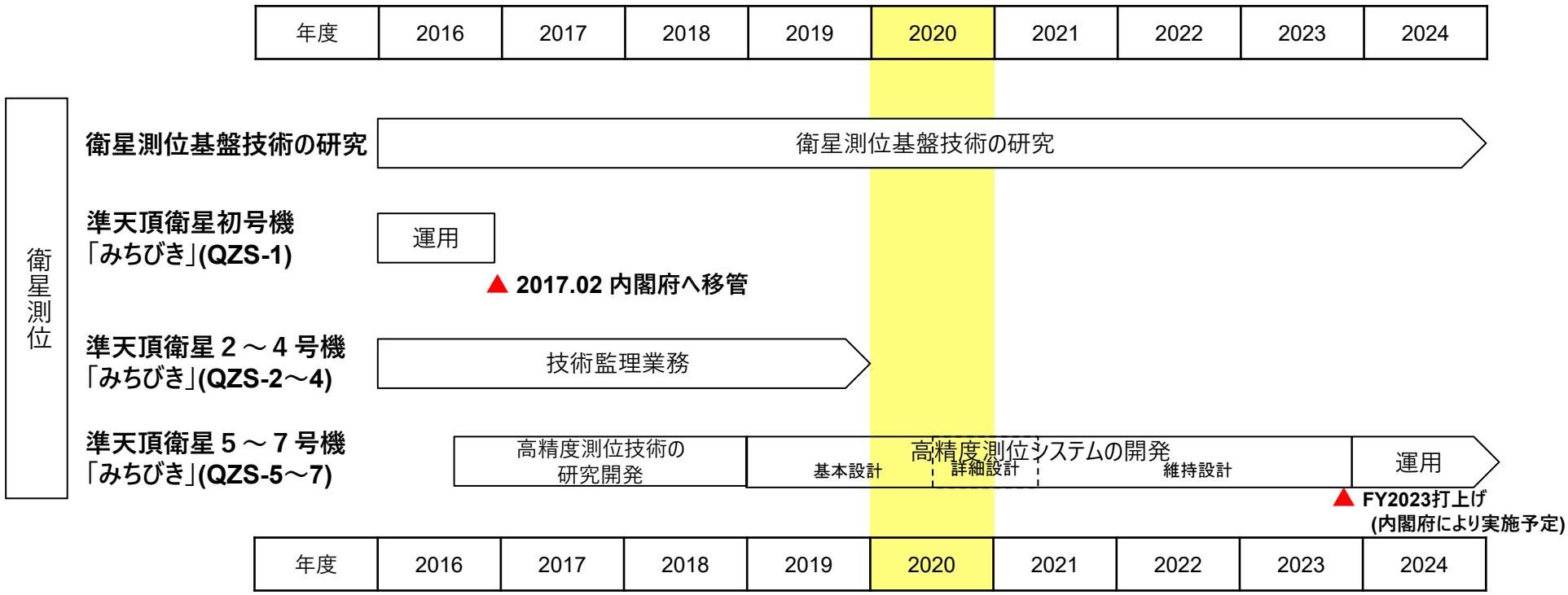
4．2017年6月15日に、センチメートル級の精密衛星測位サービスの事業化を目指す「グローバル測位サービス株式会社」(GPAS)が設立され、2020年 8 月から補強データの商用配信サービスを開始した。

5．2018年4月に、屋内測位システムの事業化を担う「一般社団法人 屋内情報サービス協会」(TAIMS)が設立された。

6．2018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。

7．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

2020年度 自己評価　B

【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、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．高精度測位システムの開発

準天頂衛星事業の経緯として、初号機（2010年9月11日打ち上げ）は、JAXAが中心となって開発・運用を実施したが、「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ったことから、技術実証完了後の2017年2月に初号機を内閣府に移管した。また、2号機～4号機は2017年度に打ち上げられ、2018年11月からは、内閣府により4機体制の衛星測位サービスが実施されている。

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**。＜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)および地上系の基本設計および詳細設計**を進めた。**また、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追加受託した。**

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：従来から継続している太陽輻射圧モデルの改善および昨年度開始した東京大学・三菱電機との三者共同研究によるパラメータチューニングによって、準天頂衛星の軌道時刻推定精度の向上を図った。**準天頂衛星7機体制で要求される測位信号精度誤差(SIS-URE(*2))15cmを実現するための課題として、準天頂衛星２号機～４号機(特に、静止衛星である３号機)の軌道時刻推定精度の向上を識別していたところ、これまで約40cm程度であったものを約10cmまで向上させることができ、7機体制実現に貢献した。**

(2) TAKUMI(*3)の機能拡張：2020年11月に打ち上げた光データ中継衛星で、**GPS信号を利用した衛星の時刻・位置・速度を高精度に決定するGPS航法を静止軌道で国内で初めて実現**した。これは、**米国に次ぐ世界で2か国目の成果**であり、安定的な軌道決定に成功した。また、本成果を受け、衛星搭載受信機開発を担当した**NECスペーステクノロジーが2021年より国内外に販売を開始**することとなり、我が国の国際競争力強化に寄与した。＜補足2.参照＞（なお、静止衛星用GPS受信機の開発等については、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）を参照。）

【評定理由・根拠】（続き）

さらに、複数の衛星測位システムを活用するMulti-GNSSに関し、将来の対応受信機搭載衛星に向けた解析環境を先行して整備し、軌道決定精度解析(疑似データ解析)を実施した結果、**Multi GNSS化によりGPS単独の軌道決定精度1.22cmが0.74cmへ向上※することを確認し、有効性が確認**できた。

※例えば、衛星に搭載する9GHz帯合成開口レーダ(電波の波長は約3cm)で測量を行う場合、今回の軌道決定精度約0.5cm(＝1.22cm-0.74cm)向上により、この測量の精度向上に約17%(＝0.5cm/3cm)程度に寄与することになる。実利用化が測量分野等から期待されている。

(3) アカデミア(測位航法学会)との連携：昨年度より、JAXAが取り組むべき衛星測位全体の研究開発ロードマップ策定を目指した測位航法学会との議論を開始し、各分野の専門家から、測位精度向上等に資する意見集約を行った。また、本検討をもとに、内閣府に対し、準天頂衛星システムへの適用を検討すべき技術を提言した。

(4) 国土地理院との連携：衛星測位システム保有国の中で、日本にはIGS(*4)解析センターが存在しないことが課題であった。国土地理院とは従来からGNSSに関する協力協定に基づいた連携を進めてきたところ、相互に協力して**解析センター機能を国内に設置することを目指した本格的な検討を行うことで合意**し、今後、作業分担や組織設計に関する協議を行うこととなった。

(5) インド宇宙機関(ISRO)との連携：**インドが保有するIRNSS(*5)の地上監視局を筑波宇宙センター内に設置することに関し、JAXA内の調整が完了**し、ISROとの交換公文の文案も整った。公文交換後、ISROが実施する監視局工事、工事完了後の監視局運用を行うにあたり、JAXAは必要な便宜を供与する。（ISROとの二国間協力全般については、6.1項参照）

(6) その他の研究

①原子時計を凌ぐ性能を持つ「衛星搭載用周波数基準」の国産化に向けて、光コムを用いた周波数基準の研究を継続した。今年度は、(a)光周波数コムとヨウ素安定化レーザーの試作および動作確認、(b)クリティカル部品(PPLN(*6))に対する耐放射線性試験(静止軌道10年分のガンマ線量に耐えることを確認)、(c)衛星搭載実現性に関する検討、を行った。

②将来の低軌道衛星への適用を目指すPPP(*7)関連技術に関する研究として、ドローンを用いたINS(*8)との統合(カップリング)に関する評価とアルゴリズムの検討を行った。その結果、**オープンスカイ条件の移動体PPPと同程度の精度(位置誤差10cm程度、速度誤差5cm/s程度)が得られることを確認**した。

③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に関する研究を継続した。今年度はｼｽﾃﾑ要求仕様(精度、測定範囲、帯域等)を明確化する(例.要求精度1e-10m/s²を実現するｲﾝﾀｰﾌｪｰｽ温度として±7.5℃を設定)と共に、実現方式２案のうちﾚｰｻﾞｰ干渉計型変位計の試作と動作実証を行った。

④以下の**論文を国際学会・シンポジウムに投稿し受理**された。

「準天頂衛星への光学時計搭載に関するシミュレーション」、「だいち２号(ALOS-2)の飛行データを使用した低軌道衛星の精密単独測位実験」(以上、ION GNSS+ 2020)、「非線形状態空間モデルに対する複数分布推定フィルタの設計」(IEEE Control Systems Letters)

(*1) MADOCA(Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis)：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。
(*2) SIS-URE(Signal In Space User Range Error)：衛星の軌道・時刻予報誤差に起因するユーザレンジ誤差(測位信号の基本性能)。
(*3) TAKUMI(Tools for high Accurate orbit and clocKestimation Using Multi-GNSS Information)：JAXAで開発した高精度軌道決定ツール。
(*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) IRNSS：Indian Regional Navigation Satellite Systemの略。インドが保有する地域衛星測位システム。
(*6) PPLN：Periodically Poled Lithium Niobateの略。「周期分極反転ニオブ酸リチウム」。波長変換して第二高調波を出力させる部品。
(*7) PPP：単独搬送波位相測位：Precise Point Positioningの略。電子基準点等が不要な単独測位を行う技術。
(*8) INS：慣性航行装置：Inertial Navigation Systemの略。加速度計やジャイロを用いて、相対位置と速度を求める装置。

【評定理由・根拠】（続き）

(7) その他（受賞等）

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以下の賞を受賞した。

「準天頂衛星と静止衛星による高精度衛星測位システムの研究」　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(2021年4月受賞)。

参考：「準天頂衛星と静止衛星による地域衛星測位システムおよび高精度化技術の考案と設計」　日本航空宇宙学会技術賞(2019年12月受賞)

３．測位利用ビジネスの推進

MADOCAの技術を利用した高精度測位情報サービスの海外での事業化を目指す**「グローバル測位サービス株式会社(GPAS)」に対して**、2017年11月に締結した相互連携に関する覚書に基づき、**軌道時刻補正情報の配信や技術開発に関する助言等の技術支援およびMADOCAの実施許諾契約を継続した**。その結果、**2020年8月より商用配信サービスが開始された**。

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**。

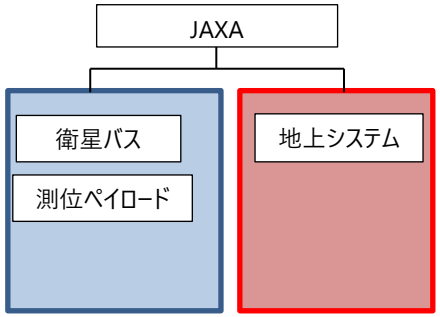
・2017年度：内閣府は、**2号機～4号機を打ち上げ**つつ(2017年6～10月)、**7機体制構築に向け、5～7号機の開発・整備に着手**し、この中で、JAXAの初号機開発や次世代測位技術開発を通じた経験・知見による積極的な関与が期待され、**JAXAは5～7号機の開発の一部（測位ミッションペイロード等を含む高精度測位システムの開発）を実施することとなった**。

・2018年11月～：**内閣府が4機体制の衛星測位サービスを実施。**

GPS補完

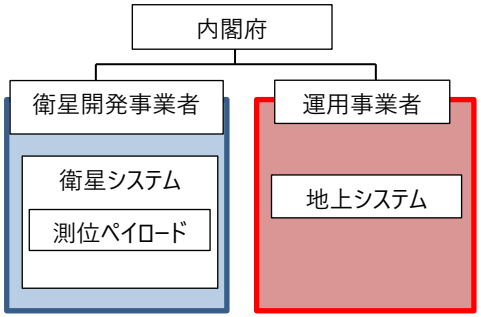
持続測位可能な7機体制

【初号機】



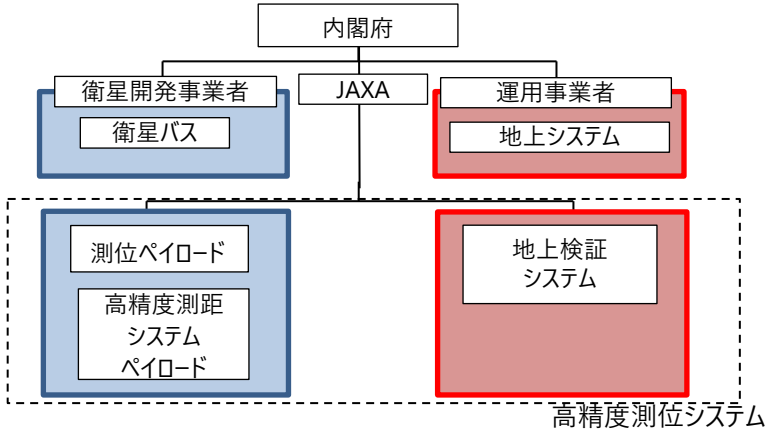
- 2010年打ち上げ、JAXAにて運用開始
- 技術実証後、2017年2月に内閣府に移管

【２～４号機】



- 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

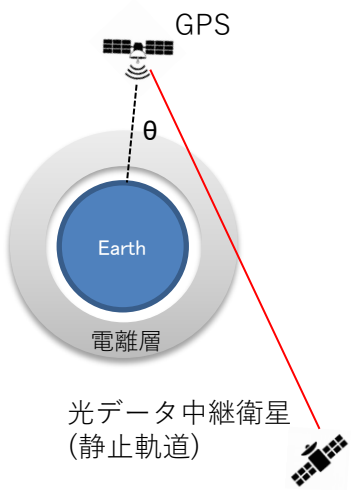
評定理由・根拠（補足）

2. TAKUMI(JAXA開発軌道決定ツール）の機能拡張について

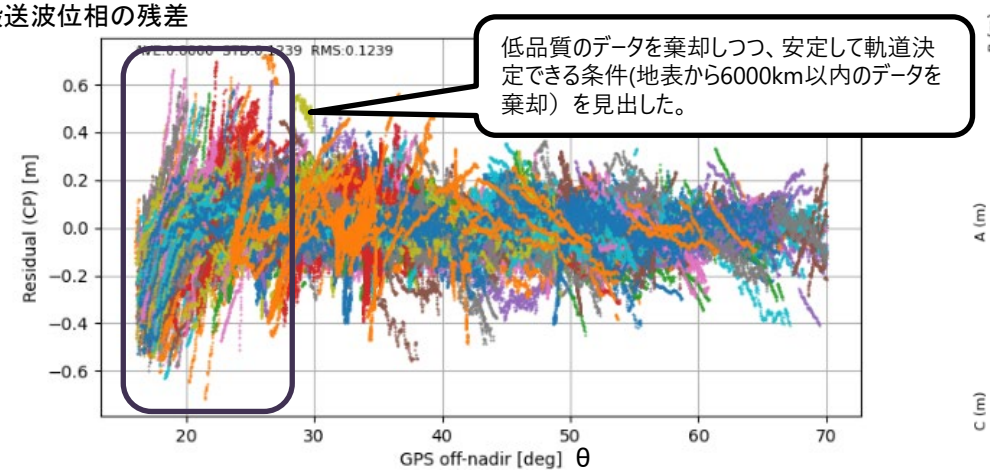
背景・課題：静止軌道上でのGPS航法は、**自律的な航法及び軌道制御による運用効率化、衛星画像の幾何補正精度向上など静止衛星の能力の大幅な向上に寄与**するが、地球の縁をかすめてくるGPS信号は、電離層/プラズマ圏の**電離層遅延の影響で低品質のため、実現が困難**だった。

アウトプット：解決策として、電離層通過パス棄却機能を追加し、データ品質と観測データ数（補足衛星数は7～12機）のトレードオフを考慮したチューニングを行い、最適な棄却閾値（地表から、6000km以内のデータを棄却）を導出し、**安定して数十cmレベルの推定精度を達成**した。

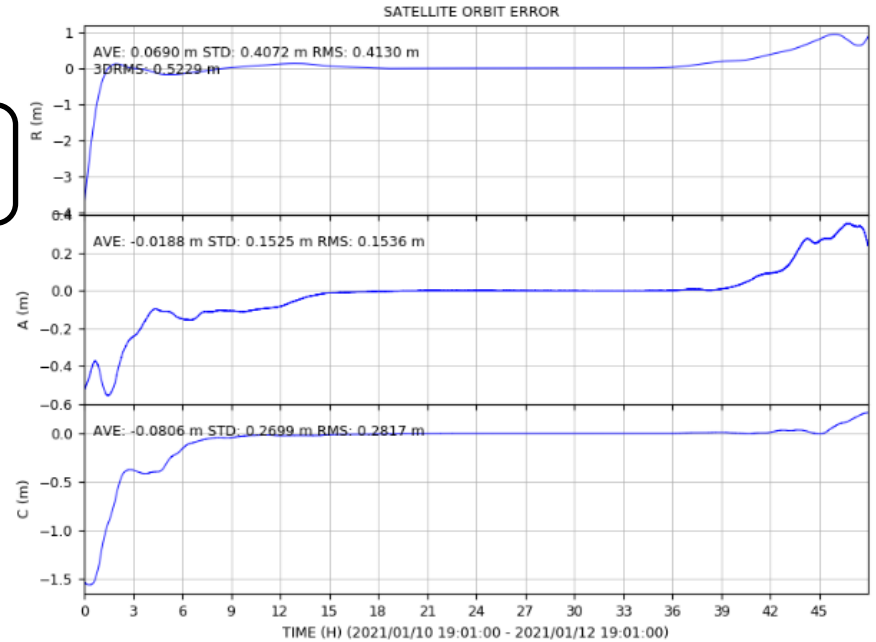
アウトカム：静止軌道におけるGPS航法の成功は、米国に次ぐ世界で2番目の成果となり、JAXAの技術力の高さが国内外に示された。また、衛星搭載受信機の開発を担当した民間企業の事業展開が進み、**我が国の産業振興に寄与**した。



搬送波位相の残差



データ棄却閾値検討



軌道決定評価結果

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				
決算額 (千円)	1,124,346	17,127,857	13,197,407				
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				

(※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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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。	産学官の有識者を含めた検討やステークホルダーとの調整を踏まえ、事業規模、国際競争力等を意識し設定したミッション要求（達成目標）の範囲内かつ、コスト削減等を意識しながら、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等との幅広い連携や支援を受けながら、研究開発を進めている。評価に際しても、関係部署と連携して実施しており、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	従前の取り組みとの違いなどが分かりやすくなるような記載をしており、説明に努めたい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	社会実装・事業化の観点の充実を意識して記載した。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、宇宙航空開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる。
○既に事業サービスが開始されている当該分野においては、産業振興の側面での成果が求められる事業であり、事業規模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。	産学官の有識者も含めた検討やステークホルダーとの調整を踏まえ、事業規模、国際競争力等を意識し設定したミッション要求（達成目標）の範囲内かつ、コスト削減等を意識しながら、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等との幅広い連携や支援を受けながら、研究開発を進めている。評価に際しても、関係部署と連携して実施しており、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。
○測位・地球観測・通信等は、安全保障・産業振興・環境保護・災害時支援等において、国際的に不可欠な社会インフラとなってきており、さらにこれらの衛星が取得したビッグデータを活用し、新たなビジネスの創出と積極的な海外展開により、各国が国際的な影響力を高める時代に突入している。我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するためには、宇宙空間における「社会インフラ」・「プラットフォーム」・「商品・サービス」を一気通貫で構築する戦略を民間企業と共同で策定し、推進することが急務である。	我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するには、政府や民間企業と連携を密にして、取り組みを進めることが重要であり、ご指摘の観点も踏まえて、JAXAの強みを生かしながら、必要な研究開発等に取り組む。
○人材育成・確保のための取組については、大学や民間事業者との連携をより深めるような方策を引き続き進めていただきたい。	JAXA内外の実習等等人材育成・確保に寄与する取り組みを実施してきており、引き続きご指摘の観点も留意しながら取り組む。

Ⅲ．3．2 海洋状況把握・早期警戒機能等

2020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、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、衛星による船舶の航行状況把握について、安全保障関係機関での利用価値を向上させるため、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）の研究開発を行うとともに、機械学習等を利用した船舶画像識別や複合的なデータ利用に関する応用研究を行う。	国の安全保障機関及び「海洋状況表示システム（海しる）」に対して、各種衛星データ（合成開口レーダ、AIS、地球観測データ)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。 日本海、東シナ海といった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新たな衛星搭載AISとして、SPAISE3（ALOS-4搭載予定）の開発を着実に実施した。	海洋状況把握(MDA)の能力向上が図られ、我が国の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
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の打ち上げ準備を進めるとともに、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。	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連携を強化の為、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】 ○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＞ （成果指標） ○安全保障の確保に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・達成解像度等） （マネジメント等指標） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜**評価指標**＞ （成果指標） ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜**モニタリング指標**＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：外部資金の獲得金額・件数等）

Ⅲ．３．２　海洋状況把握・早期警戒機能等

2020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なか、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。

具体的には、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、地球環境観測衛星データと、海外の衛星データや海洋モデルのデータを複合的に利用したデータの恒常的な提供および利用技術支援を行うことにより、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。またモーリシャス沿岸で発生した貨物船WAKASHIO号座礁事故に伴う油流出事故について、ALOS-2/SARによる緊急観測を速やかかつ継続的に行い、**国際緊急援助隊専門家チームに対し、**日々観測画像の提供及び油流出解析に関する助言を行った。その結果は油の防除計画の策定等に活用され、特に初期の現地油流出範囲の特定に役立った。衛星情報は海上の油流出についても有用とされ、今後の油流出事故の際、迅速かつ正確に油の流出範囲を把握できるよう海上油の観測に関するガイドラインを作成した。**

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。

３．なお、防衛装備庁からの受託により開発した２波長赤外センサを搭載するALOS-3の打ち上げ準備を含め、年度計画で設定した業務は、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				
決算額（千円）	27,852,134	21,245,487	24,952,566				
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				

（※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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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。	産学官の有識者を含めた検討やステークホルダーとの調整を踏まえ、事業規模、国際競争力等を意識し設定したミッション要求（達成目標）の範囲内かつ、コスト削減等を意識しながら、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等との幅広い連携や支援を受けながら、研究開発を進めている。評価に際しても、関係部署と連携して実施しており、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	従前の取り組みとの違いなどが分かりやすくなるような記載をしており、説明に努めたい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	社会実装・事業化の観点の充実を意識して記載した。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、宇宙航空開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる。
○安全保障領域に該当しない、漁業や海運等産業に係る分野においては、提供したデータによる具体的成果を公表するとともに、国際的視点でのベンチマークを設定・提示することを求める。	安全保障分野以外については、衛星リモートセンシングで成果を記載しており、2020年度は、衛星AIS信号を活用したCOVID-19流行前後の海運物流への影響分析、監査で衛星AIS信号を用いて船舶運航に係る燃料費等の検証を正確に把握する取り組みが開始されたことを記載しており、ご指摘の観点を意識して記載した。
○「海しる」でのデータを見ると、JAXA関連のデータは粗く、海上保安庁のデータを補完する位置づけになっていると思われる（令和２年７月時点）。現時点での最高精度のデータと思われるが、より広範囲、高精度、高密度のデータとなるよう研究開発を推進していただきたい。	安全保障機関と連携しながら、引き続き、高精度化などを意識し必要な研究開発に取り組む。
○公開されているAISを活用した商用の船舶状況把握サービスが多数あることも踏まえ、リアルタイム性なども重視し、能力向上に努めていただきたい。	現在、運用中の能力を向上させるのAIS受信システムの開発を進めており、ALOS-4に搭載する予定である。
○他機関のデータも利活用することで成果を上げており、これからもこうした事例を増やすよう工夫を続けていただきたい。	ご指摘のとおり、他機関のデータ利活用も重要であり、事例が増えるよう必要な研究開発に取り組む。
○研究の分野での成果指標を、明確に示していただきたい。	我が国の安全保障の確保に貢献するよう、安全保障機関と連携した研究開発を実施している。詳細な情報開示が困難な性質があるものの、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。

Ⅲ．3．3　宇宙状況把握

2020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、JAXAのSSAシステムの維持設計、製作を継続するとともに、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。	＜プロジェクト＞ JAXAのSSAシステムの製作を、計画に基づき着実に実施し、2020年度末からシステムを統合する試験に着手した。同試験は2021年度末まで継続実施する。 防衛省SSAシステムとのインタフェースに係る技術調整を通じて、JAXAの知見等の共有、防衛省システム整備に対する技術支援を行い、また、組織を超えたチームワーク構築に貢献した。 （宇宙状況把握衛星に係る事業） 宇宙状況把握衛星に係る政府要求の実現と着実な実施に向けた提案が認められ、これに基づく調査研究を新たに受託した。 本調査研究を含む計3件の政府委託を受け、必要な人材・連携体制を確保して、防衛省が進めるSSA体制の確立と能力向上への貢献に向けて宇宙状況把握衛星に係る事業に着手した。	計画に基づき着実に実施。 宇宙基本計画における我が国の宇宙政策の目標・国益とされた「宇宙空間の持続的かつ安定的な利用の確保」に向けて貢献した。

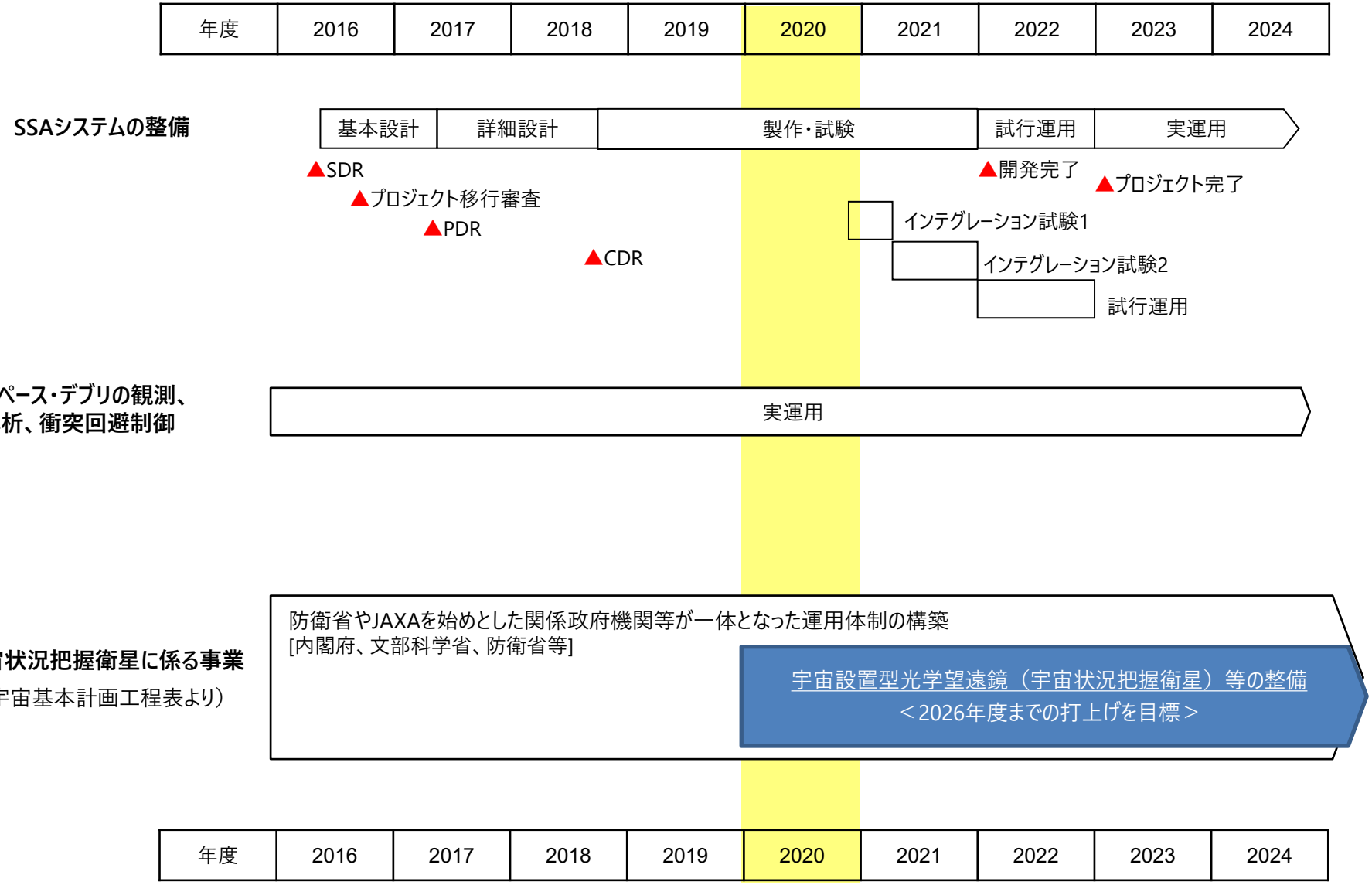
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．3	Ⅰ．1．3．	－	
（続き）	また、継続的にスペース・デブリとの衝突を回避する運用を実施するとともに、スペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指した研究開発並びにデブリ落下予測等の政府への技術支援を行う。	継続的にスペース・デブリの観測、及び衝突回避制御支援を実施した。 　スペース・デブリの観測技術及び接近・衝突回避技術の向上を目指した研究開発では、JAXAが開発したデブリ接近回避計画作成ツール(「RABBIT」）を国内外の衛星運用機関に無償公開した。このツールを使えば、軌道解析ソフトや専門家に頼らなくても最適なデブリ接近回避方法を誰でも見つけることができるようになった。 観測能力向上研究では天文写真からスペースデブリを自動検出するツールを開発した。 　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。 「RABBIT」を使うと、誰でもデブリ接近回避運用できるようになる。RABBITを使う事で軌道上衝突を減らす事ができるため「持続可能な宇宙利用・開発」へ寄与。

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】 ○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＞ （成果指標） ○安全保障の確保に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・達成解像度等） （マネジメント等指標） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

スケジュール


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
宇宙状況把握衛星に係る事業
（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（宇宙状況把握衛星）等の整備
＜2026年度までの打上げを目標＞
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

Ⅲ．３．３　宇宙状況把握

2020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、新たに宇宙状況把握衛星に係る事業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。なお年度計画で設定した業務は計画とおり実施した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

１．宇宙状況把握衛星に係る事業

宇宙状況把握衛星に係る政府要求の実現と着実な実施に向けた提案が認められ、これに基づく調査研究（概念設計等）を新たに受託した。

本調査研究を含む計3件の政府委託（32.5億円：2020年度受託額）を受け、防衛省との緊密な連携・調整のもと、必要な人材・連携体制を確保して防衛省が進めるSSA体制の確立と能力向上への貢献に向けて宇宙状況把握衛星に係る事業に着手した。　**（補足１）**

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）JAXAが開発した「デブリ接近回避計画作成ツール(「RABBIT」）」を国内外の衛星運用機関に無償公開した。これにより、軌道解析専門家が不在なベンチャー企業、大学でもRABBITを使うことで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る。**（補足２）**

JAXAは持続可能な宇宙利用・開発に向けた一助として、スペースデブリ衝突がない世界実現に貢献し続けたい。

（２）AI手法(データ同化)を用いた軌道予測研究　**（補足３）**

スペースデブリの衝突予測精度等を上げるためAI手法(データ同化)を軌道予測研究に応用した。軌道予測の不確定さを生み出す主な理由が大気密度（＝大気抵抗）である。そこで、リファレンスとなる衛星・飛翔体の米国SpaceTrackがWeb公開している軌道の履歴と宇宙環境情報（ビックデータ）から大気密度モデルの補正方法を確立し、実際のJAXA衛星軌道(GCOM-W)を用いて精度検証を行った。過去145本のGCOM-W軌道暦を用いた評価で、大気密度の補正量が正しく予測できた場合、5日後の軌道の誤差が2000m(JAXAの運用システム）が1000m(本研究結果）と半減する結果が得られた。
これまで軌道誤差が大きくて危険と判断していた接近を、誤差が小さくなることで衝突確率が下がり、より正確にリスクを評価できる。誤差が半減することにより、JAXA判断基準で危険とみなされる接近が年間138回(2020年度）であったが、この研究を適用すると本当に危険な接近(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。
衛星運用現場負荷低減、本当に必要な軌道制御だけしか実施しなくてよくなる事で衛星寿命延長が期待できる。さらには、デブリ接近だけではなく、数日先の軌道をより正確に予言できるのでパラボラ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。
2021年度は、本研究で採用する補正量の予測手法のチューニング及びGCOM-W以外の高度の衛星でも普遍的に有効であることを軌道高度の異なる衛星で評価する。

【評定理由・根拠】 （続き）

（３）**天文写真からスペースデブリを自動検出するツール開発に成功した。** **（補足４）**

1枚の天文写真からスペースデブリを検出するツールを開発した。スペースデブリ観測専用望遠鏡を保有する**美星スペースガードセンターでデブリと識別された物体を100%識別する事に成功した。特徴は、市販望遠鏡での撮像写真からスペースデブリを検出できることである。新しいSSA観測手段へ発展させるよう2021年度に性能を評価する。**

３．人工衛星の確実な運用や、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システムの製作を計画に基づき着実に実施し、2020年度末からシステムを統合する試験に着手した。同試験は2021年度末まで継続実施する。 **（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）（135,157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138件行った。更に、その中から、衝突の可能性が高い衛星については衝突回避判断会議（*3）を12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4回(だいち２号：2回、いぶき：１回、ひので：1回)実施した。**

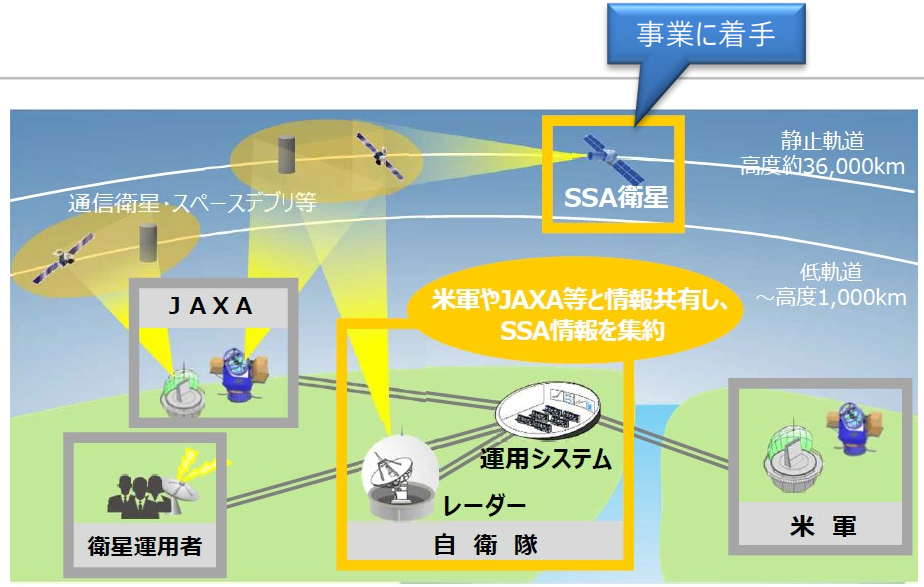
（＊1）低軌道衛星 0.4 km× 25 km× 25 km内
（＊2）5日以内×衝突確率10^{-5}以上のもの
（＊3）2日～3日以内× 衝突確率10^{-4}以上(衛星固有で2日又は3日）のもの

宇宙状況把握衛星に係る事業

- 宇宙状況把握衛星に係る政府要求の実現と着実な実施に向けた提案が認められ、これに基づく調査研究（概念設計等）を新たに受託
- 本調査研究を含む計3件の政府委託（32.5億円：2020年度受託額）を受け、防衛省との緊密な連携・調整のもと、必要な人材・連携体制を確保して宇宙状況把握衛星に係る事業に着手　⇒**防衛省が進めるSSA体制の確立と能力向上へ貢献**

【2020年度受託内容（3件）】

① 宇宙状況把握衛星システム（仮称）の調査研究
② 宇宙状況把握衛星姿勢制御用ソフトウェア
③ 宇宙状況把握衛星用試験評価用装置



SSA運用体制（イメージ）

年度	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7～
SSAシステム	運用システム・センサー整備等							５年度から運用開始		
SSA衛星					構成品及び姿勢制御ソフトウェアの取得・設計・衛星製造等			８年度までに打上げ		

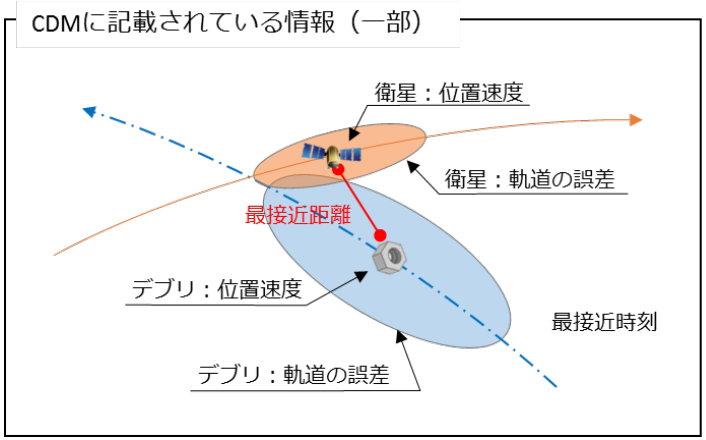
＜宇宙政策委員会 第92回会合（令和3年1月29日） 防衛省予算説明資料【抜粋】＞

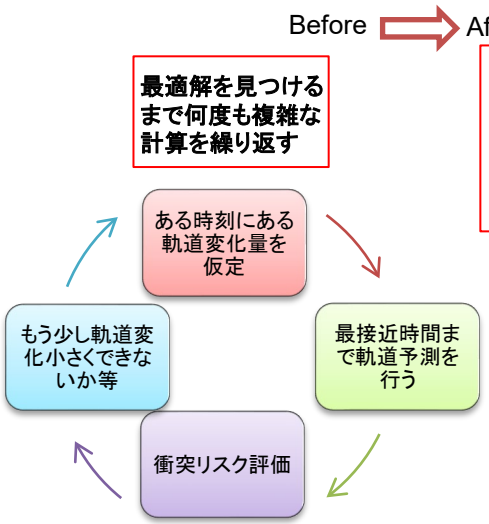
評定理由・根拠（補足２）

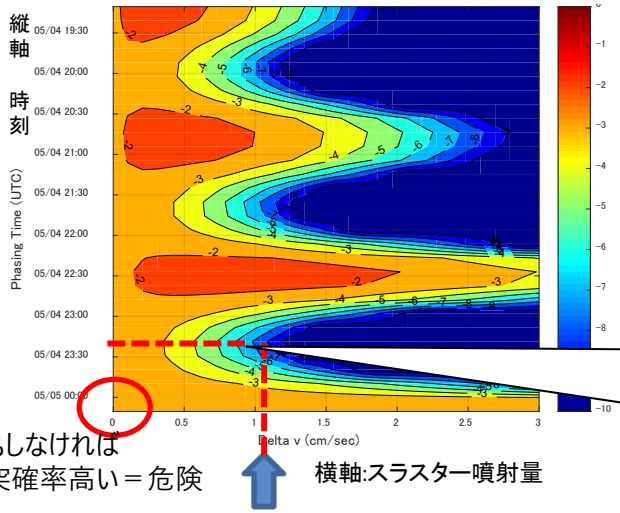
● .デブリ接近回避計画作成ツール　**RABBIT**(Risk Avoidance assist tool based on debris collision proBaBIliTy)

入手方法　：　JAXAのホームページからダウンロード（無料）
動作環境　：　ごく標準的なWindows10端末

米国連合宇宙運用センター（CSpOC）からの接近通知データ(CDM)では、スペースデブリ衝突リスクはわかるが、衝突回避方法までは教えてくれず、衝突回避は、衛星運用者側の責任。
RABBITは、米国CSpOCからの接近通知データから、**視覚的にデブリとの衝突を避ける最適解（いつ、どちらの方向にいくら軌道を変えるか）を見つけることが可能とするツール。**
データを読み込こませると、下図のように衝突確率の等高線が得られる。







このツールの利用が世界中ですすめばCSpOCが衝突リスクを通知しているスペースデブリとの衝突事故を防ぐことができる。

最適な軌道制御判断
　軌道を変えない時は原点（左下）で**【オレンジ＝やや危険】だが、1cm/sの速度変化量（dv）を23:27(最接近の45分前)**に与えれば、（スラスターの噴射による軌道変更の実行）**【青＝衝突を回避】**できる。

● 効果

- 数日以内と差し迫ったスペースデブリとの衝突を避ける方法を軌道力学の専門家が多くのパラメータを考慮しながら最適解を探しているが、RABBITを使うことで、**誰でも、短時間で、視覚的に最適解を発見できる。**
- **JAXAのデブリ衝突回避運用の現場で積み上げた実績のあるツール。広く世界中で使用されればCSpOCが衝突リスクを通知しているスペースデブリとの衝突事故を防ぐことができる。→スペースデブリ衝突のない世界実現に貢献したい。**

評定理由・根拠（補足３）

● . AI手法(データ同化)を用いた軌道予測研究

現在、衛星運用機関は米国から数日前に接近通知(CDM)を受ける事で軌道上衝突の可能性を把握する。数日先の最接近時刻での位置・速度（衛星とデブリ）を正確に知ることができれば、リスク（衝突確率）を正しく評価できる。しかし、低軌道衛星では大気抵抗による軌道変化が大きく、明日の軌道予測すら誤差が大きい現状にある。大気抵抗をもたらす大気密度はモデルを用いて計算いるが複雑な系なのでモデルの高度化は困難な状況にある。そこで、近年注目されている手法としてAIを用いて軌道予測に挑戦した。

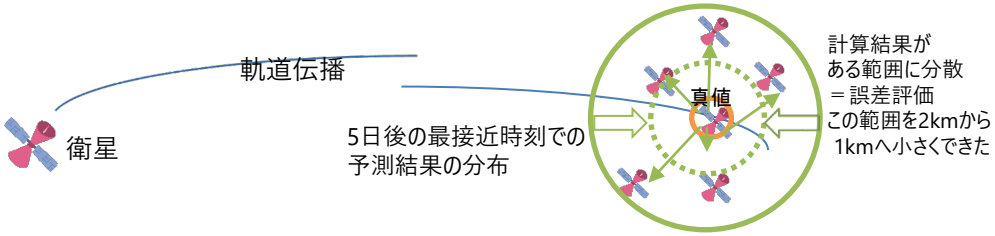
AI的手法を採用 = 機械学習にINPUT　[従来の軌道力学→最近のAI解析手法]
宇宙環境変数（太陽活動、地磁気、全電子数などのビックデータ）、特性の明らかな衛星・飛翔体の軌道推移データ（米国SpaceTrackがWeb公開した軌道情報）、従来の大気密度モデルの結果を機械学習させる

⇩

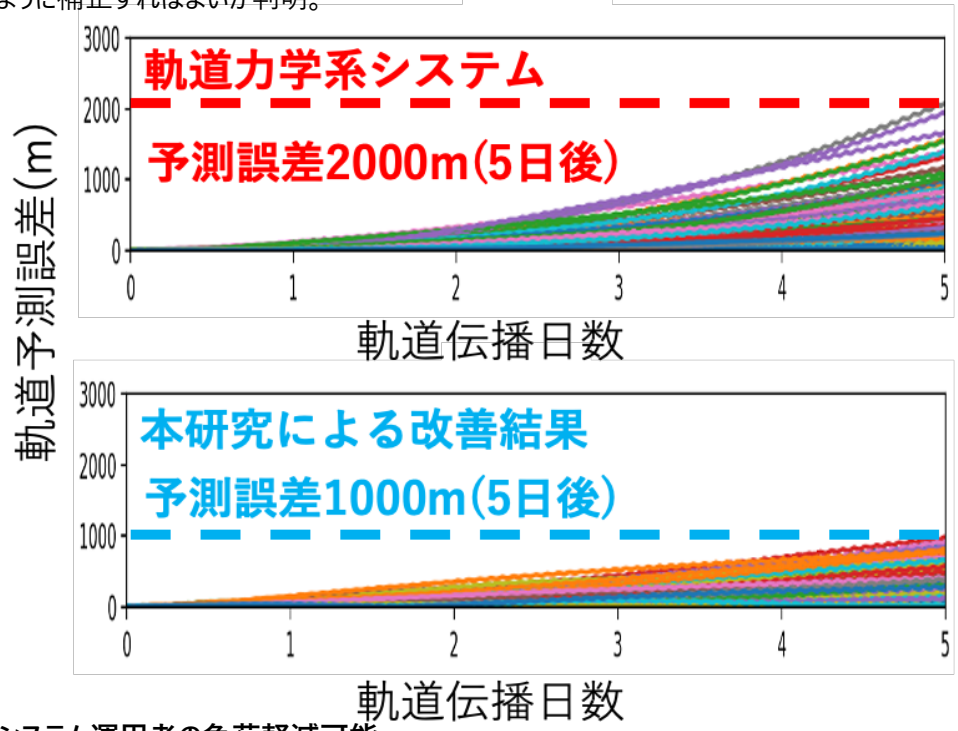
[工夫した点2] 他分野で注目されている「動的モード分解」なる数学手法を軌道分野に応用]
実際の飛翔体の運動を実現するために従来の大気密度モデルを、その日、その時間、どのように補正すればよいか判明。

⇩

補正された大気密度の中をJAXA衛星(GCOM-W)高度700km]を軌道伝播させて、その性能を評価した。JAXA衛星なので真値がわかるため精度評価が可能である。



その結果、補正量が正しく予測できた場合、JAXA軌道力学運用システム(uFDS)よりも5日先の誤差が半分となった（右図）。



デブリと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桁落ちる
（例 2.5σ分離時の衝突確率(6×10^{-3})→5σ分離時(3×10^{-7})

→本当に危険な接近だけを識別できるようになる。
JAXA基準で危険(衝突確率>10^{-3})は2020年度は年間135回に対応してきたが
本当に危険な接近(３回）だけの対応へ減らせる[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】
アンテナ運用も、軌道伝播精度上がればアンテナ予報値更新間隔長くできる＝地上システム運用者の負荷軽減可能
世界的にも、JAXAオリジナル研究として認められている(2019 カナダでのSpaceOps WS学会）

評定理由・根拠（補足４）

- **天文写真からスペースデブリを検出するツール開発**

背景・現行運用の課題

- SSA活動としてデブリカタログを維持するには
  より多くの観測データが必要

✓ 限られた観測リソース（日本にスペースデブリ観測施設は美星に１設備）
✓ 天候に左右される
✓ 美星は１物体づつ予報値に基づく観測のみ

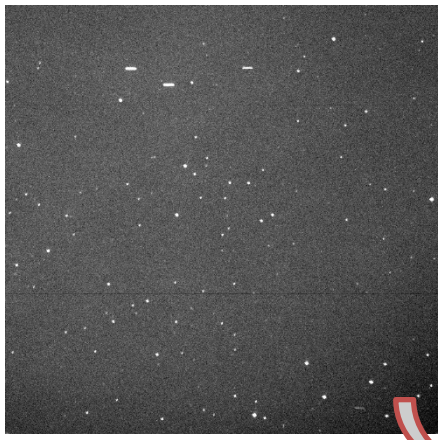
⇩

スペースデブリが映り込んだ天文写真を利用できないか（本研究）
天文家にとってゴミでも、SSAにとっては重要な情報

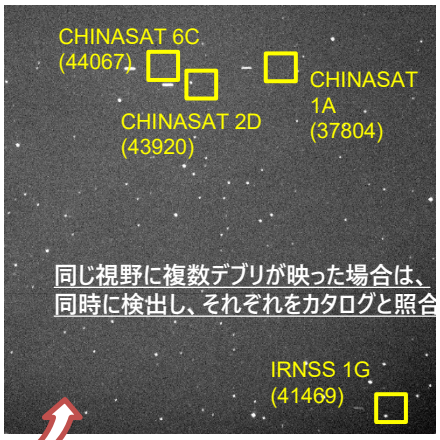
⇩

天文学の恒星同定技術をスペースデブリの世界に応用してみた
[特徴]
・恒星の同定が得意な天文ソフトにJAXAノウハウ(デブリ軌道計算技術）を融合
・恒星が点像、デブリが線として映る性質を利用して検出効率アップ
・Windows上で動作する=将来、多くの人に使ってもらえるよう汎用性重視
・無人サーベイ観測を目指してデブリ同定の自動処理可能な仕様

天文写真



星以外を識別できた



星図とのマッチング[天文学のノウハウを導入]
公開されているスペースデブリカタログとのマッチング[JAXA軌道の得意領域]
近年の画像処理技術（ノイズ除去、点と線の識別など）を導入

得られたアウトプット

天文用新天体捜索ソフトウェアにスペースデブリも検知できる機能を持たせた
天文写真からデブリ情報を引き抜くソフトウェアを開発した。

本年度成果（美星での写真をもとに解析）

- 美星施設で取得された写真に対して、ほぼ100%デブリを識別した。
- 写真から観測データを生成するまで、自動処理にて達成。
- サーベイ観測と組み合わせで、高観測効率を達成（下表、右図）。

項目	従来のデブリ追尾観測（FY2020運用実績）	今回の試験観測結果
1 時間あたりの観測データ数	93.2	268

⇨ 約3倍

アウトカム

本ツールをサーベイ観測と組み合わせることで高い観測率でスペースデブリ観測データが得られることを確認した。

2021年度に、筑波宇宙センターに設置する望遠鏡(汎用品)で観測能力を評価する。

特記事項

- 市販の光学望遠鏡による新しいデブリ観測手法の扉を開いた。デブリ観測は誰でもできる＝SSAと天文業界間のハードルを下げた。
- 本ツールが人間ドック、美星施設での観測が精密検査と利点を生かしたSSA観測が想定される。JAXAが整備中のSSAシステムと組み合わせて効率の良いSSA運用を目指す。

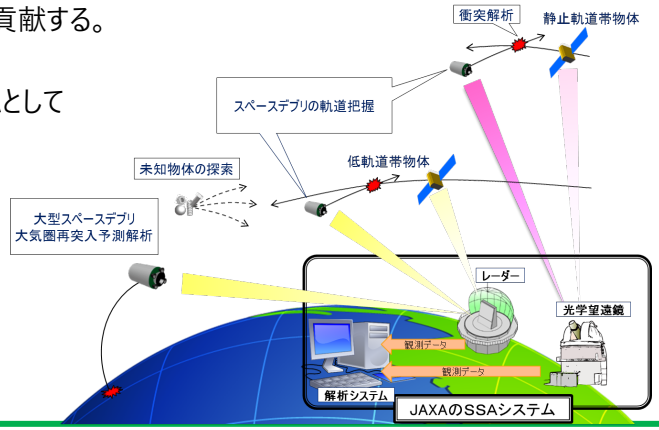
JAXA宇宙状況把握（SSA）システム整備

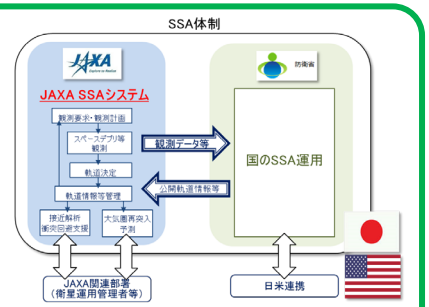
JAXAのSSAシステム整備

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。

JAXAは、既存のシステムも活用しつつ、新しいSSAシステムとして以下を整備する。

●低軌道のスペースデブリを観測するレーダー
（新規整備）
●静止軌道帯のスペースデブリを観測する光学望遠鏡
（更新）
●軌道決定や解析を行う解析システム
（新規整備）



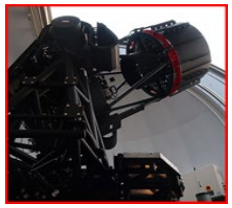




JAXA SSAシステムの整備状況

●レーダー
- 現地（岡山・鏡野町）に据付設置完了
- FY2020、2021にインテグレーション試験実施

●光学望遠鏡
- 現地（岡山・井原市）に据付設置完了
- FY2021にインテグレーション実施



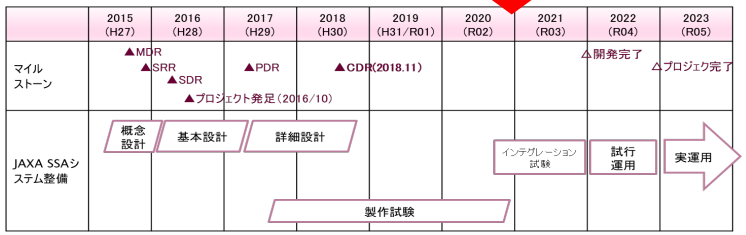
更新後の1m口径
光学望遠鏡



新レーダー局舎、ドーム

●解析システム
- 現地（茨城・つくば市）に据付設置完了
- FY2020、2021にインテグレーション実施

今ここ



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				
決算額 (千円)	1,882,437	1,319,479	2,485,956				
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				

(※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「III.3.4 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				

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等客観的な評価に努めます。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	複数年度にまたがる研究やシステム整備は、前年度の成果に加え当該年度の成果が明確に分かる記述に努めます。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	SDGsへの取り組みについては個別分野毎に行っていたところ、2020年度より全社的な枠組みの中での議論を進めているところです。 今後はどの目標に貢献できるかの検討を踏まえて、事業の成果がどれだけ社会問題の解決に貢献できたか、評価の場においてもご説明できるように努めたいと思います。同様にSociety5.0の実現に向けた社会実装・事業化の観点からの記載を心掛けてまいります。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、航空宇宙開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる。
○SSAシステムについて、整備の進捗状況、国際連携の場における成果、整備後の成果について指標を示すことを求める。	JAXAのSSAシステム整備に関する指標については、プロジェクトのサクセスクライテリアを提示する。なお、海外との連携を含む運用は防衛省が中心となり実施することになり、JAXAはそれに協力していく。
○宇宙状況把握の取組み全般を客観的に評価するための指標並びにその方法について検討する必要がある。	宇宙状況把握の取組の内、JAXAのSSAシステム整備の評価に関しては、プロジェクトのサクセスクライテリアによって実施する。 なお、宇宙状況把握の取組全般に関しては、JAXA内の関係部署とも調整を行い評価の指標と方法について検討する。
○SSAはSDAへと変化し、静止軌道の監視が重要になっていくと考えられる。より米国との地上システムを含む米国とのシステム連携が重要となる中で、防衛省との連携を更に強化していただきたい。	2023年度からの防衛省・JAXA間の運用開始に向け、お互いの運用確立や連携強化に向けた調整を継続して実施する。

Ⅲ．3．4　宇宙システム全体の機能保証強化

2020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。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。	・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2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。 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（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。 ・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、「宇宙状況把握衛星システム（仮称）の調査研究」をはじめとする事業3件を新たに受託した。 ・防衛省とJAXAの間での人事交流が新たに開始された。 ・2020年度は、防衛装備庁とのJAXA連携講座への講師派遣を実施した。	計画に基づき着実に実施
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。	令和元年度までの宇宙システムの脆弱性評価や事業継続計画（BCP）等のベストプラクティスの共有を踏まえ、政府全体で実施する宇宙システムのミッションアシュアランス（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、今年度12月から検討開始された軌道上サービスに共通に適用するルールに関する検討において、技術要求の明確化にかかる検討の中核的役割を担い、国際宇宙機関との意見交換も実施しながら、JAXAが持つ技術的知見・法的知見から支援を行った。 ・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、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制定し、社内での教育・自己点検（脆弱性評価）での活用を開始した。また、宇宙機関連システム特有の脅威情報などの共有を実施した。	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】 ○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＞ （成果指標） ○安全保障の確保に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・達成解像度等） （マネジメント等指標） ○安全保障機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：外部資金の獲得金額・件数等）

Ⅲ．３．４　宇宙システム全体の機能保障強化

2020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どおり実施した。主な業務実績・成果は以下のとおり。

1.機能保証強化への取組

- 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(2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、「宇宙状況把握衛星システム（仮称）の調査研究」をはじめとする事業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）
  - 防衛省とJAXAの間での人事交流が新たに開始された。
  - 防衛装備庁とのJAXA連携講座への講師派遣を実施した。

2.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

- 内閣府からの求めに応じ、軌道上サービスに共通に適用するルールに関する検討において中核的役割を担い、国際宇宙機関との意見交換も実施しながら、JAXAが持つ技術的知見・法的知見から支援を行った。（詳細は、Ⅲ.6.3項 参照）
- 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専門組織を含む関係機関を集め検討する枠組みの下、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した。今後新たに開発するプロジェクトではセキュリティ標準を適用し、設計審査等でセキュリティ要件や実装をレビューするとともに、運用フェーズにおいても定期的に脆弱性評価を実施していくことになり、宇宙システムのセキュリティ対策の向上・維持に繋がる。
- 本セキュリティ標準を活用し、JAXA内宇宙システム開発・運用管理者への宇宙機関連システム特有の脅威情報共有等の教育実施や、運用中の26システムで自己点検（脆弱性評価）を実施した。
- 本セキュリティ標準制定において得られた知見を、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の活動にインプットし協力支援している。

防衛省とJAXAの協力（FY2020.3時点）

（FY2020分は黄色ハッチ）

【協定関連】
- 防衛省との宇宙状況監視(SSA)や衛星データの提供・利用等に関する協定を締結・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

【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～）
- 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）
- 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（EM）を受託（FY2020）

【安全保障技術研究推進制度（実施中のもの）】
- FY2017採択課題：２件（極超音速飛行に向けた、流体・燃焼の基礎的研究、等）
- FY2018採択課題：2件（回転爆轟波の詳細構造の解明、雑音画像中の低輝度移動物体高速自動検出技術の開発）
- 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（FY2020分）】
- 統合幕僚長や防衛技監をはじめ、筑波宇宙センター等への視察に対応し、業務状況の説明や意見交換を実施
- 防衛装備庁へのJAXA講座をはじめ、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）
- 2018年12月の大綱・中期防の策定を踏まえ、SSA衛星の導入を始め、防衛省による具体的な取組へのJAXAの協力の充実に向けた意見交換を開始（FY2019～）

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				
決算額 (千円)	1,882,437	1,319,479	2,485,956				
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				

(※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。

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
JAXA保有の宇宙機関連システムの機能保証強化のため、令和２年度に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適用を着実に進める。	同左
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。 ②今年度から実施している**軌道上サービスに共通に適用するルールに関する検討**を通じ、軌道上サービスに係る懸念点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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○「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３月宇宙政策委員会決定）」等関連する政府文書に基づき、当該項目においてJAXAがどのような役割を果たしていくのかという点で、年度目標及びKPIを明確化し、その達成度を提示することを求める。	政府文書に基づき、JAXAは、「政府の要請に応える」ことに加え、「日本の宇宙システムの抗たん性強化に向けた技術的貢献」の役割を担います。後者の具体的活動として、JAXAが開発・運用する宇宙システムに対する「セキュリティ標準」を制定したところです。また、経済産業省が主導している民間企業向けガイドライン作成に対しても、JAXAの知見をインプットし始めています。
○当該項目は宇宙システムに対する脅威・リスクへの対応に係る事項であり、広範にとらえれば、Ⅲ.3.5の「宇宙状況把握」も含まれると思われる。中長期目標・計画の見直しのタイミングで、統合するか、現状のままか検討してはどうか。	今後の中長期目標・計画変更の機会において、主務府省とも相談させていただきます。
○当該分野でのセキュリティはますます重要になってくると予想され、必要なリソースを質・量両共に確保することが重要である。制御系セキュリティの専門家や海外宇宙機関の知見も活用して、セキュリティ標準の作成や人材育成の進め方について引き続き検討を進めるとともに、これらの活動について他の機関に対しての横展開をお願いしたい。	2020年度においては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制定し、当該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おります。 また、セキュリティ標準に基づき、システム設計審査等でセキュリティ要件や実装をレビューし、運用ライフサイクルを通じて脆弱性評価を継続していく予定です。 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参ります。
○宇宙システム全体の機能保障に関し、安全保障の側面が重要であることは当然だが、民生/産業分野の側面に言及が無かったことが気になる。衛星測位、地球観測等社会システムの宇宙依存が増す今後に向けて、民生/産業分野での影響も考慮した取組も検討し、適切な項目で報告いただきたい。	
○地上系設備/システム、宇宙関連企業のセキュリティ対策は当然、重要ではあるが、衛星本体および衛星制御・通信システムなどのセキュリティ対策も急務である。昨今の世界情勢も踏まえ、これらの対策についても早急に実施してもらいたい。	
○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・脆弱性評価をおこなうことが望まれる。	

Ⅲ．3．5　衛星リモートセンシング

2020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。	2020年7月豪雨（九州地方等が被災）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た。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、災害時の状況把握等に寄与している。
	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。 また、今年度は、JAXAが主導で策定・改訂が進められてきた、「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を2021年2月に開催した（ミャンマー、タイ、ベトナムの３国等から多数の防災関係者が参加し成功裏の開催となった。）	国際災害チャータなどの要請に応じた、緊急観測を着実に実施することにより、災害時の状況把握等に寄与している。 また、JAXA主導の「センチネルアジアへの緊急観測要請に係る標準手順書」の定着が進み、アジアの災害対応貢献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。

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情報システムの構築に取り組む。	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ため、防災インターフェースの開発を完了し、運用を2020年10月から開始した。 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。）	開発した防災インターフェースシステムにより、JAXAだけでなく、防災機関の災害対応の円滑化効率化に寄与している。

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。	GCOM-W、GCOM-C、ALOS-2等、JAXA衛星の利用促進に取り組み、海洋観測及び国土管理の分野において、利用機関(農林水産省、国土交通省、環境省、海上保安庁、森林総合研究所等)と連携した衛星データの利用研究・実証を実施した。農林水産省では「衛星画像を用いた現地調査実施マニュアル」が作成され、ALOS-2データが利用されることになった。森林総合研究所とは、昨年度茨城県にて実施した衛星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、同県の林政管理への実利用を目指し3者協定を締結した。	計画に基づき着実に実施。
	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。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。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。	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。 特に、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、2020年7月豪雨等に対し、TEを用いた解析結果を公開した。また本予測データを用いた利用実証等も進めた。 また開発段階の衛星の利用を見据え、EarthCARE、GOSAT-GWの観測データに係る解析アルゴリズムの開発を進めた。	「Today's Earth (TE)」による、洪水危険地域の推定は、多くの報道機関の番組で取り上げられるなど、高い注目を集めただけでなく、日本域版高解像度版(TE-Japan)は、30時間先以上の長時間洪水予測ができる点で国内最先端であり、関連法令（気象業務法等）の改正も視野に含めた動きも出始めている。 また、本予測データを活用した、多数の地方公共団体（和歌山県、宮崎市等の21県市区町）と共に進める利用実証を通じて、避難情報周知の迅速化が見込まれる。

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。また、国連サミットで採択された持続可能な開発目標（SDGs）の実現に向けた活動等、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に、国内外の関係機関と協力して取り組む。	NASA、ESAとの3機関協力を立上げ、衛星データによるCOVID-19流行前後の地球環境等の解析を行い、2020年6月に3機関共同ウェブサイト等で結果を公開した。 インド宇宙機関(ISRO)とは水稲の収穫分量等の把握精度の向上に向け、共同推進する協定を2021年3月に締結した。 パリ協定への貢献取組みでは、関連国際会合で、GOSAT観測から解析したCOVID-19流行前後の大都市のCO_2排出量を発表した。グローバル・ストックテイクでの衛星データの効果的な活用を引き続き推進していく。 SDGs関連では、衛星データの専門家として国連の専門家会合に参画し、「SDGsロードマップ」草案に係る各宇宙機関の意見とりまとめを主導した。また、SDGs指標(15.4.2山地植生被覆指数)に関してJAXA衛星データを用いた試算を行い、「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」に結果を示した。	NASA、ESAと共に衛星データを用いたCOVID-19流行前後の地球環境等の状況把握に貢献している。 SDGs関連では、国連専門家会合での各宇宙機関の意見とりまとめをJAXAが主導し、SDGs指標(15.4.2山地植生被覆指数) では、「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）で、JAXA衛星データによる試算結果が、国土地理院等のデータとの突合で信頼性等が確認された。これらにより、SDGsにおける衛星データの有効性やJAXAのプレゼンスを国内外に示すことができた。
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し、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、政府や民間企業等と連携しながら、食料安全保障分野、損害保険分野、電気通信事業分野、監査分野等における衛星データの利用を促進した。	JAXAの研究成果を活用した農林水産省による農業気象情報衛星モニタリングシステム(JASMAI)が構築され、我が国の食料安全保障の確立に寄与した。また、損害保険分野や電気通信事業分野において、災害時の被災地域把等に衛星データを活用する取り組みが開始された。これにより、災害時の迅速な保険金支払いの実現や早期の設備復旧が期待されている。 さらに監査分野でも船舶航行に係る正確な経費検証等に衛星データを活用する取り組みが開始された。

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。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（仮称）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。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。 また、政府が整備するオープン＆フリーの衛星データプラットフォーム「Tellus(テルース)」を通じたJAXA衛星データの提供も拡充した（ GCOM-C 等）。	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及びPALSARの観測データを全数処理し、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。	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。PALSARについては、全数処理を進め、Tellus、NASAへの提供も開始した。	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に着手する。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への参加のための作業を進めていく。	産学官で推進する衛星開発・実証プラットフォームに向けて、地球観測衛星に係る戦略を文部科学省と連携して検討し「衛星観測技術戦略の基本的な考え方」としてまとめた。 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提案の降水レーダが最終候補アーキテクチャのオプション案として選定された。また、ALOS-3、4後継機のミッションに関しては、技術開発要素の検討等を実施した。 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・高空間分解能観測を実現する超広帯域電波ディジタル干渉計の検討に着手し、これに関する国内特許を取得した（特許第6721226号）。また、本件に関して令和3年度未来社会創造事業大規模プロジェクト型の公募テーマとして文部科学省に提案し、テーマ選考された。	広帯域電波ディジタル干渉計の国内特許に関し、メーカーから知的財産許諾申請があり、2021年2月に当該メーカーとの間で特許利用契約を締結し、実利用化も推進した。
	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を取得する。	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を取得した。 2020年6月には、COVID-19流行前後のNASA、ESA、JAXAの3機関協力で実施する大都市（東京、ニューヨーク、北京等）の二酸化炭素(CO2)の変化等の共同解析結果の公開を開始した（2020年は人為起源のCO2排出量が少ないことも影響し、濃度の下層・上層差が小さい傾向となったと推測できる等）。	COVID-19流行前後の地球環境の状況把握（大都市のCO2濃度変化等）に寄与している。
・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、水蒸気量・海面水温・海氷分布等に関する観測データを取得する。	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。 2020年9月には、北極海海氷面積が史上2番目の最小値（355万k㎡）を記録したことを観測し、同月に公表した（衛星観測が本格的に開始された1979以降の記録であり、2012年（349万k㎡）に次ぐ2番目に小さい。）。また、ユーザーの意向を踏まえたプロダクトのバージョンアップを進めた（2020年10月には、海面水温・海上風速プロダクトをバージョンアップした。）	海面水温・海氷分布等に関するデータの提供により、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。
・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を取得する。	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、広く情報提供を実施した。 今年度は、全球降水マップ(GSMaP)を生かした5日後までのリアルタイム降水予報システムを理化学研究所等の国際共同研究グループと共に開発し、2020年8月より公開した。また、国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）／世界気象機関（WMO）の台風委員会から、水災害リスクの低減に係るこれまでの貢献が認められ、キンタナール賞を2021年2月に受賞した。	5日後までのリアルタイム降水予報システムは、衛星降水観測データを直接利用する等による5日後までの予報の実現であり、世界初となった。また、キンタナール賞受賞は、日本で、気象庁以外の機関への授与は初であり、降水観測に係るJAXAの技術力・貢献を国内外に示すことができた。

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する。	＜プロジェクト＞定常運用を2019年5月末に完了し、その後、後期利用運用による観測運用を継続し、搭載されている合成開口レーダ(SAR)及び船舶自動識別装置(AIS)による観測データを取得した。 2020年6月には、NASA、ESA、JAXAの3機関協力によるCOVID-19流行前後の空港の変化分析等の公開を開始した（2020年は飛行機の運用が少ない、駐車場の車も少ない等)。	防災機関等における観測データの定常的な利用が拡大・定着しており、防災・災害対策の強化、国土管理・海洋観測等に幅広く活用されている。 COVID-19流行前後の経済活動の状況把握（空港への影響等）に寄与している。
	●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う。	ALOS-2及びSDS-4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。 2020年6月には、衛星AISデータを用いたCOVID-19流行前後の海運物流への影響分析等の公表を開始した（2020年4月～6月頃にかけて自動車運搬船の滞留が増え、7月から減少傾向となり、これは自動車輸出入額の動向と整合する等）。	COVID-19流行前後の経済活動の状況把握（海運物流への影響等）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。	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。	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を取得する。	＜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つつ、NASA、ESA、JAXAの3機関協力によるCOVID-19流行前後の湾内の水質監視等を実施した(水質を測る指標の一つである、クロロフィルa濃度に関して、東京湾、大阪湾等では、例年と同レベルでの変動となった等を確認した。)。また、2020年5月からは、政府の衛星データプラットフォーム「Tellus」における植生指数の公開を開始した。	COVID-19流行前後の地球環境の状況把握（湾内の水質変化等）に寄与している。
・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を取得する。	＜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しつつ、GOSAT等と共に、NASA、ESA、JAXAの3機関協力によるCOVID-19流行前後の大都市のCO2の変化等の共同解析を実施した。また、2020年11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。	COVID-19流行前後の地球環境の状況把握（大都市のCO2濃度変化等）に寄与している。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（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）の打上げに向けた支援、及び地上システムの開発を実施する。	＜プロジェクト＞ESAと協力し、EarthCARE/CPRの打上げに向け、衛星システム試験計画の調整を進めつつ、CPRの開発（CPRシステム熱設計等の実施・完了）等を実施した。地上システムについても、ESAとの総合試験調整を実施した。	計画に基づき着実に実施。
・先進光学衛星（ALOS-3） 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。	●先進光学衛星(以下「ALOS-3」という。)について、H3ロケット試験機初号機の打上げ年度変更を踏まえ、引き続き、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。	＜プロジェクト＞H3ロケット試験機初号機の打上げ年度変更を踏まえて見直した開発計画に従い、衛星システムのプロトフライトモデルの製作・試験を継続し、システム機械環境試験等を実施した。また、地上システムは製作・試験及び他システムとのインタフェース試験を継続した。	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
・先進レーダ衛星（ALOS-4） 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。 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。	＜プロジェクト＞昨年度に維持設計に移行しており、今年度は、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、SAR、AISを含む機器の製作試験及びシステム組立を実施すると共に、システムプロトフライト試験を開始した。地上システムは製作試験を実施すると共に、他システムとのインタフェース試験を開始した。	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） 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）の基本設計及び詳細設計を実施する。	＜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、昨年度からの試作試験結果を踏まえて基本設計を完了し、詳細設計に着手した。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、昨年度からの概念設計、基本設計の結果を踏まえ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；災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献】 ○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＞ （成果指標） ○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 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：データ提供数・データ利用自治体数等） （マネジメント等指標） ○防災関係機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜**評価指標**＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜**モニタリング指標**＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

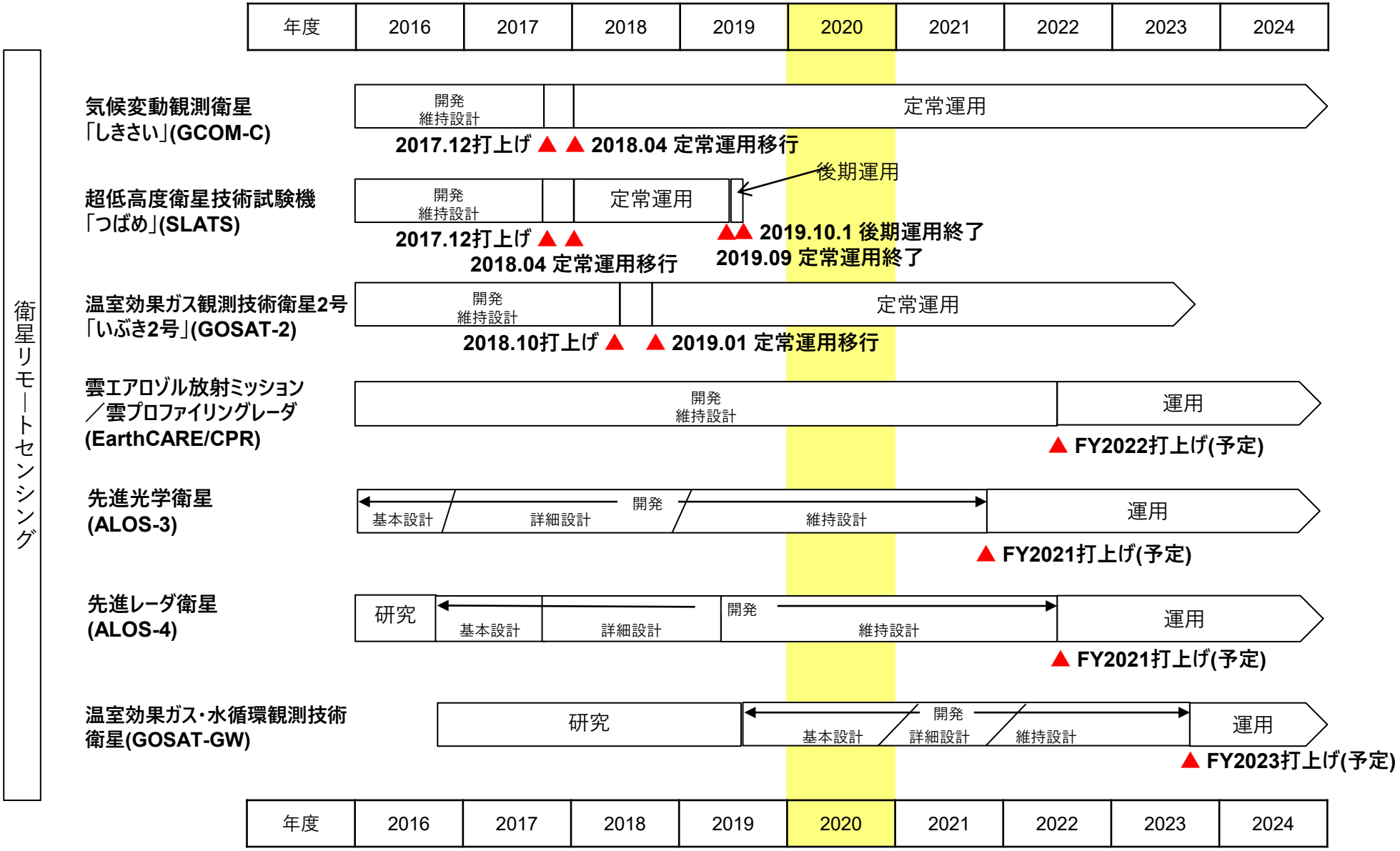
主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】 ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜**評価指標**＞ （成果指標） ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・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

スケジュール

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（予定）				
		▲ 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
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
気候変動観測衛星
「しきさい」(GCOM-C)
開発
維持設計
定常運用
2017.12打上げ ▲ ▲ 2018.04 定常運用移行
超低高度衛星技術試験機
「つばめ」(SLATS)
開発
維持設計
定常運用
後期運用
2017.12打上げ ▲ ▲
2018.04 定常運用移行
▲▲ 2019.10.1 後期運用終了
2019.09 定常運用終了
温室効果ガス観測技術衛星2号
「いぶき2号」(GOSAT-2)
開発
維持設計
定常運用
2018.10打上げ ▲ ▲ 2019.01 定常運用移行
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)
開発
維持設計
運用
▲ FY2022打上げ(予定)
先進光学衛星
(ALOS-3)
基本設計
詳細設計
開発
維持設計
運用
▲ FY2021打上げ(予定)
先進レーダ衛星
(ALOS-4)
研究
基本設計
詳細設計
開発
維持設計
運用
▲ FY2021打上げ(予定)
温室効果ガス・水循環観測技術
衛星(GOSAT-GW)
研究
開発
基本設計
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．３．５　衛星リモートセンシング

2020年度 自己評価　S

【評定理由・根拠】

関係府省等と連携を取りつつリモートセンシング衛星の研究・開発・運用成果を踏まえた社会実装化に取り組んだ結果、**洪水予測、降水予報、災害時の情報収集、我が国の食料安全保障の確立、民間企業による商用サービス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「Ⅲ3.6 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。

特筆すべき具体的な成果は、以下のとおりである。

1．気候変動対策、防災・災害対策等における衛星利用の浸透

（１）**洪水予測等での水循環シミュレーションシステム「Today's Earth(TE)」**

東京大学と共同で開発を進める**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、2020年7月豪雨（九州地方等が被災）、同年10月,11月の台風（フィリピン、ベトナム等が被災）に対し、TEを用いた解析結果を公開**し、**洪水危険地域の推定結果の有効性を示した（NHK,在京キー局を含む多くの報道機関の番組で取り上げられるなど、高い注目**を集めた。）。なお、**日本域版高解像度版(TE-Japan)は、30時間先以上の長時間洪水予測ができる点で国内最先端であり、関連法令（気象業務法等）の改正も視野に含めた動き**※1も出始めている。また、本予測データは、内閣府SIP※2において災害発生前の衛星等による観測計画最適化検討に活用されているだけでなく、JAXA-東京大学の共同研究に参画中の**多数の地方公共団体（和歌山県、長野県、宮崎市、水戸市等の21県市区町）においても、避難情報周知の迅速化に向けた利用実証**が進められている。＜補足1.参照＞

※1　国土交通大臣、気象庁長官が共同で行う「指定河川洪水予報」は6時間先までである（2021年3月現在）。
民間等による適確な洪水予報は技術的に困難とされ、これまで許可されてこなかったが、「洪水及び土砂災害の予報の在り方に関する検討会」（事務局　気象庁、水管理・国土保全局）において、民間等による洪水予報が許可されることを含めた議論がされている。

※2　SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の一つ「国家レジリエンス（防災・現在」の強化」

（２）**全球降水マップ（GSMaP）**

JAXAが開発したGSMaP※関連では、昨年度までの取り組み（降水状況のリアルタイムウェブ閲覧化等）から大きく進展し、理化学研究所、千葉大学、東京大学等の国際共同研究グループと共に**5日後までのリアルタイム降水予報システムを開発し、2020年8月より公開を開始**している。

※　GSMaPは、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）、GPM主衛星（日米共同開発の降水観測衛星）等の観測データの組合せにより実現。

降水観測データを数値天気予報※1に直接利用する予測精度の向上は、①信頼性のある大量の降水観測データ、②信頼性のあるデータ同化手法※2等の両方が必要であり、これまで実現困難とされてきたが、**①をJAXA(GSMaP)、②を理化学研究所等が担当し連携して研究を重ね開発を進めることで、困難を乗り越え、世界で初めて降水観測データを数値天気予報に直接利用した5日後予報を実現した。**地球規模で増大する大雨や渇水などの活用が期待され、**スーパーコンピュータ「富岳」と連携した降水予報の更なる高度化等にも取り組んでいく**。

※1　気象学的なメカニズム(雨雲の発生・発達等）を考慮した、シミュレーション計算による天気予報。

※2　シミュレーション計算に実測データを取り込み修正し精度を高めていく手法。

また、**国連アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）／世界気象機関（WMO）の台風委員会から、水災害リスクの低減に係るこれまでの貢献が認められ、キンタナール賞を2021年2月に受賞**した（日本で、気象庁以外の機関への授与は初。）。＜補足2.参照＞

【評定理由・根拠】（続き）

（３）防災・災害対応では、陸域観測技術衛星2号「だいち2号」（ALOS-2）等のJAXA衛星が、情報収集手段として、広く活用されている。昨年度と同様に発災した国内外の災害に対応するため、着実に緊急観測を実施し、取得データが状況把握・復旧に活用されただけでなく、今年度は**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ため、防災インターフェースシステムの開発を完了し※、運用を2020年10月から開始**した。＜補足３.参照＞

※ 従来は電話、メール等でのやりとりにより関心エリア特定等を個別に実施していたが、一つのシステムで円滑かつ効率的に実施できる。

またJAXA主導で策定・改訂を進めてきた、**「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を2021年2月に開催し（ミャンマー、タイ、ベトナムの3か国から多数の参加があった。）、**アジアにおける災害対応貢献だけでなく、JAXAのプレゼンスの維持向上**を図った。

※ センチネルアジア：アジア太平洋域の自然災害の監視を目的とした国際協力プロジェクト。28か国／地域が参加（2021年3月末時点）。

（４）新型コロナウィルス感染症(COVID-19)に対し、NASA、ESA、JAXAの3機関協力で**流行前後の地球環境や経済活動などの状況把握（大都市の二酸化炭素濃度の変化、空港の駐機場や駐車場の変化等）を実施し、解析結果を特設ホームページ等で公開**している。＜補足４.参照＞

２．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

以下のような**新たな実利用化の事例を含む衛星データ利用拡大等に係る特に顕著な成果を創出**した。

（１）衛星観測データを活用した農業気象データ（土壌水分量、日射量等）や作物の生育状況をモニタできるシステムに関する**JAXAの研究開発成果が利活用され、農林水産省による農業気象情報衛星モニタリングシステム(JASMAI)が構築**され、2021年1月より一般公開となった。同省による**我が国の食料安全保障における独自情報の収集体制の確立に寄与**した。＜補足５.参照＞

（２）損害保険事業分野では、①あいおいニッセイ同和損保が**大規模自然災害による被害受付、保険金支払いが速やかに進められるよう構築された被災予測アプリで前記の水循環シミュレーションシステムToday's Earth(TE)が活用**されたり、②**現地調査を待たずに被害地域等を早期に把握し保険支払いが損害保険業界全体としてできるようALOS-2解析データを用いた実証実験**が日本損保協会により開始された。また、③電気通信事業分野でも**ALOS-2解析データを用いて災害時の早期の設備復旧を目指す取り組み**が複数の事業者(NTT東西等）により開始された。さらに④監査の分野でも、**船舶運航に係る燃料費や人件費の検証などを正確に把握するため、ALOS-2で取得するAIS情報（自動船舶識別情報）を監査に用いる取り組み**が、あずさ法人監査により開始されるなど、多くの民間企業と連携しながら、**納税者である国民の日々の生活維持・向上に直結したり、社会課題や生活者一人一人に宇宙技術が役立つような具体的取り組みを数多く生み出す**ことができた。

（３）JAXAが開発したALOS-2に搭載する合成開口レーダ(SAR)による大規模なインフラの変動をmm単位で解析可能なモニタリングツール、**ANATISについては、2020年度に新たに2社と利用許諾契約を締結**するだけでなく、スカパーJSAT・ゼンリン・日本工営による商用サービスが2021年から開始予定となるなど、実利用化を推進した。

（4）経済産業省が開発を主導する衛星データプラットフォーム「Tellus」で公開するJAXA衛星データの拡大については、気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）による植生指数（植物の活性度等を光の反射等から把握する指標）の公開開始となるなど、**衛星データの利用を促進**した。また、**コロナ禍においても、オンラインでの署名式などを活用しながら対外機関等との連携強化や共同研究等を通じた衛星データの利活用促進**を進めていく。

（５）ALOS-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）ミッションに係る検討に参加し、**JAXA提案の降水レーダが最終候補アーキテクチャのオプション案として選定**されることとなった。

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（補足）

1． 陸面水循環シミュレーションシステム『Today's Earth(TE)』について

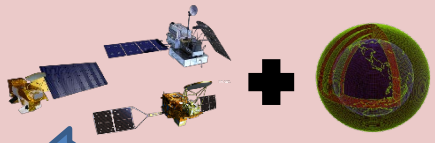
背景・目的：気象・気候の変動対策、水資源管理等

・気象・気候の変動により**洪水・干ばつ等が多発・甚大化**しており、それに備えた**被害予測**やWith/Afterコロナの状況下では、**被害対応のためのリードタイム確保がより重要**になってきている。また、**水資源の管理は世界各国にとって重要な関心事**であるが、カバレッジ、観測物理量、精度等含め、**従来の地球規模での水循環モニタリング技術は十分なものではない。**
・これらに対応するため、**衛星による地球観測技術を活用し、水資源の全球水分布をより正確に把握する**必要がある。

アウトプット：開発した陸面水循環シミュレーションシステム『Today's Earth(TE)』

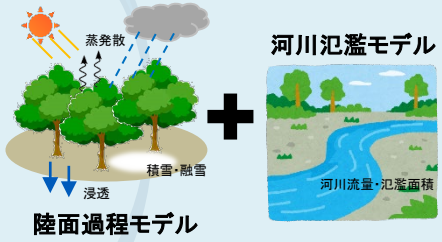
【開発したシステム概要】

入力データ作成部：
JAXA衛星等からの観測データと気象庁からの気象データを融合し、モデル入力用の統合大気データセットを作成



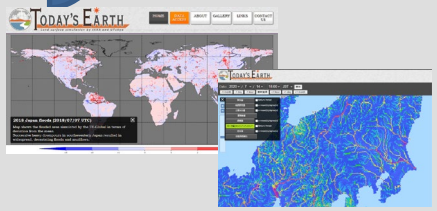
検証・高度化

モデル計算部：
陸面過程モデル（陸・大気間の熱・水収支計算）と河川氾濫モデル（河川における流水計算）の組み合わせによる高度なシミュレーション



精度向上

データ提供部：
水循環に関連する各種物理量に加え、危険度情報も計算・画像表示し、ウェブサイトを通じて一般公開



観測とモデルを融合させた、世界的にも例の少ない全球陸面シミュレーションシステムを東京大学と共同で10年以上かけて研究開発し、公開運用を開始（2019年11月～）。

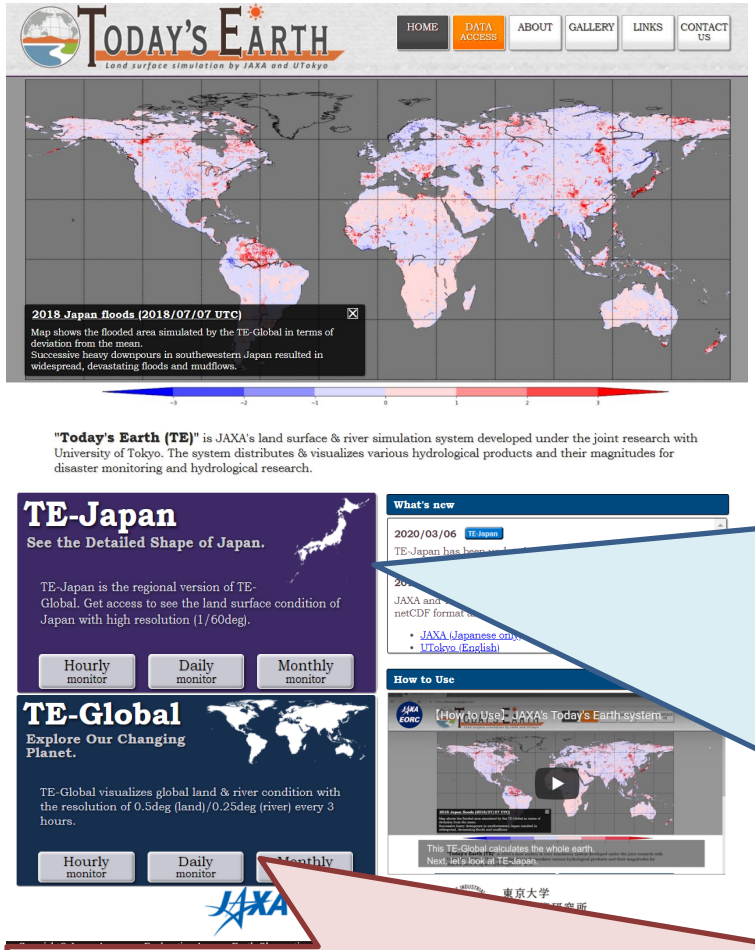
	全球システム（TE-Global）	日本域システム（TE-Japan）
空間解像度（ﾓﾃﾞﾙ格子ｻｲｽﾞ）	河川以外：約50km 河川：約25km	約1km
時間解像度	3時間毎	1時間毎
ﾃﾞｰﾀ提供までの時間遅れ	最短3日程度	**リアルタイム** ※予測も可（法規制の為限定公開）

評定理由・根拠（補足）

1．陸面水循環シミュレーションシステム『Today's Earth(TE)』について（続き）

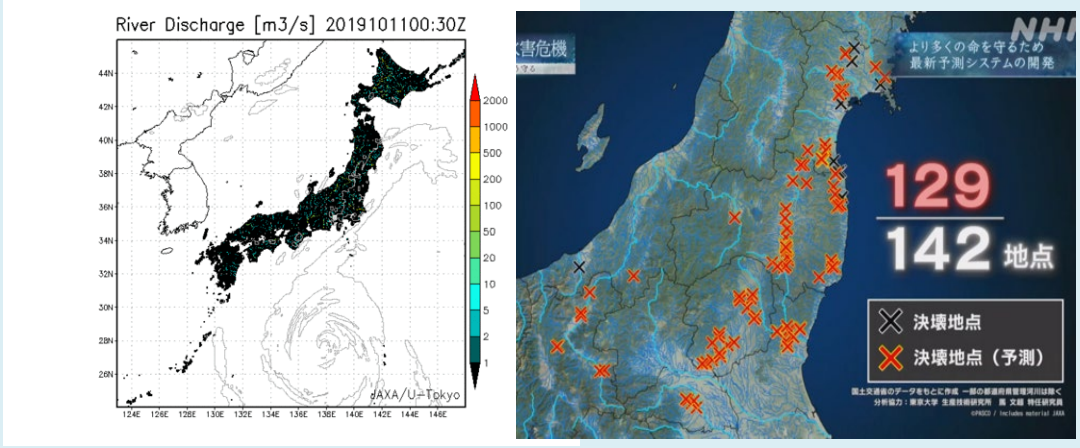
アウトカム：河川氾濫状況把握、長期気候変動予測の精度向上等

水循環諸量（蒸発散量、河川流量、地下流出等）を、時空間的に途切れのないデータ提供が可能になり、河川氾濫状況把握等に寄与。



【日本域システム（TE-Japan）】 → 防災

- 2019年10月の台風19号の予測実験では、日本各地の破堤箇所142地点中129地点において**洪水発生相当の危険情報を1日以上前に算出できていることを確認（捕捉率約90%）。**



（左図）TE-Japanが推定した河川流量、（右図）実際の破堤個所と危険が予測されていた場所の分布
（NHKスペシャル「新型コロナと水害危機～あなたは命をどう守る～」提供）

- 内閣府SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）において、国土交通省がTE-Japanの予測データを災害発生前の観測計画最適化に活用中。2020年7月豪雨では**筑後川氾濫時の状況把握に寄与。**

【全球システム（TE-Global）】 → 水資源

・大規模河川の地上観測流量と比較し、平均で0.5以上の高い相関を確認。**世界気象機関（WMO）の陸域シミュレーションシステムポータル化プロジェクトHydroSOSから参加要請を受け関連議論に参加中。**

・TE-Globalで検証された陸域モデルはIPCC（気候変動に関する政府間パネル）における**長期の気候変動予測の精度向上に貢献中。**

評定理由・根拠（補足）

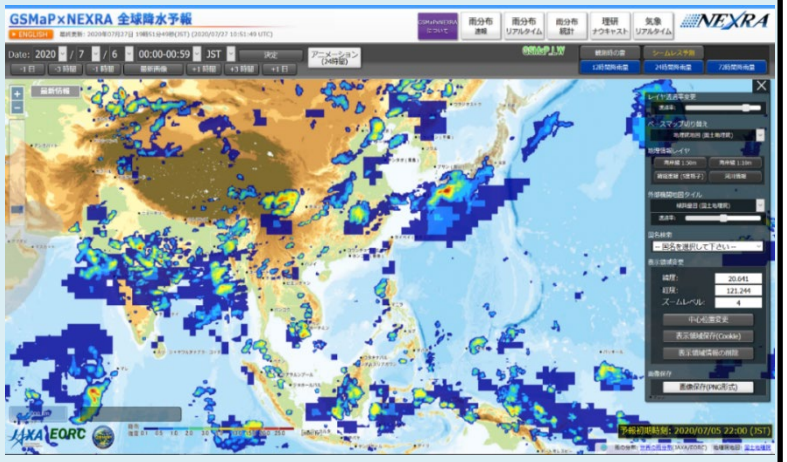
2. 衛星全球降水マップ(Global Satellite Mapping of Precipitation：GSMaP)を生かした5日後までのリアルタイム降水予報について

背景・目的：**降水の予測精度の向上には、降水観測データを数値天気予報に直接利用する手法**が有効とされてきたが、**①信頼性のある大量の降水観測データ、②信頼性のあるデータ同化手法等の両方が必要であり、これまで実現困難**とされてきた。

アウトプット：**①をJAXA(GSMaP)、②理化学研究所等が担当し開発を進め、世界で初めて降水観測データを数値天気予報に直接利用した5日後予報を実現**。
→降水ナウキャスト（直近の降水分布の動きを捉え、そのまま持続すると仮定して、予測する従来手法）と数値天気予報との組み合わせとなる。
2020年8月より、GSMaPを生かした5日後までのリアルタイム降水予報を公開。

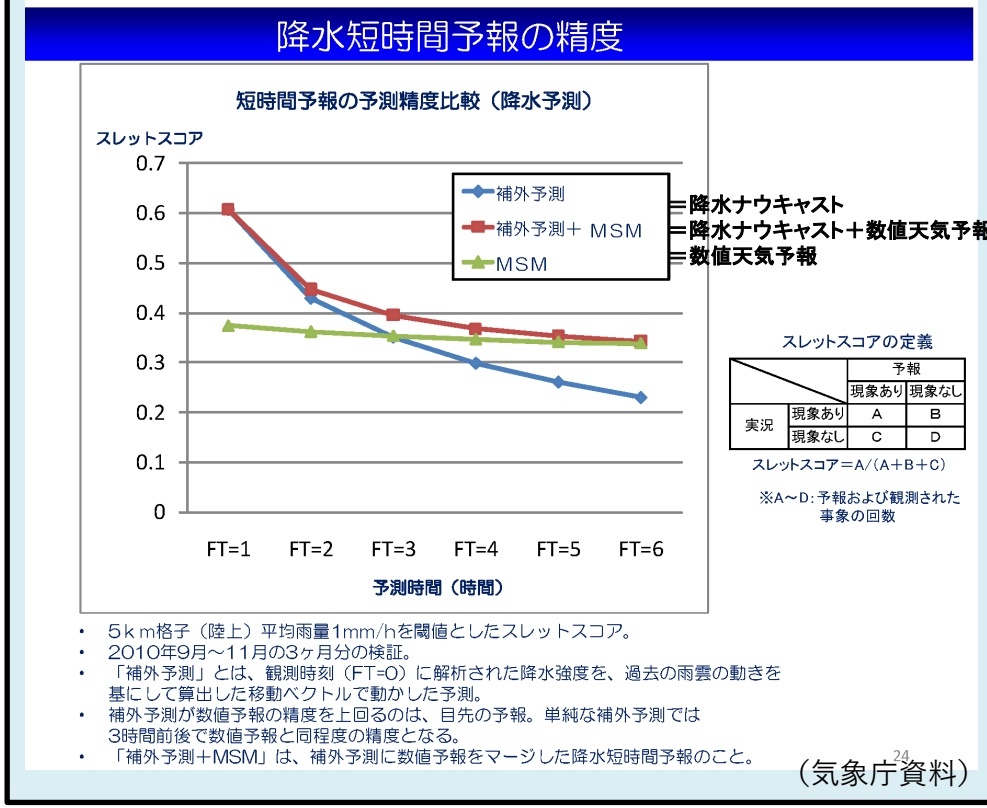
アウトカム：地上に設置する雨量計やレーダなどの降水観測が限られている地域などで、**地球規模で増大する大雨や渇水対応へのさらなる寄与**。

・公開ホームページ（5日後までのリアルタイム予報）
https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaPxNEXRA/index_j.htm
にて、5日後までのリアルタイム降水予報を公開



※GSMaPは、世界各国の衛星(水循環変動観測衛星「しずく」、GPM主衛星(日米共同開発の降水観測衛星)等が取得した降水データをJSS2(JAXA Supercomputer System Generation 2)等を用いた計算処理で実現。2007年に「JAXA世界の雨分布速報」としてホームページ公開し、2019年からは世界中の雨分布をリアルタイムで公開している。世界各国(特にアジア域)で気象監視・防災・農業・研究・教育等の多分野に利用されている。

・精度比較：**降水ナウキャスト、数値天気予報の組み合わせ**により、高精度を実現



- 5ｋｍ格子（陸上）平均雨量1mm/hを閾値としたスレットスコア。
- 2010年9月～11月の3ヶ月分の検証。
- 「補外予測」とは、観測時刻（FT=0）に解析された降水強度を、過去の雨雲の動きを基にして算出した移動ベクトルで動かした予測。
- 補外予測が数値予報の精度を上回るのは、目先の予報。単純な補外予測では3時間前後で数値予報と同程度の精度となる。
- 「補外予測＋MSM」は、補外予測に数値予報をマージした降水短時間予報のこと。

（気象庁資料）

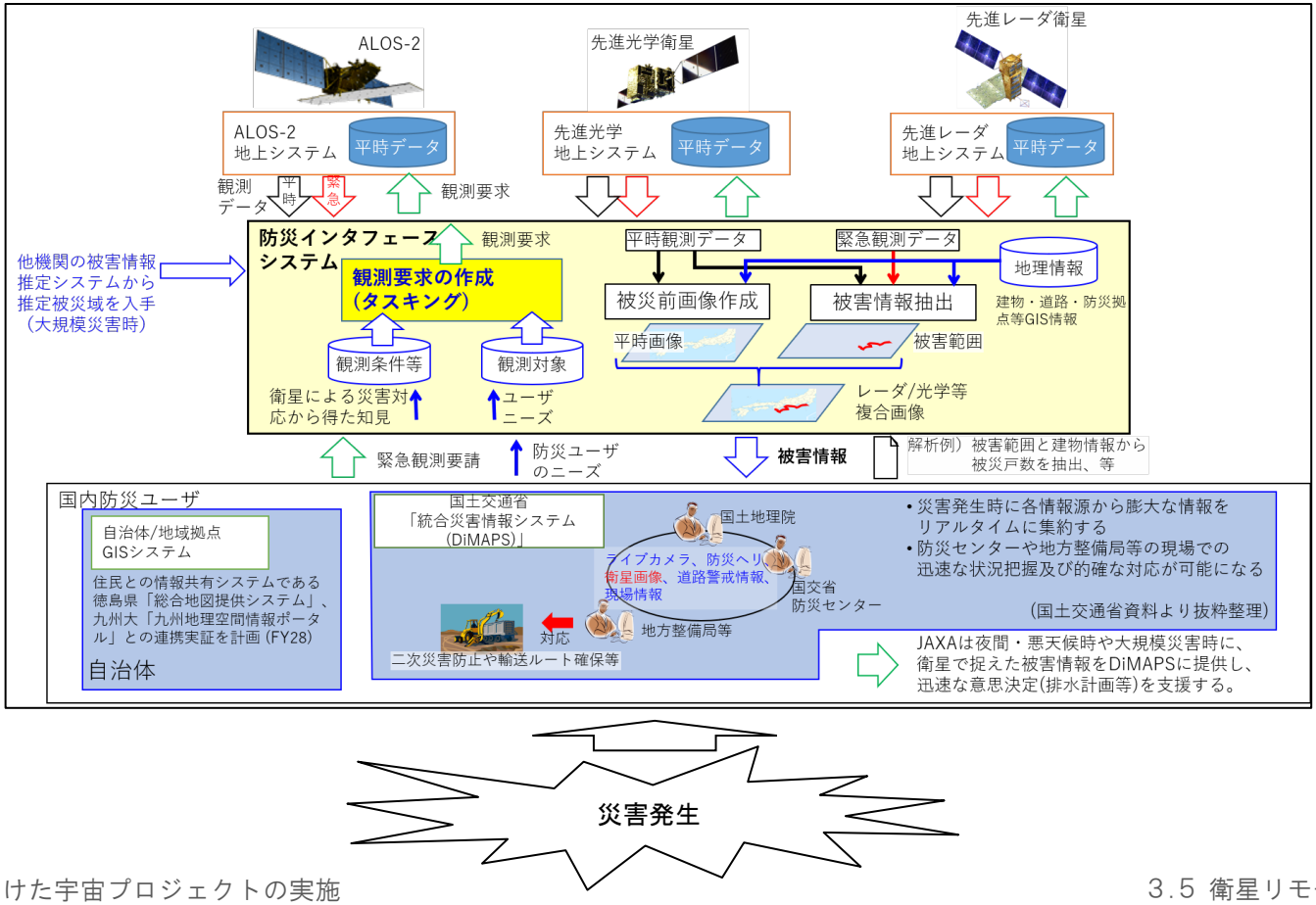
評定理由・根拠（補足）

3. 防災インターフェースシステムについて

背景・目的：火山監視・災害、地震災害、土砂災害等への**災害対応等では、必要なデータ・情報をユーザの活動のタイムラインに沿っていち早く現場に伝えることが重要**であるだけでなく、防災分野では**衛星データ利用の高度化、複数衛星データの利用、高度な解析処理を必要とするケース等が増加**。

アウトプット：観測要求受付からデータ提供まで**ワンストップでスムーズに実現する必要があり、複数の衛星と防災ユーザ（防災関係機等）とのインタフェースを一元的に担う本システムを開発し、2020年10月より運用を開始**。

アウトカム：火山監視・災害、地震災害、土砂災害等への**迅速な災害対応、防災分野での衛星データ利用の高度化、複数衛星データの利用、高度な解析処理を必要とするケースへの対応等のへ寄与が期待。**



評定理由・根拠（補足）

4. 新型コロナウィルス感染症(COVID-19)に対する衛星データを用いた取り組みついて

背景・目的：衛星データの利活用により、社会における諸課題の解決に幅広く貢献するため、**新型コロナウィルス感染症(COVID-19)に対しても、地球観測衛星を用いて、世界的かつ歴史的な地球環境の変化の記録を残す**ことが重要。

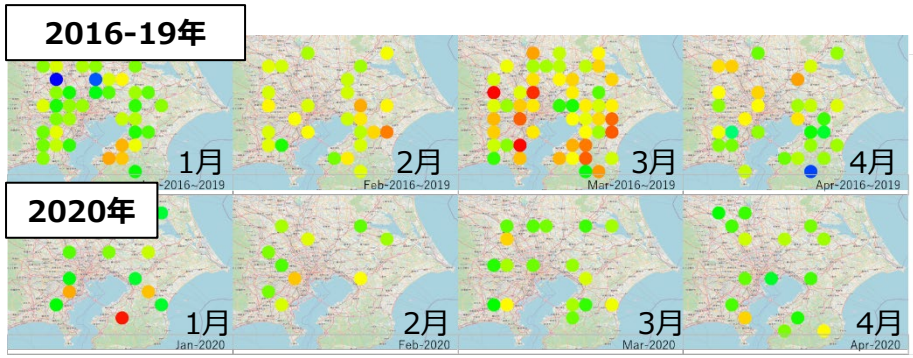
アウトプット：**COVID-19流行前後の地球環境や経済活動などの状況把握を米国NASA、欧州ESA、JAXAの３機関協力で実施**。３機関協力による解析成果を専用ホームページ（EO Dashboard）にて 公開するとともに、JAXAにおける解析結果をCOVID-19特設ページにて公開（2020年6月～）。

アウトカム： COVID-19による**地球上の多様な変化（地球環境や経済活動の変化など）を地球観測衛星データを用いて分析・公開することにより、流行前後の状況把握に寄与。**

- 解析事例：温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）による大都市CO2濃度

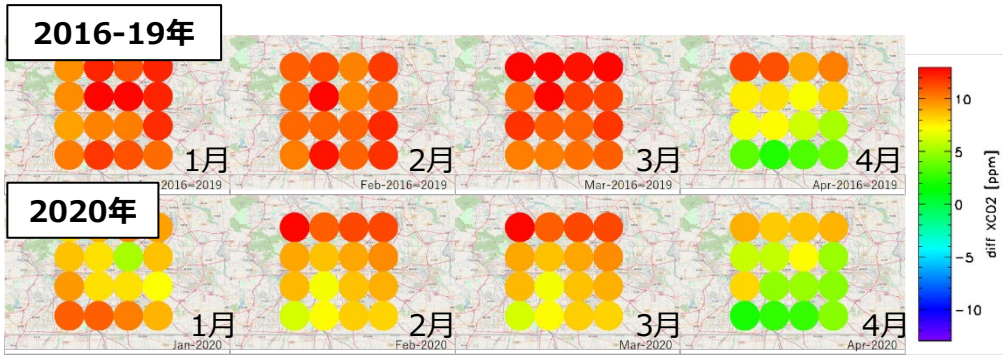
  ➡ 2016-2019年との比較で、2020年は大都市（下記は東京、北京の例）おいてCO2濃度の下層・上層差が小さい傾向が見られた
  ⇒ **人為起源のCO2排出量が少ないことも要因と推測**

東京



Analyzed by JAXA/EORC

北京



*GOSATは、宇宙航空研究開発機構(JAXA)、環境省(MOE)、国立環境研究所(NIES) の3機関による共同プロジェクト

※ 対流圏下層（高度～4km：地上活動の影響も受けている大気）と上層（高度4～12km：平均的な大気）のCO2濃度の差を解析

評定理由・根拠（補足）

5. 農業気象情報衛星モニタリングシステム（JASMAI）について

背景・目的：衛星データの利活用により、**食料安全保障の確立含め、社会における諸課題の解決に幅広く貢献**することが重要。

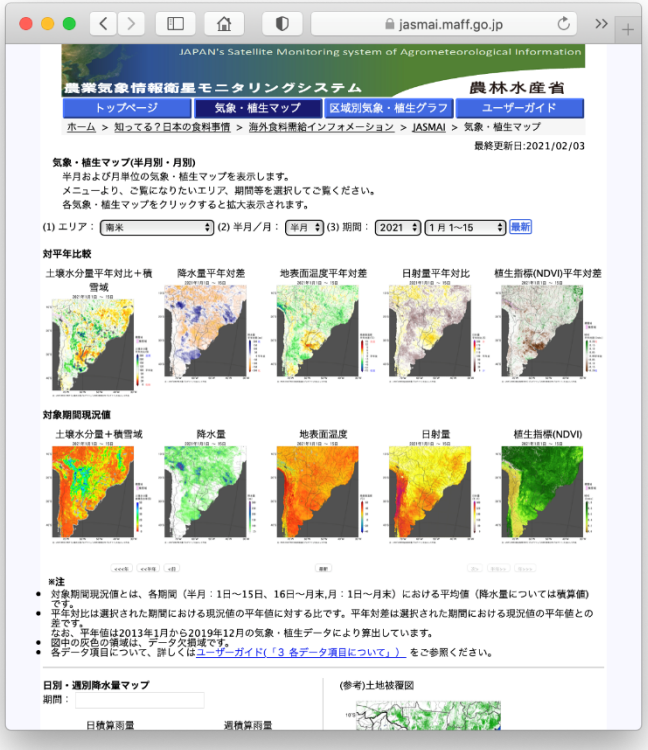
アウトプット：JAXAとの連携により、**農林水産省がJAXA等の地球観測衛星データを用いたリモート・センシング技術を活用して農業気象情報衛星モニタリングシステム（JASMAI）を構築。**2021年1月15日より運用開始されることとなった。

アウトカム：海外の主要穀物生産地帯における**穀物・農作物の生育に関わる情報が地図やクラフ形式で提供**され、世界の主要穀物の生産状況モニタリング等で活用されており、**我が国の食料安全保障の確立に寄与。**

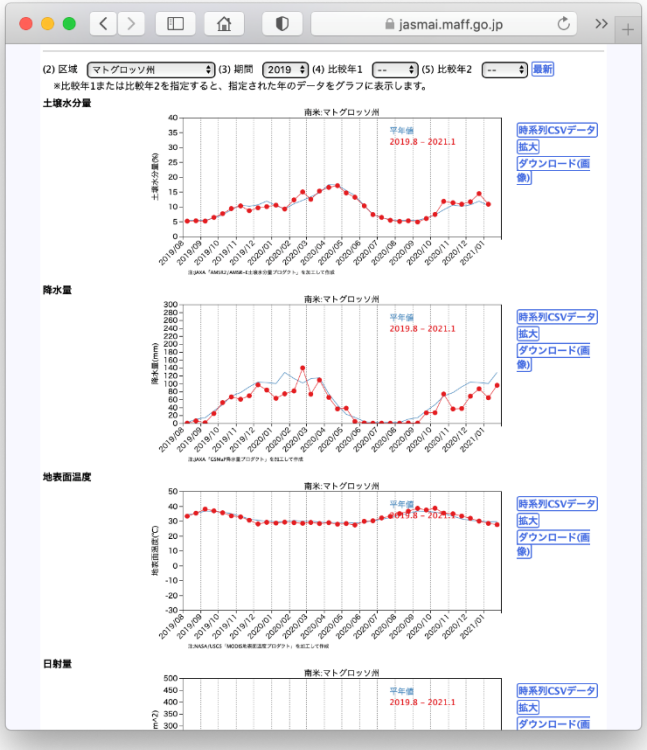
トップページ



地図形式



グラフ形式(+CSV)



https://jasmai.maff.go.jp(農林水産省ホームページ)より

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

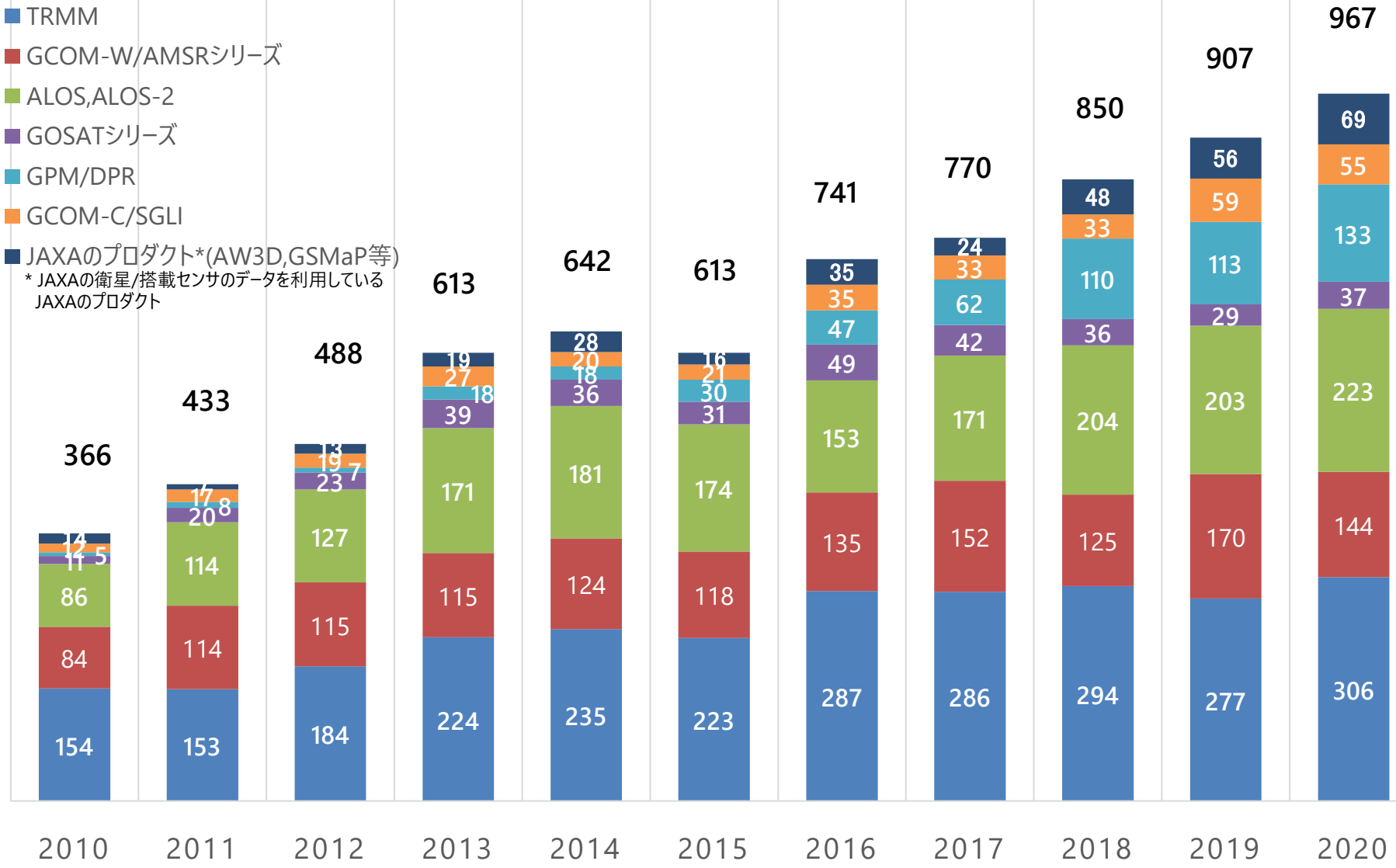
【単位：シーン】

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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
GCOM-C（気候変動観測衛星「しきさい」）	-	-	-	-	-	-	245,023	19,285,587	17,607,337
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
2012年度比増加率	**100%**	**167%**	**134%**	**334%**	**228%**	**219%**	**226%**	**577%**	**581%**

※ 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				
決算額（千円）	27,852,134	21,245,487	24,952,566				
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				

（※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 ※				

※ 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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○所管官庁の賞を受賞したということは、社会・国民（納税者）の目線でみると、内々の話のようにみえてしまうため、１つの指標として提示するのは望ましいが、S 評定の根拠とするのは控えたほうがよいのではないか。	ご指摘を踏まえた記載とした。
○当該項目のうち、特に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（①）。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（②）。	産学官の有識者を含めた検討やステークホルダーとの調整を踏まえ、事業規模、国際競争力等を意識し設定したミッション要求（達成目標）の範囲内かつ、コスト削減等を意識しながら、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等との幅広い連携や支援を受けながら、研究開発を進めている。評価に際しても、関係部署と連携して実施しており、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	従前の取り組みとの違いなどが分かりやすくなるような記載をしており、説明に努めたい。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	社会実装・事業化の観点の充実を意識して記載した。SDGsについては、2020年度の成果として、国連専門家会合での各宇宙機関の意見とりまとめをJAXAが主導した等を記載した。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、宇宙航空開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる。
○災害対応など金銭換算が困難な社会貢献の側面においても、設定した年度目標に対する達成度や、同分野における世界と比較した指標などの観点から評価することに努めるべきである。その際に、法人の観点や国内にとどまった観点では無く、国際標準や納税者である国民の目線など、法人外の観点からの客観的な評価を心掛ける必要がある。	ご指摘のとおり、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充、納税者である国民目線などが重要と考えており、適切な評価に努めたい。
○昨年からS 評価が続いている分野であり、評価が対計画比であることから、翌年度からの計画をしっかり上げるなど、計画の立て方に留意する必要がある。	ご指摘を踏まえ、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等と連携しながら、年度計画の具体化等にも努めたい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○測位・地球観測・通信等は、安全保障・産業振興・環境保護・災害時支援等において、国際的に不可欠な社会インフラとなってきており、さらにこれらの衛星が取得したビッグデータを活用し、新たなビジネスの創出と積極的な海外展開により、各国が国際的な影響力を高める時代に突入している。我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するためには、宇宙空間における「社会インフラ」・「プラットフォーム」・「商品・サービス」を一気通貫で構築する戦略を民間企業と共同で策定し、推進することが急務である。	我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するには、政府や民間企業と連携を密にして、取り組みを進めることが重要であり、ご指摘の観点も踏まえて、JAXAの強みを生かしながら、必要な研究開発等に取り組む。
○我が国のリモートセンシング衛星が、地球規模の課題解決、開発途上国への支援・貢献を持続的に推進するためには、技術的に諸外国に対して優位であること、運用しやすいこと、及びオープンで透明性があることなどにより、国際的に不可欠な社会インフラとして定着する必要がある。そのためには、国際標準に認定されることが重要である。ロビー活動の推進や重要な国際機関・会議等のトップに就任するなど、国際的な影響力を増す取組をさらに強化すべきである。	JAXAの国際的なプレゼンス向上を意識した取り組みを進めており、2020年度もSDGs関連で各宇宙機関のとりまとめを主導するなど、さらなる向上に取り組む。
○我が国の産業振興・経済発展のために、リモートセンシング衛星の取得したビッグデータを活用し、社会インフラ・プラットフォーム・サービスを一気通貫で構築する戦略を民間企業と共同で策定し、推進していただきたい。	我が国の産業振興・経済発展を実現するには、政府や民間企業と連携を密にして、取り組みを進めることが重要であり、ご指摘の観点も踏まえて、JAXAの強みを生かしながら、必要な研究開発等に取り組む。
○通信と並び、衛星による地球観測データ利用は、産業利用・収益化が期待できる分野であり、安全保障分野での利用との兼ね合いに配慮しつつ、どのような衛星観測データが産業の観点で必要か等を、利用側の意見を聞きながらニーズを分析し、例えばベンチャー企業の衛星データも活用したデータ利用ツールの研究開発やその民間移転なども含め、将来の民間によるビジネス化を推進するとともに、そのために必要な衛星の低コスト化、小型・軽量化の研究を進めていただきたい。	これまでも利用者のニーズ分析やベンチャー企業との連携、民間企業への技術移転だけでなく、小型・軽量化を意識した研究開発を進めてきており、引き続きJAXAの強みを生かしながら、必要な研究開発等に取り組む。
○衛星データプラットフォーム「Tellus」は、公開から一年を経過したところであり発展途上にあると認識している。徐々に掲載データ数は増加してきたが、今後更なるデータの充実に努めていただきたい。たとえニーズが少ないと思われるデータであっても、容易に利用可能な形で提供されれば、多種多様な主体が想像を超えた利活用法を見出すことで、社会課題の解決やビジネスへと繋がる可能性がある。JAXA保有データを含めて、データのオープン＆フリー化に積極的に取り組んでいただきたい。	衛星により取得した各種データについては、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、適切な管理・提供を行うとともに、政府の検討・取組への支援を必要に応じ行う。

Ⅲ．3．6　宇宙科学・探査

2020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。	－	
（１）学術研究の推進 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 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、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。	2020年度に開始した技術のフロントローディングにおいては、以下の成果が得られた。 ①超小型探査機での深宇宙探査に必要な基盤となる技術開発として、誘導制御系アビオ小型化で良い成果が得られた。 ②効率・質量で日本が世界でトップに立つ20K機械式冷凍機については、高信頼・長寿命・低擾乱化の設計を行った。 ③InGaAs検出器を使った低ノイズ赤外線センサの、国産で高性能化（画素数拡大・耐放射線性向上等）開発へ向けて、国立天文台等と検討した。	技術のフロントローディングにおいてはリスク・コストを低減するキー技術の開発を行い、本仕組みの有効性を確認できた。

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の更なる拡大・充実のための方策を検討する。	科学の発展に必須な要素の一部を、宇宙研外の拠点が担うことを狙い、大学連携拠点事業を実施している。今年度は、FY2017に採択した３拠点（北大：超小型深宇宙探査機用キックモータ研究開発拠点、千葉工大：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）の活動（4年間）が3年目に入り、拠点としての継続・発展に向けた取り組みが各拠点で進められた。東大拠点では、拠点の成果を事業化し、宇宙科学及び医学コミュニティに資する実験機器の設計等を担うベンチャー企業が立ち上げられた。	ベンチャー企業の立ち上げにより、大学共同利用連携拠点の新たな展開として産業振興にも資する成果が生まれつつある。 また、北海道大学については、FY2020から予算措置含め拠点事業の後継組織を大学内に明確化し、拠点事業終了後も活動を継続することとなった。
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、「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」の候補ミッションの選定を行う。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。	・戦略的海外共同計画は3件（Hera、WSO-UV、Roman）をプリプロジェクト化し、その他の候補ミッション（Dragonfly）はミッション定義段階の活動を実施した。 ・小規模計画は7件の活動を継続し、FY2020は新規2件を採択した。 ・戦略的中型計画、公募型小型計画は、次の公募、選定に向けた活動を継続。 ・観測ロケットについて、S-520-31号機搭載PI（デトネーションエンジンシステム）の単体開発を計画通りに進め、地上燃焼試験を通じて設計妥当性の確認を行った。SS-520-3号機は、搭載機器の単体機能確認および一部のシステム試験を2020年度中に完了した。2022年度に予定されているS-520-32号機の計画立案および安全評価を実施し、2021年度に予定されている機器開発を予定通り実施する準備が整った。 ・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実験を実施した。残る3実験は、いずれも新型コロナウイルス感染拡大による開始時期の遅れの影響もあり、2020年度の実施を見送った。また、2021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2022年春に変更した。	計画に基づき着実に実施した。 なお、観測ロケット計画については、いずれの計画においても、作業定型化の一環で手順書をとりまとめつつある。

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。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について検討する。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。	・赤外線天文衛星「あかり」（ASTRO-F）の観測データについて、引き続き公開準備を進めた。 ・DARTS（宇宙科学データアーカイブシステム）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2020年内に出版された論文は21件だった。当該システムを用いて運用中の衛星のデータを随時追加するとともに、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を実施することで、新たにデータを一般公開した（宇宙環境計測ミッション装置/高エネルギー軽粒子モニタ(SEDA-AP/SDOM), 観測ロケット(電子密度等)）。 ・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（研究不正防止）に貢献している。 ・科学衛星・探査機の異常の早期発見・通知を行うツールとして「衛星 自動監視ソフト ウェア(ATMOS)」を開発した。本ソフトウェアの導入により、可視帯のみでなく非可視帯をも含むデータを自動監視することで、より確実な衛星の健全性確保に寄与している。既存の SPRINT-A、ERG、「はやぶさ2」の運用に適用し、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り、その有効性を確認している。プロジェクトの監視ルール入力環境を改善のため、監視ルール入力支援GUIツー ルを機能強化した。また、プロジェクト固有の監視ルールを組み込んで ATMOS の機能を拡張することを目的にカスタム監視エンジンAPIとデータ加工の一部機能を実装し、監視ルールの適用範囲を拡大した。 ・管制ソフトウェアのクライアントサーバー化に向けた基本設計を実施し、基本的な設計を確定した。	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。 ・ATOMS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。 ・管制ソフトウェアの開発に際し、アジャイル開発の一手法のスクラム開発を適用し、宇宙分野でも適用可能な有効な手法である感触を得た。

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。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について検討する。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。	・サンプル分析については、人材育成プランとして、テニュアトラック制度をはやぶさ２拡張ミッションへ組み込みこととし、テニュアトラック助教を確保し、サンプル分析に係る将来の全体戦略を描ける人材を育成する施策を進めることとした。 ・「はやぶさ」が帰還させたサンプルの分析に関して、FY2020に実施した第8回国際研究公募において、2件の研究提案を採択し、9個のはやぶさ帰還試料を研究者に分配した。これまでの帰還試料分析研究成果として2020年度に4本の査読付き論文が発行されている。サンプルカタログを発行し、記載されているイトカワ粒子の総数が1,296個となった。	・リュウグウのサンプルが想定より多く採取できた結果、大学など外部機関と、分析計画の詳細化をスムーズに進めることができた。
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、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。また、若手研究者の育成のためのポストドク（プロジェクト研究員）やITYF（国際トップヤングフェローシップ）の制度の再構築等を進める。	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３名の特任助教が着任した（２０２０年度末、７名在籍）。また、新たにクロスアポイントメント制度を活用した事例が３件あった。２０２０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９名、外国人研究者（テニュア、ITYF、プロジェクト研究員）は、6名在籍している。また、宇宙科学・探査分野を支える研究者人材の育成・採用・活用に関する方針・計画を戦略的・計画的に議論する「宇宙研人材委員会」にて策定された宇宙科学研究所人材育成基本方針に基づき、若手研究者制度再構築に向けたWGを設置し検討を実施中である。特定の課題や短期目標を設定せず、多様性と融合によって破壊的イノベーションにつながるシーズの創出を目指す「創発的研究」を推進するための事業である。なお、JSTの「創発的研究支援事業」に、宇宙研のテニュアトラック助教が選定された。	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
（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 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、宇宙工学委員会下のWGから提案された「超精密フォーメーションフライト技術実証機(SILVIA)」が公募型小型計画として次のフェーズへ移行した。	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。	＜プロジェクト＞NASA、ESA、大学等と協力して開発を進めた。なお、組立試験では、NASA技術者による作業が必要となるため、新型コロナウィルス対策を施した上で来日し、作業を実施した。衛星バスコンポーネント製作試験及び構体パネルへのインテグレーションを実地中。地上システムのソフトウェア及びツールの整備を進め、インテグレーション試験を開始した。科学運用準備としてPerformance Verification Phaseに観測する対象を決定しターゲットリストを公開した。衛星のロバスト性向上施策としてスラスタ噴射異常対策機能の追加を決定し、打上げスケジュールを見直した。	計画を見直し着実に実施。
・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、欧州宇宙機関でのミッション公募の選抜状況を踏まえつつ、プロジェクト化に向けた検討を行う。	ESA及び日欧観測装置チームと協働して、概念検討を進めた。2020年3月末から7月頭にかけて ESA ミッション選抜の中間審査となる Mission Consolidation Review (MCR) が行われ、技術的には成立解を得て最終審査へ向け検討を進めることとなった。しかし、7月下旬にESAのコスト超過が発覚し、口径縮小などのデスコープ案も検討したが、ESA Cosmic Vision M5の候補として、厳しい技術及びコスト面から実現可能性は無いとの判断に至り、ESAと宇宙研、オランダ宇宙科学研究所（SRON）と共同で、M5ミッション選定の候補からの取り下げを決定した。国際的な活動成果は、White Papersと呼ばれる査読論文として、現在までに9編が出版、数編が準備中である。	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。

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。	＜プロジェクト＞2020年4月に地球スイングバイ、2020年10月に金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。特に金星スイングバイ時には「あかつき」「ひさき」との3ミッションによる金星共同観測キャンペーンを行うことに成功した。また惑星間空間巡航中にも内部太陽圏観測を実施した。各機器の地上試験結果及び打上げ後初期運用結果をまとめた投稿論文が国際学術誌Space Science Review特集号として出版された。	計画に基づき着実に実施。Space Science Review特集は、各搭載機器の開発成果がまとめられた論文として、惑星科学分野に注目された。
・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+）の開発を進める。	＜プロジェクト＞公募型小型計画２として選定したDESTINY⁺の概念検討を経て、探査機システムメーカを選定し予備設計を終えた。キー技術であるイオンエンジンサブシステムについては基本設計を進め、長納期部品の調達等を開始した。また、ミッション機器開発メーカも選定し基本設計を開始した。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綿密に連携し、開発研究を継続している。またダスト分析器機器についてはDLRにてPDRを終了した。	計画に基づき着実に実施。（参考：2021年5月プロジェクト化）

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）の基本設計を進める。	＜プロジェクト＞世界初の火星衛星往還機の実現に向け、着実な業務運営が行われたと評価する。 ・2024年度の打上げに向けて、2019年度実施のフロントローディング成果を基に、2020年度は探査機システム・ミッション機器・地上システム及び運用設計について基本設計を進め、順次PDR実施し（開催件数43件）、一連のPDR結果を踏まえてJAXA総括審査を完了し、詳細設計フェーズに移行した。 ・基本設計に加えて、エンジニアリングモデル（EM）製造・試験を開始した。また設計条件導出・同定のための実験・試験、設計結果検証のためのシミュレーション解析、EMによる検証試験、等を進めた。 ・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。（NASAとのLOA改訂：10月、CNESとのIA改訂：11月、ESAとのMOU締結：2月）。また探査機への8Kカメラ搭載・スーパーハイビジョン火星撮影についてNHKと共同プレスリリースした（9月）。	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の開発・製作を行う。	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。電波・プラズマ波動観測装置(RPWI)については2021年1月迄にフライトスペアモデルの出荷も完了し、高速中性粒子観測装置(PEP/JNA)については、2021年3月にフライトスペアモデルの欧州への出荷を完了する。ガニメデレーザ高度計（GALA）については、2021年度中のフライトスペアモデルの製造・試験・出荷に向けて設計を進めている。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。

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）	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28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、データを公開することでGeotailデータを使用した学術研究、論文が執筆され、Geotailによる長期観測データを用いて磁気圏尾部のイオン、電子それぞれの平均空間分布を明らかにすることで、磁気圏尾部の平均電場構造や磁力線の曲率半径を推定した「長期観測によって明らかになった磁気圏尾部プラズマシートのイオンと電子それぞれの空間分布」[Y. Miyashita et.al., JGR 2020] などの成果が得られた。	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、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た。
太陽観測衛星（SOLAR-B）	太陽観測衛星（SOLAR-B）	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。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。科学的成果として、空間分解された太陽データに基づき複数の波長でのライトカーブ測定により空間分解が困難な恒星であっても表面の構造や磁場の情報を得られる可能性 [S. Toriumi et al. ApJ 2020]や、ひので-観測ロケット実験CLASP2連携により太陽表面からコロナ直下までの太陽大気磁場を世界で初めて導出に成功 [R. Ishikawa et al. Science Advances 2021]などが得られた。本年度に運用延長審査を受け、2021年度から3か年の運用が承認された。	。今まで発表された論文成果は、2014年以降4,000回/年以上と、極めて高い頻度で広く引用され続けている (NASA ADS調べ)。ひので-観測ロケット実験CLASP2連携により太陽表面からコロナ直下までの太陽大気磁場を世界で初めて導出にした。また、研究結果により空間分解が困難な恒星であっても、複数の波長でライトカーブを測定することで、黒点の構造や磁場についての情報を得られる可能性が示された。 我が国および世界において、累計100人を超える博士号にひのでデータが貢献している。 「ひので」の取得した観測画像は、高等学校や中学校をはじめとした教科書、参考書、オンライン学習素材、科学館での展示やプラネタリウムでの投影に多数利用されている (検定教科書 中学理科3年 4社, 高等学校地学基礎 4社　地学 2社等)。また、各地の科学館での展示やプラネタリウムでの投影にも活用されている。宇宙天気現況を行うネットサイト「SolarMonitor.org」などにおいて、太陽面活動状況を示すキーパラメータとして軟X線画像が即時使用されている。このように「ひので」の成果は、教育・アウトリーチ面等でも貢献も大きい。

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）	スーパーローテーションを維持しているメカニズムをあかつきUVI,LIRから得られた雲頂高度での風速ベクトル測定から考察し、熱潮汐波が主要な貢献をしていることを世界で始めて明らかにした。また2020/10に起きた水星探査機「みお」の金星スイングバイにあわせて「ひさき」の金星紫外線観測と併せて、3機の宇宙研衛星による共同観測を行った。	スーパーローテーションの維持メカニズムに熱潮汐波が主要な貢献をしていることを突き止め、サイエンス誌に掲載された。地球とは大きく異なる金星大気について新たに得られた知見が広く共有されることにより、地球型惑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）	木星探査機Junoの近木点通過に合わせて木星観測を実施し、国際的な木星探査研究において引き続き重要な役割を果たしている。また、2020年10月に地球最接近を迎えた火星を定期的に観測した。また、10月のBepiColombo金星スイングバイ時にあわせた、「みお」－「あかつき」－「ひさき」3機による金星観測キャンペーンを実施した。	2019年度までの火星観測データの解析結果が学術論文誌に掲載された。水素原子と酸素原子の発光輝線を「ひさき」で継続的に観測した結果、水素原子の発光は火星大気のダストストームにより増加すると考えられる火星大気中の水素原子量との相関が高いこと、酸素原子の発光は太陽光強度に相関が高いことを明らかにした。2020年度の地球最接近時の火星観測データ解析の初期値としても適用される。

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（拡張ミッションの準備を含む）	＜プロジェクト＞2019年11月に小惑星リュウグウを出発した探査機「はやぶさ２」は、2020年12月に地球帰還を果たした。地球までの航行にはイオンエンジンが用いられ、地球帰還までトラブルなく計画された運転を完了した。2020年12月5日(UT)に探査機から切り離された再突入カプセルは、オーストラリア／ウーメラ立入制限区域の計画されたエリアに6日に無事着地した。カプセルはその日のうちに発見、回収され、地球帰還の57時間後には相模原のキュレーション設備に搬入された。目標を大きく上回る5.4gのリュウグウのサンプルが確認された。FY2021に実施予定の試料分析以外、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を達成した。カプセルの地球帰還の成功は多数のメディアに取り上げられた。	地球帰還・カプセル回収を行い、世界で初めてC型小惑星からのサンプル持ち帰りに成功した。小惑星からのサンプル持ち帰り成功は、世界で「はやぶさ」「はやぶさ2」の2例のみであり、小惑星探査における日本の技術力をアピールすることができた。また、「はやぶさ」のOリングシールからメタルシールに換装され、回収サンプルは地球大気に汚染されず、さらにガス取得が達成できたことは、非気密コンテナを用いる米国NASAサンプルリターン（アポロ、STARDUST、ジェネシス、OSIRIS-REX）を大きく凌駕した。 また、地球帰還・カプセル回収の成功は社会的に注目を浴び、テレビ・新聞・WEBなどのメディアで多数取り上げられた。コロナ禍における明るいニュースとして注目を浴びた。 はやぶさ2のこれまでの成果に対して「内閣総理大臣顕彰」をはじめ、学会などより多数の表彰を受けた。
ジオスペース探査衛星（ERG）	ジオスペース探査衛星（ERG）	観測運用を順調に継続し、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。 2019年6月に打ち上げられた米国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。 VERSIM 2020 (2020年11月) や PWING-ERG conference and school on the inner magnetosphere （2021年3月）の日本主催の国際会議の開催（オンライン会議）に協力し、ERGの科学成果を発表した。	電磁イオンサイクロトロン波の発生領域の空間的な広がりを推定することにはじめて成功（Hendry et al., 2020) し、放射線帯の高エネルギー電子の超高層大気への消失過程の理解に関してインパクトある成果として、GRL誌Editor's Highlightsに選ばれた。 　オーロラ粒子の加速機構について、これまで提唱されてきたどの加速領域形成理論でも説明することはできない、超高高度度域において、オーロラ粒子が加速されていることを発見し、Nature Scientific Report誌に掲載された。 　以上のような、当初の観測計画から予想もできなかった発見を含む、世界的に注目される科学成果を創出し、ジオスペース変動現象の理解に向けた貢献が進んでいる。

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。	＜プロジェクト＞詳細設計を進め、併せて構造モデル・熱モデル試験(MTM/TTM)等の重要な試験を実施した。それらの結果も踏まえて、詳細設計審査を完了した。	計画に基づき着実に実施。
・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探査機・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支援し、宇宙機の開発・運用現場に即時的に投入可能な技術や知見の開拓・蓄積を行い、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。	これまで中型～大型の探査機で無いと実現できないと考えられていた月着陸やラグランジュ点からの観測などを可能とする超小型探査機（6U サイズのOMOTENASHI）をインハウスで低コストで実現したことから、ミッションが成功した暁には、超小型探査機でも月面着陸が可能であることが実証され、大学や中小企業の宇宙探査への敷居を大幅に下げることができる。 液体ロケットの研究開発で培われた「水素技術」が、2050年カーボンニュートラルを目指す国の施策に沿ってNEDOや様々な民間企業との共同研究に活用され、広範囲に社会インフラ・産業振興に貢献することができる。

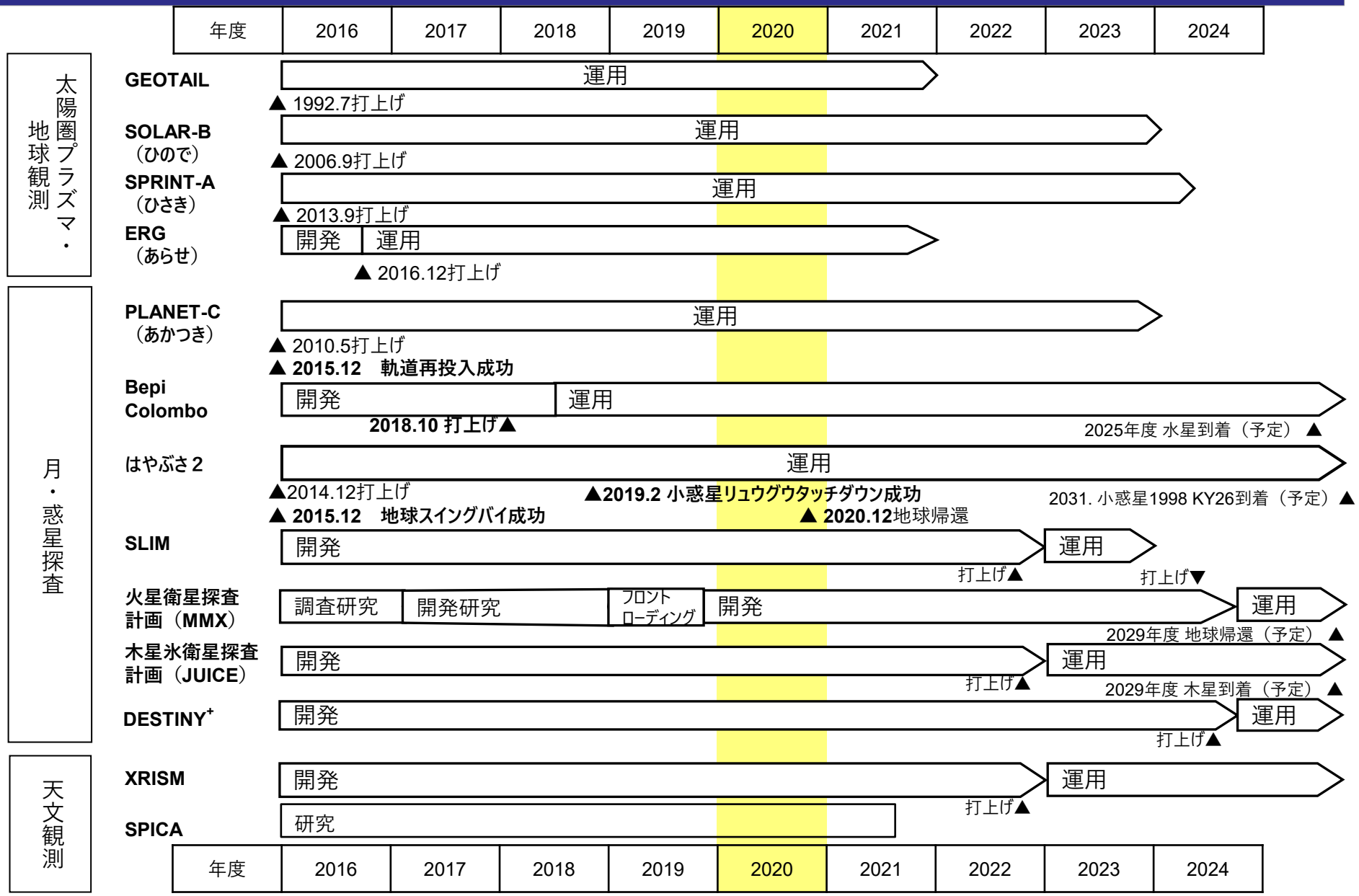
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
④その他	④その他		
・宇宙科学プロジェクトの候補ミッション（戦略的中型計画２（LiteBIRD）、公募型小型計画３(小型JASMINE)、４（Solar-C(EUVST)）等）について、初期の成立性検討や初期の研究開発（フロントローディング活動）を従前より充実させ、具体化に向けた検討を実施する。	●戦略的中型計画２として選定された宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星（LiteBIRD）、公募型小型計画３として選定された赤外線位置天文観測衛星（小型JASMINE）、４として選定された高感度太陽紫外線分光観測衛星（Solar-C(EUVST)）等、宇宙科学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	それぞれ、プロジェクト化に向けた活動を継続として、ミッション定義活動を進めた。	計画に基づき着実に実施。
・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。	＜プロジェクト＞現行深宇宙通信局の後継局として、深宇宙探査用地上局の総合システム試験を完了し、定常運用へ移行する。	2019度のX帯電波の試験的受信成功に続き、2020年4月にはKa（32GHz帯）の電波の受信にも成功するとともに、10月にはX帯電波の送信にも成功した。 開発を完了し、次年度から定常運用へ移行することが認められた。	X帯送信機能については、我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化の観点から、従来の真空管型送信機を世界で初めて半導体素子を用いた固体電力増幅器（SSPA）として実現した。

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。	・計画立案から打上げに至る全工程の作業定型化を進めている。また、各工程の作業品質確認の工程についてもさらなる強化を実施中。事業の全体としては、SS-520-3号機、S-520-31～35号機の計6機の計画を整備し、管理を行っている。直近の打上げ予定はS-520-31号機（2021年夏）、SS-520-3（2021年冬）の2機となっており、コロナ禍においても搭載機器の開発、機器の機能確認等、現状は計画通り準備が進んでいる。 ・先端工作技術GではBCPを遵守しつつ新工作室を中心に「インハウスでのものつくり」を継続している。今期は①はやぶさ２・リュウグウサンプルピックアップマニピュレーター製作および関連機器開発（地球外物質グループ）、②「エアターボ・ロケットエンジン」主要部品の製作（再使用型宇宙輸送システムにおける大気アシスト飛行の実証研究）で大きな貢献を果たした。	・作業定型化の推進により、スケジュール遅延要素を低減させている。現に、6機の実験計画はパラレルに進められており、いずれも打上げ年度に合わせ計画通り進行中。また、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。副次的効果として、職員等の身体的な負担軽減につながり、試験等オペレーション時に発生しがちな作業ミスが大幅に減じた。
・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。	・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）」について、超小型ロケットによる宇宙輸送サービスの開発を行っているスタートアップ企業とも連携し、ビジネス上のニーズを踏まえたうえで、2018年度から3年間、JAXA研究開発部門・前述の企業と共同で自律飛行安全システムの研究開発を実施し、処理能力の低いロケット搭載計算機でも対応可能な飛行安全管制アルゴリズムの開発を通じて、自律飛行安全ソフトウェア及びハードウェアの開発を完了した。また、自律飛行安全の高度化に向けた先行研究として、機体健全性モニタ機能の高度化を実施した。（自立飛行安全ソフトウェアの開発については、Ⅲ.4.2項参照） ・民間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、共同研究契約を締結。2021年度前半での試験実施を目指している。 ・スタートアップ企業と共同ではやぶさイオンエンジンの低コスト化・高性能化研究に着手した。超小型衛星の軌道制御性能向上を目指す。 ・民間企業と共同で、民生電池を活用した小型衛星、超小型衛星向け次世代リチウムイオン電池の開発を実施した。今後、汎用リチウムイオン電池として民間企業による市場展開を図る。	・開発した自律飛行安全システムは前述のスタートアップ企業の打上げに使用される予定。同社では、自律飛行安全を適用することを前提に早期のサービスインへ向けた開発が行われている。基幹ロケットや民間企業の小型ロケットでも自律飛行安全の適用に向け、検討が進められている。また、本研究開発の成果を活かし民間企業の開発する位置速度計測機器に自律飛行安全ソフトウェアを搭載し、自律飛行安全管制も実施可能な機器開発や飛行実証を目指している。 ・将来的には、革新将来輸送に向け、自律飛行安全による特徴（データ通信に求められる冗長性/信頼性がなくなること）を活用した衛星コンステレーションとの併用による射場系費用の大幅なコスト低減や、将来的に求められる高度な技術等に期待されている。また、基幹ロケットの高度化戦略において、リエントリへの活用、打上げ能力向上、運用性改善、打上げ維持費低減等が期待される。 ・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、Synspective社等と共同で開発した小型合成開口レーダー（SAR）には、宇宙科学研究で創出された成果も活用されている。

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 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 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。	2020年度、延べ226人の学生を受け入れた（東大学際：77人、総研大：30人、連携大学院：47人、その他：72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52人参加）。コロナ禍により海外からの受入において少なくとも、大学側判断での受入中止が4件、受入手続き延期が1件、入構制限等による受入中の学生指導が十分でないとの判断による受入期間延長（1年）が1件生じた。	計画に基づき着実に実施。
（４）宇宙科学・探査ロードマップ 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 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て、その結果をもとに宇宙科学研究所にて宇宙科学・探査ロードマップを改訂した。	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；宇宙科学・探査による新たな知の創造】 ○世界最高水準の科学成果の創出や我が国の国際的プレゼンス維持・向上等に貢献する宇宙科学研究、宇宙探査活動、有人宇宙活動等の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） ○人材育成のための制度整備・運用の成果 （例：受入学生の進路等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況 （例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等）	【多様な国益への貢献；産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化】 ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況 （例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：外部資金の獲得金額・件数等）

スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
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（あかつき）
運用
▲ 2010.5打上げ
▲ 2015.12　軌道再投入成功
Bepi Colombo
開発
運用
2018.10 打上げ▲
2025年度 水星到着（予定）▲
はやぶさ２
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
2031. 小惑星1998 KY26到着（予定）▲
▲ 2015.12　地球スイングバイ成功
▲ 2020.12地球帰還
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
2029年度 地球帰還（予定）▲
木星氷衛星探査計画（JUICE）
開発
運用
打上げ▲
2029年度 木星到着（予定）▲
DESTINY+
開発
運用
打上げ▲
天文観測
XRISM
開発
運用
打上げ▲
SPICA
研究
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

Ⅲ．３．６　宇宙科学・探査

2020年度 自己評価　S

【評定理由・根拠】

小惑星探査機「はやぶさ２」において、2020年12月に再突入カプセルの地球帰還、回収に成功した。小惑星リュウグウ起源のガスの採取に成功し、世界初の地球圏外からのガスのサンプルリターンを実現した。また、世界で初めてC型小惑星からのサンプルの回収にも成功し、数々の世界初の偉業を成し遂げた「はやぶさ２プロジェクトチーム」は、菅内閣総理大臣より内閣総理大臣顕彰の授与を得た。また、金星探査機「あかつき」による金星雲層上部による高速西風スーパーローテーションの維持メカニズムを解明、深宇宙用追跡アンテナを使った「かにパルサー」で発生する「巨大電波パルス（GRP）」に同期し増光するX線の検出に関する論文が、アメリカの科学雑誌Science（サイエンス）に掲載されるなど、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。以上、宇宙科学・探査分野で世界最高水準の成果をあげ、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。

【小惑星探査機「はやぶさ２」】

１．2011年にプロジェクトを開始した「はやぶさ２」は、2014年12月3日にH-ⅡAロケット26号機により打ち上げられ、2018年に小惑星リュウグウに到着した。リュウグウでは2回の高精度タッチダウン等を成功させ、リュウグウでの観測を着実に実行し、観測された成果の論文はScience誌、Nature誌に掲載されるなど、世界トップクラスの科学的成果を創出した。また、**工学的には9つの世界初を達成**し、当初の想定を大きく超える成果を得ることができた。リュウグウのサンプルが入ったカプセルの回収にも成功し、サンプルが確認された。はやぶさ２プロジェクトのサクセスクライテリアにおいては、**サンプル分析以外の目標をエクストラサクセスを含めて全て達成**した。**＜補足1-1．参照＞**

２．2019年11月に小惑星リュウグウを出発した「はやぶさ２」は2020年12月に地球帰還を果たした。地球までの航行にはイオンエンジンが用いられ、地球帰還までトラブルなく計画された運転を完了した。2020年9月17日に、イオンエンジン動力航行時間約9500時間を計画通り達成し、その後の地球帰還成功により地球～小惑星～地球の惑星間往復航行を完遂した。月より遠い天体との間の惑星間往復航行を実現したのは「はやぶさ初号機」に続き、「はやぶさ２」が世界で2例目である。**＜補足1-2．参照＞**

３．「はやぶさ２」は、計4回の軌道修正運用を行った上で、地球から約22万kmの地点で再突入カプセルを分離した。分離後、探査機は地球圏から離脱する運用を行い、地球スイングバイをして通過した。分離されたカプセルは計画通り、オーストラリア／ウーメラの立入制限区域に着地した。ビーコンを用いた方向探査、マリンレーダ、光学観測、ドローン等のデータを用いてカプセル一式を発見・回収し、**再突入後約57時間という短時間で、宇宙科学研究所のキュレーション設備に運び込むことで、地球帰還運用およびカプセル回収作業を完遂した。**今回、新型コロナウィルス対策のため、通常より制約の大きい中での回収作業となったが、入念な対策と準備を講じるとともに、オーストラリア政府、アメリカ航空宇宙局（NASA）、文部科学省、在オーストラリア日本大使館、税関、相模原市等に多大なるご支援をいただき、回収作業を成功することができた。　**＜補足1-2．参考1．参照＞**

４．カプセル回収後、ウーメラにて直ちにサンプルコンテナ室内のガスが採取・分析された。後の分析結果と合わせて、採取されたガスは小惑星リュウグウ起源のガスであることが確認された。**地球圏外からのガスのサンプルリターンは世界初の成果**である。また、サンプルコンテナを開封し、**世界で初めてC型小惑星からのサンプル物資の回収に成功**したことを確認した。**サンプル物質は計5.4g**あり、第一回タッチダウン時に採取された粒子（A室）にくらべ、第二回タッチダウン時に採取された粒子の方が大きいサイズであった。**＜補足1-2．A-96、A-97頁参照＞**

【評定理由・根拠】（続き）

【小惑星探査機「はやぶさ２」】つづき

５．数々の世界初の偉業を成し遂げた「はやぶさ２プロジェクトチーム」に対して、**菅内閣総理大臣より内閣総理大臣顕彰が授与**されるなど、プロジェクト活動を通じて多くの賞を受賞し、第三者から高い評価を得た。＜**補足1-3．参照**＞

６．2018年6月から2019年11月まで小惑星リュウグウの近傍で様々な装置を用いた観測運用を実施し、現在、多くの観測データからリュウグウの形成・進化過程の解明進めており、惑星形成や地球に水や有機物をもたらす過程での力学進化につながる重要な成果等を創出している。＜**補足1-4、1-5．参照**＞

【世界的に優れた研究成果の創出】

７．本年度も多くの査読付き論文が学術誌に掲載され、宇宙科学分野において世界トップクラスの科学的成果を創出した。「はやぶさ２」による成果では、リュウグウ着陸時に観測されたデータから、小惑星の軌道進化と表面地質進化が密接に関係していることを明らかにし、今後、リュウグウ試料の物質科学的分析と合わせて、炭素質小惑星の宇宙風化・熱変成過程の解明が期待される。また、金星探査機「あかつき」が、金星雲層上部による高速西風スーパーローテーションの維持メカニズムを解明した。両研究成果ともアメリカの科学雑誌**Science（サイエンス）に掲載**された。その他、ロケット飛翔実験CLASP2と太陽観測衛星「ひので」（SOLAR-B）による観測を組み合わせ、太陽表面からコロナ直下に至る磁場構造を世界で初めて明らかにし、太陽物理への新しい知見をもたらすとともに、太陽観測研究に彩層磁場の測定という新しい窓を切り拓いた。さらに、ジオスペース探査衛星「あらせ」（ERG）、Van Allen Probe B 衛星および地上の VLF （※1）波観測ネットワークを組み合わせることで、EMIC（※2）波の発生領域の経度方向の広がりを決定することにはじめて成功した成果は、**米国地球物理連合速報誌GRL誌の2020年Editor's Highlightsに選ばれた。**＜**補足2-1、2-2、2-4、2-5．参照**＞※1：very low frequency（長波長）※2：electromagnetic ion-cyclotron（電磁イオンサイクロトロン）

【その他】

8．水星磁気圏探査機「みお」（BepiColombo）、金星探査機「あかつき」（PLANET-C）、惑星分光観測衛星「ひさき」（SPRINT-A）の3機を同時に利用して金星観測を行った。地球以外では日本の宇宙科学史上初の試みとなる、3機の日本の衛星・探査機による惑星同時観測に成功し、これまで得られたことのない初の観測データもあり、現在各チームで詳細解析を進めている。＜**参考2．参照**＞

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）

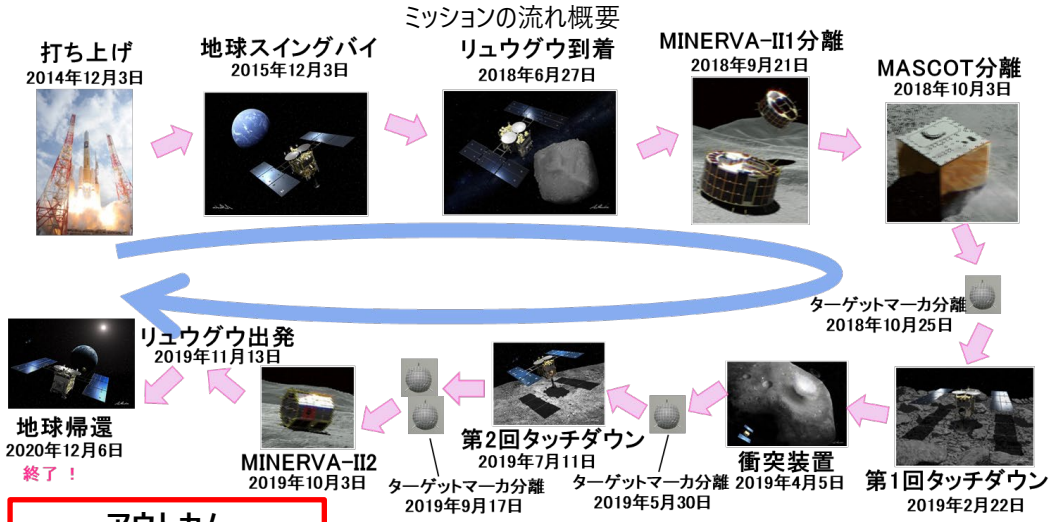
補足１－１：小惑星探査機「はやぶさ２」

小惑星探査機「はやぶさ２」プロジェクト（総括）

2011年にプロジェクトを開始した「はやぶさ２」は、2014年12月3日にH-ⅡAロケット26号機により打ち上げられ、2018年に小惑星リュウグウに到着し、MINERVA-Ⅱ1、MASCOTの分離、着地の成功、2回の高精度タッチダウンを成功させた。リュウグウでの観測を着実に実行し、観測された成果の論文はScience誌、Nature誌に掲載されるなど、世界トップクラスの科学的成果を創出した。また、工学的には9つの世界初を達成し、当初の想定を大きく超える成果を得ることができた。リュウグウのサンプルが入ったカプセルは、2020年12月6日に地球に帰還し、オーストラリア／ウーメラ立入制限区域の計画されたエリアに無事着地した。カプセルはその日のうちに発見、回収され、リュウグウのサンプルが確認された。はやぶさ２プロジェクトのサクセスクライテリアにおいては、サンプル分析以外の目標をエクストラサクセスを含めて全て達成した（次ページ参照）。

顕著な成果

○科学的成果の創出
　2020年度末までに154編の論文が掲載され、「小型衝突装置SCIと分離カメラDCAM3による小惑星リュウグウにおける宇宙衝突実験のその場観測」に関する論文は、Science誌に掲載され、また、米国のCNN、ニューヨークタイムズでも紹介され、日本の技術力を世界にアピールすることができた。
○工学上の「世界初」
　1) 小型探査ロボットによる小天体表面の移動探査
　2) 複数の探査ロボットの小天体上への投下・展開
　3) 小惑星での人工クレーターの作成とその過程・前後の詳細観測
　4) 天体着陸精度60cmの実現
　5) 同一天体２地点への着陸
　6) 地球圏外の天体の地下物質へのアクセス
　7) 最小・複数の小天体周回人工衛星の実現
　8) 地球圏外からの気体状態の物質のサンプルリターン
　9) C型小惑星の物質のサンプルリターン
○カプセル回収
　2019年11月にリュウグウを出発した「はやぶさ２」は、2020年12月に地球帰還を果たした。分離されたカプセルは計画通り、オーストラリア／ウーメラの立入制限区域に着地。ビーコンを用いた方向探査、マリンレーダ等のデータを用いてカプセル一式を発見・回収し、宇宙科学研究所のキュレーション設備に運び、地球帰還運用およびカプセル回収作業を完遂した。
○リュウグウサンプル
　サンプルコンテナを開封し、世界で初めてC型小惑星からのサンプルの回収に成功したことを確認。サンプルは計5.4gあった。



アウトカム

・宇宙をテーマにしたTVシリーズ（NHKスペシャル）では「はやぶさ２」で2回の特集番組が放送され、国民から大きな関心を得るとともに、当該番組は第61回科学技術映像祭で文部科学大臣賞（教育・教養部門）を受賞した。
・内閣総理大臣顕彰の受賞、Aviation Week Networkからの表彰など、これまで国内外の団体から47件の表彰を受けており、第三者から高い評価が得られた。
・帰還カプセルの世界初展示となった相模原市立博物館では、定員4,800名のところ18,310名の応募があり、注目度の高い展示となった。
・2010年「はやぶさ」によるイトカワサンプル取得に続き、2020年リュウグウサンプル獲得を成功させ、2029年MMXによるフォボスサンプル確保へと、「定期的サンプルリターン計画」の実現に弾みを付けた。

サクセスクライテリア（はやぶさ2）　＜第60回　宇宙開発利用部会報告資料＞

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】 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。	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。 ※3 【達成判断時期】 探査機の対象天体到達1年後	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。 【達成判断時期】 試料回収カプセルの地球帰還1年後	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。 【達成判断時期】 試料回収カプセルの地球帰還1年後
【理学目標２】 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。	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。 ※3 【達成判断時期】 探査機の対象天体到達1年後	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。 ※3, 5 【達成判断時期】 探査機の対象天体離脱まで	・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。※3, 5 ・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。※4 【達成判断時期】 探査機の対象天体到達1年後
【工学目標１】 「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。	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。 【達成判断時期】 探査機の対象天体到達時	・探査ロボットを小惑星表面に降ろす。※1 ・小惑星表面サンプルを採取する。 ・再突入カプセルを地球上で回収する。 【達成判断時期】 試料回収カプセルの地球帰還時	N/A サンプル分析以外の目的は全て達成
【工学目標２】 衝突体を天体に衝突させる実証を行う。	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。 【達成判断時期】 生成クレータ確認時	特定した領域に衝突体を衝突させる。 【達成判断時期】 生成クレータ確認時	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。 【達成判断時期】 試料回収カプセルの地球帰還時 ※2

※1　MINERVAⅡ-1a/1b/2 or MASCOTの4ロボットの少なくとも1つが小惑星表面に降りれば達成。
　　→ MINERVAⅡ-1a/1b, MASCOTの着陸およびMINERVAⅡ-2の集会後の着陸により達成済み。
※2 地下物質の堆積する地点へのタッチダウンは成功したが、地下物質サンプル収量の確認はカプセル地球帰還後となる。
※3 搭載機器による初期成果論文6編が国際学術誌（*Science, Nature*など）に掲載された。
※4 MASCOTの初期成果論文2編が国際学術誌（*Science, Nature Astronomy*）に掲載された。
※5 SCI/DCAM3の初期成果論文が国際学術誌（*Science*）に投稿され、掲載された。

達成済み

FY2020に達成

評定理由・根拠（補足）

補足１－２：小惑星探査機「はやぶさ２」

再突入カプセルの回収

2019年11月に小惑星リュウグウを出発した小惑星探査機「はやぶさ２」は、2020年12月に地球帰還を果たした。地球までの航行にはイオンエンジンが用いられ、地球帰還までトラブルなく計画された運転を完了した。2020年12月5日(UT)に探査機から切り離された再突入カプセルは、オーストラリア／ウーメラ立入制限区域の計画されたエリアに無事着地した。カプセルはその日のうちに発見、回収され、地球帰還の57時間後には相模原のキュレーション設備に搬入され、リュウグウのサンプルが確認された。

得られた成果

○惑星間往復航行の完遂：

2020年9月17日に、はやぶさ２はイオンエンジン動力航行時間約9500時間を計画通り完了し、その後の地球帰還成功により地球～小惑星～地球の惑星間往復航行を完遂した。2021年現在、月より遠い天体との間の惑星間往復航行を実現したのははやぶさ初号機に続き、はやぶさ２が世界で2例目である。はやぶさに比して格段に安定した太陽系航行実績は、DDOR（Delta Differential One-way Ranging）技術を含む高精度軌道決定技術と、イオンエンジンのような連続推力航行を伴う軌道設計・軌道制御技術の成熟の証左となる成果である。

○地球帰還運用／カプセル回収：

2019年11月に小惑星リュウグウを出発した探査機「はやぶさ２」は、2020年12月に地球帰還を果たした。計4回の軌道修正運用を行った上で、地球から約22万kmの地点で再突入カプセルを分離した。分離後、探査機は地球圏から離脱する運用を行い、地球スイングバイをして通過した。

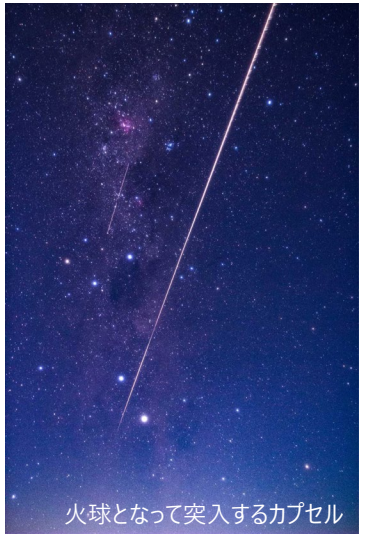
分離されたカプセルは計画通り、オーストラリア／ウーメラの立入制限区域に着地した。ビーコンを用いた方向探査、マリンレーダ、光学観測、ドローン等のデータを用いてカプセル一式を発見・回収し、再突入後約57時間という短時間で、宇宙科学研究所のキュレーション設備に運び込むことで、地球帰還運用およびカプセル回収作業を完遂した。なお、マリンレーダは、地上と宇宙のDual Utilizationを果たすべく、宇宙探査イノベーションハブと株式会社光電製作所との共同研究で開発されたもので、カプセル回収成功の一助となった。

○地球圏外からのガスサンプルリターン（世界初）：

カプセル回収後、ウーメラにて直ちにサンプルコンテナ室内のガスが採取・分析された。後の分析結果と合わせて、採取されたガスは小惑星リュウグウ起源のガスであることが確認された。地球圏外からのガスのサンプルリターンは世界初の成果であった。

○ C型小惑星の物質のサンプルリターン（世界初）：

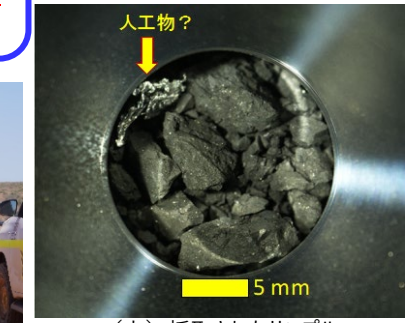
キュレーション設備において、慎重にサンプルコンテナを開封し、世界で初めてC型小惑星からのサンプルの回収に成功したことを確認した。サンプルは計5.4gあり、第一回タッチダウン時に採取された粒子（A室）にくらべ、第二回タッチダウン時に採取された粒子の方が大きいサイズであった。


火球となって突入するカプセル


カプセル回収


ヘリによる回収（ヘリ帰還）


マリンレーダ設置



（上）採取されたサンプル
C室（回収容器内）の光学顕微鏡像

補足１－２：小惑星探査機「はやぶさ２」

再突入カプセルの回収（つづき）

アウトカム

・「はやぶさ」のOリングシールからメタルシールに換装され、回収サンプルは地球大気に汚染されず、さらにガス取得が達成できたことは、非気密コンテナを用いる米国NASAサンプルリターン（アポロ、STARDUST、ジェネシス、OSIRIS-REX）を大きく凌駕した。
・カプセル帰還広報イベントとして、カプセル分離・再突入の様子をYouTube（日本語・英語）・ニコニコ生放送で同時配信し、多くのアクセスがあった（YouTube・ニコ生アクセス数：12/5-6合計で約70万）。さらに、帰還を盛り上げるべく、主に中高生向けのオンライントークイベント（はやぶさ２帰還・前夜祭）を11/29-12/4にかけて6日連続で開催し、こちらの再生数は合計約5万回であった。
・相模原市をはじめとした銀河連邦や、宇宙研近隣の商店会等、地元からもたくさんの応援をいただき、カプセル回収班壮行会の開催や、カプセル突入時にはパブリックビューイングを実施していただいた。また、銀河連邦7市町（※）のマスコットキャラクターをカプセル回収班特別隊員に任命し、分身（ぬいぐるみ）が回収班に同行する企画も実施するなど、地元と一体となり、カプセル帰還の機運を高めることができた。※JAXAの研究施設がある5市2町で構成された交流組織。北海道大樹町、秋田県能代市、岩手県大船渡市、宮城県角田市、長野県佐久市、神奈川県相模原市、鹿児島県肝付町。
・3月中旬から「はやぶさ２」帰還カプセルの公開を開始、世界初展示となった相模原市立博物館では、定員4,800名のところ18,310名の応募があり、注目度の高い展示であった。



12/5相模原市パブリックビューイング
（相模原市立博物館）



（左）はやぶさ２帰還・前夜祭

（右）カプセル回収班壮行会・
特別隊員就任式の様子





（上）12/8 カプセル宇宙研到着



12/5ライブイベントの様子
駐日CNES, DLR, NASA代表の参加



（左）相模原市のマスコット
「さがみん」も現地で応援

評定理由・根拠（補足）



（左）菅内閣総理大臣から顕彰状を受け取る津田プロマネ
出典：首相官邸ホームページ　https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202012/17kenshoshiki.html

補足１－３：小惑星探査機「はやぶさ２」

はやぶさ2の取り組み（表彰）

プロジェクト活動を通じて、多くの賞を受賞し「はやぶさ2」の成果が注目を浴びた。

	表彰年月	表彰された人、グループ名、所属	表彰した団体名	表彰のタイトル	表彰された内容
1	2020/7	佐伯孝尚,澤田弘崇,松崎伸一	公益財団法人 市村清新技術財団	第52回 市村学術賞(貢献賞)	人工衝突体による遠方天体地下掘削技術の実現
2	2020/10	吉光徹雄,久保田孝	日本ロボット学会	第1回優秀研究・技術賞	小惑星探査ローバMINERVA-IIの運用
3	2020/12	久保田孝	計測自動制御学会, システムインテグレーション部門	SI部門技術業績賞	超小型探査ロボットシステム「ミネルバ２」の開発と小惑星移動探査の実現
4	2020/12	大木 優介	日本航空宇宙学会	第64回宇宙科学技術連合講演会　若手奨励賞最優秀賞	はやぶさ２による小惑星周回人工衛星の実現とその軌道解析
5	2020/12	はやぶさ 2プロジェクトチーム	内閣府	内閣総理大臣顕彰	
6	2021/3	JAXAと主要関連会社：NEC、MHI	日刊工業新聞社	第５０回日本産業技術大賞 審査委員会特別賞	
7	2021/3	武井悠人, 佐伯孝尚, 澤田弘崇, 三桝裕也, 津田雄一	日本機械学会	日本機械学会賞（技術）	小惑星探査機はやぶさ２における未踏天体地下探査技術の開発と運用
8	2021/3	はやぶさ２	デジタル・コンテンツ・オブ・ジ・イヤー'20／第26回AMDアワード	年間コンテンツ賞「優秀賞」	陸精度60センチの実現などの世界初を達成した技術力とチーム力
9	2021/3	小惑星探査機はやぶさ２/小惑星探査ロボットMINERVA-II	ロボット大賞	第９回ロボット大賞　文部科学大臣賞	探査機の自律移動を実現したロボティクス技術、MINERVA-IIの小惑星表面での観測の実現
10	2021/3	はやぶさ２プロジェクトチーム	相模原市	特別表彰	数々の世界初となる偉業を達成
11	2021/3	小惑星探査機「はやぶさ２」	銀河連邦	銀河連邦表彰	世界中の人々に大きな感動を与え銀河連邦の誇り
12	2021/3	照井冬人・尾川順子・吉川健人	公益財団法人 市村清新技術財団	第53回 市村学術賞(功績賞)	はやぶさ２による小惑星へのタッチダウンのための高精度画像航法誘導制御技術の確立
13	2021/3	はやぶさ2 衝突装置・分離カメラ開発チーム	日本機械学会	2020年度　宇宙工学部門　部門賞	小惑星探査機「はやぶさ２」の衝突装置・分離カメラの開発と成果
14	2021/3	はやぶさ２ サンプリング装置開発チーム	日本機械学会	2020年度　宇宙工学部門　部門賞	小惑星探査機「はやぶさ２」のサンプリング装置の開発と成果
15	2021/3	巽　瑛理	宇宙科学振興会	第13回宇宙科学奨励賞	小惑星探査機の観測と室内実験によるC型小惑星の進化史の解明
16	2021/4	森治、櫛木賢一、成尾芳博、澤井秀次郎、志田真樹、丸祐介、道上啓亮、中塚潤一	日本航空宇宙学会	第30回（2020年度）日本航空宇宙学会賞　論文賞	はやぶさ2の化学推進系の開発と往路運用
17	2021/4	吉光徹雄、久保田孝、冨木淳史	日本航空宇宙学会	第30回（2020年度）日本航空宇宙学会賞　技術賞　【プロジェクト部門】	はやぶさ2搭載MINERVA-ＩＩローバ
18	2021/4	はやぶさ2JAXAプロジェクトチーム	SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE（SAF）	le Prix international d'astronautique 2020	はやぶさ2による小惑星リュウグウのサンプル収集ミッション

評定理由・根拠（補足）

補足１－４：小惑星探査機「はやぶさ２」

小惑星リュウグウの観測で得られた成果

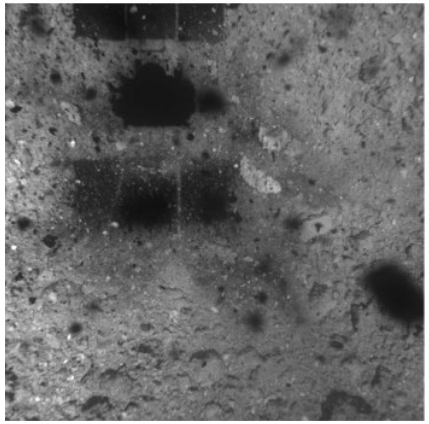
「はやぶさ2」は、2018年6月から2019年11月まで小惑星リュウグウの近傍で様々な装置を用いた観測運用を実施し、現在、多くの観測データからリュウグウの形成・進化過程の解明進めている。

得られた成果　Science誌に掲載

○サンプル採取時の高解像度撮像から推定される小惑星リュウグウの表面進化（右図）
「はやぶさ２」搭載カメラ（ONC-T）によるタッチダウン時やリュウグウ全球の多色画像から層序学的特徴を調べた結果、表層の大部分は太陽加熱や宇宙風化の影響で赤化しているが、緯度方向への表層物質の流動やクレータ形成によって最近露出した地域は青い特徴がみられた。この事実は表面の赤化が比較的短期間に起きたことを示唆し、リュウグウが現在よりも太陽に接近する公転軌道を周回していたと考えられる。*(T. Morota, et al. “Sample collection from asteroid (162173) Ryugu by Hayabusa2: Implications for surface evolution”, Science 368, 654-659 (2020). doi:10.1126/science.aaz6306.)*

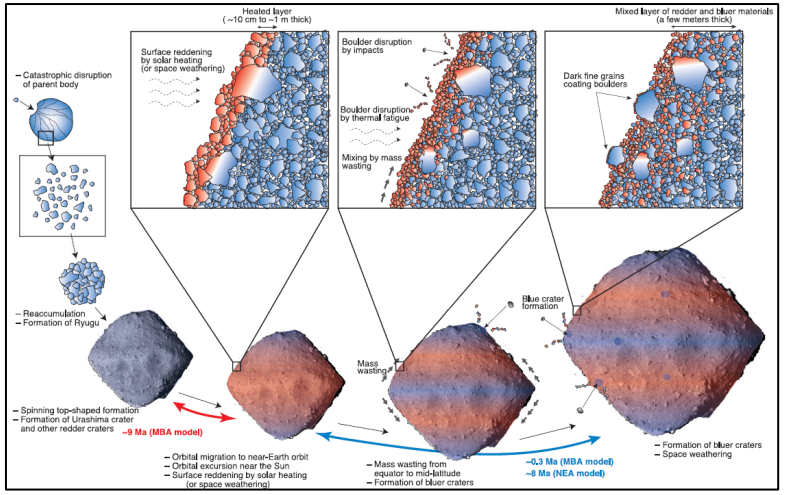
期待されるアウトカム

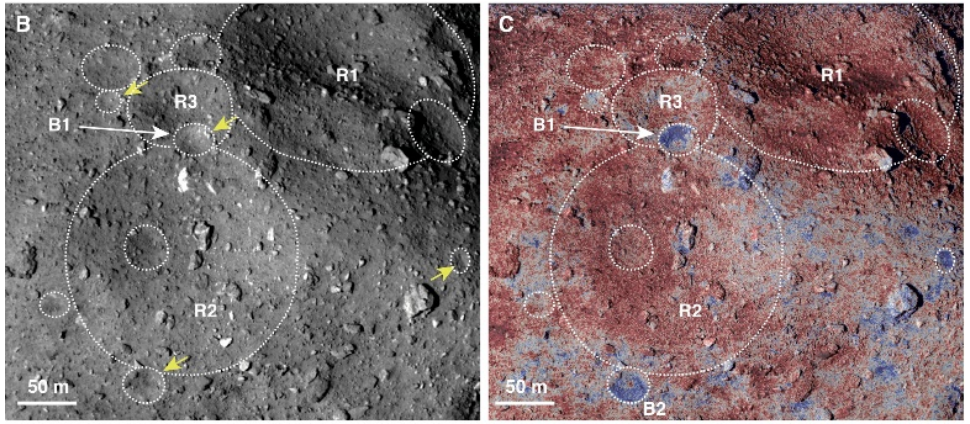
リュウグウが緩く堆積した流動し易いラブルパイル構造であることと、リュウグウの公転軌道の太陽距離が短期間に変動し得ることを示す証拠であり、惑星形成や地球に水や有機物をもたらす過程での力学進化の理解につながる重要な成果である。



（左図）第一回タッチダウン直後に観測されたリュウグウ表面の擾乱の様子。タッチダウンと同時に試料採取のための弾丸発射と探査機上昇のためのガス噴射によって、大量の赤黒い微粒子が舞い上がった。

（下図）反射スペクトルの傾きマップ。赤黒物質はリュウグウの表層に全球的に存在しており、クレータとの層序関係から、地球近傍軌道に変化してから変質したものであることが推定された。





（左図）リュウグウ表層の進化シナリオ。現在みられる表面の緯度方向の色分布と、赤道域の物質が赤い物質と青い物質が混合している状態を説明することができる。

評定理由・根拠（補足）

補足１－５：小惑星探査機「はやぶさ２」

小惑星リュウグウの観測で得られた成果

（リュウグウとS型小惑星の衝突）

得られた成果①　Nature Astronomy誌に掲載

○はやぶさ２から得られた多波長画像から外来物質を発見

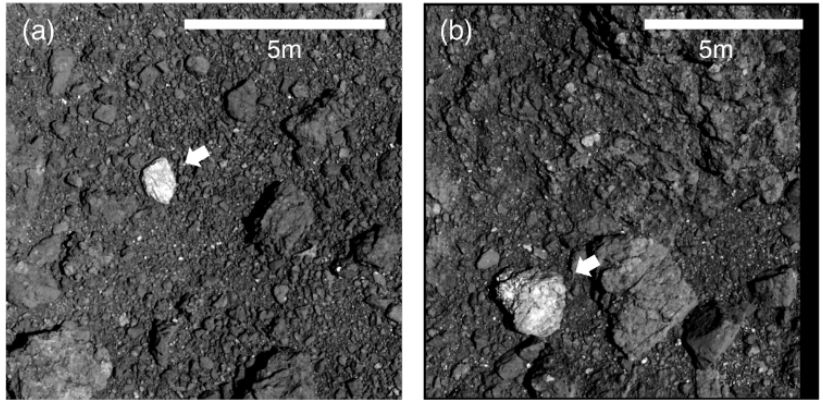
C型であるリュウグウは炭素質な物質でできていると考えられているが、リュウグウ表面に普通コンドライトに似た明るい物質を発見した。普通コンドライトはS型小惑星由来の隕石である。このことから、リュウグウの母天体がS型小惑星と衝突したという歴史を明らかにした。このことは、小惑星帯内で衝突を繰り返し小さくなっていく過程で、C型とS型の小惑星の物質的な混合が起こっていることを実証的に示した初めての例である。

○母天体由来と思われる異なる熱変性度の物質を発見

リュウグウの母天体内部で異なる加熱を受けたと思われる明るい物質を発見した。理論的に予想される母天体内部での層構造を示唆する。(E. Tatsumi et al. "Collisional history of Ryugu's parent body from bright surface boulders", Nature Astronomy, doi：10.1038/s41550-020-1179-z, 2020)

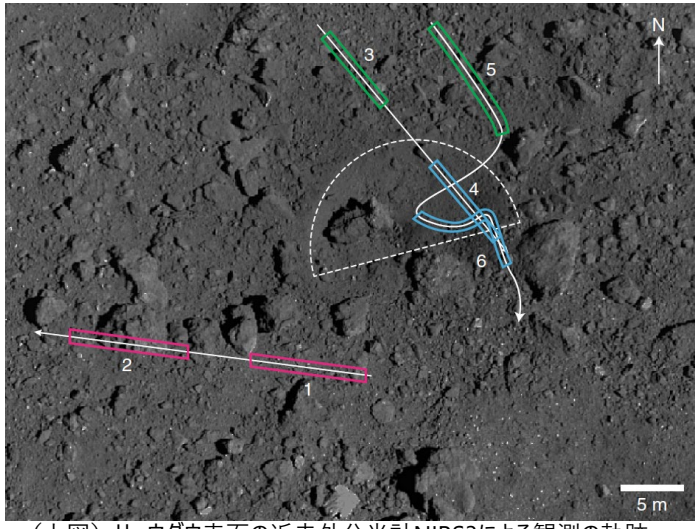
期待されるアウトカム

本研究により初期太陽系での物質輸送の過程が明らかになった。今後の探査でも同様の物質混合が見られると期待できる。ダイナミックな初期太陽系進化描像を解明することに繋がる。



(上図)はやぶさ２光学航法カメラ（ONC）により小惑星リュウグウ上に発見された明るい岩。外来由来のものとリュウグウ母天体由来のものがある。

小惑星探査機「はやぶさ２」による研究成果（リュウグウの地下物質）



（上図）リュウグウ表面の近赤外分光計NIRS3による観測の軌跡

得られた成果②　Nature Astronomy誌に掲載

○小惑星リュウグウの熱変成した地下物質（左図）

「はやぶさ2」衝突装置SCIによって地下物質が掘り起こされたと考えられる領域について、タッチダウン及び降下観測の機会に近赤外分光計NIRS3による観測を行い、表面物質と比較した。その結果、地下物質では吸収強度がやや大きいこと、地下物質が300°Cを超える加熱を受けたことが明らかになった。これは、リュウグウの母天体の段階で、既に熱変成による脱水が起きていた可能性を示している。*(T. Kitazato, et al. "Thermally altered subsurface material of asteroid (162173) Ryugu", Nature Astronomy 5, 246–250(2021). doi: 10.1038/s41550-020-01271-2.)*

期待されるアウトカム

この成果は、リュウグウが誕生して地球に接近する軌道に移動するまでの歴史の解明につながるとともに、小惑星帯の外側にある水が、どのように地球付近まで運ばれるのかを知るうえで、重要な手掛かりになる。

評定理由・根拠（補足）

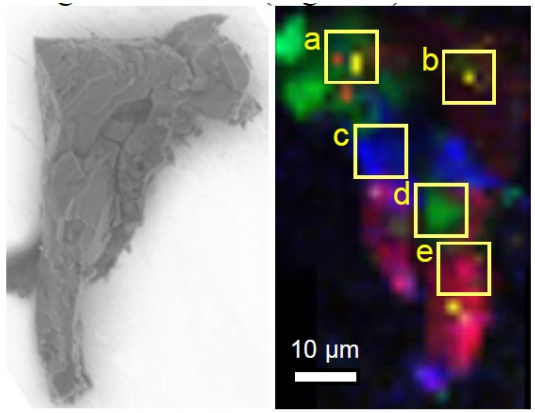
補足２－１：世界的に優れた研究成果の創出（その１）

小天体探査により、いつ、どの天体が、どのように水を原始地球に持ち込んだのか？地球の水の起源の解明
試料分析方法の開発による火星のハビタビリティについての重要な一歩

得られた成果①

○「はやぶさ」ミッションによるイトカワ粒子の水と有機物の検出と見解

小惑星探査機「はやぶさ」が小惑星イトカワから持ち帰った微粒子の国際公募研究で配分された試料の分析で有機物と水の検出を行った。S型小惑星イトカワの表面物質は普通コンドライトの中のLLコンドライトに相当するとされているが、その中に表面に、C型小惑星の表面物質とされる炭素質隕石に相当する物質が混入している可能性を示唆している。また検出された水の含有量は普通コンドライトで一般的に検出されている水分量と同等または少し低いものであった。今回の発見は小惑星イトカワがS型小惑星とC型小惑星の間の物質混合を介して太陽系小天体の動的な歴史を記録したという見解(DeMeo and Carry 2014)を支持するものとなった。*(Q. H. S. Chan, et al. "First Identification of Indigenous Organic Matter Alongside Water in Itokawa Particle Returned by the Hayabusa Mission", 51st Lunar and Planetary Science Conference, https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2020LPI....51.2230C/abstract. 2020.)*



（上図）イトカワ試料のSEM画像（左）とラマンマップ（右）
有機物(a,b黄)、かんらん石(c緑)、斜長石(d青)、輝石(e赤)

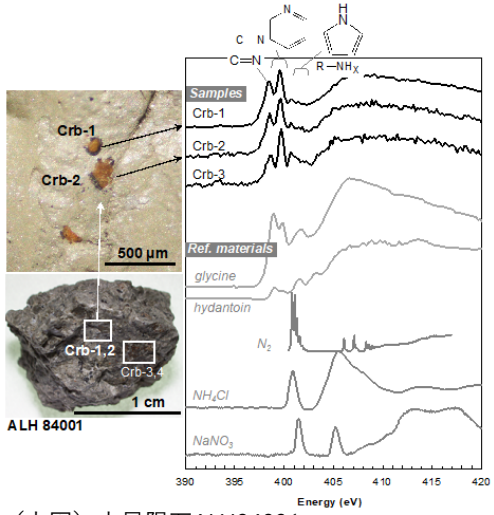
期待されるアウトカム

本研究により、形成初期に地球型惑星へもたらされた水の総量の解明が期待され、今後、生命の発生・進化と密接にかかわる惑星大気量・海水量の初期条件に制約を与える可能性がある。

得られた成果②
Nature Communications誌に掲載

○非破壊・局所分析による窒素化学種推定法の開発により40億年前の火星隕石の有機窒素化合物含有を明らかにした

太古の火星は海や河川などの液体表層水を保持し、温暖湿潤だったと予想されるが、その環境変遷や生命居住可能性（ハビタビリティ）については未解明である。従来の破壊分析研究では地球物質（水や有機物）による隕石試料の汚染が深刻な問題であったが、本研究では、放射光を利用した非破壊＆局所分析による窒素化学種推定法を開発し、40億年前の火星隕石Allan Hills (ALH) 84001中の炭酸塩鉱物に用いることで、従来の試料汚染問題を克服した上でこの炭酸塩鉱物が火星由来の有機窒素化合物を保存していることを明らかにした。40億年前の火星には、炭素質隕石などの外部由来、または、その場生成された有機物が安定に存在していたと思われる。それらの一部は表層水や地下水に溶け込み、炭酸塩を始めとする二次鉱物に捕獲されたことで、現在まで火星表層で保存されてきたと期待できる。さらに、同じ炭酸塩から無機的な酸化窒素（硝酸など）の塩は検出されず、当時の火星表層が現在より還元的な環境であった可能性が示された。*(Koike, M. et al., "In-situ preservation of nitrogen-bearing organics in Noachian Martian carbonates," Nature Communications, 11, 1988. (DOI:10.1038/s41467-020-15931-4) 2020)*



（上図）火星隕石ALH84001
40億年前の火星の流体から晶出した炭酸塩鉱物の微小粒

期待されるアウトカム

本研究により、火星由来の有機窒素化合物の検出方法が示され、火星生命痕跡の検出を大目標とする火星サンプルリターン計画における試料採取・分析プロトコルの作成に反映されることになる。

評定理由・根拠（補足）

補足２－２：世界的に優れた研究成果の創出（その２）

惑星探査

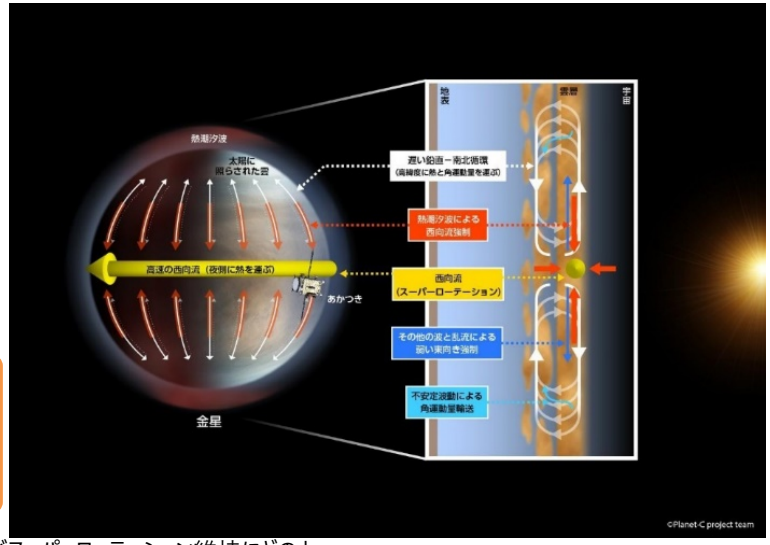
得られた成果①　Science誌に掲載

成果①○「あかつき」、金星スーパーローテーションの維持メカニズムを解明

金星探査機「あかつき」（PLANET-C）搭載の紫外線カメラUVIを主に長波赤外カメラLIRも補助的に用い、金星雲層上部における高速西風スーパーローテーション（SR）の維持メカニズムを研究した。角運動量がどこからどこへ、何によってどのように運ばれるかを定量的に見積り、赤道および低緯度帯では熱潮汐波がSR維持の主要なメカニズムであることを初めて明らかにした。(*T. Horinouchi et al., "How waves and turbulence maintain the super-rotation of Venus' atmosphere," Science,* DOI:10.1126/science.aaz4439. *2020,*)

期待されるアウトカム

最近の研究では系外惑星の多くは金星と同じようにある面だけが長時間中心星の方向を向くロックオンという現象が起きており、それらの惑星で昼夜間の極端な温度差を解消するメカニズムの有力候補としてスーパーローテーションが取り上げられている。今回の成果は系外惑星の大気ダイナミクスに大きな示唆を与える。また、唯一の金星探査機として成果を出し続け、世界(米欧印、および民間)における金星探査への興味が再興することに貢献している。



（右上図）子午面循環、熱潮汐波、その他の波がスーパーローテーション維持にどのような働きをもつかを表した模式図（2020年4月24日公開のISASウェブリリースより）。

深宇宙用追跡アンテナを使った電波観測と、ISS搭載X線望遠鏡の共同観測による研究成果

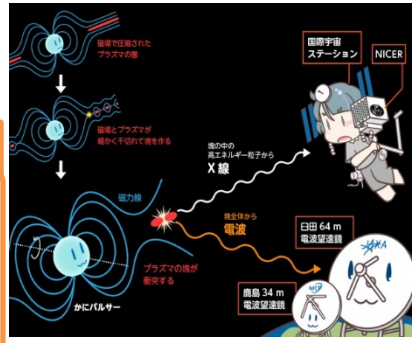
得られた成果②　Science誌に掲載

成果②○巨大電波パルスの瞬間のX線増幅をついに検出(宇宙の灯台「かにパルサー」に隠れていたＸ線の煌き)

かにパルサーは1968年の発見以来、電磁波のほぼ全波長で観測が行われ、電波から可視光、X線、ガンマ線に至る様々な波長で周期的なパルス信号を出すことが知られている。電波のパルスは、突発的に10~1000倍に明るくなる「巨大電波パルス」を起こすがその増光のメカニズムはわかっていなかった。X線でも同様の巨大パルスが受かるはずと、さまざまなX線望遠鏡がその検出を試みたが、いままで検出できていなかった。国際研究チームは、国際宇宙ステーションに搭載されたNASAのX線望遠鏡ナイサー(NICER)と日本の二つのアンテナ（JAXA 64m鏡およびNICT34m鏡）を連携させ、巨大電波パルスが発生する瞬間のX線パルスの検出に成功し、X線でも4％ほど増光することを突き止めた。従来電波とX線は全く異なった方法で放射されると考えられていたため、この電波と同期したX線の増光は驚くべき結果と言え、謎につつまれているパルサーのパルス放射機構を理論的に解明する上で重要なヒントとなる。X線での増光の割合はわずかであるが、電波と比較するとエネルギーの高い波長域であるため大きく、巨大電波パルスは、これまで考えられてきたよりもはるかに大きなエネルギーを解放する現象であることがわかった。(T. Enoto et al. "Enhanced X-ray Emission Coinciding with Giant Radio Pulses from the Crab Pulsar", DOI: 10.1126/science.abd4659, *Science* 2021:Vol. 372, Issue 6538, pp. 187-190)

期待されるアウトカム

本研究は本研究成果は、宇宙遠方で発生する謎の高速電波バースト現象（FRB)の起源や発生メカニズムの解明にも重要な示唆を与える。また、感度の高い深宇宙用追跡アンテナは、電波天文分野の研究成果をあげることにも有用であることが示された。



（上図）リリース時の漫画より

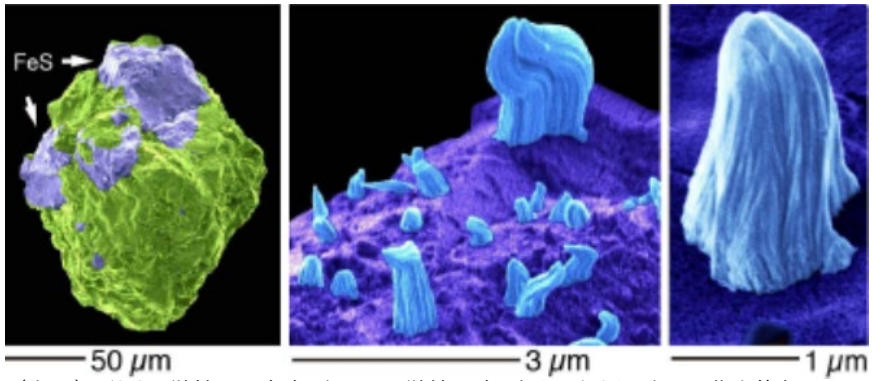


（上図）臼田64mアンテナ

評定理由・根拠（補足）

補足２－３：世界的に優れた研究成果の創出（その３）

新たな発見：　・太陽風による硫化鉄分解により"鉄のひげ"の成長
・月の表面からの炭素イオン放出による新たな月誕生モデルの転換の期待



（上図）イトカワ微粒子の走査型電子顕微鏡写真。わかりやすさのため画像を着色している。(左)分析したイトカワ粒子のひとつ。硫化鉄(紫色)とケイ酸塩(緑色)で構成される。(中央)硫化鉄(紫色)表面の金属鉄のひげ状結晶(青色)。(右)ひげ状結晶の拡大図

得られた成果①　Nature Communications誌に掲載

成果①　○小惑星イトカワの鉄のひげは太陽風による硫化鉄分解の可能性を示す。
探査機はやぶさが小惑星イトカワから持ち帰った微粒子の表面に、地球外物質では全く知られていない、ひげ状に伸びた金属鉄の結晶を発見した。金属鉄のひげ状結晶は、太陽から吹き出した荷電粒子である太陽風の打ち込みが硫化鉄(FeS)を分解させることで成長したと考えらる。本研究により、荷電粒子の照射が宇宙での硫黄と鉄の化学進化に大きな役割を果たした可能性が示された。*(T. Matsumoto, et al. "Iron whiskers on asteroid Itokawa indicate sulfide destruction by space weathering", Nature communications, doi.org/10.1038/s41467-020-14758-3. 2020.)*

期待されるアウトカム

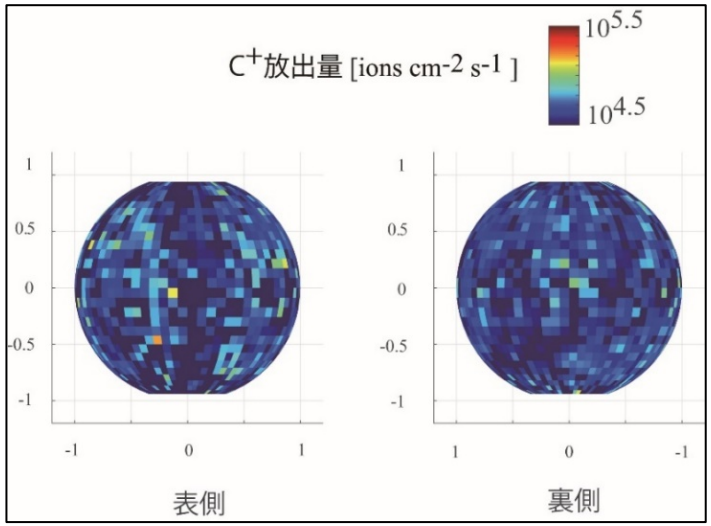
本研究で用いられた手法は、将来のサンプルリターン試料の分析に適用され、宇宙風化の定量的な議論が進むと期待される。

得られた成果②　Science Advances誌に掲載

成果②　○「かぐや」プラズマ観測装置による月の表面から炭素イオン放出の観測
月周回衛星「かぐや」（SELENE）のプラズマ観測装置によって月の表面全体から流出する炭素を世界で初めて観測した。巨大衝突によって形成された月には、炭素などの揮発性物質は存在しないとこれまで考えられていたが、この観測結果は月には誕生時から炭素が存在することを強く示唆している。これまでの巨大衝突による月誕生進化モデルでは、月には誕生時から水や炭素など揮発性物質が存在しない（ドライ説）とされたが、揮発性物質はある程度存在し続ける新たな考え方（ウェット説）が、計算機環境の発展と共に提唱されている。本成果は、月の誕生と進化をウェット説の観点で再考する大きな契機となることが期待される。
(*Yokota et al., KAGUYA observation of global emissions of indigenous carbon ions from the Moon, Science Advances, eaba1050, 2020.*)

期待されるアウトカム

JAXAの水星磁気圏探査機「みお」（MMO）、火星衛星探査機（MMX）でも、「かぐや」と同じような質量分析装置による観測が予定されている。水星や火星の月フォボスから流出するイオンを観測することで、各天体の起源や進化に迫る研究など太陽系科学への大きな貢献が期待できる。



（上図）　月から流出する炭素イオン の流量マップ

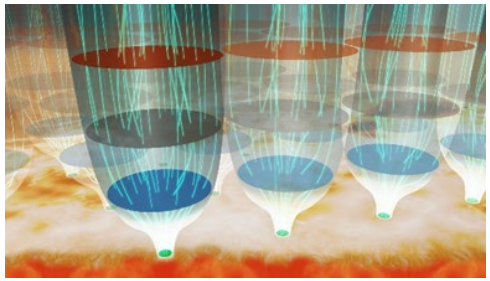
補足２－４：世界的に優れた研究成果の創出（その４）

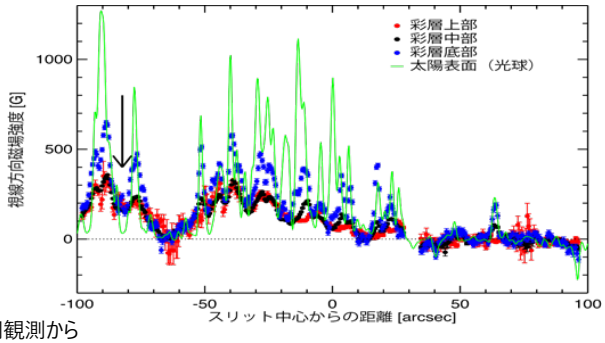
太陽観測衛星「ひので」（SOLAR-B）による研究成果

得られた成果①　Science Advances誌に掲載

○日米欧協力CLASP2と「ひので」同時観測により磁束管を捉えたロケット飛翔実験CLASP2と「ひので」による観測を組み合わせ、太陽表面からコロナ直下に至る磁場構造を世界で初めて明らかにした。「小規模太陽プロジェクト」のCLASP2は、日米仏が共同開発した観測装置で、NASAの観測ロケットにより2019年4月に打ち上げられ、約6分半の間、太陽表面上空に広がる彩層からの紫外線の偏光観測に成功した。同時に、「ひので」は太陽表面の磁場を精密に観測。これらの観測により、太陽表面に点在して見られる磁束管が、彩層で急激に膨張し互いにひしめき合っていくという、今まで想像のみであった太陽磁場の彩層での姿が明らかになった。

(R. Ishikawa, et al. “Mapping Solar Magnetic Fields from the Photosphere to the Base of the Corona”, Science Advances, doi:10.1126/sciadv.abe8406. 2021.)





（上図）観測ロケット実験CLASP2と「ひので」衛星の共同観測から明らかになった、太陽表面から彩層最上部に至る磁束管の様子。４つの高さ（太陽表面、彩層低・中・最上部）で磁場を観測した。

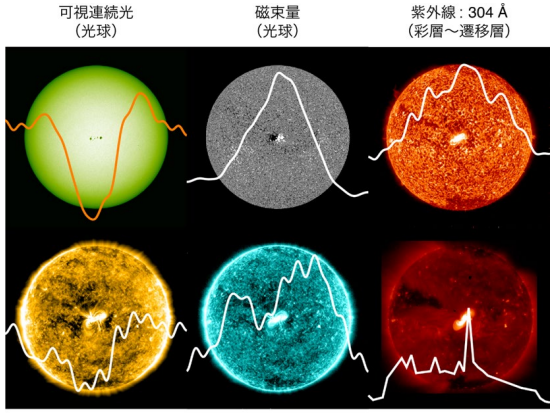
期待されるアウトカム

本研究成果は、太陽物理への新しい知見をもたらすとともに、太陽観測研究に彩層磁場の測定という新しい窓を切り拓いた。

得られた成果②　The Astrophysical Journal誌に掲載

○「ひので」などの観測データをもとに複数の波長でライトカーブを測定。

「太陽フレア」は黒点の周辺に発生し、地球の磁気嵐やオーロラの要因となる。また、恒星では太陽を遥かに上回る「スーパーフレア」が発見されている。スーパーフレアは、周囲の系外惑星のハビタビリティ（生命の存在可能性）を左右すると考えられるが、現在の技術では、恒星を空間分解して黒点を観測することは困難である。本研究では「ひので」衛星などの観測データをもとに、太陽面上を黒点が通過する際のライトカーブ（光度曲線）を様々な波長帯で測定した。本研究の結果から、空間分解が困難な恒星であっても、複数の波長でライトカーブを測定することで、黒点の構造や磁場についての情報を得られる可能性が示された。また、検討中の高感度太陽紫外線分光観測衛星「Solar-C」は、その圧倒的な性能を活かし、太陽が紫外線放射を生じる詳細なメカニズムに迫る。(*S. Toriumi et al.: 2020, Sun-as-a-star Spectral Irradiance Observations of Transiting Active Regions, The Astrophysical Journal, 902, 36, doi: 10.3847/1538-4357/abadf9*)



（左図）太陽の自転とともに黒点群（活動領域12699）が通過した際の、さまざまな波長帯におけるライトカーブ（実線）。背景は、黒点が太陽面中心付近に到達した時刻の画像。黒点の通過に伴って、可視光ではライトカーブが減光するほか、彩層やコロナに感度を持つ紫外線・X線では増光が生じる。また、唯一、遷移層に対応する紫外線では、ライトカーブが減光を示す場合があるという予想外の結果も新たに明らかになった。

期待されるアウトカム

本研究を発展させることで、「Solar-C」等による太陽観測から、恒星黒点・恒星フレアの解明につなげることが期待され、系外惑星の研究分野にも貢献すると考えられる。

補足２－５：世界的に優れた研究成果の創出（その５）

ジオスペース探査衛星「あらせ」（ERG）による研究成果
（**米国地球物理連合速報誌GRL誌の2020年Editor's Highlightsに選ばれた。**）

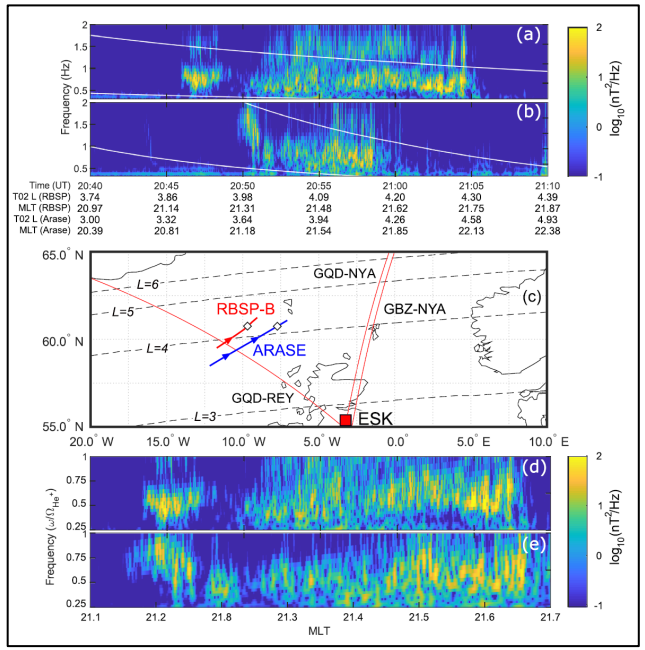
得られた成果①

○電磁イオンサイクロトロン波の活動領域の広がりを衛星・地上観測から捉える

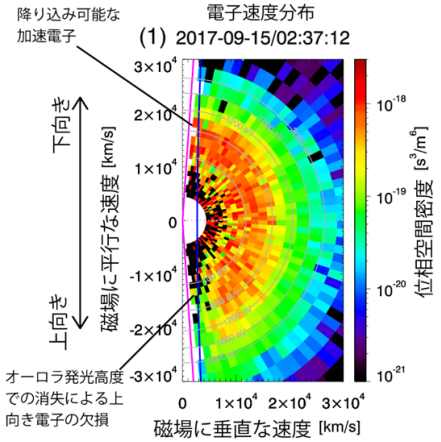
近年、電磁イオンサイクロトロン波 (EMIC) は、波動粒子相互作用を介して放射線帯の高エネルギー電子の運動を散乱し、高エネルギー電子を地球の超高層大気へ消失させるドライバーとして注目を浴びている。しかし、EMIC波の活動領域の空間的な広がりが明らかになっていないことから、放射線帯電子の消失過程に対する寄与の大きさについて議論が続いている。本研究では、「あらせ」、Van Allen Probe B 衛星および地上の VLF 波観測ネットワークを組み合わせることで、EMIC波の発生領域の経度方向の広がりを決定することにはじめて成功した。なお、本成果は米国地球物理連合速報誌GRL誌の2020年Editor's Highlightsに選ばれた。（A. T. Hendry, O. Santolik, Y. Miyoshi, A. Matsuoka, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, C. A. Kletzing, M. Shoji, and I. Shinohara, "A Multi‐Instrument Approach to Determining the Source‐Region Extent of EEP - Driving EMIC Waves," Geophys. Res. Lett. 47, e2019GL086599. https://doi.org/10.1029/2019GL086599 (2020)）

期待されるアウトカム

今回用いた手法を用いることで、今後、EMIC波の空間的な広がりを解析できるようになる。これは、EMIC波が放射線帯に与える影響を定量的に理解する上で大きな一歩であり、放射線帯変動予測の基礎となる知見である。



（右図） (a)「あらせ」(b) Van Allen Probe B 衛星 (d, e) 地上に設置された VLF波観測点 における EMIC 波の観測例。4 枚の図は同じフォーマットで、横軸は時間、縦軸は周波数、波動強度がカラーで示されている。(c) には、磁力線に沿って地上に投影せいた 2 衛星のフットポイントと地上観測点の位置がしめされている。



期待されるアウトカム

定説を覆す今回の発見は、オーロラ生成メカニズムの理解に新たな問題を提起している。これは、惑星の磁気圏と電離圏・超高層大気がどのように結合し、相互に影響を及ぼし合って、宇宙環境を成り立たせているのか、を理解するための重要な問題である。

（左図） あらせ衛星が観測した、超高高度に於いて加速されたオーロラ電子の速度分布。下向きに加速された電子は超高層大気まで降り込むことができる。また、オーロラ発光高度で地球大気に失われることが原因と思われる、低高度から戻ってくる上向き電子の欠損が見られる。

得られた成果② Scientific Reportsに掲載

○超高高度におけるオーロラ電子加速の発見

高角度分解能低エネルギー電子分析器を中心とするあらせ衛星の観測と米国THEMISチームの展開する地上全天カメラを用いたオーロラ協調観測によって、オーロラアーク上空の高度約3万km以上もの超高高度に於いてもオーロラ電子が加速されている証拠を発見した。過去50年に亘って信じられてきた、オーロラの電子は高度数千kmで加速されるという定説に対し、本研究は、その十倍もの高度に於いても、加速電場が形成されてオーロラ電子の生成に大きな寄与をしていることをはじめて示した。（S. Imajo, Y. Miyoshi, Y. Kazama, K. Asamura, I. Shinohara, K. Shiokawa, Y. Kasahara, Y. Kasaba, A. Matsuoka, S. -Y Wang, S.W.Y. Tam, T. F. Chang, B.J. Wang, V.A. Angelopoulos, C.W. Jun, M. Shoji, S. Nakamura, M. Kitahara, M. Teramoto, S. Kurita, and T. Hori, Active auroral arc powered by accelerated electrons from very high altitudes, Scientific Report 11, 1610. https://doi.org/10.1038/s41598-020-79665-5 (2021)）

補足２－６：世界的に優れた研究成果の創出（その６）

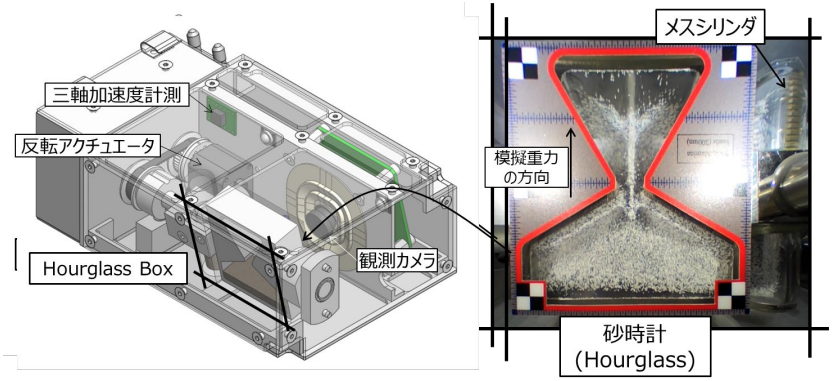
国際宇宙ステーション（ISS）での実験成果

得られた成果①

○惑星表面の柔軟地盤の重力依存性調査（Hourglass）
有人宇宙技術部門との連携ミッションとして、Hourglassを国際宇宙ステーションの人工重力発生装置で実施した。将来の惑星探査機設計のための粉粒体の低重力における特性の取得とDEM等の数値計算の答え合わせとなる基本データを取得。この結果から得られた知見を将来の小惑星探査機の着陸装置の反力解析のためのシミュレーション条件に反映し、従来法では難しかったレゴリスに対する着陸応答がより高精度に得られることを確認した。得られた実験結果は、科学的に惑星形成過程の解明へ貢献し、他国との相補関係を築く上で強力な工学的知見となる。また、ミッション立ち上げから打上げまで1年未満という短い期間で外部の大学研究者と連携して設計製造を行い、多くの学生参加によりコミュニティの拡大と人材育成を同時に行ったことも大きな貢献となる。*(M. Otsuki, et. al., 2020, Investigation into the characteristics of granular materials in low gravitational environment (Introduction of Hourglass mission), JpGU-AGU Joint Meeting 2020(Invited talk) ; 大槻ほか)*

期待されるアウトカム

さらに、 Hourglass Boxの設計、試験治具、製造手順を流用して試料を変えた新たな実験を行うことが有人Gで計画され、そのミッション推進に継続的にISASが関与しており、地球低軌道を利用した月惑星探査機開発への貢献が今後も期待できる。



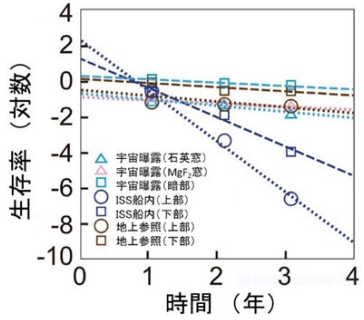
（上図）左側：砂時計とメスシリンダを搭載するHourglass Boxのイメージ
右側：低重力でのアルミナビーズの挙動

得られた成果②　Frontiers in Microbiology誌に掲載

○宇宙空間で3年間曝露したデイノコッカス細胞塊生存の検証（たんぽぽ計画）
宇宙空間を生命が移動する「パンスペルミア」仮説を検証するため、国際宇宙ステーション（ISS）曝露部で放射線耐性微生物デイノコッカス・ラディオデュランスを宇宙空間に3年間曝露する実験を「たんぽぽ計画」として実施した。3年間曝露した微生物の生存の時間経過を測定することから、紫外線が当たった条件で数年、紫外線が当たっていない環境では数十年、微生物が生存可能であることを初めて検証した。自然現象での火星と地球の行き来には平均すると数百万年かかるが、移動する軌道によっては数ヶ月から数年で火星と地球の間を移動する場合がある。したがって、惑星間移動の他の過程（惑星からの脱出、移動の確率、他の惑星への着陸、他の惑星での増殖）の可能性を含めて考える必要があるものの、最短の移動時間を考えるなら、今回の微生物宇宙曝露実験で得られた結果は、火星と地球の間の移動の間、微生物が生存可能であることを示した。さらに、この事実は惑星防護の重要性にも一石を投じることになった。*(Y. Kawaguchi, et al. "DNA Damage and Survival Time Course of Deinococcal Cell Pellets During 3 Years of Exposure to Outer Space", Frontiers in Microbiology, doi:10.3389/fmicb.2020.02050. 2020.)*

期待されるアウトカム

生命の起原に関しては未知の部分が多い。地球で生命が誕生したのかどうかも分かっていない。生命が惑星間を移動可能であるならば、地球上の生命は火星で誕生した可能性もある。今後、火星探査により化石あるいは現存する生命が発見されるなら、多くの情報が得られることになる。



（上図）デイノコッカス・ラディオデュランス（放射線耐性微生物）の生存率を調べた解析結果

参考１：コロナ禍における事業の実施

新型コロナウィルス蔓延による影響の中、関係機関などのご支援により、「はやぶさ２」カプセル回収などクリティカルな作業を伴う事業を着実に実施した。

①はやぶさ２

新型コロナウィルス対策のため、通常より制約の大きい中での回収作業となったが、入念な対策と準備を講じるとともに、オーストラリア政府、アメリカ航空宇宙局（NASA）、文部科学省、在オーストラリア日本大使館、税関、相模原市等に多大なるご支援をいただき、回収作業を成功することができた。

回収隊は、日本出国前に1週間の自主隔離を行い、隔離期間中に複数回のPCR検査を実施し、陰性を確認した上で出国した。日本からはチャーター機で南オーストラリア州のアデレードまで移動し、アデレードでの2週間の隔離期間を経てウーメラに入り、回収作業に着手した。



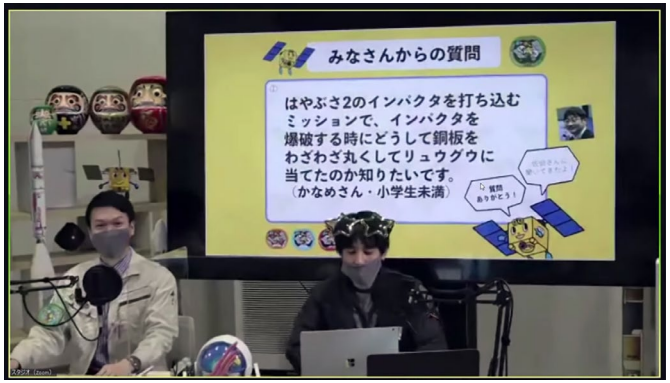
（上図）12月6日回収後記者会見
中央左：Jan Adams 駐日豪大使



（上図）12月6日ウーメラでのASA記念式典
左：Megan Clark 豪州宇宙庁（ASA）長官

②オンライン特別公開

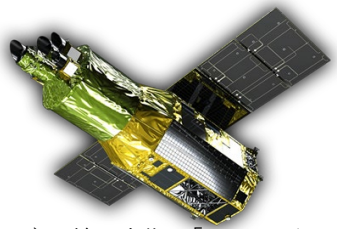
例年夏に実施している相模原キャンパス特別公開を、2020年度は新型コロナウィルスの影響もあり、初めてオンラインで開催し、開催後にはYouTubeにも公開した。開催当日は、視聴者参加型のライブセッションなど、各プロジェクトや研究グループが趣向を凝らして番組を製作し、これまでに多くの方に視聴していただいた（約14,000回再生）。



（上図）オンライン特別公開の様子

③X線天文衛星「XRISM」

2022年度の打上げに向けて準備を進めているが、衛星に搭載される軟X線分光装置（Resolve）の開発において、組み立て試験を行うために、NASA技術者が来日しての作業が必要となり、文部科学省にご支援いただき、内閣府、外務省、厚生労働省、出入国在留管理庁等との調整を進め、予定どおりにNASA技術者の来日、組み立て作業を実施した。なお、日本入国にあたっては、厚生労働省の指針に基づく新型コロナウィルス対策を徹底し、入国後は、厚生労働省及び保健所の指示に従った。



（上図）X線天文衛星「XRISM」イメージ



（上図）大気球実験の様子

④大気球実験

大気球実験は、北海道大樹町にある「大樹航空宇宙実験場」にて毎年5-9月に実施しているが、2020年度は、政府による緊急事態宣言が5月下旬まで継続された影響で、宣言解除後に作業を再開した。北海道への出張にあたっては、出張前・出張中の検温、健康チェック、出張中の外出自粛等、新型コロナウィルス対策を徹底し、実験を実施した。

参考２：日本の衛星・探査機による3機同時観測キャンペーンの実施

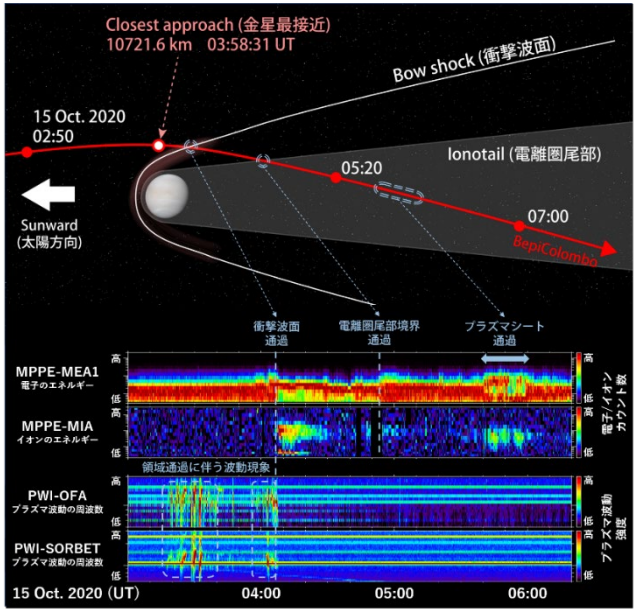
水星磁気圏探査機「みお」、金星探査機「あかつき」、惑星分光観測衛星「ひさき」による金星同時観測

得られた成果①

○2020年10月15日に日本の水星磁気圏探査機「みお」が金星スイングバイを行った。最接近高度は約11,000kmで、その前後24時間にわたり金星の科学観測も実施した。これに金星探査機「あかつき」、惑星分光観測衛星「ひさき」も加え3機を同時に利用して金星観測を行った。地球以外では日本の宇宙科学史上初の試みとなる、3機の日本の衛星・探査機による惑星同時観測に成功した。「みお」搭載プラズマ粒子観測装置は金星周辺の各領域を通過する際のプラズマ環境の変化の様子をはっきり捉えることに成功したほか、プラズマ波動観測器にも衝撃波面通過に伴う波動現象を捉えた。「あかつき」搭載紫外線・中間赤外線カメラによる雲表面の構造・温度分布の観測、および「ひさき」搭載極端紫外線分光器による高層大気・電離圏のモニタ観測にも成功した。これらは金星の低層大気から高層大気、さらに周辺のプラズマ環境までをリモートセンシングおよびその場観測で同時に捉えた、これまで得られたことのない初の観測データであり、現在各チームで詳細解析を進めている。今後それぞれを組み合わせた比較研究を実施し、新たな成果の創出を目指す。また、BepiColomboチームに「あかつき」から金星研究者が加わるなど、すでに分野間融合を推進する人材交流の観点で成果があげられてる。

2回目の「みお」金星スイングバイが2021年8月10日に予定されており、再び日本の3機による金星観測キャンペーンを実施予定。高度約550 kmまで接近するほか、前日の8月9日に金星スイングバイを予定しているESAの太陽観測衛星Solar Orbiterとの共同観測も合わせて計画調整中である。

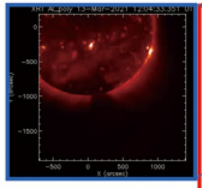
（下図）「みお」による観測成果



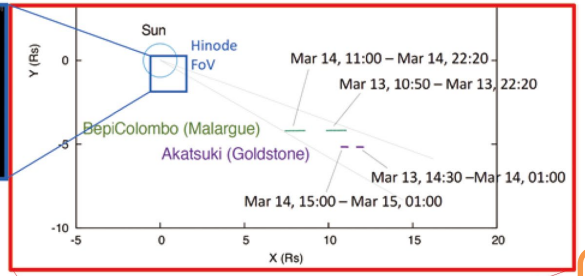
期待されるアウトカム

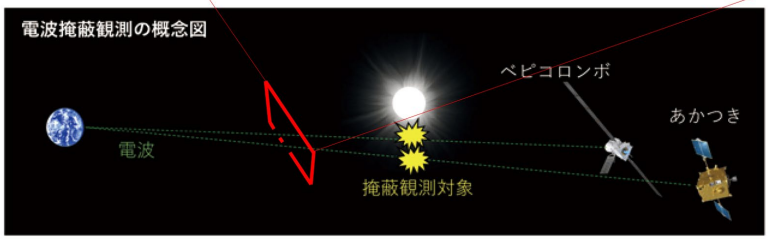
これらの観測成果は地球サイズの太陽系外惑星における大気や磁場の有無が惑星環境に与える影響を理解するのに役立てられる。

地球から見た太陽、ベピコロンボ、あかつきの位置関係



ひので/XRTが捉えた太陽（2021/03/13）





期待されるアウトカム

これらの観測成果は太陽風の加速機構解明に貢献でき、普遍的な宇宙空間プラズマ物理の理解が進むだけでなく人類の活動圏拡大に向けた宇宙天気予報の実現にも役立てられる。

BepiColombo探査機、金星探査機「あかつき」、太陽観測衛星「ひので」による太陽同時観測

得られた成果②

○2021年3月13-14日頃に地球からみて太陽、BepiColombo、および「あかつき」が直線状に並ぶ。離れた2点の電波掩蔽観測を同時に行うことで太陽コロナ・太陽風の空間構造とその時間変化を捉えることができる。さらに「ひので」による太陽表面磁場の観測を加えることで、2つの観測点を通る太陽からの磁力線をシミュレーションから導くことができる。太陽近傍における太陽風の加速はいまだ観測データが乏しく未解明の領域であり、本キャンペーン観測から新たな成果の創出を目指す。

探査機2機による同時太陽掩蔽観測は世界でも初の試み。

参考３：技術のフロントローディングの実施状況と成果

＜誘導制御系アビオ小型化等の成果を得て、極めて有効であった。将来ミッション創出へ向けて、他アビオへの展開やサンプルリターン技術等への拡大充実化を検討中。＞

1．超小型統合AOCS（attitude & orbit control system：姿勢・軌道制御系）ユニットの開発
目標のCubeSatサイズ設計を確認し、EM完成（次年度に試験）。

2．小型軽量MEMS-IRUinertial reference unit 慣性基準装置の開発
民生技術を活用し、**従来に比べて大幅に小型軽量化を確認**し、EM完成（次年度に試験）。

3．軽量薄膜太陽電池パドルの開発
外惑星小型探査機の要求（電力、質量）を満足する目途を得た（次年度に製作、試験）。

4．半永久電源（外惑星探査電源）
深宇宙探査に用いるRTG（Radioisotope thermoelectric generator）への要求、方式、課題等をもとに、フィージビリティスタディを含めた研究開発計画を策定した。

5．超小型の惑星EDL（entry, descent, landing）技術
世界で最初に超小型の着陸探査を可能にする展開型エアロシェルの試作・評価。
FY2021夏の**観測ロケット実証へ向け準備中**。

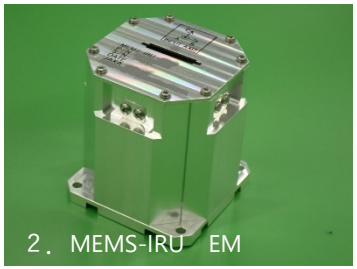
6．超小型惑星着陸技術と惑星表面での活動のための基盤技術
要素機構（今年度は移動）を設計製作し、機能を確認。

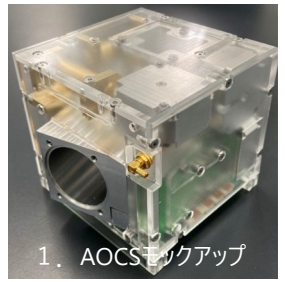
7．可逆展開ラジエータ技術
探査機要求を満足するための全体軽量化設計と熱構造解析を実施し、これをもとに**EM開発が可能**となった（次年度より製作、試験）。

8．スターリング冷凍機の高信頼化・長寿命化の実現
摩耗等低減を目的に、圧縮機摺動部をベアリングからバネ保持へ変更する**設計を実施**（次年度より製作、試験）。

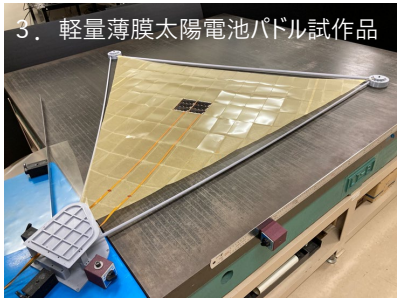
9．宇宙用冷凍機の駆動回路系による擾乱制御技術の開発
擾乱抑制のフィードバック制御系を構築し、**要求性能を満足することを確認**（FY2022にかけて製作試験評価）。

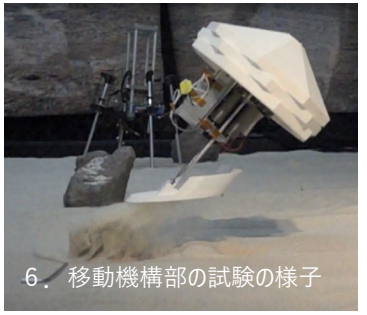
１０．センサ高性能化（赤外線等）
要求性能を定め具体的な開発計画を検討した。


2．MEMS-IRU　EM


1．AOCSモックアップ


5．展開型エアロシェル試作品

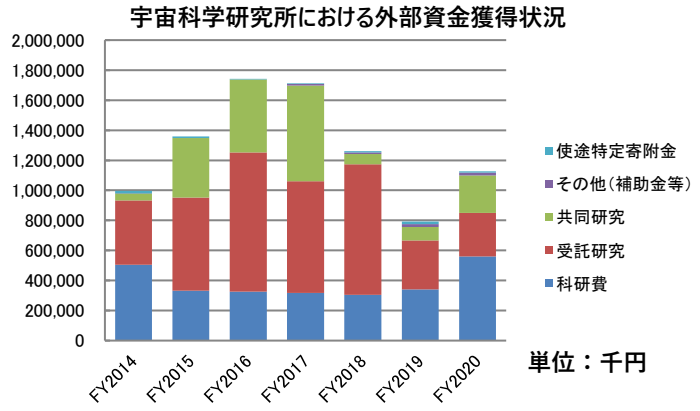

3．軽量薄膜太陽電池パドル試作品


6．移動機構部の試験の様子

参考情報

	実績	備考
1. 今年度の研究成果		
(1) 査読付き学術誌掲載論文	337 編（2020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	Science 3編（2020年4月-2021年3月）	
(3) 学術賞受賞	○はやぶさ2：内閣総理大臣顕彰受賞 ○はやぶさ2： デジタル・コンテンツ・オブ・ジ・イヤー'20 年間コンテンツ賞「優秀賞」受賞 ○はやぶさ2：市村清新技術財団　市村学術賞 貢献賞受賞 ○和泉究（ITYF）：2020年度岩垂奨学会賞受賞 ○國中均： 公益財団法人双葉電子記念財団　2020年度衛藤細矢記念賞受賞 ○山口 弘悦：文部科学大臣表彰 若手科学者賞受賞	
2. 高被引用論文数	54編（調査月：2021年3月 、 調査対象：2010年1月1日～2020年12月31日）	Essential Science Indicators (ESI) データに基づく（図3）
3. 外部資金獲得額	約 11.9億円（2021年2月現在）	（図1）
4. 学位取得者数	69名（修士53名、博士16名）	（参考4）

（図1） ■外部資金獲得状況 （FY2014～FY2020）

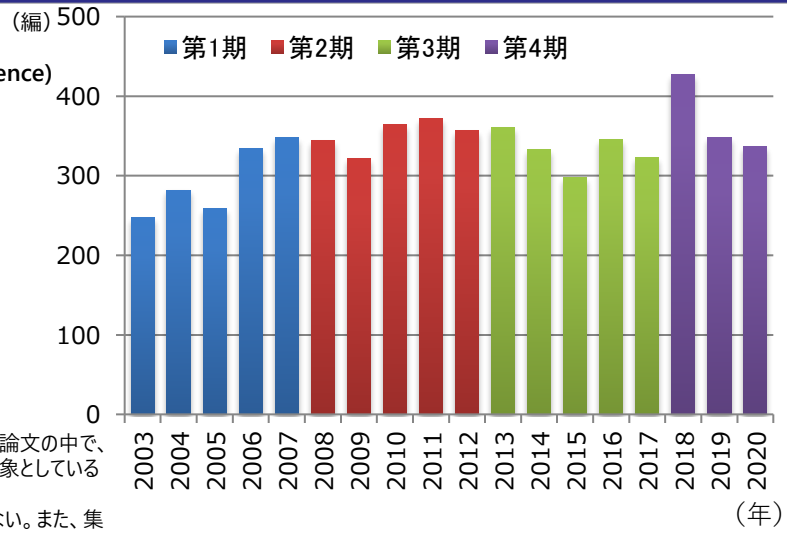


年度	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020
計	995,831	1,359,098	1,743,065	1,713,181	1,259,964	793,206	1,196,967
科研費	505,675	333,147	324,890	316,514	305,377	340,219	560,464
受託研究	426,449	619,484	927,347	744,326	868,792	326,421	289,668
共同研究	47,138	395,185	486,208	637,341	67,977	88,516	318,585
その他（補助金等）	800	0	0	9,000	10,000	19,000	20,000
使途特定寄附金	15,769	11,282	4,620	6,000	7,818	19,050	8,250

●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　　単位：千円

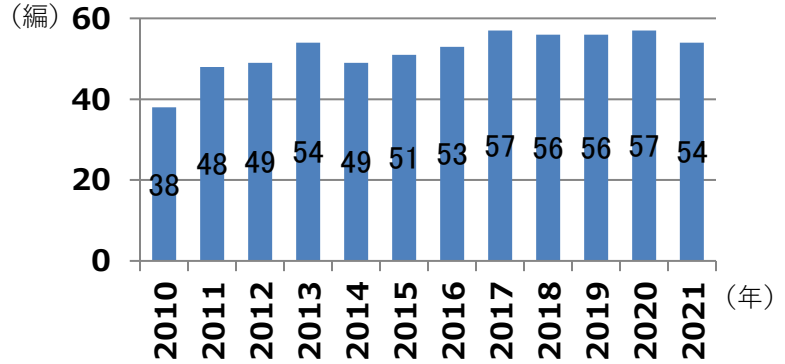
参考情報

（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（2021年3月調べ・ESIデータに基づく）



○調査対象は、2021年3月1日に更新されたESIデータに基づく、
　2010年1月1日～2020年12月31日（対象は過去10年）に出版された
　論文。集計は年度ではなく暦年。
○「高被引用論文」とは、文系を含む全学術領域を22分野に分け、分野及び出版年毎に分けたサブグループ毎に引用数を順位化し、上位1%に入る論文。

■　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	2016年度			2017年度			2018年度			2019年度			2020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	0	5	5	1	3	4	1	4	5	0	3	3	0	5	5
東京大学大学院	24	11	35	28	7	35	25	10	35	21	6	27	22	7	29
受託指導学生（旧・特別共同利用研究員）	10	0	10	12	0	12	18	1	19	7	0	7	8	2	10
連携大学院	6	2	8	10	3	13	8	0	8	20	0	20	23	2	25
計	40	18	58	51	13	64	52	15	67	48	9	57	53	16	69

■　学位取得者の進路

修士課程	総数：　53名	博士課程	総数：　16名
	○進学　13名 ○就職　38名 うち、宇宙分野　11名 ・公共機関　1名（JAXA1名） ・民間企業　10名 うち、非宇宙分野　27名 ・公共機関　1名 ・民間企業　26名 ○その他２名		○就職　12名 うち、宇宙分野　4名 ・　公共機関　2名（JAXA　2名） ・　民間企業　2名 うち、非宇宙分野　8名 ・　公共機関　1名 ・　民間企業　7名 ○その他4名

(参考5)　ISAS　大学院在籍者

■　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。

学位取得年度	2016年度				2017年度				2018年度				2019年度				2020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	22	3	31	6	20	2	28	4	21	4	29	5	22	1	28	6	23	1	30
東京大学大学院	62	46	1	109	61	45	1	107	50	36	1	87	47	32	0	79	49	28	0	77
受託指導学生 （旧・特別共同利用研究員）	14	2	0	16	25	1	0	26	34	4	0	38	19	3	0	22	11	3	1	15
連携大学院	18	4	0	22	23	8	0	31	23	7	0	30	45	4	0	49	42	5	0	47
計	100	74	4	178	115	74	3	192	111	68	5	184	116	61	1	178	108	59	2	169

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				
決算額 (千円)	17,435,242	21,401,455	19,864,360				
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				

(※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				
女性・外国人の教員採用数	1名	0名	1名　※1				
日本学術振興会のフェロー数	8名	7名	9名				
大学などへの転出研究者数	1名	3名	0名				
大学共同利用連携拠点数	5	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				
査読付き論文数	427 編　※1	348編　※1	337編　※2				
高被引用論分数	56編　※2	57編　※2	54編　※3				
学術表彰の受賞件数	8件	19件	30件				
科研費等外部資金の申請数と取得額	125件 1,261,278千円	137件 793,206千円	144件 1,127,234千円				

※1 2020年11月付（女性）
※2査読付き論文数：暦年で換算　（2020年1月-12月）
※3高被引用論文数：調査月：2021年2月、
調査対象：2010年1月1日～2020年12月31日

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
2020年度は、新型コロナウィルスの影響（出張減）もあって、ハイライトとなる研究成果の減少、また、実験を伴う受け入れ学生の指導(実習)に支障をきたした。	オンラインによる研究者同士のコミュニケーション活性化促進、及びオンラインによるアウトリーチの強化、インフラ整備など、宇宙研として支援を検討したい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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。	今年度からは特に成果が出た項目に対しては「アウトカム」として記載している。
○宇宙科学・探査、国際宇宙ステーション、有人宇宙探査等の基礎的な科学に関わる項目において、科学的成果及びその啓蒙普及（広報＝JAXAの視点）以外の側面で、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ということについて、KPIを設定するとともに、ISSと並行して月Gateway構想が始まる現行の第４期中長期目標期間においては、資金計画も含めた中長期ロードマップと年度目標及びKPIの明確化、並びにそれらに基づく客観的な進捗評価が必要である。	宇宙科学・探査に関する基礎的な科学に関わる項目について、社会・国民に対してのベネフィット/アウトカム創出を目標にすることは大変難しい問題ではあるが、KPIの設定を含め検討する。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	複数年度にまたがるミッションが多いため、前年度の成果についても触れている項目はあるが、その場合は、今年度分と前年度分を明確に分けて記載している。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	2021年度から全社的にSDGsへの貢献について議論している。今後どの目標に貢献できるか検討し、評価時にも明確化できるようにしていきたい。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	ウイズコロナ時代においても、着実にミッションを遂行してきた。たとえば豪州政府と連携したはや2カプセル回収作業。国内では、北海道大樹町での気球実験。いずれもコロナ対策を徹底して実施した。
○科学的成果の啓蒙普及（広報＝JAXAの視点）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、成果を提示できるよう不断の検討が必要である。	これまでも、プレスリリースや記者説明会の実施、関係する品物の宇宙探査交流棟で紹介するなどしてきているが、さらに効果的な方策を関係部署と検討する。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○「宇宙科学の次期中長期計画をめぐる戦略的シナリオ」の提示等も含めて、「はやぶさ２」に依存し過ぎない宇宙科学・探査全体としての成果向上や外部に向けた情報発信に取り組んでいただきたい。また、科学論文数と外部資金の伸長も、翌年度以降の着実な達成を期待する。さらに、深宇宙探査用地上局などの基盤的な設備の整備も引き続き着実に行っていただきたい。	みお、あかつき、ひさきの同時金星観測キャンペーンについてYou tubeでリレートーク（全6回）、3月にオンラインでの特別公開を開催。外部資金は共同研究と科研費とも獲得額が伸びた。 深宇宙探査用地上局は整備が完了した。
○「はやぶさ２」は、採取したサンプルを地球に持ち帰ることが重要であり、令和２年12月の地球帰還に向けて、組織の力を結集して取り組むとともに、その分析結果による新たな知見を期待する。	計画通りリュウグウのサンプルを持ち帰った。2021年6月より初期分析を開始する。
○外部獲得資金が平成28年度の16億円に比較し、約半減している。資金が必要以上に潤沢であるとは思われず、今後外部資金獲得に向けた成果の発表など工夫を凝らしていただきたい。	研究者への申請書の書き方指南等の説明会を開催するなど、外部資金獲得増に向けた取り組みを組織として実施しており、特に科研費の獲得額は着実に増加している。
○はやぶさ・はやぶさ２を含め宇宙科学・探査の著しい成果による経済効果を感じるものがあれば定性的なものであってもよいので提示していただきたい。	民間企業と共同で、民生電池を活用した小型衛星、超小型衛星向け次世代リチウムイオン電池の開発を実施した。今後、汎用リチウムイオン電池として民間企業による市場展開を図る。
○「はやぶさ２」だけが広告塔のように評価されても産業活性化にはつながらない。そこで利用される技術を誰が作ったのかという情報を発信し、若者のキャリアパス形成に資する情報発信を期待する。また、研究の成果が、今後の共創事業や宇宙産業の発展の中で活かされることを期待する。	「はやぶさ２」に関係した企業への感謝状の贈呈などを検討している。

Ⅲ．3．7　国際宇宙探査

2020年度 自己評価　A

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．7	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。 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、米国提案による国際宇宙探査（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。	●国際宇宙探査計画（アルテミス計画）を主導する米国との間で、NASA長官−JAXA理事長の会談を含め、国際的な月探査活動の計画（米国アルテミス計画）において日本がより高い存在感を発揮できるよう役割を明確にし、実施に向けて政府レベルでの基盤的な合意（「ゲートウェイに関する政府間合意」「アルテミス合意」「政府間意向表明」）を形成するまでに至った。 また、ゲートウェイ協力に関する法的枠組みとなる日米政府間の「ゲートウェイMOU」（12月）を技術的な面から支援し、締結に結び付けた。 （米側の動向に関する情報収集等を通じた政府への支援については、Ⅲ.6.1項参照.。） ●アルテミス計画への戦略的な参画のため、多極宇宙機関間の調整メカニズムであるISECGを議長機関として主導し、JAXA独自の探査目標やシナリオを反映する形で国際月面探査ロードマップを取りまとめ、米国を始めとする各国の宇宙探査計画策定の参考とされた。また、ISECG議長機関として参加機関を大幅に増やし、ISECGの機能と影響力を強化した。（15機関→24機関：世界のGDPの80.6%、人口の54.9%に相当）	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、日本の貢献候補となる各要素のシステム検討、研究開発を主体的に推進し、システムの実現性と技術の優位性を示すことで諸外国から高い評価を獲得し、最終的に日本として有意義な政府間合意の実現に貢献した。 月探査シナリオを先導するゲートウェイの構築に関しては、政府間合意への技術的な貢献とともに、法務面においてもMOUの上位文書となるIGAの経緯やISSでの運用の実態に照らして適切な内容となるよう政府を支援することで、国家間取り決めにGOJ代表としてJAXAの位置付けが明記されるなど、JAXAの参画プレゼンス向上に貢献した。また、ISS計画と比較して計画段階から多くの国の参画を得つつ、ロードマップにより探査に係る共通の原則・ビジョンを参加国で共有することで、各国宇宙探査政策の策定に一定の透明性が確保されるとともに、日本の存在感を高めた。

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 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の開発を進める。	ゲートウェイの中核機能であるミニ居住棟（HALO）及び国際居住棟（I-HAB)への生命維持機能（ECLSS）の提供に向けて、NASA、ESAと協力して提供機器の具体的な仕様を設定し、ミッション定義審査・プロジェクト準備審査を経て、プロジェクト準備段階への移行を完了した。	高再生率の水浄化技術を開発し「きぼう」での軌道上実証を開始。また、ISSより狭い空間でCO2濃度を低減する空気再生技術の確立により、水・空気など生命維持物資を完全再生できるECLSSの実現に向け進展を得た。補給物資の削減など貢献が期待される。
②ゲートウェイへの物資補給 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開発に着手する。	HTV-XによるISSへの物資輸送機会を活用した軌道上での自動ドッキング技術実証ミッションについて、システム要求を取りまとめたうえ、システム要求審査SRRを開催、予備設計フェーズへ移行した。また、先行している相対航法センサについてはその開発に着手した。	世界最軽量、かつ高信頼性ドッキング機構の技術実現性を確立。また、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)についても、性能達成の目途を立てるだけでなく民生用途の展開も始まるなど、ゲートウェイ計画の中核機能である物資補給に関する貢献技術の国際優位性を高めた。
③月極域探査による月面の各種データや技術の共有 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の開発に着手する。	インド宇宙機関（ISRO）と締結した取決めに基づき、月極域探査機（LUPEX）の概念設計を進めた。JAXAとしてのシステム要求設定を進め、2020年12月にシステム要求審査 (SRR)を実施し、計画決定フェーズへと移行した。また、米国宇宙機関（NASA）、欧州宇宙機関（ESA）から提供される観測機器に関する国際調整を進め、協定合意への準備を整えた。これにより米国アルテミス計画および国際宇宙探査計画への貢献を、より確実なものとすることができた。	世界初の直接測定水資源センサについて技術的な成立目途を得るとともに、宇宙用で世界最高密度となるリチウムイオン電池について、長期間月探査（１年間）への実用化目途を立てたことで、長期間の持続的探査に必要な技術の確立に貢献した。同電池は有人与圧ローバへの採用検討も始まり、ISROより着陸機搭載の引き合いも受けている。
④月面探査を支える移動手段（与圧ローバ） 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、月面探査を支える移動手段や環境制御・生命維持技術の高性能化等の研究開発を進める。	月面における有人探査の活動範囲を大幅に拡大する「有人与圧ローバ」のシステム検討を日本の中核的な民間企業（トヨタ、ブリヂストン、ホンダ等）及びNASAとの協力で進めており、そのシステムを米国アルテミス計画における中核的なインフラとして位置付けることができた。	アポロミッションと比較して飛躍的に拡大した探査領域での月面ミッション実現に向け、トヨタ自動車との共同研究を進め、再生型燃料電池の活用について本田技術研究所とも共同研究を開始するなど、日本が得意とするモビリティ技術の貢献により月面での存在感向上が期待される。

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。 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 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に関する検討を進める。	科学コミュニティと連携し、ゲートウェイ計画およびアルテミス計画において国際優位性のある日本発の科学ミッションを創出するべく、フィージビリティスタディ公募の発出を準備した。	計画に基づき着実に実施。
②民間企業等との連携の推進 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、ゲートウェイ利用のための国際調整や、民間サービスを活用する月周回や月着陸の実証機会について検討する。	●大学・民間企業による技術実証等の潜在ニーズの掘り起こしと、事業自立化による持続的な月周回打ち上げサービスの実現を目指して、「月周回利用促進プログラム」を企画立案し、民間企業と連携して検討を開始した。 ●民間事業者の月面輸送サービスを活用し、別の民間企業と共同開発する超小型ロボットを月面に走行させることで月面データを取得するミッションを立上げ、それぞれ企業との間で契約を締結した。 ●月面での推薬生成プラント構築に向けた研究活動への非宇宙系業の新規参入を促すため、宇宙探査イノベーションハブの仕組みを活用して、研究提案を募集し、民間企業等と4つのテーマで4件の共同研究を開始した。	月周回および月面における国内民間企業の主体的な活動促進に向け、複数のミッションで共同研究や調達契約を推進。民間企業による事業の自立化、および民間リソースを活用した継続的な月周回・月面への輸送サービス構築に向けて具体的な取り組みを開始した。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（続き）	（続き）	●有人与圧ローバシステム検討の一環として、新たに本田技術研究所との間で共同研究契約を締結し、再生型燃料電池システムの研究を開始した。 ●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は120社に上り、2020年度は月面社会のビジョンを共創するセッション等を開催し、2040年頃の持続的な月面活動の実現に向けてロードマップを検討した。	計画に基づき着実に実施。

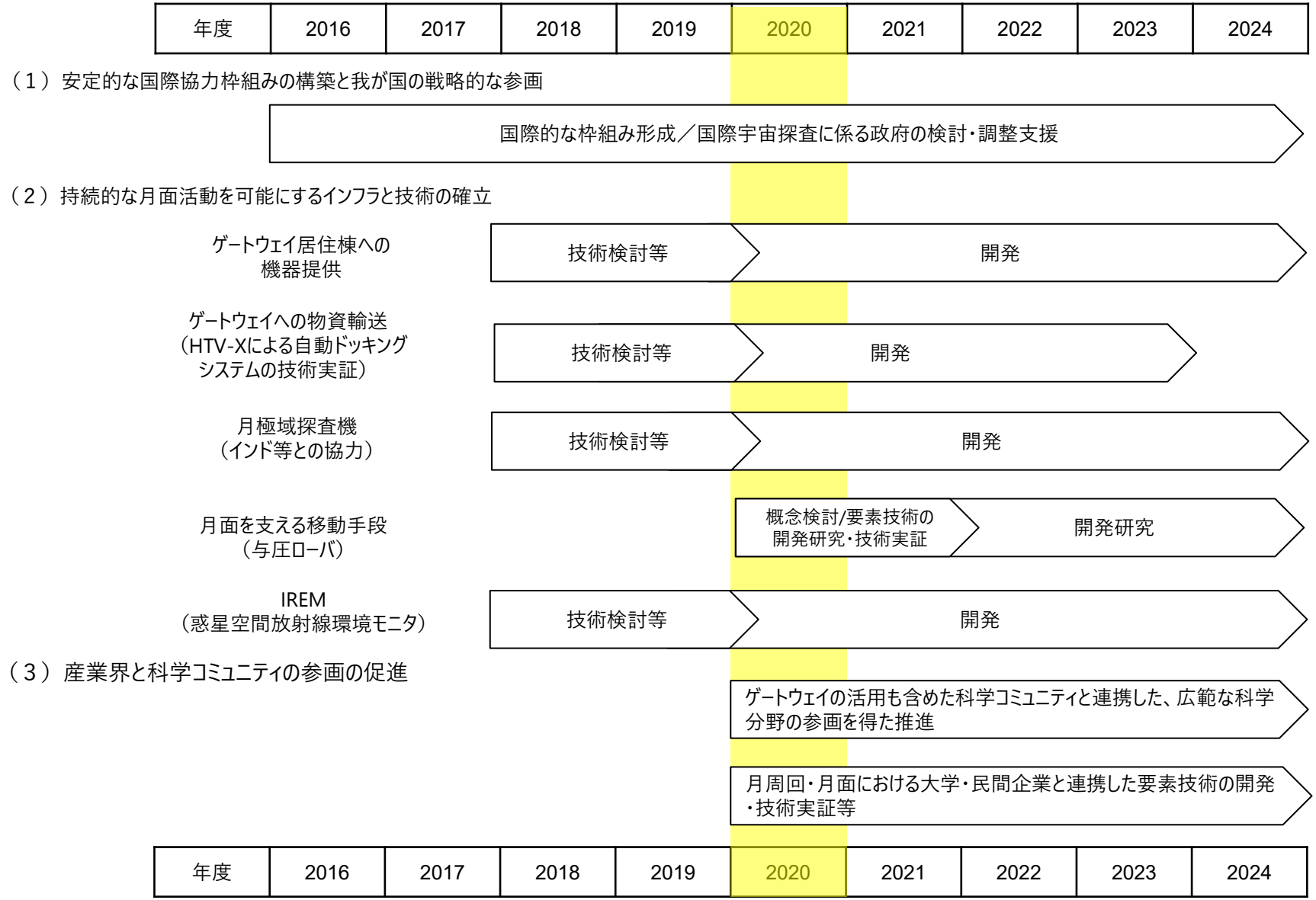
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
③将来の探査に向けた技術基盤の強化 月以遠への探査等、今後想定される国際的な探査プログラムの進展に向けて、環境制御・生命維持技術の高性能化や、重力天体着陸技術（高精度航法技術等）の高度化等、基盤技術の研究開発を進めるとともに、「きぼう」等の活用や地球周回軌道、月周回軌道及び月面等における実証機会の拡充に取り組む。	③持続的な月探査活動の実現に必要となる、月面探査を支える移動手段や環境制御・生命維持技術の高性能化等の研究開発を進める。	●月周回・月面における生命維持に必要となる物資補給（空気・水等）を完全に再生できる「完全再生ECLSS」の実現に向けた空気再生、水再生、廃棄物処理等の基盤技術の確立に向けて、「きぼう」を活用した軌道上実証を開始し、地上における試作試験等を通じて宇宙化に向けた進展を得た。 ●宇宙用としては世界最高密度（従来比40%増）を誇る超高エネルギー密度リチウムイオンについて、長期間（１年間）の月探査への実用化の目途をつけた。 ●液体水素の蒸発を防ぐ高性能多層断熱材に改良を加え、世界最高水準の断熱性能を更新し（前年度比30%増）、持続可能な月面活動を支える現地資源利（ISRU）の実現性を向上した。	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・エネルギーについて、我が国が優位性を発揮できる技術により研究開発を進め、世界最高密度の超高エネルギー密度リチウムイオン電池の実用化、世界最高水準の断熱性能を更新した。また、生命維持に必要となる物資の補給を最小限とする完全再生ECLSSの確立に向け進展を得た。これらにより、持続的な月探査活動の実現性を向上した。
	●MMXへの搭載に向け、惑星空間放射線環境モニタの開発に着手する。	2024年打上げ予定の火星衛星探査計画（MMX）への搭載に向け、惑星空間放射線環境モニタ(IREM)の基本設計を実施した。	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；宇宙科学・探査による新たな知の創造】 ○世界最高水準の科学成果の創出や我が国の国際的プレゼンス維持・向上等に貢献する宇宙科学研究、宇宙探査活動、有人宇宙活動等の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） ○人材育成のための制度整備・運用の成果（例：受入学生の進路等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等）

主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

スケジュール


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
開発研究
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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

JAXAが、国際宇宙探査協働グループ(ISECG)が発足した2007年以来続けてきた国際的な枠組み形成と技術調整の成果として、持続的な月探査の実現へ向けて2020年代から30年代にかけての国際的な月探査活動の計画（米国が主導するアルテミス計画）において日本がより高い存在感を発揮できるよう役割を明確にし、実施に向けた政府レベルでの基盤的な協力枠組み（「ゲートウエイに関する日米間MOU」「アルテミス合意（多国間政治的宣言）」「JEDI（MEXT-NASA間意向表明」）の形成に貢献した。

特に2020年度は、「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、日本の貢献候補となる各要素のシステム検討、研究開発により、システムの実現性と技術の優位性を示すことで、国際パートナーから高い評価を獲得し、最終的に上記の協力枠組における日本のプレゼンス向上に貢献した。

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）国際協調体制の構築をリード（米側の動向に関する情報収集等を通じた政府への支援については、Ⅲ.6.1項 参照.）

国際的な宇宙探査計画を戦略的に推進するためにJAXA独自に探査シナリオを策定し、これに基づき、世界の宇宙機関間の宇宙探査調整メカニズムであるISECGにおいて、議長機関として月・火星のシナリオ・技術検討を主導し、全参加機関の合意を形成して、国際月面探査ロードマップを取りまとめた（2020年8月発表）。共通の原則・ビジョンを共有し、「米国国家宇宙政策2020」をはじめとする各国の宇宙探査計画の策定の参考とされた。さらに議長機関としてISECGをオープンアーキテクチャの原則に基づき運営し、参加機関を大幅に増加させている（15機関→24機関：世界のGDPの80.6%、人口の54.9%に相当）。ISS計画とは異なり、計画段階で多くの国の参画を得つつ、ロードマップにより参加国間で探査に係る共通の原則・ビジョンを共有することで、各国において宇宙探査政策の策定に一定の透明性が確保されるとともに、日本の存在感を高めた。【補足１参照】

（２）技術面からの日米協力の推進と国際プレゼンスの向上への貢献

- アルテミス計画に対して、我が国が強みを持つ技術を活用し、戦略的に参画することを目指し、主体的に、政府間合意に取り上げられる日本の協力項目を具体化するための技術面を含めた検討・提案及び研究開発を加速し、NASA等の高い評価を得た。具体的には、①ゲートウェイの中核機能である居住棟生命維持機能、②ゲートウェイへの物資補給機能、③月極域探査ミッションによる米国有人着陸地点選定等に資する取得データ提供、④有人与圧ローバについてシステム検討及び研究開発を進め、これらのシステム実現性と研究開発の成果が技術調整や審査会の場においてNASA等の高い評価を得られ、日本の技術の優位性と貢献案に十分な技術実現性があることを示した。（具体的な研究開発成果は２項参照）
- 月探査シナリオを先導するゲートウェイの構築に関し、JAXAは日米間MOU締結（2020年12月）にあたり、上記の技術的な貢献を行うとともに、法務面においても政府を支援することにより、ISS計画に比べ国際調整メカニズムにおけるJAXAの位置付けが明確になるなど、より高い存在感をもって参画することとなった。具体的には、ISS MOU上ではJAXAは政府を支援できる立場以上の責任は明示されていなかったが、ゲートウェイMOUでは、ISS計画での経験や実績に基づくゲートウェイ活動計画策定への貢献を踏まえ、開発、運用、利用の各実務に関する意思決定メカニズム（ゲートウェイ計画管理委員会(GPCB)など）において、JAXAが日本政府の代表となることが国家間取り決めに明確に規定された。
- ISS計画では、利用要素である実験棟機能（「きぼう」）が日本の貢献の中心となっていたが、ゲートウェイでは有人システムの基礎となる要素である生命維持機能（ECLSS）を中心に貢献することとなった。（ECLSSについては、2.①参照）
- さらに、宇宙科学コミュニティとの協力による月極域探査ミッションの研究開発、及び日本が国際的競争力を持つ自動車産業と共同での有人与圧ローバの実現性検討の結果、これらが米国NASAの探査シナリオにおいて月探査計画アーキテクチャの中核システムと評価され、JEDIにおいて、ゲートウェイ以外の月面での日本の貢献要素として位置付けることができた。
- また、月面探査の具体的な協力枠組みの構築に向け、宇宙探査活動等の諸原則を確立するための多国間の政治的宣言である「アルテミス合意」（米、加、英、伊、豪、ルクセンブルク、UAE、日本の8か国）の協議を技術的、法務的に支援し、その締結（2020年10月）に貢献した。

【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 **ゲートウェイの基盤システムである居住棟生命維持機能**（ECLSS）については、地上検討により、**CO2除去能力を現行ISS用ECLSSより向上し、ISSより狭い（格段に緩衝容積が少ない）空間においても、GatewayのISSより厳しいCO2要求濃度（現行ISS 5.2mmHg以下→ゲートウェイ 3mmHg）を実現できる技術的な目途を得た**。さらに、将来の月周回・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」の実現に向けた水再生の基盤技術の確立に向けて、「きぼう」を活用した軌道上実証を開始するとともに、地上の試作試験では更なる省電力化のキー技術となるダイヤモンド電極の長寿命化に目途を得た。**【補足 2 参照】

② **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、**高い信頼性・安全性を確保するソフトドッキングシステムのキー技術を確立し、開発企業と連名で特許出願**した。また、従来の航法センサに比べ**高性能かつ低リソース（非協力物体対応のライダーとして測距頻度、消費電力、質量、サイズで世界最高）を実現する「フラッシュ・ライダ」についても、コア技術である高感度３D画像センサ（検出器）のEM（エンジニアリング・モデル）評価により性能達成の目途**を付け、さらに**開発企業により地上での民生用途（自動運転分野）への展開の取組み**が始まった。最も重要な機構の質量においても、**ドッキングシステムとして世界最軽量（現在最軽量の欧州のドッキングシステム（IBDM）より軽量）を実現する技術的な見込みを得て、国際的にも引き合いが来ている。**【補足 3 参照】

③ **月極域探査ミッション**においては、**宇宙用水資源センサについて、高度な民生用計測器の技術を活用して世界初の月面での水の重量濃度の直接測定の目途を得た。また、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、長期間（１年間）の月探査への実用化の目途を付けた。同電池はISRO(インド宇宙機関）より着陸機への搭載の引き合い**も受けている。【補足 4 参照】

④ **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、NASAと共同でミッションシナリオと月面走行条件を検討し、アポロミッションと比較して飛躍的に有人探査領域を拡大するミッション（探査期間30日、走行距離600km、越夜5日間）を定義。この定義に基づき、トヨタ自動車との共同研究を進め、試作車による自動運転技術の実証試験や地上車の部品・装置の月面環境への適用性試験を開始した。また月面でローバに電力を供給するシステムについて本田技術研究所と共同研究を開始し、同社の高圧水電解技術を活用したシステムの概念検討を行い、実現に向けた技術課題を識別した。【補足 5 参照】

⑤ **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**について、液体水素の蒸発を防ぐ高性能多層断熱材に改良を加え、**世界最高水準の断熱性能を更新し（2019年度の達成性能の30%増／海外類似品に対し質量単位で2倍以上の断熱性能）、燃費の優れた水素エンジンでの着陸機や持続可能な月面活動を支える現地水資源利用(水素の液体燃料化)の実現性を向上させるとともに、水素社会の一翼を担う地上における液体水素輸送への応用研究にもつながった。**【補足 6 参照】

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

- 民間企業と共同開発する超小型ロボットを月面に走行させることで月面データを取得するミッションを立上げ、**国内の民間企業が主体的に実施する月面輸送サービスの調達契約を初めて締結した。**さらに大学・民間企業による技術実証等の潜在ニーズの掘り起こしと、持続的な月周回実証機会の提供を目指して、「月周回利用促進プログラム」を企画立案し、民間企業と連携して検討を開始した。いずれも、**民間企業による輸送サービスを活用した事業自立化、継続的な月周回・月面への輸送サービスの構築に向けて具体的な取り組み**を進めている。
- ゲートウェイ計画およびアルテミス計画において**国際優位性のある日本発の科学ミッションを創出するべく、宇宙理学委員会／宇宙工学委員会と連携し、日本から提案する科学ミッションの検討を進める枠組みを構築し、フィージビリティスタディ公募の準備を進めた。**
- 月面での推薬生成プラント構築に向けた研究活動への非宇宙系業の新規参入を促すため、宇宙探査イノベーションハブの仕組みを活用して、研究提案を募集し、民間企業等と4つのテーマで4件の共同研究を開始した。また、有人与圧ローバシステム検討の一環として、新たに**本田技術研究所との間で共同研究契約を締結**し、新たに民間企業との協力を進めた。
- さらに、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は120社に上り**、2020年度は月面社会のビジョンを共創するセッション等を開催し、2040年頃の持続的な月面活動の実現に向けて、25の具体的な検討テーマを設定し、目標達成に向けたロードマップを検討した。これらの取組みにより、**非宇宙分野を含む民間企業・大学等の優れた技術の活用と新規参入に向けた関心の喚起ができた。**

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

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

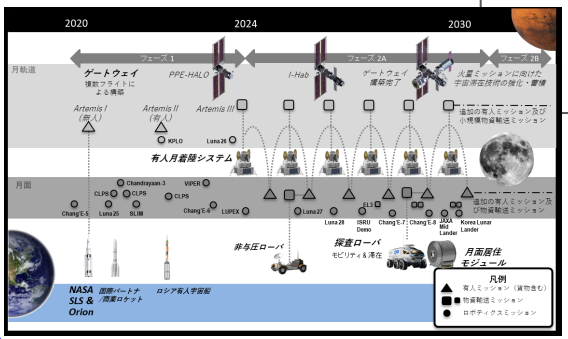
背景

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）

議長機関としてISECG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は議長機関として月・火星のシナリオ・技術検討を主導し、JAXAの探査の目標やシナリオを反映する形で、アルテミス計画の前提となる国際月面探査ロードマップを取りまとめた。（2020 年8月発表）**
- 議長としてIAFのオンラインフォーラム、Lunar Exploration Analysis Group (LEAG)、韓国の月探査シンポジウムでこのロードマップを紹介し、国際的なアピールに努めた。
- JAXAは議長機関としてISECGをオープンアーキテクチャの原則に基づき運営し、JAXAの呼びかけによりタイ国家地理情報・宇宙技術開発機関(GISTDA)の新規加入を始め、議長期間中に**参加機関を大幅に増加させた。（15機関→24機関）。**

ISECG月面探査ミッションシナリオ
（国際宇宙探査ロードマップより）

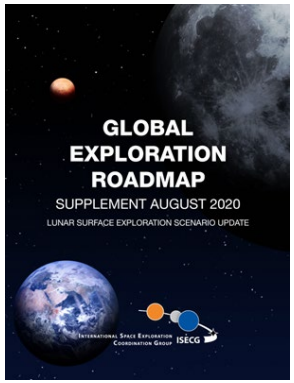




ISECG参加機関（2021年5月時点で26機関まで増加）

得られたアウトカム

- 米国国家宇宙会議（NsPC）において米国国家宇宙政策2020を策定するに当たり、国際月面探査ロードマップの内容がヒアリングされた。その結果、**「科学、月資源開発、有人火星探査を目的として月のインフラやサービスを開発する」という考え方・シナリオが同政策に反映された。**
- 参加機関の大幅増により、ISS計画とは異なり、計画段階に多くの国の参画を得ることで（世界のGDPの80.6%、人口の54.9%に相当）、**ISS計画とは異なり、計画段階で多くの国の参画を得つつ、ロードマップにより参加国間で探査に係る共通の原則・ビジョンを共有することで、各国において宇宙探査政策の策定に一定の透明性が確保されるとともに、日本の存在感を高めた。**



国際月面探査ロードマップ
（GER3 Supplement）



米国国家宇宙政策2020

評定理由・根拠（補足）

補足2：生命維持機能（ECLSS）の開発

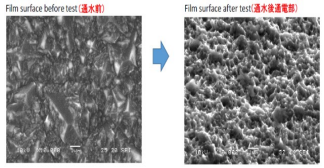
背景・課題

- 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。

「きぼう」軌道上実証の開始と再生ECLSSの基盤技術確立の目途付け

①水再生システム

- NASAの水再生技術と比較して尿中の有機物を効率よく分解できる高温高圧水電解をベースとして**再生率85%以上及び飲料水基準を満足するスケールモデルを開発し、「きぼう」を活用した実証試験により、世界で初めて無重力下における高温高圧電気分解による水の浄化再生技術を実証**した。
- さらに、**同システムの消費電力を大きく削減できるダイヤモンド電極**について、**成膜条件の変更により表面剥離の防止を実現し、長寿命化に目途を得た。**
- また、凝縮水の処理再生について、**UV殺菌器の新たな開発により、気泡交じり凝縮水中の細菌を99.999%殺菌することに成功**。さらに、**有機物を分解する水銀UVランプの代替品として、より安全なエキシマランプの選定及び性能評価を行い、宇宙化の目途を得た**。



110時間運転後のダイヤモンド電極表面の損耗状態

②空気再生システム

- 地上検討により、**CO2除去能力を現行ISS用ECLSSより向上し、ISSより狭い（格段に緩衝容積が少ない）空間においても、ISSより厳しいGatewayのCO2要求濃度（現行ISS 5.2mmHg以下→Gateway 3mmHg）を実現できる技術的な目途を得た。**
- CO2除去システムを構成する小型高圧ブロワ、バルブ、真空ポンプについて、試作を実施。除湿剤およびCO2吸着剤についても打上げ環境に耐える粉化対策を施し、振動試験により宇宙用の目途を得た。
- 有害ガス除去装置については、装置の中核プロセスである吸着および酸化触媒を選定し、宇宙船内で問題となる18種類のガス種について、除去できることを確認するとともに、ハニカム化した触媒を開発し、ゲートウェイにてより低消費電力を実現する見込みを得た。



剤粉化対策の振動試験の様子

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、ゲートウェイ計画において有人システムの基礎となる要素である生命維持機能で貢献することで合意した。（ゲートウェイMOU）**
- **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に実現に貢献できる。**
- **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。
- 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。**

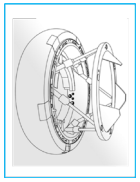
【新規開発】
①航法センサ（ISS/ゲートウェイとの相対的な位置・姿勢を測定）
②ドッキング機構（国際標準に沿った機械的結合機構）

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の採用を目指し**開発を進めた。
- コア技術である高感度３D画像センサ（検出器）開発において、「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**世界初の検出器として、EM評価によりその実現の目途を得た。**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%）ライダ開発が可能となる。**
- ISS実証に向けて予備設計フェーズに移行し航法センサの開発に着手。



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。
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する。

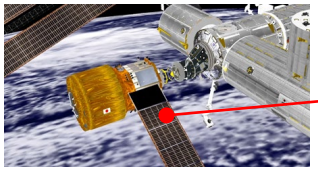

ドッキング機構

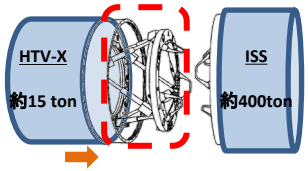
得られたアウトカム

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、**ゲートウェイ計画において有人システムの中核機能である物資補給機能で貢献することで合意した。**（ゲートウェイMOU）

他機関との連携

Flash Lidar開発メーカが検出器の民生用途への展開を本格化。


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が期待される。
- 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：月極域探査機に向けた重力天体表面探査技術の開発

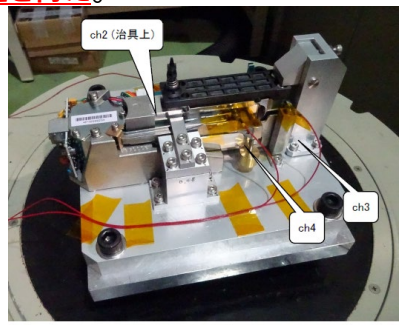
背景・課題

- 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に水の量と状態を解明するためのデータを取得する月極域探査機において、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重要。
- 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。

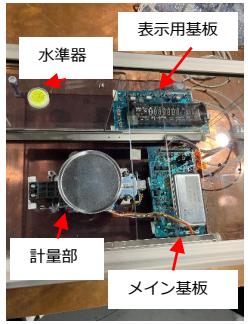
【課題①】　高性能で信頼性の高い宇宙用水資源センサ技術の確立
【課題②】　持続的な月探査を実現する超高エネルギー密度リチウムイオン電池の実用化

宇宙用水資源センサ技術の確立

宇宙用水資源センサについて、民間企業の協力を得て、民生用計測器の宇宙搭載化の検討を行い、**世界初の月面での水の重量濃度の直接測定の目途を得た**。



振動試験の様子



電磁適合性試験の様子

地上用の高精度水分計製造メーカの全面的協力により宇宙化に目途

得られたアウトカム

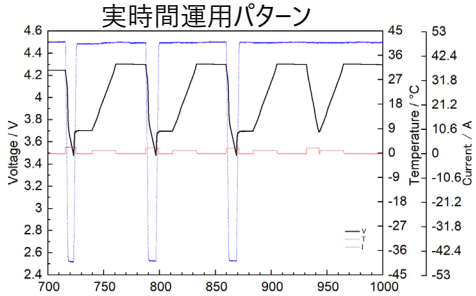
他国の探査は、水の重量濃度測定に**間接的な推定**を用いているが、本センサにより、地上で幅広く用いられている**信頼性の高い直接測定が可能**となり、**我が国の月資源探査に優位性をもたらす**。

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に対し、昨年度実施した安全性試験に加えて、実用に向けローバの運用を考えた実時間・温度での充放電試験を実施し**1年のミッション適用しても問題ないことを確認**。**月探査への実用化の目途を得た**。



超高エネルギー密度電池



1000時間超の運用を達成

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、**ISRO(インド宇宙機関)より着陸機への採用の引き合い**があり、**有人与圧ローバでの採用**も検討が開始された。

評定理由・根拠（補足）

補足5：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。**

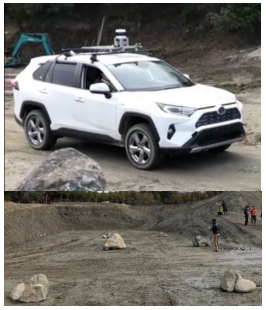
NASA及び宇宙産業の枠を超えた共同研究

①NASAとの共同検討

- 月面探査に関する共同検討において、与圧ローバのミッションシナリオ、月面走行条件等を検討し、**アポロミッションと比較して飛躍的に有人探査領域を拡大するミッション（探査期間30日、走行距離600km、越夜5日間）を定義**した。

②トヨタ自動車との共同研究

- NASAとのミッション定義に基づき、主なシステム課題である「打上げ質量（目標5トン）の成立性」、「排熱システムの成立性」、「電力システムの成立性」について、実現性検討を実施し、来年度の試作・試験による実現性検討計画を立案した。
- **地上車ベースの試作車による自動運転技術の実証試験を開始**した。また、与圧ローバに活用する地上車の部品・装置について、放射線試験や振動試験を実施し、月面環境への適用性の評価を実施した。【再掲】



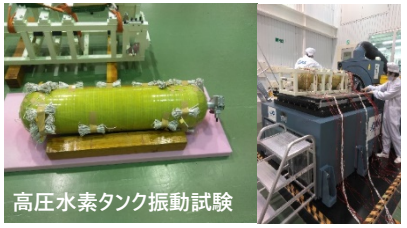
自動運転実証試験

③本田技術研究所との共同研究

- 月面で有人与圧ローバに電力を供給するシステムについて本田技術研究所との共同研究を開始し、**本田技術研究所が有する高圧水電解技術を活用したシステムの概念検討を行い、実現に向けた技術課題を識別**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」を立ち上げた。さらに、**月着陸ミッションを計画している民間企業との契約を締結**した。



高圧水素タンク振動試験

得られたアウトカム

米国NASAの探査シナリオにおいて月探査計画アーキテクチャの中核システムと評価され、政府間(MEXT-NASA)での意向表明（JEDI）において、ゲートウエイ以外の月面での日本の貢献要素として位置付けることができた。

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。

評定理由・根拠（補足）

補足6：重力天体離着陸技術の開発

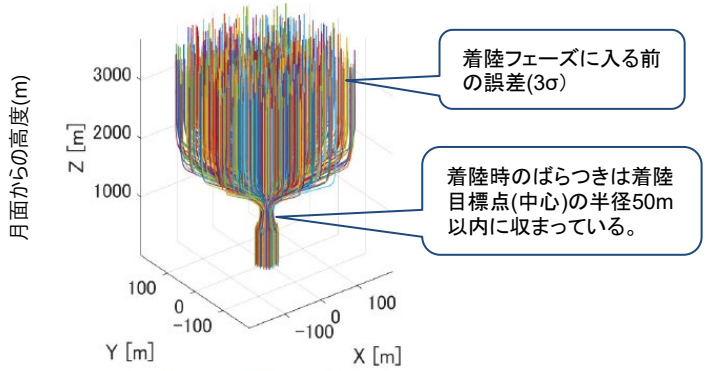
背景・課題

◆月着陸探査活動に向けて、キーとなる重力天体着陸技術（高精度航法技術等）の高度化と断熱性能の向上が必須。
◆特に断熱性能は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重要な技術。
【課題①】　技術的に難度の高い月の南極における高精度の着陸技術
【課題②】　着陸用エンジンとして、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着陸技術の精度向上

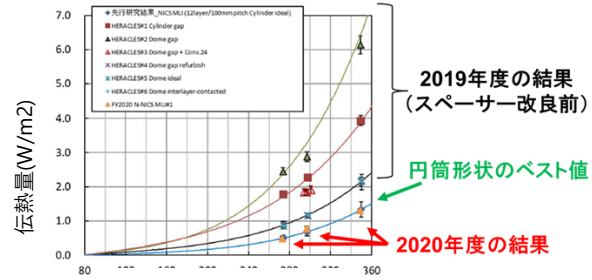
SLIMのキー技術であるピンポイント着陸技術を発展させ、**SLIMの着陸精度(半径100m)をさらに2倍向上させる(半径50m)技術の目途を得た。**



図：着陸精度に関するモンテカルロシミュレーション結果

②断熱性能の向上

JAXAで研究を進めてきた高性能多層断熱材に関して、2019年度の研究を踏まえて**多層断熱材のスペーサーに改良(形状とバネ力の見直し)**を加え，「複雑な形状」に対して「飛行中加速度による自重」や「温度変化による熱歪み」などに対しても輻射フィルムの層間距離を維持できるようにすることにより、**世界最高の断熱性能をさらに30%向上**した。



図：高性能多層断熱材試験結果

得られたアウトカム

燃費の優れた水素エンジンでの着陸機や持続可能な月面活動を支える現地水資源利用(水素の液体燃料化)の実現性を向上させるとともに、水素社会の一翼を担う地上における液体水素輸送への応用研究にもつながった。

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)	385,280	2,619,428	3,811,508				
決算額 (千円)	329,458	909,304	2,161,303				
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				

(※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				
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				

(*1)JAXAと他極実施機関との合意文書

・Gatewayミニ居住棟（HALO）に関するNASAとの覚書
・I-HAB への機器提供範囲に関するESA との追加合意（2020/12）
・Gatewayプログラムの参画機関間及びNASA/ESA等との間で、Gateway プログラム計画書、システム要求書、サブシステム要求書等を合意（全48件）
・火星IceMapperに関する意向表明書（2021/2）
・火星衛星探査機計画(MMX)に係る欧州宇宙機関(ESA)との協定(2021/2)
・火星衛星探査機（MMX）に関するNASAとの協定（LOA）の改訂協定（2020/10）
・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（2020/12）
・ISROとの間で月極域探査ミッションに関する運用コンセプト文書等を合意（全3件）

(*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

・月極域探査ミッション国際ワークショップ （2021/3）

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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。	国際的な宇宙探査計画に対し、我が国が強みを持つ技術を活用し、戦略的な参画を目指し技術検討及び研究開発を進めているところ、前年度からの進捗や世界と比較した成果レベルを示すよう努めている（世界最高密度、世界初等）。
○宇宙科学・探査、国際宇宙ステーション、有人宇宙探査等の基礎的な科学に関わる項目において、科学的成果及びその啓蒙普及（広報＝JAXAの視点）以外の側面で、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ということについて、KPIを設定するとともに、ISSと並行して月ゲートウェイ構想が始まる現行の第４期中長期目標期間においては、資金計画も含めた中長期ロードマップと年度目標及びKPIの明確化、並びにそれらに基づく客観的な進捗評価が必要である。	宇宙基本計画において、国際宇宙探査への参画は将来の経済活動や外交・安全保障等の観点が重視されているところ、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、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、③産業界と科学コミュニティを巻き込んだ宇宙探査の推進に向けて、各々の観点から客観性をもって成果を具体的に示した。また、2021年度計画より、各プロジェクトの開発の本格化に合わせ、マイルストンを設定した。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	前年度の成果について触れる場合は、今年度分と前年度分を明確に分けて記載するように心がけている。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	SDGsへの取り組みについては個別分野毎に行っていたところ、2020年度より全社的な枠組みの中での議論を進めているところである。 今後はどの目標に貢献できるかの検討を踏まえて、事業の成果がどれだけ社会問題の解決に貢献できたか、評価の場においてもご説明できるように努めたい。同様にSociety5.0の実現に向けた社会実装・事業化の観点からの記載を心掛けたい。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、航空宇宙開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる
○多額の費用負担が予見される国際有人宇宙探査においては、参画の意義、期待される成果、想定される費用等、国民（納税者）目線でのアウトカムKPIを設定するとともにISSとの関係性及び資源配分の考え方などが十分に説明される必要がある。	アルテミス計画への参画は、科学的成果だけでなく外交・安全保障、経済活動の点からも我が国にとって意義のある取り組みとするべく、ISSで培った技術の活用や実証も含め、効率的・効果的に進める。これを踏まえ、各年度の実績や直接的なアウトプットだけでなく、中長期的に達成を目指すアウトカム目標を示し、これに向けた進捗という形で成果を説明する。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○アルテミス計画への参画を中心とする月探査においては、民間企業の協力も得ながら、官民連携の下、事業を進める方針となっているが、長期間となり、計画の具体化もこれからである有人宇宙探査において、民間の活動を過度に期待することは一定のリスクがある。民間投資が集まらない事態も考え、計画/予算の早期具体化とモニタリング結果に基づく随時見直しを行い、確実な達成に努めていただきたい。	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ている。民間企業との連携に当たっては、企業の意見の意見を取り入れつつ、民間輸送サービスを活用しながら、JAXAとして開発リスクを分担するなど必要な支援を通じて、将来的な事業自立化を目指す。
○有人探査は特に国民の強い支持が必要な分野なので、国民の理解と支持を得るための努力と成果について、より具体的かつ定量的に適切な項目にて提示していただきたい	より広く一般層や産業界に対し、持続的な月探査を目指すアルテミス計画を含め月面探査への理解と活動参加を促進するため、国際宇宙探査シンポジウムをオンラインで複数回開催した。シンポジウムでは産学官の登壇者による「目指したい月面社会の将来像」や「実現への道筋」等の議論を展開し、累計で約11万回の視聴数を獲得した。

Ⅲ．3．8 ISSを含む地球低軌道活動

2020年度 自己評価 A

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．8	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。 （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 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。 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。 （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 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等）の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、利用機会の定時化（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。	• ISS最大の遠心機(CBEF-L)を新たに搭載。また、超小型衛星放出は増力を増強した放出機構（JSSOD-R）を新たに設置。 • iPS細胞由来の細胞塊を用いた立体臓器への大血管付与を目指す三次元培養技術開発や膜タンパク質の結晶化実験等、宇宙で世界初となる取組みを実施。 • タンパク質結晶化実験は、デュシェンヌ型筋ジストロフィー(DMD) に有効性の高い阻害剤候補の創出結果を基にした阻害薬への製薬企業による有効性と安全性が確認され、第3相臨床試験を開始。 • 静電浮遊炉(ELF)で得られた酸化エルビウムの密度データを、NIMSを含む11機関、及び、Spring-8と連携し、ガラスにならない超高温酸化物液体が持つ特異構造を発見。 • 東北メディカル・メガバンク機構と連携し、宇宙環境で加速する遺伝子を発見。また、同機構と宇宙生命科学統合バイオバンクのデータベース（DB）を公開 (11月)。 • 「きぼう関連で前年を上回る194件、累計2,000件超の論文を発表。	• CBEF-Lの搭載により、実験能力が量的、質的に向上し、実験技術の適用範囲が拡大。また、超小型衛星放出は、市場の広がりをにらみ、放出能力を4倍（6U⇒24U）に増強し、民間利用の拡大に貢献。 • 三次元培養では、肝芽の長期保存や血管様構造体への接着、微小重力下での粒子の集合状態維持等、将来の地上、宇宙での三次元培養技術開発につながる知見を獲得。 • DMDは、「きぼう」でのデータを基に選択的かつ強力な阻害薬の理論的分子設計、化学合成が行われ、ヒトでの安全性も確認され、大学等が進める阻害剤候補の創出に貢献。 • ELFは、ガラス、セラミックの材料開発だけでなく、マグマから鉱物が形成される地球成立過程解明にもつながる重要な知見であり、英国科学雑誌「NPG Asia Materials（IF：8.052）」に掲載 （6月） 。 • 遺伝子の発見は加齢変化を食い止め健康長寿に、DBは地上のヒトDBとの統合解析が可能になり探査に向けた解析にもつながることが期待。（成果はNASA等と共同で論文（Cell 、IF:38.63）に発表）。 • 限られたリソースの最大活用によりISS参加国中最も効率よく利用成果を創出(5極 topの効率利用)

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。 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。 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、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、超小型衛星放出及び船外ポート利用の事業化を踏まえて、長期的・国際的な市場需要が見込まれる分野や成熟した利用領域のプラットフォーム化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さらに推し進めることで、海外も含めたユーザーの開拓、ISS及び将来の地球低軌道における利用の拡大を図る。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。 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。	• HTV-X技術実証機からの超小型衛星放への協力企業を募集。 • 高品質タンパク質結晶化実験に関し、JAXAの技術を活用し民間独自のサービスを展開する新たな形態として、事業化に向けた民間パートナーを募集し、SpaceBD 社を選定。 • スペインベンチャーSatlantis社の「iSIM」(超小型衛星搭載用地球観測カメラ)やJ-SPARCの枠組みを通じた新たな技術実証を実施。 • KIBO宇宙放送局は、ポケモン、コカコーラ、Twitter Japan等と連携し、「きぼう」との双方向ライブ配信を実施。AVATAR-Xは、JAXA外から一般人が「きぼう」のカメラを操作する初の技術実証に成功。 • 中型曝露実験アダプタ（i-SEEP）、宇宙日本食に対し、民間利用や企業の参画促進に向けた改良や制度の見直しを実施。	• HTV-Xからの放出は、SpaceBD 社を選定し、民間との相乗効果による新たな利用機会を提供。 • 高品質タンパク質結晶化実験事業化は、JAXAの実験を請け負いつつ、請負を通じノウハウを獲得しながら独自の実験サービスを展開し、国内外の顧客を獲得することで将来の自立的な事業運営を目指す。 • 「iSIM」は、HTV9で打ち上げ、契約後約1年半で実証機会を実現する等海外ユーザーのビジネス需要にもタイムリーに対応。スペイン国王を含め高い評価を得た。 • 宇宙放送局やスペースアバター等、「きぼう」を軸に、宇宙の垣根を超えたエンターテイメント含む新たな事業実証の場としても進展。 • 「i-SEEPは海外への販路や民間利用の拡大、、宇宙日本食は自治体の参入促進や普及啓発が評価され、文科大臣表彰を受賞。

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。	地球低軌道有人宇宙活動の2025年以降に向けた在り方や可能性の検討については、技術的な検討を含めJAXAとしての案を提示。	提示した案については、宇宙開発利用部会の国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会において中間とりまとめ（案）に供される（12月）等、政府の検討を支援。

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 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の最大化を図ることで、日米協力関係の強化に貢献する。	• JAXAのみが有する2000℃以上の高融点材料を非接触で浮遊、溶融可能な静電浮遊炉(ELF) を用い、各国のリソース（宇宙飛行士の作業時間等）がひっ迫する中、NASAが自らのリソースを供出する形で米国実験（Round Robin、タフツ大）を実施。 • JAXAのみが有する月や火星の重力環境を模擬できる小動物宇宙飼育システム（MHU）を活かし、低重力環境での長期生物影響評価等を目的にNASA-JAXA Partial-G共同ミッションを発表(4月)。	• ELF実験では、CMSX（ニッケル基単結晶超合金。タービンブレイド等の耐熱性資材に活用）のデータを世界で初めて取得（12月）し、次世代超合金分野での活用に向け進展。ESAの装置では得られなかった金のデータ取得について、NASAから高く評価された。 • JAXA-NASA Partial-G締結により、JAXAの低重力環境とNASAの実験装置、機会との相互利用により、探査につながる成果の創出に向け前進。 • 日米の相乗効果によるデータ取得や日本の実験装置への知見獲得等、「日本のやりたいこと」も実現。

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」、宇宙ステーション補給機（以下、HTVという）「こうのとり」を安定的かつ効率的に運用するため、HTV 9 号機の打上げ及び運用に取り組むとともに、日本人宇宙飛行士の活動を安全・着実に行う。さらに、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）の詳細設計及び１号機、２号機の製作等を行う。また、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協力の枠組みの活用等を推進し、アジア・アフリカ等の新興国等による「きぼう」利用をさらに拡大し、国際的プレゼンスの発揮に貢献する。	• HTVは、最終号機である9号機を5/21に打ち上げ、ISS用の大型バッテリー等を輸送、8/20に大気圏へ再突入し、全号機の運用を終了。運用に際しては、要員配置を含む3密回避の徹底等最大限のコロナ感染症予防策を実施し、成功を支えた。 • 野口飛行士を載せたCrew-1は、11/17に打ち上げが成功。ISS長期滞在を開始。野口飛行士にとっては3回目の宇宙飛行。「きぼう」、「こうのとり」の開発、運用を通じ獲得した有人宇宙技術、安全技術に加え、スペースシャトルやソユーズへの日本人搭乗に伴う安全評価で蓄積した知見等に基づき、Crew-1への安全確認にも貢献。打ち上げに際しては、現地への派遣要員を最小化する等、コロナ対策を徹底。 • 船外活動（EVA）では、太陽電池アレイの架台取付け等を実施。 • ＜プロジェクト＞HTV-Xは詳細設計、１号機、２号機の製作等を実施。 • 「きぼう」からの超小型衛星の放出は、グアテマラ、パラグアイ、フィリピン、イスラエル等について行い、放出数は海外累計で22か国、31機（米国分と併せると276機）に。 • 日米協力による「きぼう」ロボットプログラミング競技会は、オブザーバを含め世界中から361チーム、1340名が参加。 • 「きぼう」からの放出経験国ルワンダでは、宇宙庁発足の国会承認が下り、発足に向けた動きが加速。	• ISS補給船中唯一のISS用大型バッテリー輸送を含め、コロナ禍でのISSの安定運用に貢献し、の全機打上げ成功を達成。我が国の技術力と安定した運用により、国際パートナーからのさらなる信頼を獲得。HTV-Xの自動ドッキング技術獲得に向け、無線LAN経由のリアルタイム映像伝送技術実証も実施。 • 米国民間宇宙船の運用初号機へ他極に先駆け初の国際パートナーとして野口飛行士が搭乗し、日本の 国際プレゼンスを向上。初号機で得た知見を基に、今後の星出、若田、古川飛行士へ経験を繋ぎ、新たな飛行士募集を含め、安定的な打ち上げへ、運用に向けた足掛りを獲得。 • HTV-Xは計画に基づき着実に実施。 • 超小型衛星放出は、グアテマラでは初衛星となり、放出の模様は10万人以上が見守り多数の報道 (新聞14社、テレビ 4社)される等、日本のプレゼンス向上にも貢献。 • ロボットプログラミング競技会には世界中から多数の参加を得ると主に、これをきっかけに6機関のKibo-ABC新規加盟、過去最多となる12か国・地域のアジアンハーブ実験参加等に発展する等、「きぼう」を軸としたさらなる広がりを実現。 • ルワンダでは宇宙庁発足に関連し貢献事例として「きぼう」からの放出(2019年11月)が取り上げられるなど、一連の取り組みを通じ途上国の宇宙参加や人材育成を実現し、SDGsにも貢献。

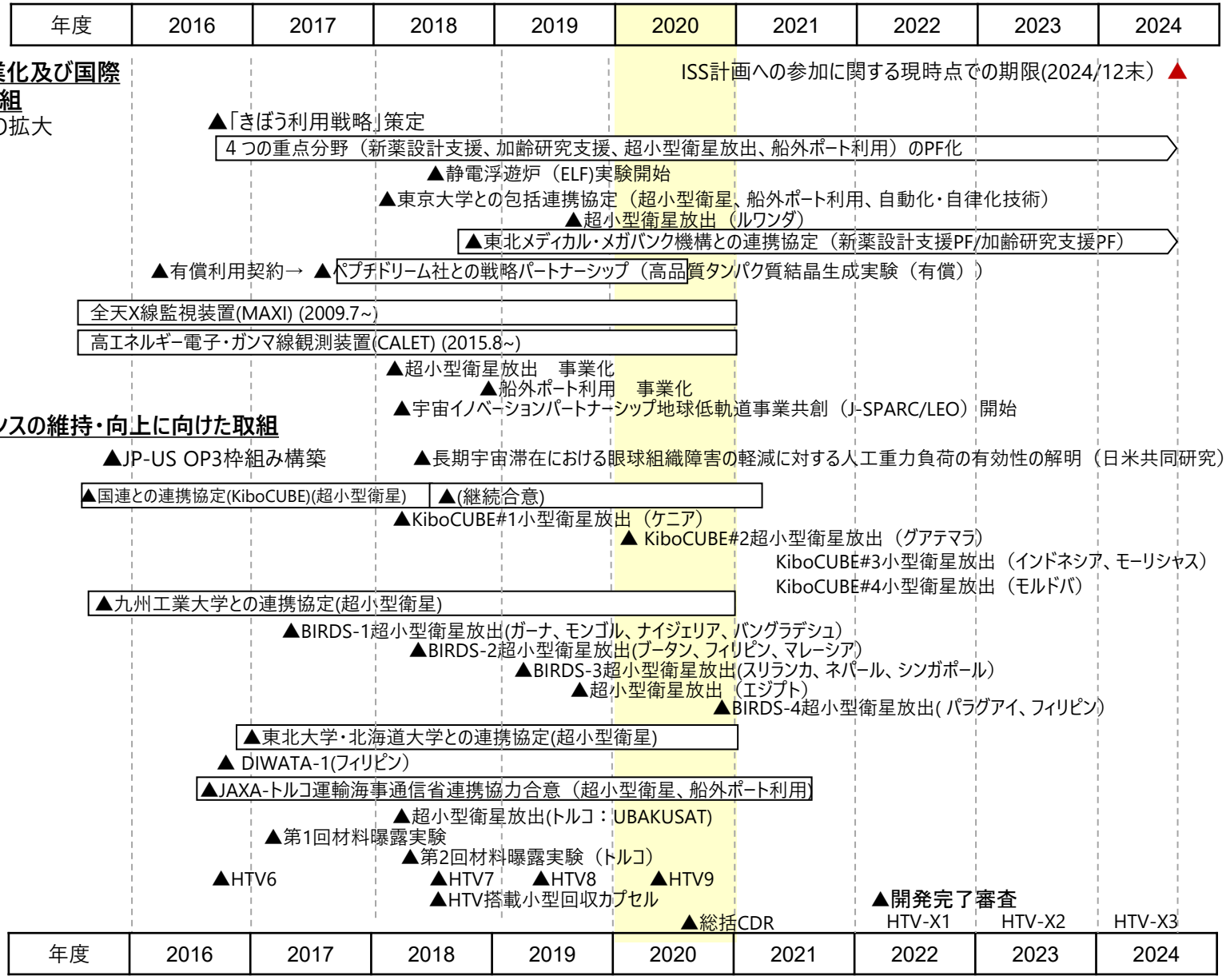
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
さらに、有人宇宙活動も含めた国際宇宙探査や将来の地球低軌道宇宙活動等に資するため、水・空気補給量の大幅な削減を目指した再生型環境制御等の有人滞在技術、定型的なクルー作業を代替する自動化・自律化技術、超長期や地球低軌道以遠でのクルー滞在に必要となる宇宙医学・健康管理技術、地球低軌道利用拡大に向けた技術について研究開発を進めるとともに、ISSを最大限活用した実証を行う。	さらに、有人宇宙活動も含めた国際宇宙探査や将来の地球低軌道宇宙活動等に資するため、水・空気補給量の大幅な削減を目指した再生型環境制御等の有人滞在技術、定型的なクルー作業を代替する自動化・自律化技術、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の研究開発を行う。	• 空気再生システムの主要装置であるCO2除去システムの開発を実施中。 • ISASとの連携による、MMX等探査機の着陸機設計に資する地盤特性（レゴリス）の重力依存性研究を完了（6月）。 • 与圧ローバについて、トヨタとシミュレーションを通じた走行中の動力や放熱性能の確認、タイヤの試作、走行評価、VR（仮想現実）や原寸大模型を活用した有人与圧ローバ内部の機器配置検討等、各技術要素の部品試作、試作車の製作を実施。 • ホンダとの有人探査に向けたロボット技術獲得のための共同研究（5月）、酸素製造技術獲得のための共同研究（11月）を開始。	• CO2除去システムは、ゲートウェイの国際居住棟（I-HAB）における主要な生命維持機能等を担う予定。ゲートウェイ での長期滞在を支援するなど重要な役割を果たし、その先の火星有人探査も視野に技術開発が進展。 • 重力依存性研究では、月・火星の重力を模擬可能な実験環境を活かし、レゴリスの挙動解明等短期間で探査につながる技術実証を実現し成果を獲得。 • 与圧ローバは、NASAが月面探査の主要要素としても期待している重要な要素であり、有人与圧ローバを出発点に月面社会のビジョンや課題を業種横断で検討する「有人与圧ローバが拓く“月面社会”勉強会（通称、チームジャパン勉強会）の取り組みも交え “チームジャパン”として企業の技術力や知見を結集し、持続的な月面活動の実現に向け取り組みが進展。 • ホンダとの共同研究では、課題の一つである通信遅延環境下での遠隔操作技術や高圧水電解による酸素製造技術について双方の技術融合を促進。

主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；宇宙科学・探査による新たな知の創造】 ○世界最高水準の科学成果の創出や我が国の国際的プレゼンス維持・向上等に貢献する宇宙科学研究、宇宙探査活動、有人宇宙活動等の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） ○人材育成のための制度整備・運用の成果（例：受入学生の進路等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等）

主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

スケジュール


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
▲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)
▲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（インドネシア、モーリシャス）
KiboCUBE#4小型衛星放出（モルドバ）
▲九州工業大学との連携協定(超小型衛星)
▲BIRDS-1超小型衛星放出(ガーナ、モンゴル、ナイジェリア、バングラデシュ)
▲BIRDS-2超小型衛星放出(ブータン、フィリピン、マレーシア)
▲BIRDS-3超小型衛星放出(スリランカ、ネパール、シンガポール)
▲超小型衛星放出（エジプト）
▲BIRDS-4超小型衛星放出(パラグアイ、フィリピン)
▲東北大学・北海道大学との連携協定(超小型衛星)
▲ DIWATA-1(フィリピン)
▲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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

コロナ禍の中、徹底した感染対策により、筑波での「きぼう」、「こうのとり」の運用だけでなく、宇宙飛行士を含め国内外の移動を伴う訓練や打ち上げ、実験成果の回収を行い、国内外でのプレゼンスを発揮した。特に、「こうのとり」は、ISS補給船で唯一ISS用大型バッテリーを輸送するなど、11年にわたる運用において全９機連続成功を達成。コロナ禍の影響で海外の補給船が遅れる状況でも着実に打ち上げ、運用を遂行し、ISS係留延長にも対応する等ISSの確実な運用を支えた。また、「こうのとり」の開発・運用には国内企業約400社の参画があり、国内の産業基盤や人的資産の維持、向上に寄与するとともに、ランデブ・キャプチャーやスラスタ技術は海外展開にも成功し、我が国宇宙技術の国際競争力強化にも貢献した。野口飛行士も、米国有人機打ち上げ再開の運用初号機に国際パートナーとして唯一搭乗し、様々な軌道上実験や船外活動を通じISSの運用をけん引した。

「きぼう」利用は、新たな技術獲得や民間需要の創出、利用の広がりを実現し、ISS参加5極中最も効率よく利用成果を創出した。具体的には、臓器創出を目指したiPS細胞を用いた立体培養技術の開発、創薬分野のニーズが高い膜タンパク質の結晶化技術の開発、宇宙放送局やアバターなどの民間の事業展開に向けた取組み、アジアンハーブやロボットプログラムチャレンジといった新興国の宇宙参画の実現や人材育成への貢献、さらには探査に向けた月、火星の重力模擬環境による実験等を行うなど、新たな地球低軌道利用の可能性を拓いた。

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）民間需要を創出しつつ民間との協力を広げ、事業化を含めた利用を拡大

- 新たな衛星放出機会の創出：「きぼう」では困難な高度500㎞からの放出に向け、HTV-X実証機からの放出機会への協力企業にSpaceBDを選定（10月）。
- 事業化の取組み(高品質タンパク質結晶化実験サービス)：JAXAの技術を活用し民間独自のサービスを展開すべく、事業化に向けたパートナーにSpaceBDを選定（3月）。
- スピード重視のベンチャー需要への対応：ベンチャー商品の早期市場投入に必要な軌道上実証の早期実現に向け、事業者（SpaceBD）と一体となり、安全・技術評価プロセスの効率化を図りつつ、厳しい有人安全要求に対する受け入れ可能な安全設計や検証方法に対する技術支援を実施。船外ポート利用事業では、スペインベンチャーSatlantis社の「iSIM」による超小型衛星搭載用地球観測カメラの技術実証を契約後約1年半で達成。
- エンタメ分野の事業創出：構想段階から運用、安全面を含め様々な視点からアドバイスを行い、契約締結を後押しし、運用に至るまで事業実現に向け一体となり実施。KIBO宇宙放送局（J-SPARC案件、バスキュール）は、ポケモン、コカコーラ、Twitter Japan、三井不動産、テレビ東京等と連携し、「きぼう」との双方向ライブ配信を実施（8月、12月）。JAXAのシンポジウムでもJAXA・NASA・ISSの通信を実施し、民間の実証を後押し。AVATAR-X（同、JAMSS/ANA アバターイン）も、JAXA外から一般の方々が「きぼう」の宇宙機器(カメラ)操作を行う初の技術実証を成功（11月）。（参照：Ⅲ.4.1項）

【評定理由・根拠】（続き）

１．地球低軌道利用の拡大と事業化に関する取組（例）(続き)

（２）日本独自の利用技術開発や部門、機関横断による世界初の科学研究成果など、地球低軌道の持続的な利用需要の拡大につながる成果を獲得

- 利用拡大に向けた機能向上：従来に比べ重力勾配が小さく、試料をより多く搭載可能な大型人工重力発生器(CBEF-L)を整備。遠心機の回転を変えることで月や火星の低重力を実現出来、探査に向けた事前検証を可能とするISS唯一の実験環境が完成。また、超小型衛星市場の広がりをにらみ、放出能力を4倍（6U⇒24U）に増強した放出機構（JSSOD-R）を設置。
- 医療、創薬ニーズへの貢献：iPS細胞由来の細胞塊を用いた立体臓器への大血管付与を目指す三次元培養技術開発やLCP法による膜タンパク質の結晶化実験等、宇宙で世界初の取組みを開始（12月-）。三次元培養では、肝芽の長期保存や血管様構造体への接着等、将来の技術開発につながる知見を獲得
- 当初目的を超える成果と技術の継承：静電浮遊炉(ELF)は、NIMS等11機関と共同で酸化エルビウムの密度データとSPring-8の分析等を組合せ、当初目的の材料開発だけでなく惑星物理にも寄与するガラスにならない超高温酸化物液体が持つ特異構造を発見（6月）。また、HTV7の回収カプセル真空断熱容器技術を応用し、タンパク質等ライフ系サンプルのISS向け小型運搬容器を開発。米国の冷蔵、冷凍システムを使用せず単体で温度維持が可能になった。
- 著名誌への掲載：マウス研究では、東北メディカルメガバンク機構と連携の上、健康長寿につながる宇宙環境で加速する加齢変化を食い止める遺伝子を発見し、Nature 関連のCommunications Biology（IF4.049）で発表(9月)。同機構とは宇宙生命科学統合バイオバンクのデータベースも公開(11月)し、地上のヒトデータベースとの統合解析が可能になり探査に向けた解析にもつながるとともに、成果はNASA等と共同で論文（Cell 、IF:38.63）発表も行った。

【評定理由・根拠】（続き）

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）コロナ禍での「こうのとり」9号機の確実な打ち上げ、野口飛行士のISS長期滞在を通じたISSの安定運用への貢献とHTV-Xに向けた取組み

- 9号機の成功と国際的評価、HTV-Xに向けたデータ取得：8月の再突入をもって全ミッションを成功裏に終了。コロナ禍のなか射場作業を含め徹底した対策を講じ、NASAのプロマネを含め基幹的役割を果たしたことに高い評価を得るとともに、無線LANを経由したリアルタイム映像伝送の技術実証（WLD）等HTV-Xでの自動ドッキング技術獲得に向けたデータも取得。
- 野口飛行士によるISS運用への貢献：コロナを踏まえ訓練を含め細心の注意を払いつつ、世界中から注目の集まる民間有人輸送船運用初号機打ち上げ（11月）を通じ国際プレゼンスを示した。船外活動では、新規システムとなる新型太陽電池アレイの架台取付けを行うなどISSのアップグレードにも貢献。
- 後続の飛行士への取組：星出飛行士のコマンダー就任、若田、古川両飛行士の搭乗が決定し、新たな飛行士募集に向けRFI、パブコメも実施。

（２）「きぼう」利用を通じたアジア太平洋諸国・地域の宇宙参画による人材育成とSDGs等への貢献

- 新興国の人材育成、SDGsへの貢献：衛星技術を有する国内大学と連携し、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参画機会や実験プログラムを設定、提供する細やかな戦略と持続的サポートにより新興国を含むアジア太平洋諸国・地域の宇宙参加、「きぼう」利用を推進。
  - グアテマラ、パラグアイ、フィリピン、イスラエル等の小型衛星を放出し、放出数は海外累計で23か国、32機（米国分と併せると276機）に。
  - 2019年11月に「きぼう」から衛星放出したルワンダで宇宙庁発足の国会承認が下り、貢献事例として「きぼう」からの放出が取り上げられた。
  - ISSドローンロボットを用いた第1回「きぼう」ロボットプログラミング競技会に、アジア太平洋から313チーム／1168名の学生が参加（10月に決勝を実施）。
  - アジアンハーブ実験プロジェクトを12か国・地域（過去最多）参加のもと開始し、野口宇宙飛行士が軌道上栽培実験を実施（2月）。

（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（ELF）による米国のデータ取得：NASAが自国リソース（飛行士の作業時間等）を提供する形でJAXAのELFを使った材料実験（PI: 米タフツ大）を実施し、鋳造や溶接などのプロセス改善につなげるデータを取得（1月）。ISSにおいて、米国が日本の実験装置を単独で使う初の事例となった。
- 探査に向けた小動物飼育システムでの協力：JP-US OP3の下、JAXAの小動物宇宙飼育システムを用いた低重力ミッションの共同実施についてNASAと合意（4月）。JAXAのみが有する月や火星の重力環境を模擬できる実験環境が高く評価された結果。

（４）探査に向けた技術開発

- 「きぼう」ならではの環境を活かした早期実証：MMX等探査機の着陸機設計に資する地盤特性(レゴリス)の重力依存性研究に関し、月、火星の重力を模擬可能な環境を生かし、レゴリスの挙動解明等「きぼう」での実証実験を完了（6月）。フィジビリティー検討から約1年半の短期間で探査につながる技術実証利用を実現。
- ゲートウェイ向け開発：ゲートウェイ国際居住棟(I-HAB)の主要な生命維持機能等を担う、CO2除去システム(空気再生システムの主要装置)の研究開発を実施。

３．なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

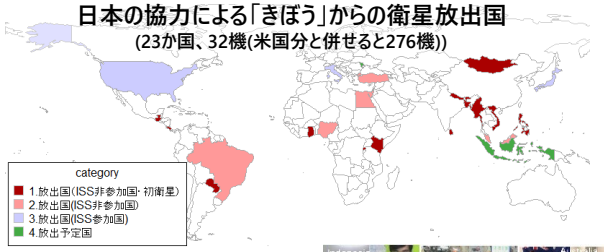
評定理由・根拠：補足（総論）

コロナ禍でのHTV打ち上げ・運用完遂、野口飛行士の活躍（①）




・コロナ禍の中「こうのとり」9号機を成功させ、100%打上げ成功を達成。ISS用大型バッテリーの輸送を含めISSの基幹的役割を果たす。
・野口飛行士がスペースXのクルードラゴン宇宙船に初の国際パートナとして選定され、船外活動では新規システムとなる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。

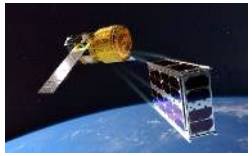
新興国の人材育成、SDGsへの貢献（④）

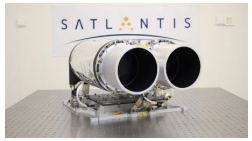




・国内の大学とも連携し、各国の状況に応じたきめ細やかな「きぼう」利用の機会とサービス提供による宇宙参加を実現し、「きぼう」を軸としたさらなる広がりを獲得。
・アジア太平洋諸国・地域との協力取組みも踏まえ、新興国の宇宙参加や人材育成を促し、SDGsにも貢献。

新たな利用機会の創出と非宇宙を含む利用拡大（②）





・HTV-X技術実証機からの超小型衛星放出の協力企業及び高品質タンパク質結晶化実験サービスの事業化に向けたパートナーに、SpaceBDを選定（10月）。
・船外ポート利用事業は、スペインのベンチャーへ短期間で実証機会を提供する等海外需要にもタイムリーに対応。
・宇宙放送局やスペースアバター等エンタメを含め、民間による利用が拡大。

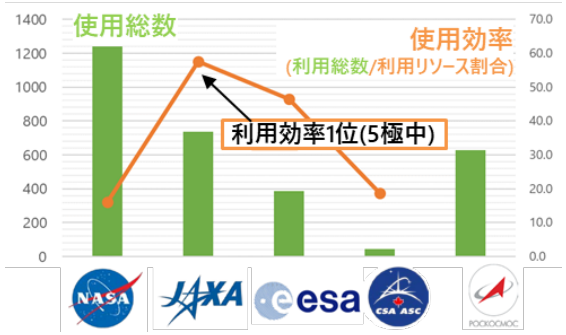
日本の協力による成果獲得（JP-US-OP3）（⑤）






・我が国のみが持つ静電浮遊炉や可変重力環境下での小動物飼育装置を活かし、米側クルータイム（飛行士の作業時間等）活用を含む日米相乗効果でのデータ取得等を実施し、NASAからも高評価を獲得。
・データ取得のみならず、日本の実験装置への知見獲得を含め、「日本のやりたいこと」も実現。

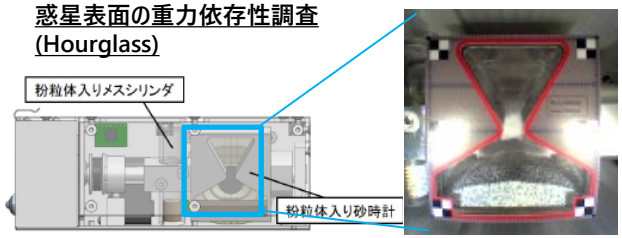
自らの能力向上と組織、分野を超えた成果の創出（③）



・自らも能力を向上しつつ、iPS細胞由来の細胞塊を用いた三次元培養技術の開発等、部門、機関横断により世界初の科学研究成果を獲得。
・これら地球低軌道の持続的な利用需要の拡大につながる成果をISS参加国中最も効率よく創出。

将来低軌道、探査につながる技術開発（⑥）

惑星表面の重力依存性調査 (Hourglass)



ゲートウェイ国際居住棟における主要な生命維持機能等を担うCO2除去システムやISASとの連携による月・火星の重力を模擬可能な環境を活かしたMMX等の着陸機設計に資する研究開発等、「きぼう」の強みを最大限に活かし組織横断で将来につながる技術開発が進展。

評定理由・根拠：補足（各論①）

コロナ禍での「こうのとり」9号機打ち上げ、全９機連続でのHTVミッション達成によりISS安定運用をけん引

背景（年度計画との関係等）

- 「きぼう」、「こうのとり」を安定的かつ効率的に運用するため、９号機の打上げ及び運用に取り組むとともに、日本人宇宙飛行士の活動を安全、着実に行う。

アウトプット

- 最終号機である9号機を5/21に打ち上げ、ISS用の大型バッテリー等を輸送、8/20に大気圏へ再突入し、全号機の運用を終了。
- 運用に際しては、要員配置を含む3密回避の徹底等最大限のコロナ感染症予防策を実施し、成功を支えた。

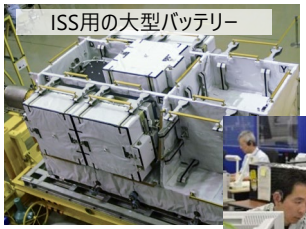






アウトカム

- 世界最大級の補給能力を基に、ISS補給船中唯一となるISS用大型バッテリーの輸送を含め、コロナ禍のなかISSの安定運用に貢献。
- 2009年の初号機以降、11年にわたり9機全てを成功させ、全機打上げ成功を達成。我が国の技術力と安定した運用により、国際パートナーからのさらなる信頼を獲得。
- 「こうのとり」を通じて獲得した軌道間輸送や有人システムに関する運用基盤技術は、将来の国際宇宙探査にも繋がるHTV-Xに継承。
- 高度かつ幅広い有人宇宙技術の習得を通じ、産業基盤や人的資産の維持、向上に貢献。(「こうのとり」の開発・運用には約400社の日本企業が参画。)
- 「こうのとり」で開発したランデブ・キャプチャー技術は、従来の方式と比べISS への衝突危険性が低く、米国民間輸送機「シグナス」にも採用され、約 60 億円（ 6,600 万米国ドル）を受注。
- 「こうのとり」のスラスタ開発を基に開発した静止軌道投入用の500Nの推力を有するスラスタは、世界最高性能の燃費を誇り、80台の輸出と72台の打上げ実績を持つなど、海外からも高い評価を獲得。


ISS用の大型バッテリー


HTVの運用を担う運用管制要員


「こうのとり」で開発したランデブ・キャプチャー技術を採用した、シグナス補給船運用1号機


500Nスラスタ


HTV-X外観イメージ図

スペースシャトル退役後の米国有人機打ち上げ再開運用初号機に、国際パートナーとして唯一野口飛行士が搭乗

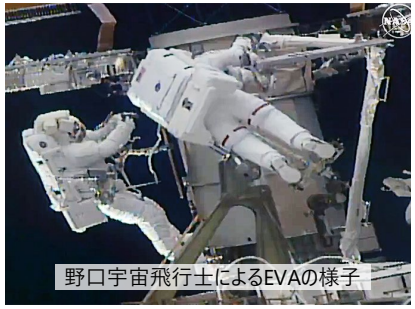
背景（年度計画との関係等）

「きぼう」、「こうのとり」を安定的かつ効率的に運用するため、9 号機の打上げ及び運用に取り組むとともに、日本人宇宙飛行士の活動を安全、着実に行う。

アウトプット

- 11/17に打ち上げが成功。ISS長期滞在を開始。野口飛行士にとっては3回目の宇宙飛行となる。
- 「きぼう」、「こうのとり」の開発、運用を通じ獲得した有人宇宙技術、安全技術に加え、スペースシャトルやソユーズへの日本人搭乗に伴う安全評価で蓄積した知見等に基づき、Crew-1への安全確認にも貢献。
- 打ち上げに際しては、現地への派遣要員を最小化する等、コロナ対策を徹底。
- 船外活動（EVA）では、太陽電池アレイの架台取付け等を実施。


Crew-1船内の様子


野口宇宙飛行士によるEVAの様子

アウトカム

- 米国民間宇宙船クルードラゴン運用初号機(Crew-1)へ他極に先駆け初の国際パートナーとして野口飛行士が搭乗し、国際プレゼンスを向上。
- 運用初号機で得た知見を基に、今後の星出、若田、古川飛行士へ経験を繋ぎ、新たな飛行士募集を含め、安定的な打ち上げへ、運用に向けた足掛りを獲得。
- EVAで取り付けた架台は今後設置予定の新規システムとなる新型の太陽電池アレイ用であり、高い技術力を活かしISSのアップグレード等にも貢献。


Crew-1ドッキング後の会見の様子


ISS滞在中の野口宇宙飛行士の様子


星出宇宙飛行士


若田宇宙飛行士


古川宇宙飛行士

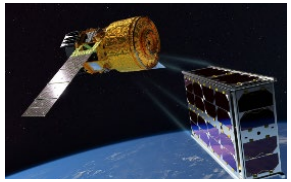
新たな利用機会の創出と分野を超えた国内外での利用、民間による事業実証の場としての進展

背景（年度計画との関係等）

- 民間活用や事業化をさらに推し進め、海外を含むユーザーの開拓、ISS及び将来の地球低軌道における利用の拡大を図る 。
- 「きぼう」を将来の地球低軌道活動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。

アウトプット

- HTV-X技術実証機からの超小型衛星放に関し、協力企業を募集し、協力会社を選定。
- 高品質タンパク質結晶化実験に関し、JAXAの技術を活用し民間独自のサービスを展開する新たな形態として、事業化に向けた民間パートナーを募集し、SpaceBD 社を選定。
- スペインベンチャーSatlantis社の「iSIM」 (超小型衛星搭載用地球観測カメラ)やJ-SPARCの枠組みを通じた新たな技術実証を実施。ベンチャー商品の早期市場投入に必要な軌道上実証の早期実現に向け、安全・技術評価プロセスの効率化を図りつつ、厳しい有人安全要求に対する受け入れ可能な安全設計や検証方法に対する技術支援を実施する等、事業者と一体となって実施 。
- 中型曝露実験アダプタ（i-SEEP）、宇宙日本食について、民間利用や企業の参画促進に向けた改良や制度の見直しを実施。



「 HTV-X技術実証機からの超小型衛星放出に係る協力企業の選定



「KIBO宇宙放送局」
パスキュール×スカパーJSAT×JAXA



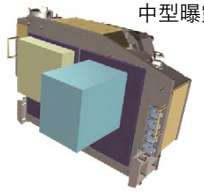
体験イメージ©avatarin株式会社

アウトカム

- 「iSIM」は、HTV9で打ち上げ、契約後約1年半で実証機会を実現する等スピード重視のベンチャー需要にもタイムリーに対応。スペイン国王を含め高い評価を得た。
- HTV-X技術実証機からの超小型衛星放出は、SpaceBD 社を選定し、民間との相乗効果による新たな利用機会を提供。
- 高品質タンパク質結晶化実験事業化は、JAXAの実験を請け負いつつ、請負を通じノウハウを獲得しながら独自の実験サービスを展開し、国内外の顧客を獲得することで将来の自立的な事業運営を目指す。
- 宇宙放送局やスペースアバター等、「きぼう」を軸に、宇宙の垣根を超えたエンターテイメントを含む新たな事業実証の場としても進展。
- i-SEEPは海外への販路や民間利用の拡大、宇宙日本食は自治体の参入促進や普及啓発が評価され、文科大臣表彰を受賞。



iSIM軌道上実証開始前のスペイン国王からISSへのVIPコールの様子



中型曝露実験アダプター(i-SEEP)



宇宙日本食

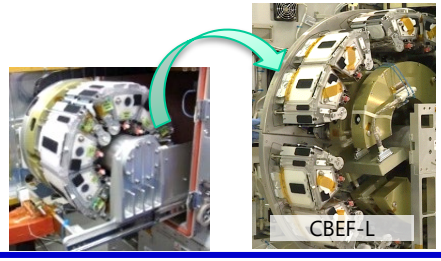
「きぼう」のさらなる能力向上と戦略パートナーとの連携強化による地球低軌道の持続的な利用需要拡大につながる成果

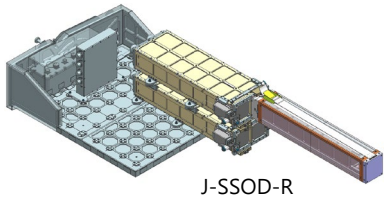
背景（年度計画との関係等）

- 「きぼう」利用サービスの利用能力、技術の量的、質的向上、実験手法の開発、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、利用機会の定時化、高頻度化、定型化等を進める。
- 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。
- 「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。

アウトプット

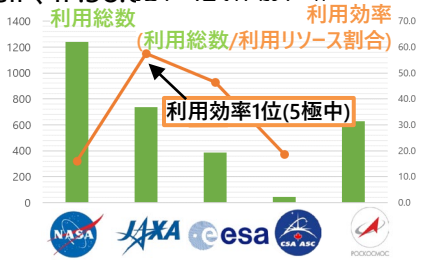
- ISS最大の遠心機(CBEF-L)を新たに搭載。また、超小型衛星放出は増力を増強した放出機構（JSSOD-R）を新たに設置。
- iPS細胞由来の細胞塊を用いた立体臓器への大血管付与を目指す三次元培養技術開発や膜タンパク質の結晶化実験等、宇宙で世界初となる取組みを実施。
- タンパク質結晶化実験は、デュシェンヌ型筋ジストロフィー(DMD) に有効性の高い阻害剤候補の創出結果を基にした阻害薬への製薬企業による有効性と安全性が確認され、第3相臨床試験を開始。
- 静電浮遊炉(ELF)で得られた酸化エルビウムの密度データを、NIMSを含む11機関、及び、Spring-8と連携し、ガラスにならない超高温酸化物液体が持つ特異構造を発見。
- 東北メディカル・メガバンク機構と連携し、宇宙環境で加速する遺伝子を発見。また、同機構と宇宙生命科学統合バイオバンクのデータベース（DB）を公開 (11月)。
- 「きぼう関連で前年を上回る194件、累計2,000件超の論文を発表。





アウトカム

- CBEF-Lの搭載により、実験能力が量的、質的に向上し、実験技術の適用範囲が拡大。また、超小型衛星放出は、市場の広がりをにらみ、放出能力を4倍（6U ⇒24U）に増強し、民間利用の拡大に貢献。
- 三次元培養では、肝芽の長期保存や血管様構造体への接着、微小重力下での粒子の集合状態維持等、将来の地上、宇宙での三次元培養技術開発につながる知見を獲得。
- DMDは、「きぼう」でのデータを基に選択的かつ強力な阻害薬の理論的分子設計、化学合成が行われ、ヒトでの安全性も確認され、大学等が進める阻害剤候補の創出に貢献。
- ELFは、ガラス、セラミックの材料開発だけでなく、マグマから鉱物が形成される地球成立過程解明にもつながる重要な知見であり、英国科学雑誌「NPG Asia Materials（IF：8.052）」に掲載 （6月） 。
- 遺伝子発見は加齢変化を食い止め健康長寿に、DBは地上のヒトDBとの統合解析が可能になり探査に向けた解析にもつながることが期待。（成果はNASA等と共同で論文（Cell 、IF:38.63）に発表）。
- 限られたリソースの最大活用によりISS参加国中最も効率よく利用成果を創出(5極 topの効率利用)



評定理由・根拠：補足（各論④）

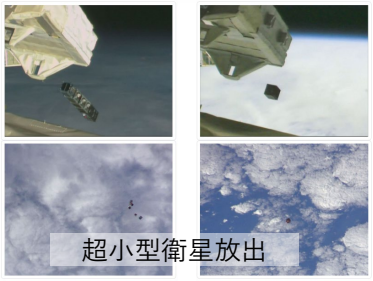
「きぼう」の強みときめ細やかなサービスを活かした新興国の宇宙参加、人材育成の実現による国際プレゼンスの向上

背景（年度計画との関係等）

国連宇宙部との協力によるKiboCUBE プログラム、APRSAF を通じた取り組み、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等を推進し、アジア・アフリカ等の新興国等 による「きぼう」利用をさらに拡大し、国際的プレゼンスの発揮に貢献する。

アウトプット

- 「きぼう」からの超小型衛星の放出は、グアテマラ、パラグアイ、フィリピン、イスラエル等について行い、放出数は海外累計で23か国、32機（米国分と併せると276機）に。
- 「きぼう」からの放出経験国ルワンダでは、宇宙庁発足の国会承認が下り、発足に向けた動きが加速。
- 日米協力により開催した第1回「きぼう」ロボットプログラミング競技会に、アジア太平洋の7か国・地域から313チーム／1168名の学生が参加。
- アジアンハーブ実験プロジェクト（第3回簡易植物実験）にアジア太平洋の12か国・地域（過去最多）が参加し、軌道上実験を実施。
- 「きぼう」利用に係る2国間協力ミッションとして、タイとの第2回タンパク質結晶生成実験(4月に回収)、マレーシアとの放射線計測実験(1月に回収)を実施。


超小型衛星放出


ロボット競技会


アジアンハーブ実験


タイのタンパク質実験


マレーシア放射線計測

アウトカム

- 超小型衛星放出は、グアテマラ（4月）で初衛星となり、放出の模様は10万人以上が見守り、多数の報道 (新聞14社、テレビ 4社)される等、日本のプレゼンス向上にも貢献。
- ルワンダでは宇宙庁発足に関連し貢献事例として「きぼう」からの放出（2019年11月）が取り上げられるなど、一連の取り組みを通じ途上国の宇宙参加や人材育成を実現し、SDGsにも貢献。
- 「きぼう」ロボットプログラミング競技会やアジアンハーブ実験プロジェクトの実施をきっかけに、アジア太平洋地域の6機関が新たにKibo-ABCイニシアチブ（ APRSAF）に加盟。今回の追加で14か国/18機関による活動体に拡大。
- 「きぼう」利用を軸とした諸外国・地域との協力関係を拡大・深化した。


安倍総理とモラレス・グアテマラ大統領との会談



Kibo-ABC加盟機関

日本ならではの技術による日米協力を通じた成果の最大化と日米関係の強化

背景（年度計画との関係等）

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の最大化を図ることで、日米協力関係の強化に貢献する。



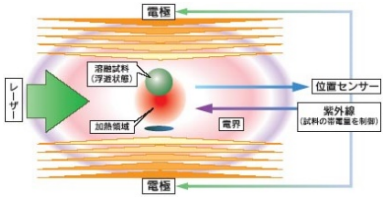
日米合意文書に関する署名式 2015.12

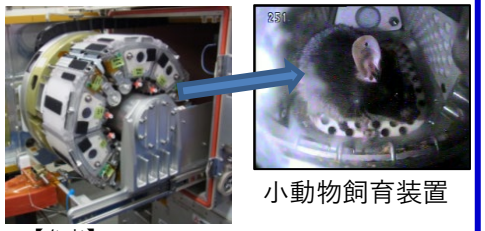
アウトプット

- JAXAのみが有する2000℃以上の高融点材料を非接触で浮遊、溶融可能な静電浮遊炉(ELF) を用い、各国のリソース（宇宙飛行士の作業時間等）がひっ迫する中、NASAが自らのリソースを供出する形で米国実験（Round Robin、タフツ大）を実施。
- JAXAのみが有する月や火星の重力環境を模擬できる小動物宇宙飼育システム（MHU）を活かし、低重力環境での長期生物影響評価等を目的にNASA-JAXA Partial-G共同ミッションを発表(4月)。



静電浮遊炉（ELF）



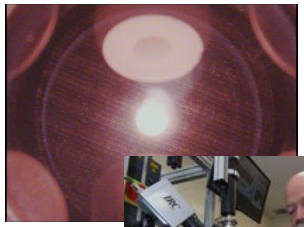


小動物飼育装置

【参考】
・NASAはJAXAより30年以上先行し宇宙でのマウス飼育を実施しているが、人工重力環境の利用は初。
・JAXAのみが持つ可変重力機能と世界初の1/6 G環境下での飼育実現や重力影響評価の成果に対しNASAから高い評価、期待が寄せられ実現。
・当分野での日本のプレゼンス発揮にも貢献。

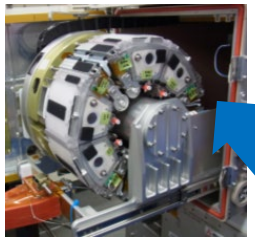
アウトカム

- ELF実験では、CMSX（ニッケル基単結晶超合金。タービンブレイド等の耐熱性資材に活用）のデータを世界で初めて取得（12月）し、次世代超合金分野での活用に向け進展。ESAの装置では得られなかった金のデータ取得について、NASAから高く評価された。
- JAXA-NASA Partial-G締結により、JAXAの低重力環境とNASAの実験装置、機会との相互利用により、探査につながる成果の創出に向け前進。
- 日米の相乗効果によるデータ取得や日本の実験装置への知見獲得等、「日本のやりたいこと」も実現。





代表研究者DOUGLAS MATSON准教授



JAXA

相互利用促進



小動物飼育装置
NASA

「きぼう」の強みを最大限活かした将来低軌道、探査につながる技術開発

背景（年度計画との関係等）

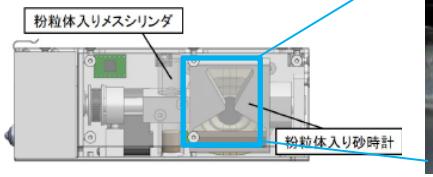
有人宇宙活動も含めた国際宇宙探査や将来の地球低軌道宇宙活動等に資するため、水・空気補給量の大幅な削減を目指した再生型環境制御等の有人滞在技術、定型的なクルー作業を代替する自動化・自律化技術、超長期や地球低軌道以遠でのクルー滞在に必要となる宇宙医学・健康管理技術 、地球低軌道利用拡大に向けた技術等の研究開発を行う。

アウトプット

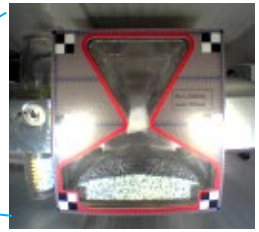
- 空気再生システムの主要装置であるCO2除去システムの開発を実施中。
- ISASとの連携による、MMX等探査機の着陸機設計に資する地盤特性（レゴリス）の重力依存性研究を完了（6月）。
- 与圧ローバについて、トヨタとシミュレーションを通じた走行中の動力や放熱性能の確認、タイヤの試作、走行評価、VR（仮想現実）や原寸大模型を活用した有人与圧ローバ内部の機器配置検討等、各技術要素の部品試作、試作車の製作を実施。
- ホンダとの有人探査に向けたロボット技術獲得のための共同研究（5月）、酸素製造技術獲得のための共同研究（11月）を開始。

惑星表面の重力依存性調査(Hourglass)

「きぼう」の人工重力発生装置上に惑星の模擬砂等粉粒体が入った砂時計型、及び、メスシリンダ型の実験装置を搭載し、低重力が粉粒体の特性に及ぼす影響を調査。



【実験装置】



アウトカム

- CO2除去システムは、ゲートウェイの国際居住棟（I-HAB）における主要な生命維持機能等を担う予定。ゲートウェイ での長期滞在を支援するなど重要な役割を果たし、その先の火星有人探査も視野に技術開発が進展。
- 重力依存性研究では、月・火星の重力を模擬可能な実験環境を活かし、レゴリスの挙動解明等短期間で探査につながる技術実証を実現し成果を獲得。
- 与圧ローバは、NASAが月面探査の主要要素としても期待している重要な要素であり、有人与圧ローバを出発点に月面社会のビジョンや課題を業種横断で検討する「有人与圧ローバが拓く“月面社会”勉強会（通称、チームジャパン勉強会）の取り組みも交え “チームジャパン”として企業の技術力や知見を結集し、持続的な月面活動の実現に向け取り組みが進展。
- ホンダとの共同研究では、課題の一つである通信遅延環境下での遠隔操作技術や高圧水電解による酸素製造技術について双方の技術融合を促進。

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				
決算額（千円）	37,140,172	38,426,964	42,621,270				
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				

（※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%				

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
米国や民間の動きが活発化する中、諸外国の状況も見据え、引き続きプレゼンスの維持、向上等に努めたい。	関係機関・関係者との連携を深め、適時、適切に対応してISS計画をさらに推進することで、我が国の国際的プレゼンスの維持・向上等に努めることとしたい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○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。	ご意見を踏まえ、検討させていただきたく存じます。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	ご意見を踏まえ、検討させていただきたく存じます。
○宇宙科学・探査、国際宇宙ステーション、有人宇宙探査等の基礎的な科学に関わる項目において、科学的成果及びその啓蒙普及(広報＝JAXAの視点)以外の側面で、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ということについて、KPIを設定するとともに、ISSと並行して月ゲートウェイ構想が始まる現行の第４期中長期目標期間においては、資金計画も含めた中長期ロードマップと年度目標及びKPIの明確化、並びにそれらに基づく客観的な進捗評価が必要である。	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り、定量化できるものと困難なものがございます。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おりますが、このコスト換算を含む定量化は困難です。このように定量化が困難なものにつきましては、引き続きその意義を国民に広く情報発信を行いご説明に努めて参ります。一方、定量化が可能なものは出来るだけお示しするよう心がけており、引き続き努力いたします。
○我が国の国際的プレゼンスの維持・向上及び途上国のSDGs達成への貢献は大いに評価すべき点であるが、定量的に評価することが非常に困難である。これら国際的な貢献に対する評価の基準について、政府の外交方針への寄与、途上国の宇宙利用の支援等その観点を含め、検討が必要である。	
○H II -B、HTVが全て成功という有終の美を飾ったことは記憶に新しく、評価されるべき部分である一方、費用対効果の観点、及び有人宇宙技術の獲得という観点からはさらなる成果の創出が望まれる。	
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めて参ります。また、航空宇宙開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでおります。
○成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	SDGsへの取り組みについては個別分野毎に行っていたところ、2020年度より全社的な枠組みの中での議論を進めているところです。今後はどの目標に貢献できるかの検討を踏まえて、事業の成果がどれだけ社会問題の解決に貢献できたか、評価の場においてもご説明できるように努めたいと思います。同様にSociety5.0の実現に向けた社会実装・事業化の観点からの記載を心掛けてまいります。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○ISS利用についてNASA、ESA、カナダとの定量的な比較が事業化・有償利用の年増加率も含め明示されており、信頼のおける評価指標となっている。これらについて、目標にない指標を設定して、独自の基準で評価していることは評価でき、今後の成果創出が期待できる。一方、これらの指標について他の参加国が認識していないのであれば、不要な誤解を招く恐れがある。同指標以外に、例えば実験設備や観測装置の稼働率や不具合件数など、他の参加国と比較しやすい指標も検討してはどうか。	ご指摘を踏まえ、引き続き適切なベンチマーキングに基づきご説明に努めて参ります。

Ⅲ．3．9　宇宙輸送システム

2020年度 自己評価　B

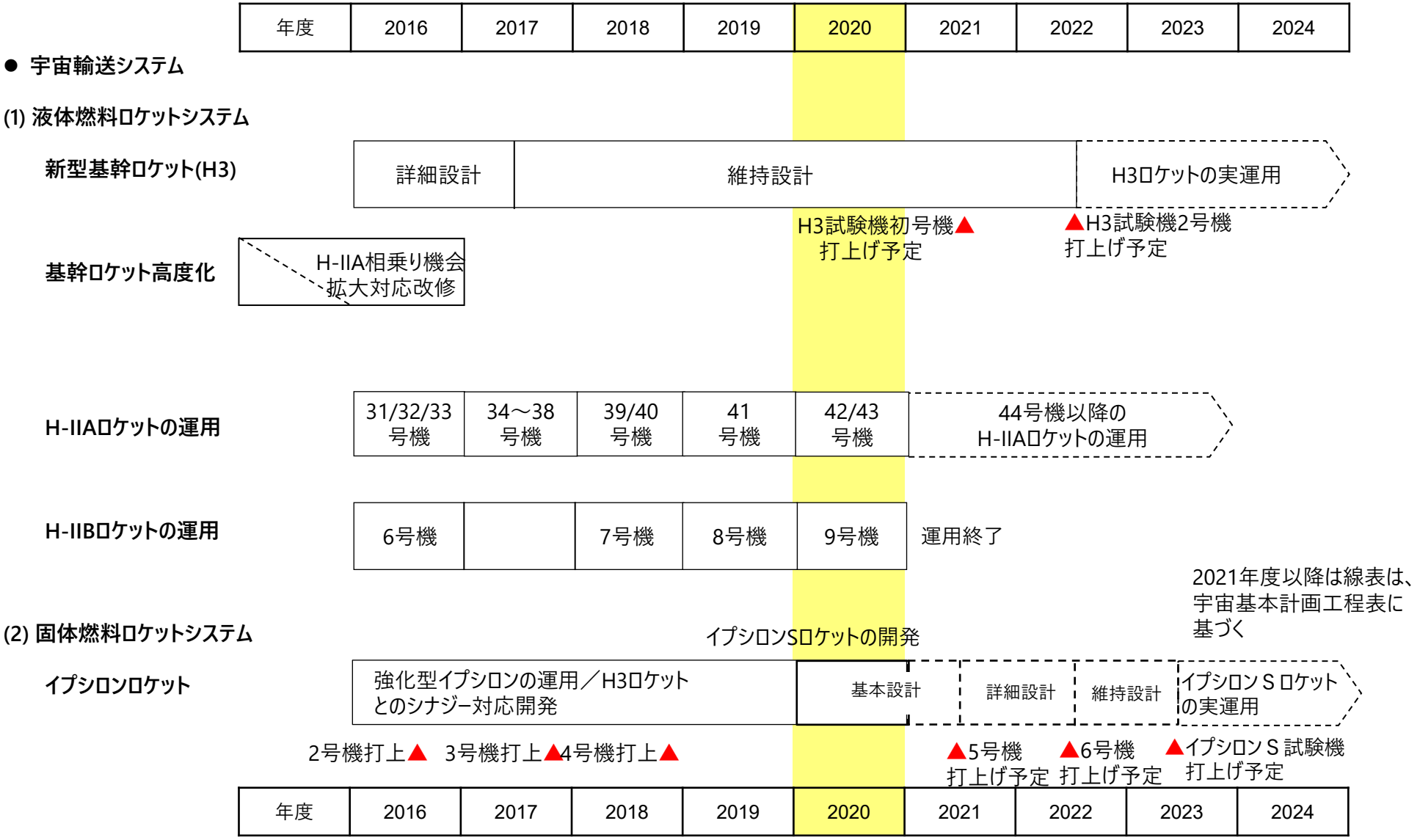
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．9	Ⅰ．1．9	－	
我が国が宇宙活動の自立性確保のため宇宙輸送能力を切れ目なく保持することを目的に、次のとおり基幹ロケット及び産業基盤の維持・発展に資する開発・高度化等を行う。さらに、将来にわたって、商業的に我が国の宇宙輸送サービスが一定の需要を獲得し、我が国の自立的な宇宙輸送能力が民間事業者を主体として継続的に確保できるよう、次のとおり宇宙輸送システムの国際競争力強化に向けた開発・高度化等を行う。この際には、複数衛星の打上げなど、将来の打上げ需要に柔軟に対応できるように取り組む。			
（１）液体燃料ロケットシステム 現行のH-IIA/H-IIB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。 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 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を目指し、第１段エンジンの追加試験等を実施するとともに、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試験に着手する。また、試験機初号機・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。 H-IIA/H-IIB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。	＜プロジェクト＞H3ロケットは、第1段エンジン（LE-9）の認定試験時に発生した不適合への対応のため、当初2020年度に試験機初号機の打上げを目指していたが、2021年度打上げに見直した。第1段エンジンに発生した不適合の原因究明及びその対策の妥当性を評価するために追加試験を実施するとともに、ロケットと設備を組み合わせた総合システム試験（極低温試験）を第１段エンジン開発と並行して実施し、2021年度の試験機初号機打上げに向けて着実な開発を進めた。 部品枯渇に関しては、飛行安全システムに使用する部品をH-IIBロケット9号機で飛行実証を行い、この結果を受けて2021年度にはH-IIAロケットで実運用を行う。	部品枯渇対応： ・H-IIBロケット9号機で飛行実証

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（２）固体燃料ロケットシステム 戦略的技術として重要な固体燃料ロケットシステムであるイプシロンロケットについて、政府が定める衛星打上げ計画に確実に対応する。また、H-IIA/H-IIBロケットからH3ロケットへの移行の際のイプシロンロケットの切れ目のない運用と国際競争力強化を目的とし、H3ロケットとのシナジー効果を発揮するために、イプシロンSロケットの開発と飛行実証を着実に実施する。これらを通じて、地球観測や宇宙科学・探査等の官需のほか、商業衛星等、国内外の多様な需要に柔軟かつ効率的に対応できるシステムを確立し、民間事業者を主体とした打上げサービス事業への移行を完了し、基幹ロケット技術の継承を着実に行う。	（２）固体燃料ロケットシステム 戦略的技術として重要な固体燃料ロケットシステムであるイプシロンロケットについて、5号機に向けた搭載検討および機体製造を継続する。 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進める。	イプシロンロケットは、2021年度の5号機の打上げに向け準備を進めるとともに、H3への移行時の切れ目ない運用と国際競争力強化を目的として開発を進めているイプシロンSロケットは、事業者主体の打上げサービスを見据え事業者との輸送サービス事業の実施に関する基本協定を締結し、基本設計を進めた。また、イプシロンSロケット実証機によるベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」の打上げ受託契約を締結し、打上げ市場への本格参入に弾みをつけた。	イプシロン5号機： ・計画に基づき着実に実施 イプシロンSロケット： ・計画に基づき着実に実施 ・事業者との基本協定締結 ・ベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」の打上げを受託
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。	また、上記（１）及び（２）の取組と並行して、以下を行う。 基幹ロケットの成熟度向上のための取組みとして、初期運用段階における対応計画等の具体化を進めるとともに、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、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検討を行う。	2021年度の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等を抽出した。また、基幹ロケット高度化戦略検討チームを立ち上げ、国際競争力強化に必要な能力拡大、低コスト化、信頼性向上、利便性向上を軸に、輸送シナリオの実現に向けた技術課題の識別を行い、研究計画策定を進め、並行して革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムと共通技術の抽出を行っている。	・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、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・老朽化更新を行うとともに、追尾局のリモート運用等を含む運用性改善を行う。 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・評価を行い必要な措置を講じることに加え、他の類似施設管理の最新手法や知見を有効活用すること等により更なる強化を図る。	打上げ関連施設・設備については、引き続き老朽化更新を実施するとともに、設備保全については、前年度に打上げ延期の原因となった設備不適合を踏まえ、他産業の施設管理の最新手法や知見を取り入れ、不具合が発生して重要機能を喪失する前に予防する保全により、打上げ延期のリスクを継続的に低減・管理する仕組みに見直し、打上げ延期につながる設備の不適合を発生させることなく全ての打上げをオンタイムで成功させた。追尾局リモート運用に関しては、H-IIAロケット43号機打上の際、国境封鎖が続くクリスマス局の運用にあたってH3用専用設備をH-IIA用に改修し、運用者を現地に送り込むことなくリモートで運用し、コロナ禍に影響されることなく確実な打上げを行った。	打上げ関連施設・設備の老朽化更新： ・ヘリウムガス貯気槽の更新 ・VAB（大型ロケット組立棟）空調設備更新 ・種子島宇宙センター吉信大型ロケット整備組立棟エレベータ設備更新 設備予防保全策： ・打上げ延期のリスクを継続的に低減・管理する仕組みの見直しを実施 ・打上げ延期につながる設備の不適合を発生させることなくオンタイム打上げを実施 追尾局リモート運用： ・コロナ禍でのリモート運用によりH-IIAロケット43号機の確実な打上げを実施
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、イプシロンロケット、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および製造運用」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】 ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献する研究開発活動の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○産業・科学技術基盤を始めとする我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：基幹ロケットの打上げ成功率・オンタイム成功率等） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：外部資金の獲得金額・件数等）

スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
● 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
H3ロケットの実運用
H3試験機初号機▲
打上げ予定
▲H3試験機2号機
打上げ予定
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
打上げ予定
▲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

2020年度 自己評価　B

【評定理由・根拠】

H3ロケットは、第1段エンジン（LE-9）の認定試験時に発生した不適合への対応のため、当初2020年度に試験機初号機の打上げを目指していたが、2021年度打上げに見直した。第1段エンジンに発生した不適合の原因究明及びその対策の妥当性を評価するために追加試験を実施するとともに、ロケットと設備を組み合わせた総合システム試験（極低温試験）を第１段エンジン開発と並行して実施し、2021年度の試験機初号機打上げに向けて着実な開発を進めた。

イプシロンロケットは、2021年度の5号機の打上げに向け準備を進めるとともに、H3への移行時の切れ目ない運用と国際競争力強化を目的として開発を進めているイプシロンSロケットは、事業者主体の打上げ輸送サービスを見据え事業者との輸送サービス事業の実施に関する基本協定を締結し、基本設計を進めた。また、イプシロンSロケット実証機によるベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」の打上げ受託契約を締結し、打上げ市場への本格参入に弾みをつけた。

2020年度は、新型コロナウィルスが蔓延する中、打上げ期間制約が厳しく、遅延することが許されない打上げであったが、徹底したコロナ感染防止対策を実施するとともに、国境封鎖が続くクリスマス局の運用にあたっては、H3用専用設備をH-IIA用に改修し、運用者を現地に送り込むことなくリモートで運用するなどの工夫を凝らし、コロナ禍に影響されることなく確実な打上げを行った。また、設備保全については、前年度に打上げ延期の原因となった設備不適合を踏まえ、他産業の施設管理の最新手法や知見を取り入れ、不具合が発生して重要機能を喪失する前に予防する保全により、打上げ延期のリスクを継続的に低減・管理する仕組みに見直し、打上げ延期につながる設備の不適合を発生させることなく全ての打上げをオンタイムで成功させた。

コロナ禍の状況で、かつ打上げ期間制約が厳しい中で、政府の安全保障衛星等を搭載した基幹ロケット（H-IIA/B）３機の打上げを確実に成功させ、世界トップ水準の成功率98.1%、オンタイム率85.0%を維持する等年度計画を上回る顕著な成果をあげたが、H3ロケット試験機初号機の打上げ時期を、2021年度に見直したことから、自己評価としてB評価とした。

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

H3ロケットについては、当初2020年度に試験機初号機の打上げを目指していたが、第1段エンジン（LE-9）の認定試験時に発生した不適合への対策措置検討を踏まえて、2021年度打上げとする開発計画に見直した。第1段エンジンに発生した燃焼室内壁の開口及び液体水素ターボポンプのタービン疲労のそれぞれの原因究明及びその水平展開も含めた対策の妥当性を検証するため、追加試験として、ターボポンプの翼振動試験ならびに第1段エンジンの技術データ取得試験を実施し、段階的かつ着実にリスク低減を行った結果、2021年度初号機打上げに向け不適合の対応策を確定することができ、今後認定試験により開発仕様を確定予定である。また、第1段エンジン開発と並行して、ロケットと地上システムを組み合わせた総合システム試験（極低温試験含む）を早期に実施し、打上げ当日の推進薬充填含めた一連の作業を行い、極低温環境下でのロケットの機能確認、作業性や手順の確認、及びロケットとの電波リンク等の地上設備とのインタフェースの確認を行った。これにより、第1段エンジン完成後に実施する第1段実機型ステージ燃焼試験(1段CFT)で初めて確認する項目の多くを先行して検証し、1段CFT以降のスケジュール遅延のリスクを大幅に低減することができ、2021年度打上げに向けて着実に開発を進めた。＜補足１参照＞

【自立的な宇宙輸送能力の拡大】（続き）

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初号機～４号機では、世界トップレベル衛星搭載環境、高い軌道投入精度、複数衛星の搭載等の技術獲得を行い市場参入の基盤を築いてきた。5号機では革新的衛星技術実証２号機（合計9機の衛星で構成）の搭載に向けて、4号機で実現した衛星多数機打上げの技術をさらに改良し、200kg級衛星１機の搭載部を100kg級衛星2機を搭載可能となる構造とし、衛星搭載機数を増やすとともにイプシロンSロケットにも適用できるよう設計を行い、2021年度打上げに向けて機体製造を進め、機能確認試験を実施した。

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おり、2020年度は自立的にイプシロンSロケットを用いた打上げ輸送サービス事業を展開できる体制、および産業基盤を維持・発展させて宇宙輸送システムを自立的かつ持続可能な事業構造の転換に向けた枠組みの構築を目的として（株）IHIエアロスペースと「イプシロンSロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」を締結し、基本設計を進めている。また、初めての海外衛星となるベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」をイプシロンSロケット実証機に搭載して内之浦宇宙空間観測所から打ち上げることについて、衛星の開発・製造を行う日本電気(株)との間で受託契約を締結し、打上げ市場への本格参入に向け、今後の海外からの受注に弾みをつけた。＜補足2参照＞

【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

2020年度は、新型コロナウィルスが蔓延する中、打上げ期間制約が厳しく（下表参照）遅延することが許されない打上げであったが、次ページの対策を実施し、いずれもオンタイムで打上げ、安全保障、国際協力ミッションの達成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85.0%を維持した。＜補足3参照＞

打上げロケット	搭載衛星	打上げ期間制約
H-IIBロケット9号機	こうのとり9号機	ISS交換用大型ﾊﾞｯﾃﾘｰを令和2年5月までに輸送する必要あり
H-IIAロケット42号機	UAE火星探査機（HOPE）	火星への軌道投入に限られた期間内に行う必要あり（期間を逃すと再打上げが２年後）
H-IIAロケット43号機	ﾃﾞｰﾀ中継衛星1号機・光ﾃﾞｰﾀ中継衛星（JDRS）	安全保障ミッションの観点から令和2年11月までに打ち上げる必要あり

【評定理由・根拠】

【継続的な信頼性、運用性向上による確実な打上げ】（続き）

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、種子島センターに出入りするすべての関係者に対し感染防止対策の徹底、地元の役場及び関連企業と緊密に連携した情報共有、情報発信を行うとともに、可能な限りのリモート対応、現地メディアセンターの閉鎖等により入島者の削減に努めた。また、H-IIBの打上げに必須のグアム局の運用にあたっては、入国制限がされていたが、NASA等の協力も受け粘り強く交渉を行なった結果、入国が許され、チャータ便の運用、宿舎での完全隔離、JAXA産業医の同行等運用者に対する万全な感染対策を講じて運用者を現地に送り込み運用を行った。これらの取り組みにより、地元住民の不安を払拭し、地元理解のもと、3回打上げを通じ、一人の感染者も出さずに打上げを完了した。（参照：Ⅲ.6.1項）

2）H3用設備を用いたH-IIA遠隔運用

H-IIAロケット43号機/ﾃﾞｰﾀ中継衛星1号機・光ﾃﾞｰﾀ中継衛星の打上げに当たっては、キリバス共和国クリスマス島局の運用が必須であったが、3月以降同国の国境封鎖が継続しており、打上げ時の運用要員がキリバス共和国に入国できない状況であった。このため急遽、種子島からリモート運用が可能なH3用専用設備をリモートにより改修しH-IIA用に切替える方針に変更し、新たにネットワーク構築し、システム検証を重ねて実現性を確認したうえで対応し、現地に運用者を送り込むことなく種子島からリモート運用を実施し、予定日に打上げを完了した。＜補足4参照＞

3）設備保全の抜本的見直し

2019年度に打上げ延期の原因となった設備不適合を踏まえ、保全方法を、原子力等の他産業の施設管理の最新手法や知見を取り入れ、全設備網羅的に打上げ延期に直結する設備の重要度を識別し、劣化メカニズムに応じた予防保全に抜本的に見直し、不具合が発生して重要機能を喪失する前に、劣化状態を定期的に診断し点検・整備周期を適正化させ、打上げ延期のリスクを継続的に低減・管理する保全の仕組みを2020年度の打上げより試行し、打上げ延期につながる設備不適合を発生させることなく、すべてオンタイムで打上げを完了した。今後、前年度の保全結果を評価、改善するPDCAを回すことにより、新たな保全の定着を図る。＜補足5参照＞

【評定理由・根拠】

【継続的な信頼性、運用性向上による確実な打上げ】（続き）

２．GTO軌道への確率COLA解析の適用（運用性の改善）

ロケットの打上げに際しては、ロケット機体と有人宇宙物体（ISS）との衝突回避解析（COLA解析）を実施し、安全を確保した上で打上げを実施している。従来の距離判別方式では、安全側過ぎて、干渉リスクを過大に見積もる傾向があり適切な打上げ機会の確保の観点で難点があり、順次衝突確率に基づく評価方法（確率COLA解析）への切替えを実施してきているが、2020年度はH-IIAロケット43号機打上げに向けて、GTO軌道への確率COLA解析の適用手法を確立した。これにより、すべての軌道に対し確率COLA解析が適用可能となり、適切な打上げ機会の確保が可能となり、運用性の向上が期待される。＜補足6参照＞

3．H-IIBロケット運用終了（国際貢献、H3への人材育成・技術継承）

H-IIBロケットは、2009年の初号機から、2020年の最終号機まで合計9機が打ち上げられ、打上げ成功率「100%」を達成し、日本の基幹ロケットの高い信頼性を示すとともに、国際宇宙ステーションの維持・運用に不可欠な「こうのとり（HTV）」の確実な打上げにより国際宇宙ステーション計画へ大きく貢献した。特に、2015年の5号機の打上げは、米露のロケットが3機連続し、失敗の許されない打上げとなったが、確実な打上げを行い、ISSの維持・運用に大きく貢献するとともに、日本の基幹ロケットの信頼性が高く評価された。一方、我が国の大型ロケットとして初めて第１段エンジンを2基クラスタにする技術や、HTVに対応するために国内最大の内容積を持つフェアリングの技術は、H3ロケットの第1段エンジンを3基にしたH3-30形態や、更なるコスト低減や能力向上を図った大型フェアリングの開発に繋がった。また、HTVミッションの第2段機体を事前に設定した海域に制御して落下させるデブリ化防止技術は、H3ロケットではこれに加えて太陽同期（SSO)ミッションまで適用範囲の拡大を図ることに繋げることができた。さらに、H-IIAロケットの開発からH3ロケットの開発までの空白期間を埋めるように、若手技術者が既存ロケットの維持のみではなくロケット開発の実経験を積めたことにより、多くの人材がその経験を活かしつつH3ロケット開発に引き継がれており、技術と人材継承の両面で我が国の基幹ロケットの維持・発展に重要な役割を果たした。＜補足7参照＞

補足１：H3ロケットの開発(1/2)

■H3ロケット開発の進捗

本年度は、以下の主な試験等を実施し、
次年度打上げに向け順調に開発を行った。

【2020年度作業】
- 電気系最終システム試験
- SRB-3分離試験（その2）
- 第2段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）
- 射場系・飛行安全系設備インテグレーション試験
- 第1段エンジン技術データ取得試験
- 総合システム試験（射場作業、極低温点検）

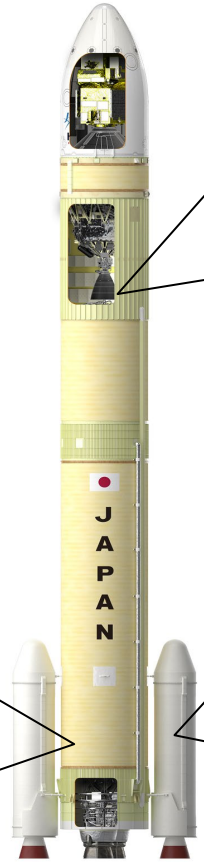
【2021年度実施予定】
- 第1段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）
- 打上げ

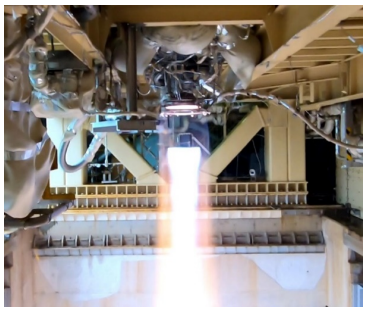


組立の様子


極低温点検


技術データ取得試験



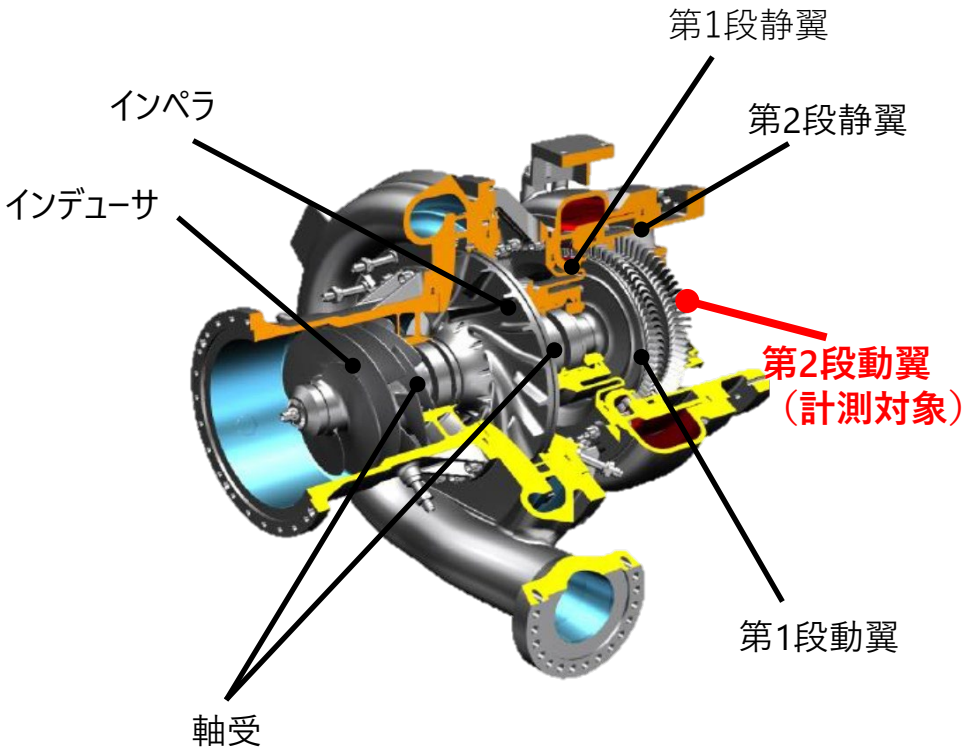

第2段実機型タンク
ステージ燃焼試験


SRB-3分離試験

補足１：H3ロケットの開発(2/2)

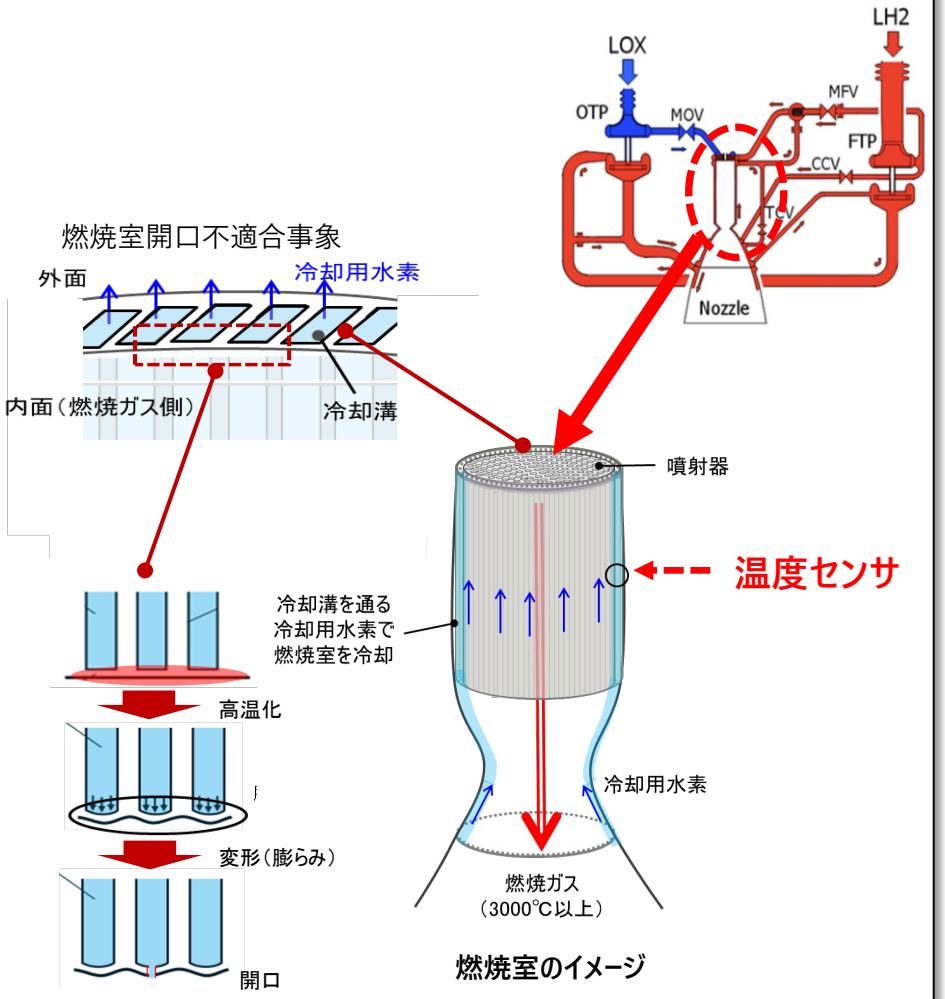
【翼振動試験計測】

- 回転する第2段動翼に歪センサを貼り付け、ターボポンプを実作動
- 高速回転（700回転/秒）する動翼の歪を直接計測し、高周波で送信
- 受信データを解析し、共振現象を把握



【技術データ取得試験燃焼室温度計測】

- 燃焼室開口の原因を特定するために、燃焼室の壁温を直接的に計測



補足２：イプシロンロケットとH3ロケットのシナジー対応開発（1/2）

■ イプシロンロケット開発スケジュール（段階的開発）

H-IIA 運用終了

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023

第1段階（打上能力早期獲得/向上）

試験機開発（2010～）

試験機（成功）
惑星分光観測衛星「ひさき」

2号機（成功）
ジオスペース探査衛星「あらせ」

3号機（成功）
高性能小型レーダ衛星「ASNARO-2」（太陽同期軌道）

4号機（成功）
革新的衛星技術実証1号機（複数衛星）

複数衛星搭載構造等付加

強化型開発
・打上げ能力向上450kg⇒590kg（SSO）
・衛星包絡域拡大　等

ミッション対応開発

＜第1段階の達成成果＞
- コンパクトな打上げ運用
- 世界トップレベルの衛星搭載環境（音響、振動、衝撃）
- 需要の高い太陽同期軌道への投入及び高い軌道投入精度（3号機で実証）
- 複数衛星同時打上げ（4号機で実証）

＜宇宙基本計画＞
①即応性に寄与
②様々な打上げニーズに寄与
③新規技術の軌道上実証

市場参入の技術獲得

成果活用

第2段階（シナジー開発/国際競争力強化）

シナジー対応開発（イプシロンS ロケット）
△プロジェクト移行（2020年3月）
△民間企業と協定締結（2020年6月）
・ロケットシステム開発
・打上げ輸送サービス事業
△LOTUSat-1打上げ受託（2020年6月）

5号機（予定）
革新的衛星技術実証2号機

6号機（予定）
革新的衛星技術実証3号機

＜宇宙基本計画＞ ④H3ロケットとのシナジー効果を発揮し、切れ目ない運用開始（～FY2023）

【国際競争力の強化（ミッション定義）】
- 高信頼性の維持
- コンパクトな打上げ運用
- 世界トップレベルの衛星搭載環境
- 高い軌道投入精度
- 複数同時打上げ
- フェアリングのカプセル化による運用性向上（衛星搭載後、10 日以内打上げ）
- 3段推力方向制御（TVC）方式による衛星制約の緩和（環境、重心位置）

アウトプット

補足２：イプシロンロケットとH3ロケットのシナジー対応開発(2/2)

「イプシロンSロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」の締結

2020年6月11日

基本協定は、自立的にイプシロンSロケットを用いた打上げ輸送サービス事業を展開できる体制を構築し、産業基盤を維持および発展させて宇宙輸送システムを自立的かつ持続可能な事業構造に転換することを目的として、JAXAとIAが開発段階および運用段階で担う役割などの基本的事項を定めたもの。

イプシロンSロケットの総合システム（ロケットシステムと射場施設設備システム)の開発はJAXAがとりまとめる一方で、民間事業者がイプシロンSロケットを用いて自立的に打上げ輸送サービス事業を担う観点から、総合システムのうちロケットシステムの開発は民間事業者が主体的に進める役割分担としている。

	JAXA	民間事業者
開発段階	ロケットシステム、及び射場施設設備システムを統合した「総合システム」を担当し、我が国の自立的な宇宙輸送システムを確保し、既存技術や射場設備におけるロケット技術基盤を保持し、活用する。	運用段階における自立的な打上げ輸送サービス事業展開のことを考え、主体的にロケットシステムを開発する。
運用段階	我が国の固体ロケット技術基盤及びキー技術を維持するとともに研究開発を推進しその成果を民間事業者に移転すること等により、民間事業者の打上げ輸送サービス事業の発展に貢献する。	ロケットの品質向上、設計改善、不適合対策、枯渇対応等の処置について自らの判断により対応する方針とし、我が国の産業基盤の維持・向上に資するよう、打上げ輸送サービス事業を展開する。

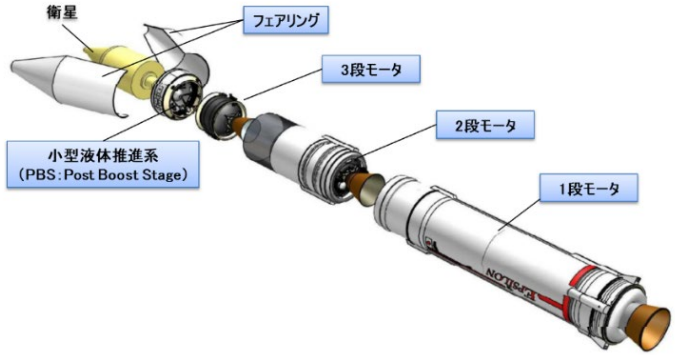


ベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1」のイプシロンロケットによる打上げ受託について

2020年6月11日
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（JAXA）は、日本電気株式会社（NEC）が開発・製造するベトナム向け地球観測衛星「LOTUSat-1（ロータスサット・ワン）」をイプシロンロケットに搭載して内之浦宇宙空間観測所から打ち上げることについてNECとの間で受託契約を締結しました。本打上げは2023年を予定しており、イプシロンロケットとして海外衛星ペイロードの打上げを受託したのは初めてです。

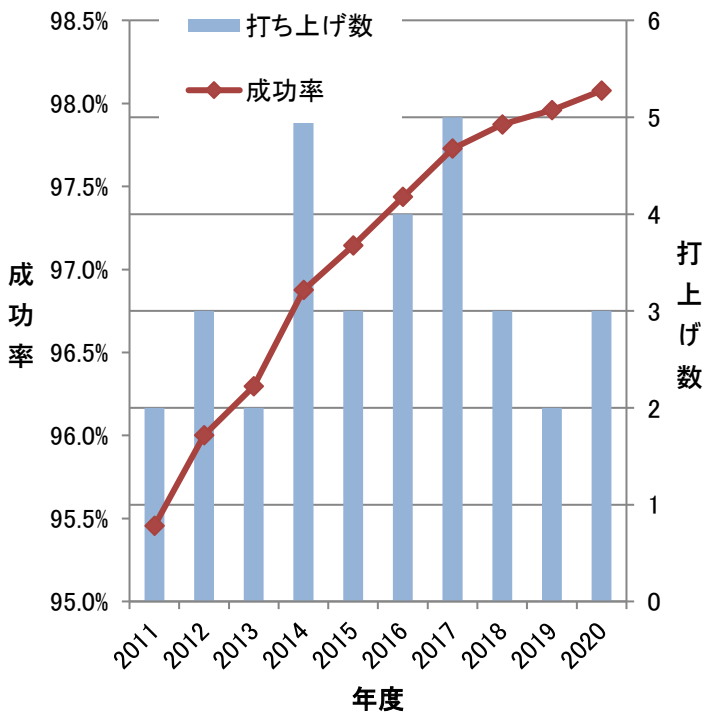
イプシロンロケットは、我が国がペンシルロケットから60年以上にわたり蓄積してきた固体燃料ロケット技術を結集させたロケットであり、現在JAXAではH3ロケットとのシナジー効果を発揮させて国際競争力を強化することを目的に「イプシロンSロケット」プロジェクトを進めています。「LOTUSat-1」はこのイプシロンSロケットプロジェクトの実証機で打ち上げる予定です。



アウトプット

補足３：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（2021.3時点）

各国ロケット	打上げ成功率	オンタイム率※1
H-IIA/B (日)	**98.1% (51/52)**	**85.0%(34/40)**
デルタ４ (米)	97.6% (40/41)	42.4%(14/33)
アトラス5 (米)	98.8% (85/86)	64.5%(49/76)
ファルコン９ (米)	98.2% (109/111)	52.3%(58/111)
アリアン５ (欧)	96.3% (105/109)	70.7%(53/75)
プロトンM (露)	89.9% (98/109)	
ゼニット３ (露)	91.3% (42/46)	
長征3 (中)	94.7% (124/131)	

※1：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。
※2：H-IIBロケットは9機すべての打上げを成功した。

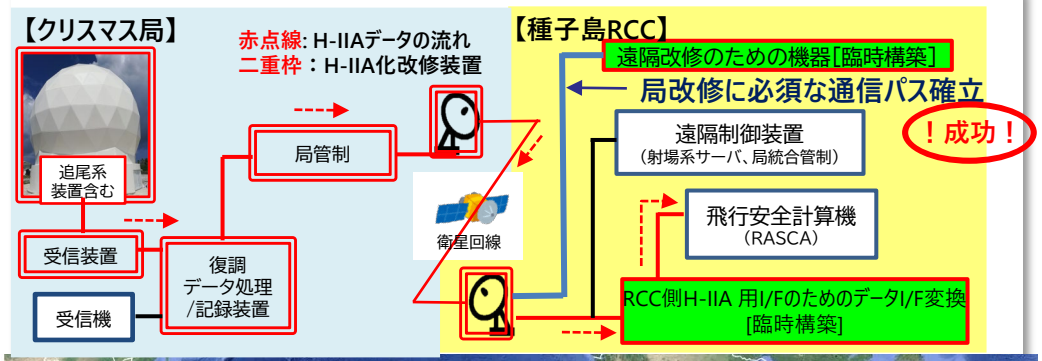
打上げ成功率は、衛星ユーザーが打上げ事業者を選定する指標になっており、打上げ事業者の顧客獲得に貢献した。

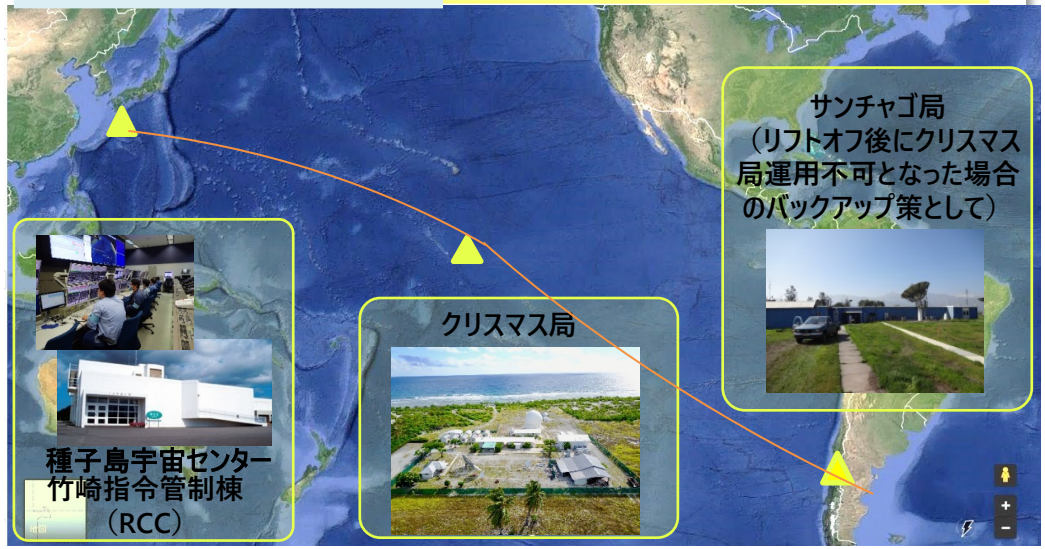
【H-IIA42号機（UAE火星探査機）打上げ時のムハンマド・ビン・ラシード宇宙センター 長官の記者会見コメント】
打上げサービスのプロバイダーを選ぶときに色々なオプションを考えた。色々な基準があり、技術的な要件など様々な要件を評価した。打上げの能力、そしてもちろん価格、成功率を確認し、いくつかのオプションを考えた結果、世界から見た中で三菱重工業（株）(MHI)が一番だと考えた。海外の会社や海外の顧客が選ぶ理由になるのがこの成功率だと思う。これが強みだと思う。

アウトプット

補足４：コロナ禍でのダウンレンジ局の遠隔運用

・世界的な新型コロナ蔓延によってキリバス共和国は2020年3月から国境封鎖を続けており、H-IIAロケット43号機/ﾃﾞｰﾀ中継衛星1号機・光ﾃﾞｰﾀ中継衛星の打上げに当たっては、同国クリスマス島局の運用が必須であったものの運用要員が派遣できない状況であった。このため、打上げ実施の目途が得られない状況となったが、要員を派遣することなく遠隔運用できるH3専用局を種子島宇宙センターとクリスマス局を結ぶデータ伝送回線を使いH-IIA用に改修する案を立案。
・本改修のために、急遽米国企業の技術者を種子島で作業可能となるよう防疫計画立案含む諸調整を短期間で完了し、隔離環境下で遠隔での作業環境を構築した。最も難関であったH3専用局各装置に種子島から改修をかけるための通信パス構築に成功し、その後、受信装置、復調装置等のH-IIA化対応、アンテナ追尾系のH-IIA信号捕捉対応、遠隔でシステム検証するための試験環境構築を全て達成し、結果、計画上の最短日程で、打上げ作業への準備完了状態を整えた。打上げ当日の運用は、計画通りロケットの追尾とデータ受信に成功し、また、技術的難易度が高く対応困難ながらもチャレンジした技術テレメータのデータ取得にも成功した。





米国企業要員の来日、受入にかかった調整

水際対策として日本入国の複雑な要件が課せられていた状況下、入国・滞在に際して防疫のため**“本邦活動計画書”を作成、政府機関（文科省・外務省・厚労省・検疫所）/地元自治体/保健所/旅館組合等への説明を経て、最短での作業開始に至った。**

(関係機関と調整した、防疫計画)

【渡航時】

・米国ロサンゼルス総領事館での迅速な査証手配

・羽田-種子島間専用航空機の手配

【入国後】

14日間日本人との接触を完全回避できるように、

・専用宿舎の確保(一棟借り上げ、食事等の手配)

・種子島宇宙センター内受入体制の構築
→専用作業場所の確保、ネットワーク環境整備、作業場所の清掃、マスク等の物資手配



改修作業の様子

アウトプット

補足5：打上げ関連施設・設備の予防保全

設備保全については、従来、機能損失しないと識別していた設備で劣化が進行し打上げ遅延を引き起こしたことを受け、原子力等の他産業の施設管理の最新手法や知見を取り入れ、打上げ延期に直結する設備の重要度識別と劣化メカニズムに応じた保全を全設備網羅的に行い、不具合が発生して重要機能を喪失することを予防するべく劣化状態を定期的に診断し点検・整備周期を適正化させ、打上げ延期のリスクを継続的に低減・管理する保全の仕組みを構築し、毎年度の保全結果を評価して次年度の保全内容・周期に反映することとした。2020年度はこの仕組みを使用して打上げ延期につながる設備の不適合を発生させることなく全ての打上げを成功させた。

【他産業からの知見の導入】

以下のような広く産官学に亘る知見を調査

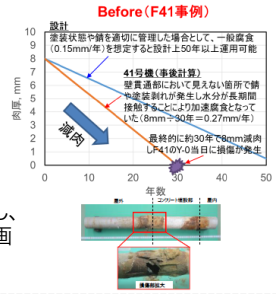
相手先	主要な知見
日本原電 （原子力発電プラント）	保全の仕組み（原子力における保全プログラムの考え方、保全技術）
三菱重工業 （原子力、化学プラント）	渦流探傷診断技術
日本プラントメンテナンス協会 （計画保全手法普及）	保全の仕組み（設備リスト、重要度設定、保全評価指標）
九州大学	腐食の原因究明、防食手法
⋮	

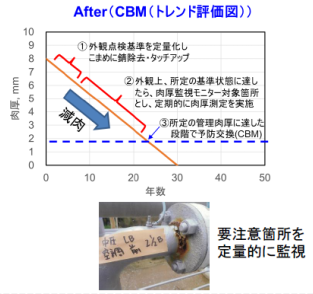
【JAXA予防保全の取り組み】

配管肉厚減少の予防保全

配管の外観や肉厚を定量的に監視することによる状態基準予防保全（CBM※）を適用し、全箇所劣化状態を把握し予防交換

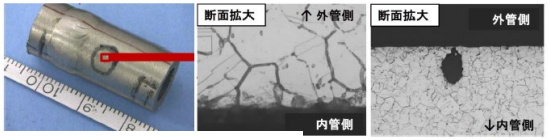
※CBM：設備の劣化状態を定期的に診断し、診断結果に基づき故障停止に至る前に、計画的に修理・整備を行う保全。



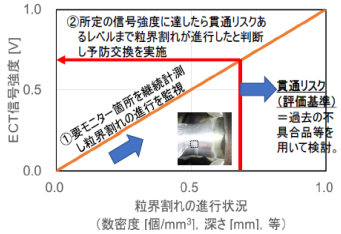


要注意箇所を定量的に監視

設備の劣化把握（例：渦流探傷による配管欠陥検出）



配管内面や断熱材下の配管は直接点検できないが、X線や渦流探傷検査等の非破壊検査技術を適用し劣化状況を直接定量的に確認。

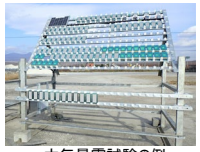


設備の改善更新（例：水配管のライナ配管化）



重要配管は、更新時に、内面ライニング配管（塩ビ等）に改善更新し長寿命化

最新の防食技術による鋼構造物の耐久性向上研究



大気暴露試験の例



小片鋼板 暴露の様子

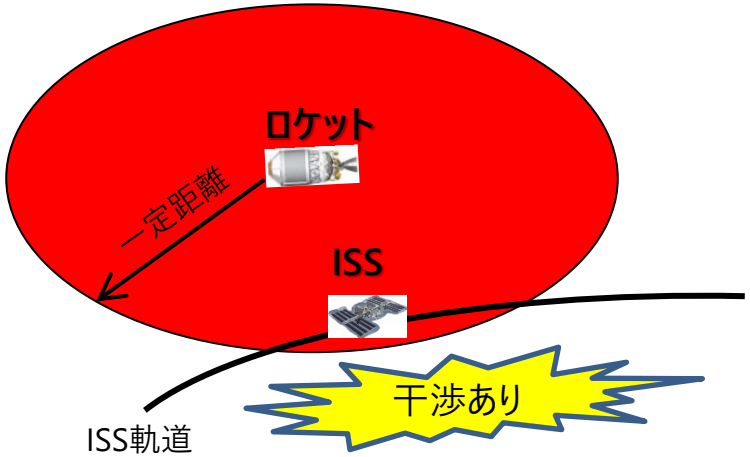
射場設備では海塩／噴煙の影響により腐食が著しく、各設備の部位に応じた防触対策ができるよう、射場における環境を把握し、腐食メカニズム（要因や経時性）を定量的に評価するための九州大学との共同研究について実施中

H-IIB9号機、H-IIA42号機及び43号機の打上げを遅延させず着実に実施した。

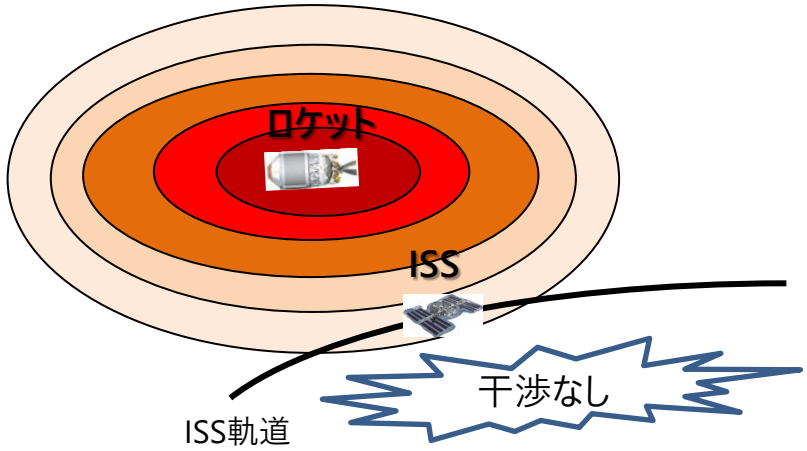
補足６：両物体の衝突確率に基づく評価手法

■ H-IIAロケット飛行中の安全確保

①距離評価方式
ロケットが存在しうる一定距離の領域に国際宇宙ステーション（ISS）が進入する場合に「干渉あり」と評価



②**確率評価方式**
ロケットと国際宇宙ステーション（ISS）の存在確率を考慮し、その衝突確率が一定値以上になる場合に「干渉あり」と評価



従来の打上げで採用している評価方式であり、評価ツール/手順も確立されており、実績も豊富。	特　徴	・実際にはロケットは計画位置に存在する可能性が高く、計画位置から離れた位置に存在する可能性は低いことを考慮し、衝突確率により評価する比較的新しい評価方式。 ・確率に基づく評価のため、現実的な干渉リスク評価が可能となる
安全を確保できる一方で、干渉リスクを過大に見積もる傾向がある。	課題	評価難易度が高く、評価ツール/手順の確立から取組むことが必要。

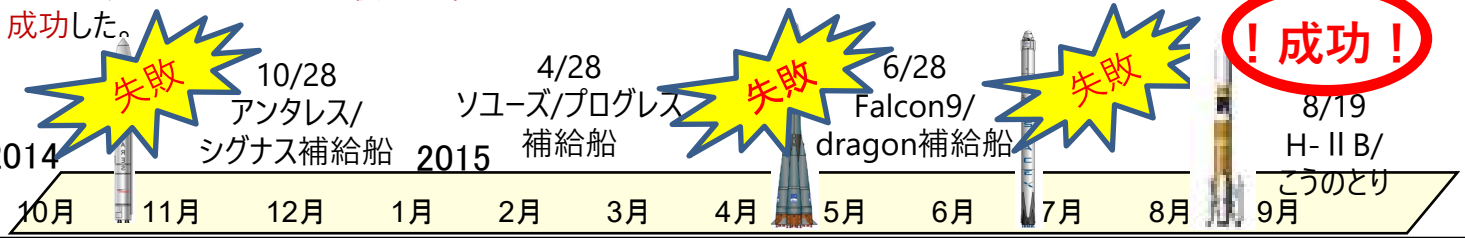
補足7：H-IIBロケットの運用終了

【安定したH-ⅡBの運用によるISS国際協力への貢献】

国際標準ペイロードラック（ISPR）や、ISSの運用に欠かせないバッテリのような大型貨物はスペースシャトルの引退後は「こうのとり」でしか運べず、高いオンタイム率（78%）で打ち上げることにより、ISSの安定的な運用に大きく貢献してきた。その中でも、2015年8月19日に打ち上げられたH-ⅡB5号機は、米露によるISSへの補給の失敗が続く中での打上げとなった、失敗が許されない状況の中での打上げとなったが無事にオンタイムでの打上げに成功した。



NASAの輸送機から物資を運搬する様子@種子島



NASA ISSプロジェクトマネージャのメッセージ

これまで11年間ISSに40トン以上の補給物資、実験機器や装置をISSへ送り届け、そのうちの新たな電力システムにより世界中の国々へ利益をもたらす世界レベルの研究所のアップグレードに役立っている。

【H3ロケット開発への技術の継承】

① 第1段ｴﾝｼﾞﾝｸﾗｽﾀを2基から3基にしたH3-30形態を開発

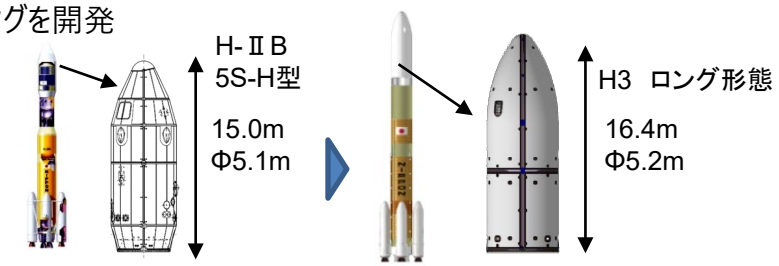
LE-7Aエンジン×2基（H-ⅡB）



LE-9エンジン×2基または3基（H3）



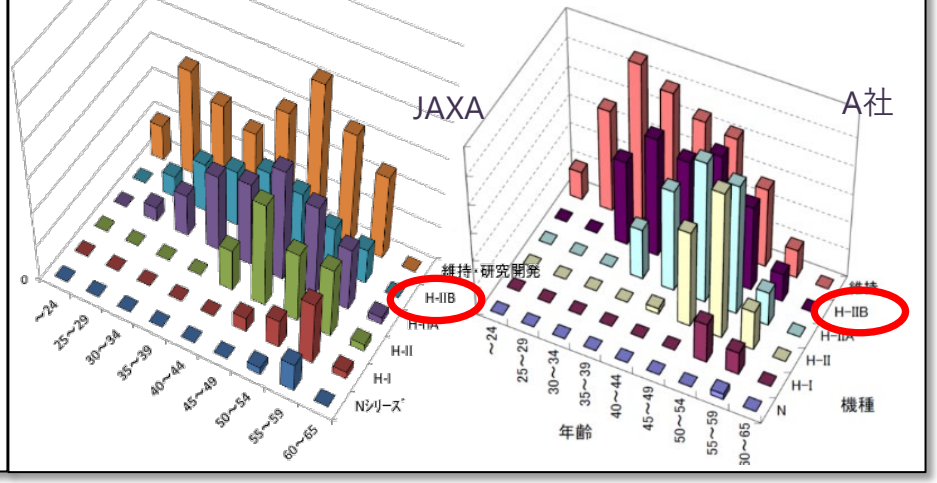
②様々な衛星需要への対応のため、コスト低減や打上げ能力向上を図ったより大型のフェアリングを開発



③HTV軌道やSSO軌道からの制御再突入等、第2段機体のデブリ化防止範囲を拡大

【H3ロケット人材育成への貢献】

H-IIBの開発により、多くの若手技術者が既存ロケットの維持ではなく、ロケット開発の実経験を積むことができた。現在H-IIBの開発を経験した多くの者が、その経験を活かしつつH3ロケット開発に携わっている。



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)	47,187,546	53,937,016	51,344,407				
決算額 (千円)	47,111,693	45,481,274	42,842,000				
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				

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

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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。	イプシロンロケットに関しては、国際競争力の強化を目指したシナジー開発の中で、競合ロケット（インドのPSLVやヨーロッパのVega、あるいはベンチャーであるエレクトロン等）とのベンチマークを進め、事業者の戦略とも擦り合わせつつ基本設計を進めております。H3に関しても、同様に競合ロケット（Falcon9やAliane6等）とのベンチマークを継続的に進め、事業者の戦略ともすり合わせつつ競争力の評価を進めております。コストに関しては、競合ロケットに対する商業戦略を見据えて設定されますので、民間事業者の商業受注等の影響がないように、具体的な数値等については公表を控えております。 打上げ成功率およびオンタイム率は世界トップ水準を維持しており、日本のロケットの強みです。H-IIAロケット42号機に搭載した火星探査機のユーザーであるUAEからは、H-IIAの打上げ成功率を評価しH-IIAでの打上げを決めて頂いており、またH-IIBロケットは他国のロケットが連続で失敗している中でも確実な打上げを行い、ISSの維持・運用に貢献しているなど、日本のロケットの信頼性が高く評価されています。
○国際的な競争力のベンチマークとして、打上げ価格は、国民への説明責任という視点からも重要なものである。海外の輸送システムとコスト競争を含めた数値データが提示されないと適切な評価を行うことができない部分があるため、民間事業者のサービス事業拡大を阻害しない範囲で、単位重量当たりの目標値や国際比較など、提示できる指標を再考することを求める。	
○イプシロンSの開発を着実に進めるとともに、開発目標である「国際競争力の強化」の実現に向けた取組を進める必要がある。	イプシロンSロケット開発で国際競争力の強化を進め、自立的に打上げ輸送サービス事業を展開できる体制、および産業基盤を維持・発展させて宇宙輸送システムを自立的かつ持続可能な事業構造の転換に向けた枠組みの構築を目的として（株）IHIエアロスペースと「イプシロンSロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」を締結し、基本設計を進めております。
○アルテミス計画における月への宇宙輸送に貢献するため、日本が有するH3ロケットやHTV-X、全電化衛星などの各種輸送技術を使った地上から月へのトータルな宇宙ロジスティックスの検討を深めることが重要ではないか。そのためには、基幹ロケット開発と衛星開発、惑星探査の各部署の連携が重要で不可欠に思われる。	ゲートウェイ、アルテミス、さらには日本独自の宇宙科学・探査への活用を視野に入れて、日本の戦略としての輸送技術を持つべく、国際宇宙探査センターや研究開発部門含めてJAXA全体で連携して検討を進めております。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	複数年度の蓄積による成果の代表的な記載例を以下に示します。 ・イプシロンロケットの初号機～4号機で技術獲得を行い、市場参入の基盤を築いてきました。この成果を活用することで、イプシロンSロケット開発で国際競争力の強化を進め、自立的に打上げ輸送サービス事業を展開できる体制等の事業構造の転換に向けた枠組み構築を目的に、民間事業者と「イプシロンSロケットの開発及び打上げ輸送サービス事業の実施に関する基本協定」の締結に至り、基本設計を進めております。 ・H-IIBロケットは初号機から9機全機の打上げ成功によりISS物資輸送活動に貢献し、日本の基幹ロケットの高い信頼性を示し国際的な地位を確立しました。また、開発で獲得した技術や開発に携わった人材は、現在開発中の新型基幹ロケットであるH3ロケットに引き継がれており、我が国の基幹ロケットの維持・発展に重要な役割を果たしております。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	SDGsへの取り組みについては個別分野毎に行っていたところ、2020年度より全社的な枠組みの中での議論を進めているところです。 今後はどの目標に貢献できるかの検討を踏まえて、事業の成果がどれだけ社会問題の解決に貢献できたか、評価の場においてもご説明できるように努めたいと思います。 同様にSociety5.0の実現に向けた社会実装・事業化の観点からの記載を心掛けてまいります。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めてまいります。また、航空宇宙開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでおります。
○打上げ延期に繋がる設備不具合が発生したことを踏まえ、打上げに係る射場設備等インフラが事業の遂行には欠くことのできない重要なインフラであるということを再認識した上で、再発防止に向けた保全・設備更新の抜本的な見直しを長期的な視点で行う必要がある。	射場設備等インフラは打上げ事業の遂行に欠くことのできない重要なインフラであることはご指摘の通りです。 2019年度に打上げ延期の原因となった設備不適合を踏まえ、他産業の施設管理の最新手法や知見を取り入れ、全設備網羅的に打上げ延期に直結する設備の重要度を識別し、劣化メカニズムに応じた予防保全に抜本的に見直し、打上げ延期リスクを継続的に低減・管理する保全の仕組みを2020年度より試行しております。今後、前年度の保全結果を評価、改善するPDCAを回し、継続して新たな保全の定着を図ってまいります。

Ⅲ．3．10 衛星通信等の技術実証

2020年度 自己評価 A

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．3．10	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。 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。 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。 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） ・光データ中継衛星 今後のリモートセンシング衛星の高度化・高分解能化に対応するため、データ中継用衛星間通信機器の大幅な小型化・軽量化・通信大容量化を実現する光衛星間通信技術を用いた静止軌道衛星用ターミナルとしての光データ中継衛星を開発する。	● 光データ中継衛星の開発を完了し、打上げ及び初期機能確認を実施する。	＜プロジェクト＞コロナ禍に伴う国内外の状況を踏まえた十分な対応をしつつ、光ターミナルを搭載した衛星システムのプロトフライト試験(システムPFT)、射場作業を実施し、予定通りの打ち上げとなった。また、クリティカルフェーズ（太陽電池パドル展開、姿勢制御等）、静止軌道投入も無事予定通り進めることができた。その後の初期機能確認も順調に進めることができた（2021年度前半から定常運用を行う予定。）。	打ち上げ成功等により、光データ中継衛星開発における、日本の先進性を広く示すことができただけでなく、衛星バス定常運用を担当する民間企業による試行運用の準備も進み、民間活用の新たな枠組みの実現に目途がついた。 また、光衛星間通信システム（LUCAS）を用いた補足追尾成功により、機器の開発を担当した民間企業の事業展開も進み、我が国の産業振興に貢献した。
・技術試験衛星９号機 国際競争力強化の観点から、大電力化技術、高排熱技術、全電化衛星技術、静止GPS受信機による自律軌道制御技術等の新規開発技術を取り入れた次世代静止通信衛星バスを開発する。	● 技術試験衛星9号機の詳細設計及びエンジニアリングモデルの製作・試験を行う。	＜プロジェクト＞昨年度から実施しているサブシステム及びシステム詳細設計を継続し、エンジニアリングモデルの開発・試験を進め、一部機器については、フライトモデルの製作に着手した。 通信衛星市場の急激な動向変化を受けて、多くの関係機関との調整と技術検討を行い、衛星における産業競争力を強化するために、ETS-9において、通信装置のデジタル化技術を実証するよう計画変更を行った。	急激な市場動向変化に対応する効果的かつ迅速な計画変更により、我が国の国際競争力強化に資する実証の道筋を立てることができ、JAXA全体ひいては我が国の宇宙開発技術全体の向上に貢献できる見込みとなった。

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

特記事項

光データ中継衛星

1．光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2022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長距離空間光通信の軌道上実証を実施する契約を締結するなど、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て、商用通信システムとして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 (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は、「次期技術試験衛星に関する検討会報告書(平成28(2016)年5月)」(事務局：総務省)によると、「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、平成28(2016)年～36(2024)年の間には129機(約15機／年)のHTS衛星が打上げられる」という予測が立てられた。

2．2017年1月に開催された第2回次期技術試験衛星プロジェクト推進会議での「通信衛星の最新動向調査」においても、「通信業界としては、HTS衛星展開による劇的な供給容量増大を図ることが必須となってきている」とされた。

3．通信衛星市場は変化が激しく、2016年まではGEO商用衛星の発注数は平均20～25機程度であったが、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[*1]、2019年は10機[*2]となり、低発注数傾向が継続している。商業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11~13機程度の発注が続くと予想している[*3]。また、通信衛星サービスの軸足が、衛星放送から、衛星データ通信へとシフトする中、衛星通信事業者がこれらの需要を取り込むために、ビット単価低減のニーズが高まっている。更に、2019年には、2～3トン級でデジタルペイロードを搭載し、100～200Gbpsのスループットと、サービスのフレキシビリティを両立する Small Flex HTS衛星が出現している[*4]。

4．現時点では、Small Flex型衛星の動向に不確定性はあるものの、ペイロード効率の向上が見込めるオール電化衛星の重要度は変わっておらず、技術試験衛星9号機で開発する衛星バス技術を活用した次世代静止通信衛星は競争力を有していると評価している。

5．一方、通信ペイロード部に対しては、2019年ごろから、欧州の衛星メーカにより、通信ペイロード部をフルデジタル化することで衛星打ち上げ後でも通信需要の変化に応じて、通信設定を柔軟に変更可能とする衛星の受注が開始され、産業競争力強化のためには、通信ペイロード部のフルデジタル化への対応が課題となった。

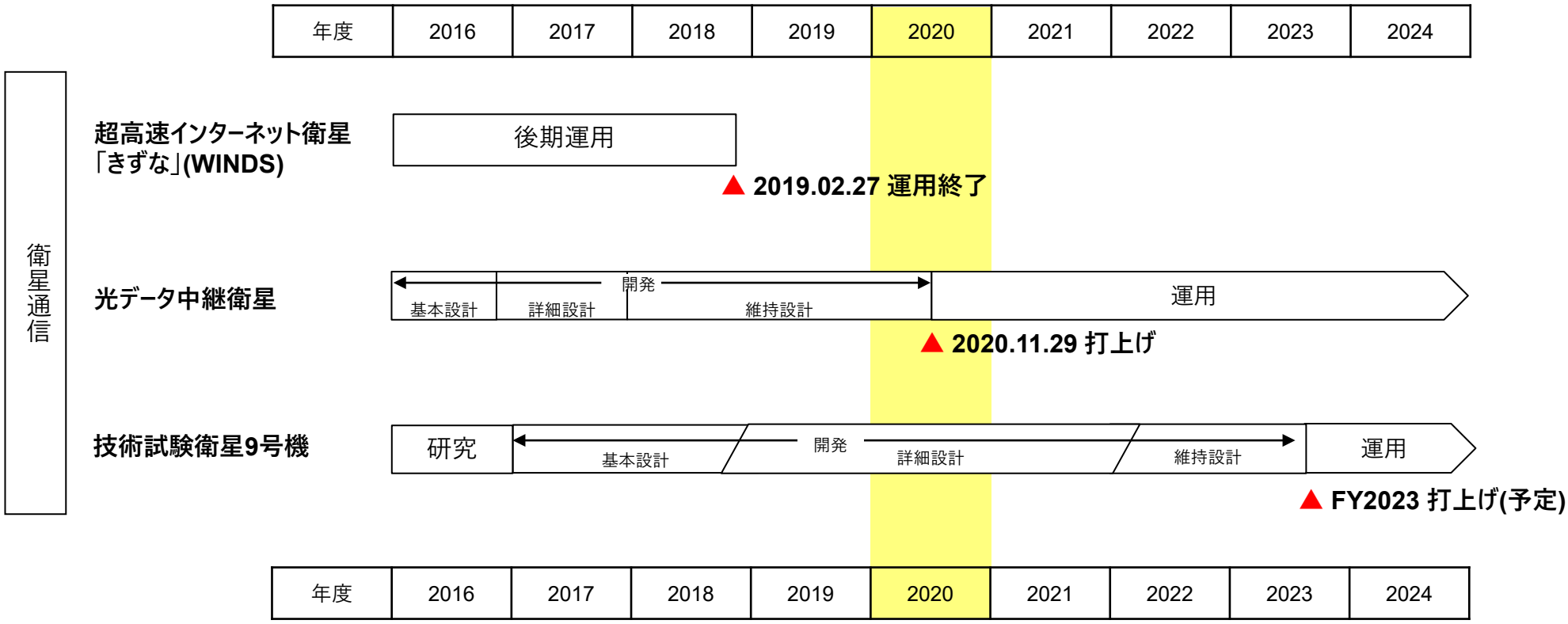
*1 https://spacenews.com/geo-satellite-orders-continued-to-underwhelm-in-2018/

*2 https://spacenews.com/geostationary-satellite-orders-bouncing-back/　（Commercial衛星のみをカウント）

*3 http://www.euroconsult-ec.com/node/565

*4:https://spacenews.com/to-do-business-reprogrammable-satellites-now-the-requirement-for-manufacturers/

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

2020年度 自己評価　A

【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。

１．光データ中継衛星については、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開発を進めている。なお、今回使用する波長1.5μmは、今後の宇宙光通信で主流となる将来性を有しており、**米国NASAにも先行する取り組み**※1である。本光データ中継衛星で**実証を目指す光通信の通信速度は1.8Gbpsであり、欧州と並び世界最高速を達成する見込み**である※2。

※１ NASAも波長1.5μmを使用する開発を進めているが、NASAのデータ中継技術実証機打ち上げは2021年の予定で、目指す通信速度は1.24Gbpである。

※２ 波長1.5μmはその特性のため（主要な光ファイバ素材(石英ガラス)での伝送損失が最小である）、現在の光ファイバ通信で多く用いられており、これまで地上で蓄積された技術や部品を活用できるメリットがある。そのため、通信速度の向上に容易に対応可能であり将来性が高い。
欧州は衛星間通信としてより技術的に容易である波長1.0μm技術により、2019年に通信速度1.8Gbpsの光通信を用いたデータ中継衛星を打ち上げた。一方で、欧州側も1.5μmの上記メリットを認識しており、1.5μmのデータ中継用光通信機器の開発を進めている。このように各国競争が激化している状況にある。

2020年度は、**光ターミナルを搭載した衛星システムのプロトフライト試験(システムPFT)を完了し、射場作業を実施した後、打ち上げた。その後、初期機能確認を進めている**（2021年度前半から定常運用を行う予定。）。＜補足1－1., 補足1－2., 補足1－3.参照＞

詳細は以下のとおり。

(１) データ中継衛星1号機との相乗り（衛星バスが共通）となる衛星システムの開発を完了し、**事前に公表した打上げ予定日（2020年11月29日）どおりにオンタイムで打ち上げに成功した**。**コロナ禍に伴う国内外の状況を踏まえた十分な対応（関係職員の感染対策含む）等も求められた中、関係機関との連携を深め協力も得ながら、各種試験、射場への衛星輸送、追跡管制に係る事前作業等を着実に進め予定通りの打ち上げとなった。また、クリティカルフェーズ（太陽電池パドル展開、姿勢制御等）及び静止軌道への投入も無事予定通りの実施となった**。さらに、衛星バス定常運用を担当するスカパーJSATによる試行運用の準備も進み、**民間活用の新たな枠組みの実現に目途**がついた。

(２)これまでの 初期機能確認の過程で達成した顕著な成果の詳細は以下のとおりである。

・開発した光衛星間通信システム（LUCAS）のうち、衛星（高度約36,000km）に搭載した**光通信機器と情報通信研究機構(NICT)の光地上局との間で、高い精度が要求される捕捉追尾に成功した**（光データ中継衛星と低軌道衛星（高度600km～800km等）との光通信を模擬し、NICTと共同で実施）。なお、LUCAS開発を担当した日本電気（NEC）は**宇宙光通信技術を自社の事業戦略に組込み、事業展開**を図っている。＜補足1－4.参照＞

・GPS信号を利用した衛星の時刻・位置・速度を高精度に決定するGPS航法を静止軌道で国内で初めて実現した。（詳細は、Ⅲ.3.1 準天頂衛星システム等、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）を参照。）

【評定理由・根拠】（続き）

２．技術試験衛星9号機(ETS-9)の開発開始時点では、ETS-9の成果を反映する次世代通信衛星の通信能力は100Gbps級で産業競争力があると想定していたところ、その後の**世界の通信衛星市場の急激な変動に対応するために、200Gbps級の能力を持ち、かつ柔軟な通信設定を可能とするデジタル化技術を適用した通信ペイロードの開発を追加**することとした。これにより次世代通信衛星の競争力の向上を図ることが可能となり、将来的な成果の創出が期待されると評価する。
また、2023年度の打ち上げに向けて、詳細設計及びエンジニアリングモデルの製作・試験並びにフライトモデルの製作など実施した。＜補足2－1.参照＞
詳細は以下のとおり。

（１）産学官からの有識者により構成された「次期技術試験衛星に関する検討会」(事務局　総務省)の報告書(2016年5月)における将来予測を踏まえ、2017年にETS-9の開発を開始したが、その後**2019年頃から急激な動向変化(欧州の衛星メーカーが相次いで、柔軟な通信設定が可能となるように通信ペイロード部をフルデジタル化した通信衛星の受注を開始する等)が発生**した。＜補足2－2. 参照＞

この状況に対応するため、次世代通信衛星において、**開発当初の想定衛星重量(5トン)を維持しつつ、従来の100Gbpsから 200Gbpsに通信容量を増大させ、かつデジタル化による柔軟な通信設定に対応可能となるよう、ETS-9において通信装置のデジタル化技術の実証を行うこととした**※。

※市場変化に対応しつつ産業競争力を強化し、これまでの開発で**積み上げてきた開発成果を最大限活用して追加コストを最小化**するには、通信容量を200Gbpsとすることが最適と判断した。＜補足２－３.参照＞

具体的には**COTS品やソフトウエア化技術を活用した通信ペイロード部のフルデジタル化、及び (これに伴う)CPU等の発熱対応のための熱制御系の高度化(メカニカルポンプを用いた排熱向上等)の静止衛星上での実証を追加する**こととした(計画変更)。＜補足2－４.,補足2－５.参照＞（なお、COTS品やソフトウエア化技術を活用した通信ペイロード部のフルデジタル化に係る放射線耐性評価等の詳細については、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）を参照。）

本取り組みは、衛星における産業競争力強化に資する方策として評価され、2020年度に宇宙政策員会が新設した**「宇宙開発利用加速化戦略プログラム（スターダストプログラム）」※の一環として初めて位置づけられた。**

※宇宙活動・利用の規模等が飛躍的に広がる中で、効率的・効果的に宇宙開発を進めていくため、宇宙政策全体を俯瞰し、戦略的に取り組む枠組み。

（２）本計画変更には、多くの関係機関(関係府省、研究機関、民間事業者等)を巻き込む **極めて複雑な関係者調整と技術検討が求められたが、開発の追加を円滑に進めることができ、国際競争力強化に資する実証の道筋を立てる**ことができた。なお、本技術の獲得により、打ち上げ後の柔軟な機能変更・ミッションの一部変更等が可能になるだけでなく、通信衛星に限らない汎用的な宇宙技術として、JAXAが特に強みを有する衛星リモートセンシング分野(地球観測衛星の開発)等、**様々な衛星への適用が可能であり、JAXA全体ひいては我が国の宇宙開発技術の向上に貢献できる見込み**である。

３．なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

1－1．光衛星間通信システム（LUCAS）の開発成果

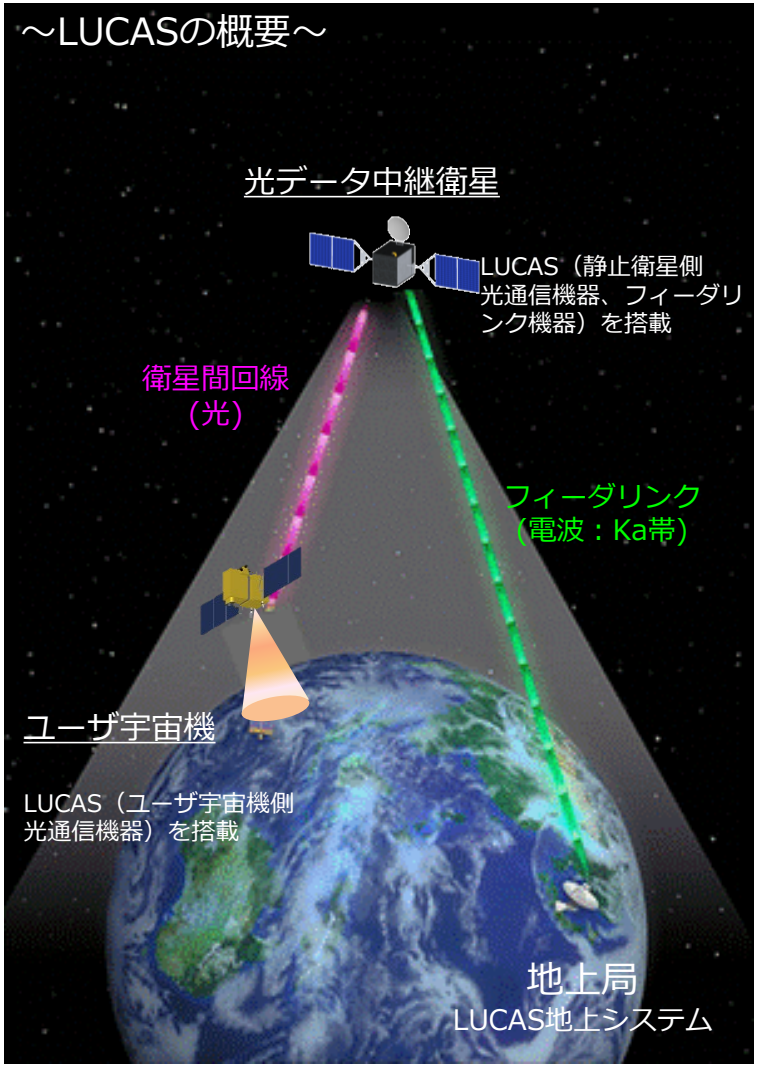


図1：LUCASシステムと光データ中継衛星（軌道上イメージ図）

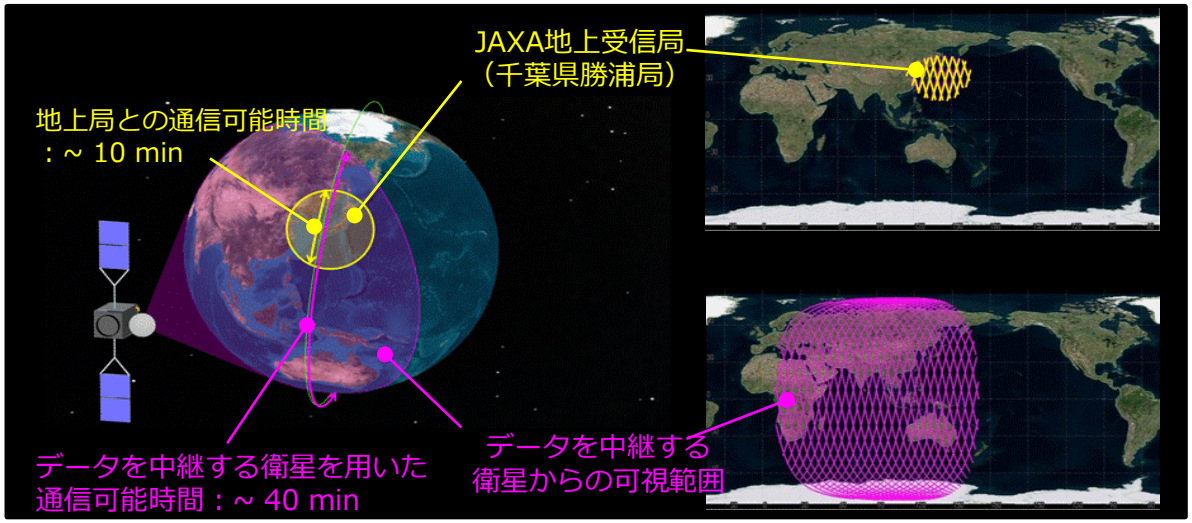


図2：データ中継衛星のメリット：長い通信可能時間が得られる
リアルタイムでデータを伝送できる可視範囲が広がる
ユーザ衛星にコマンドを送信可能な可視範囲が広がる

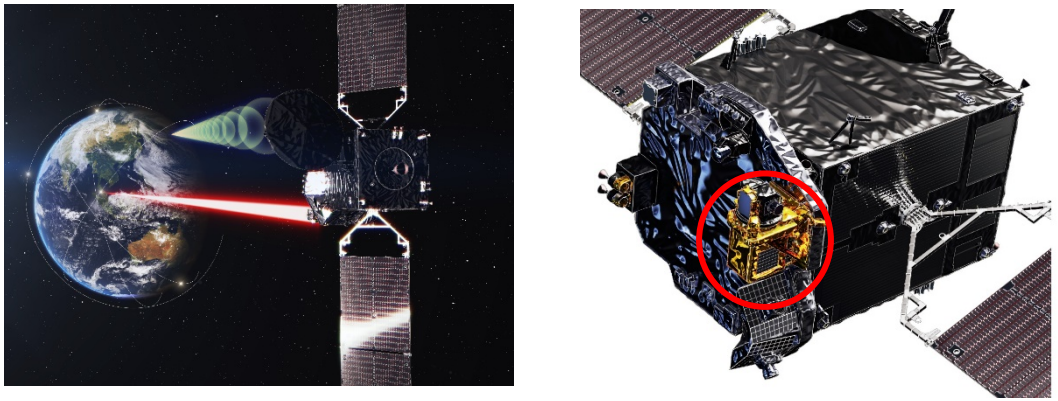


図3：光データ中継衛星（軌道上イメージ図）
右図中、赤枠で囲んだ部分が静止衛星側光通信機器

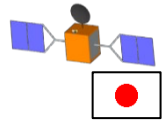
1－2．欧米との比較

○青字の衛星は打上げ予定

2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023

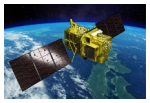
《光を用いたデータ中継ミッション》

日本

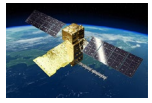


・衛星間通信（データ中継）
・波長：1.5μm
・データレート：1.8Gbps

★JDRS(2020)



●ALOS-3(2021)



●ALOS-4(2022)

●ISS搭載LEOターミナル(2022)

欧州/ESA

★Alpha-sat(2013)
《軌道上実証》



★EDRS-A(2016)

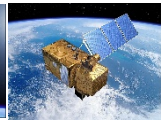


★EDRS-C(2019)



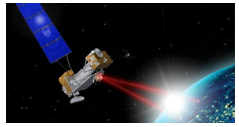
・衛星間通信（データ中継）
・波長：1.0μm
・データレート：1.8Gbps





●Sentinel-1(2014)　●Sentinel-2(2015)

米国



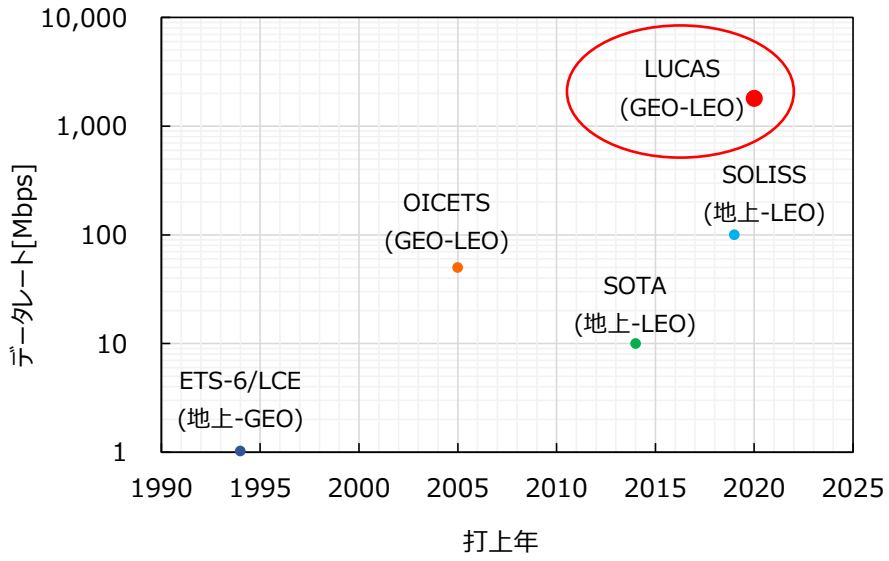
★LCRD(2021)
《軌道上実証》

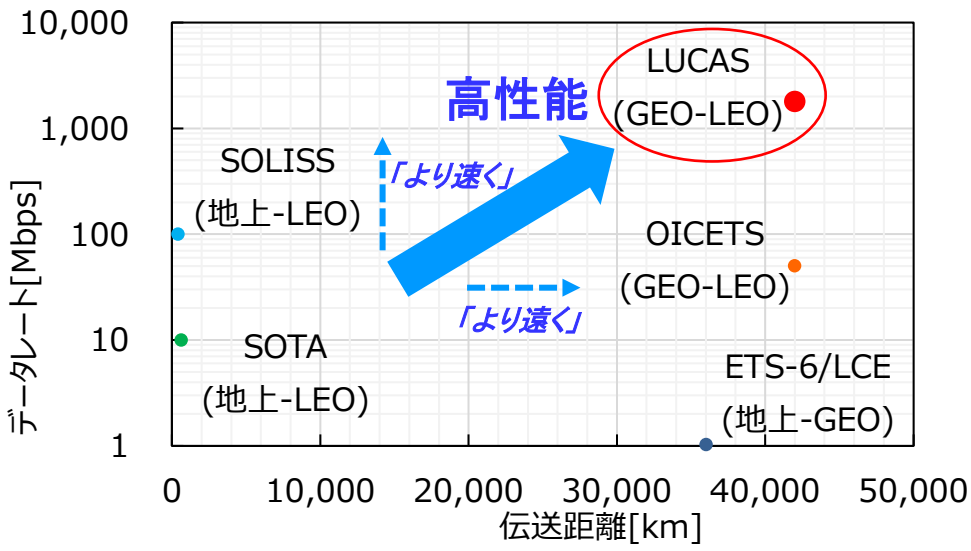
●ISS搭載LEOターミナル(2022)
《軌道上実証》

・衛星間通信
・（データ中継&「GEO⇔地上）」
・波長：1.5μm
・データレート：1.244Gbps

★　データ中継衛星（GEO）
●　ユーザ衛星等(LEO

1－3．我が国の宇宙光通信の流れとその性能（通信速度＆通信距離）

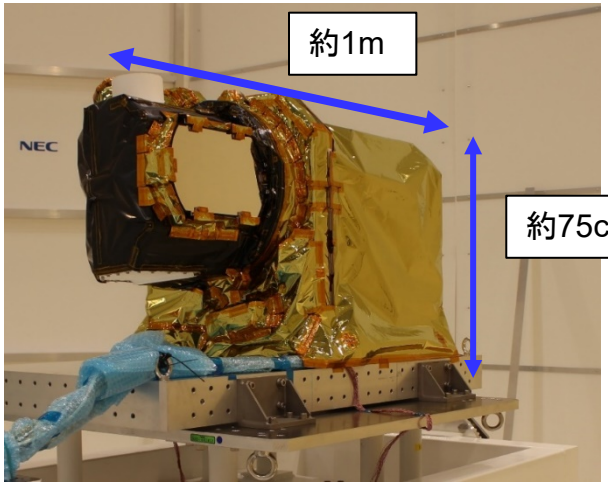




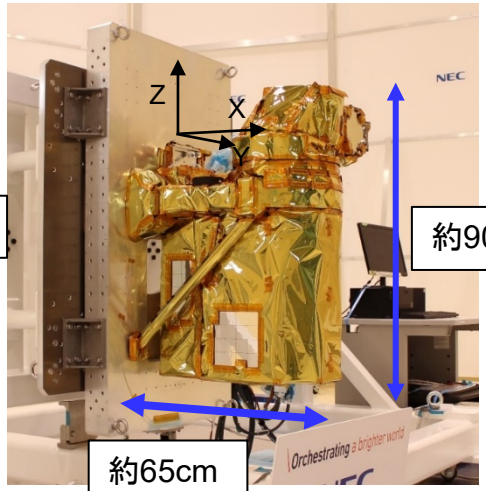
- ETS-6/LCE：NASDA（現　JAXA）が開発したETS-6(技術試験衛星Ⅵ型)に搭載された、CRL（現　情報通信研究機構(NICT)）が開発した光通信基礎実験装置（LCE）。
- OICETS　：JAXAが開発した光衛星間通信実験衛星。
- SOTA　：エイ・イー・エス社が開発した小型衛星SOCRATESに搭載された、NICTが開発した小型光トランスポンダ。
- SOLISS　：国際宇宙ステーション（ISS）の「きぼう」日本実験棟に搭載された、ソニーコンピュータサイエンス研究所とJAXAが開発した小型光通信実験装置。
- LUCAS　：JAXAが開発した光データ中継衛星に搭載された、光衛星間通信システム。

評定理由・根拠（補足）

1－4．補足追尾について



静止衛星側光通信機器
【光データ中継衛星搭載】

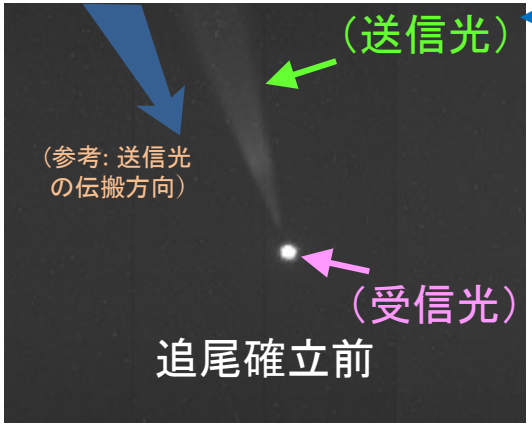


ユーザ宇宙機側光通信機器
【ALOS-3搭載】

図4：光衛星間通信機器フライトモデル（光学部）



図5：NICT沖縄電磁波技術センターのNICT光地上局に設置したチェックアウト装置（VGE）



光地上局の赤外線カメラで捉えた
光データ中継衛星からの信号光（受信光）
（追尾確立前：捕捉動作期間）

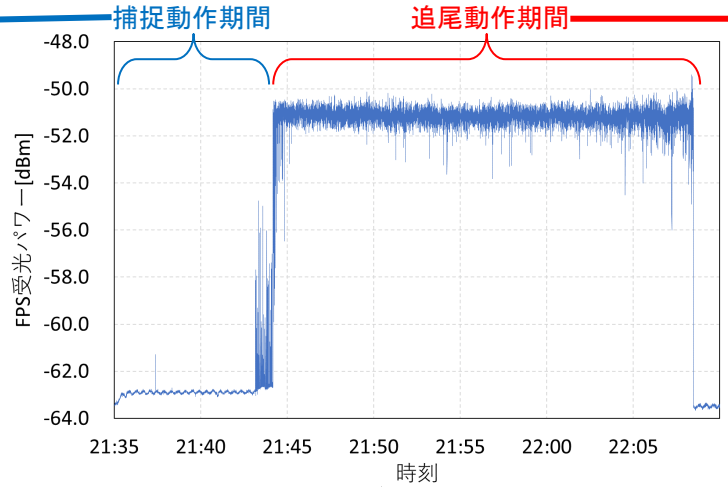
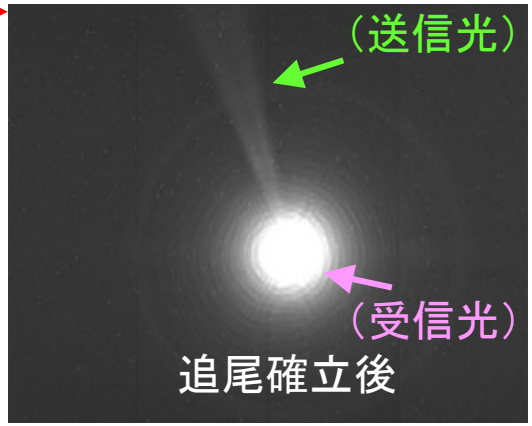


図6：光地上局で受信した光データ中継衛星からの受信光強度
安定したレベルで受信が出来ている



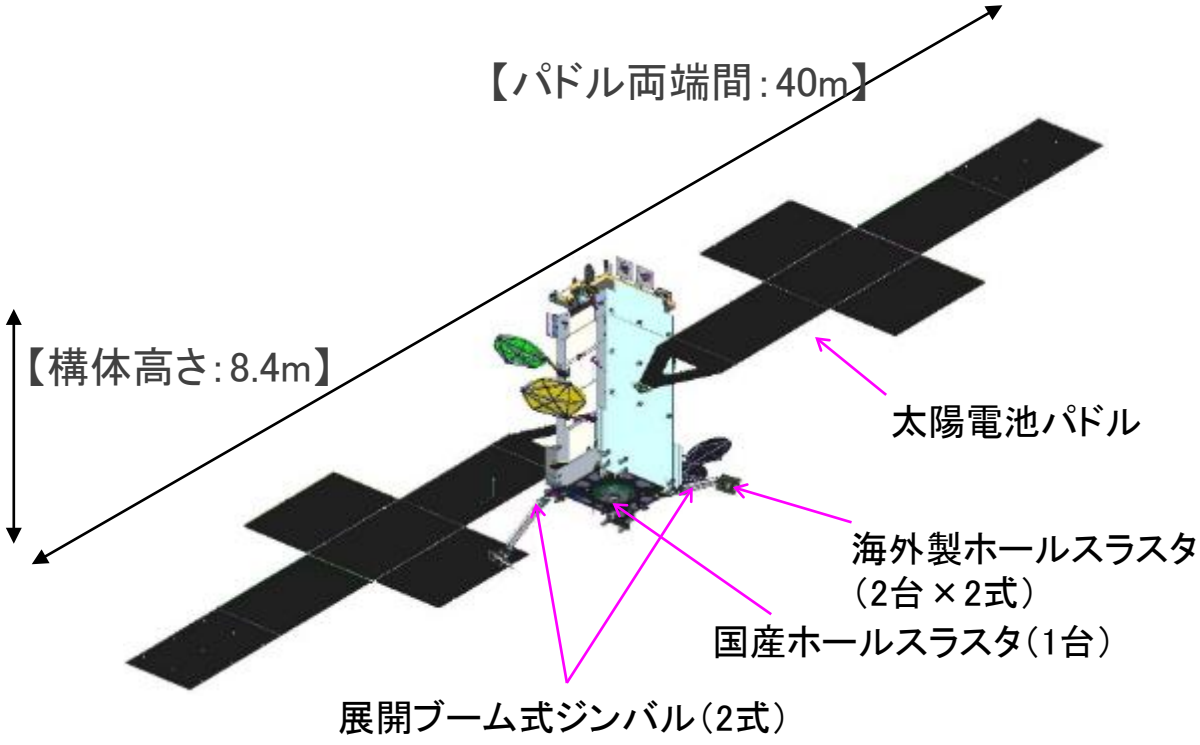
光地上局の赤外線カメラで捉えた
光データ中継衛星からの信号光（受信光）
（追尾確立後：追尾動作期間）

評定理由・根拠（補足）

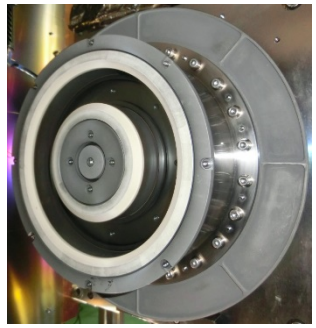
２－１．技術試験衛星9号機の開発概要

- 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、太陽電池パドル、排熱機器、スラスタジンバル 等）については、EM機器の製作・試験を実施中。
- 一部の搭載機器については、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、EMの試験での打上げ時の振動・衝撃耐性を確認し、PMの製造に着手。
- フルデジタル通信実証システム及びアクティブ熱制御実証システムの概念検討・基本設計を実施中。

EM（Engineering Model）：開発試験モデル
PM（Prototype Model）：認定モデル



技術試験衛星9号機の概要図



国産ホールスラスタ（EM）



展開ブーム式ジンバル関節部（EM）

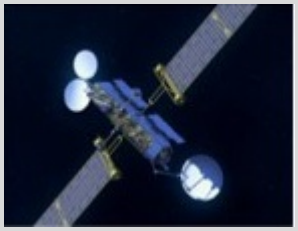
２－２．海外の静止通信衛星の動向

2019年4月以降 欧州大手2社及び米国1社より、衛星通信単価を低減したフルデジタルペイロード衛星の発表があった。

Airbus（仏）：
欧州宇宙機関(ESA)、英仏の宇宙機関からの開発援助を受け、**フルデジタル静止通信衛星 OneSat** を 2019年5月に発表。
既に Inmarsat(英)と3機、Optus(豪)と1機を契約し、いずれも2023年に打上げ予定。
複数機を一つのロケットで打上げ可能とする大幅な小型化が図られており、排熱方式に新たな技術を活用する模様。



Thales Alenia Space（仏）：
フルデジタル静止通信衛星 Inspire の開発を 2019年9月に発表。
2023年の初号機打上げに向けて、仏宇宙機関(CNES)の援助を得て開発中。

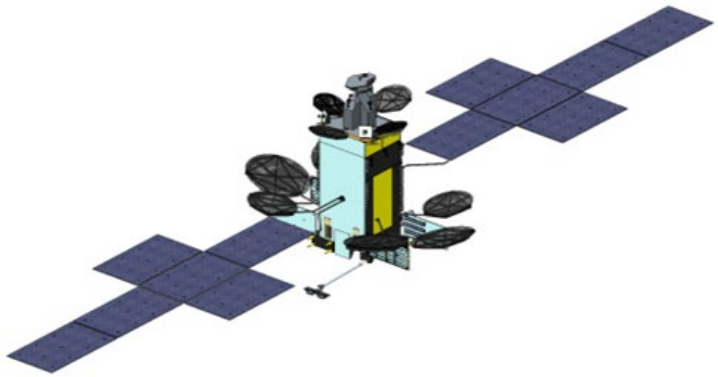


Boeing（米）：
2019年9月にコンパクトな**フルデジタル静止通信衛星 702X** を発表。
開発資金は、2024年打上げ予定の米軍 WGS-11衛星（契約額$600M）プロジェクトからも拠出されている模様。



２－３．競争力のある次世代通信衛星の仕様の変化

開発移行時点での競争力のある次世代通信衛星の想定仕様



現時点での競争力のある次世代通信衛星の仕様

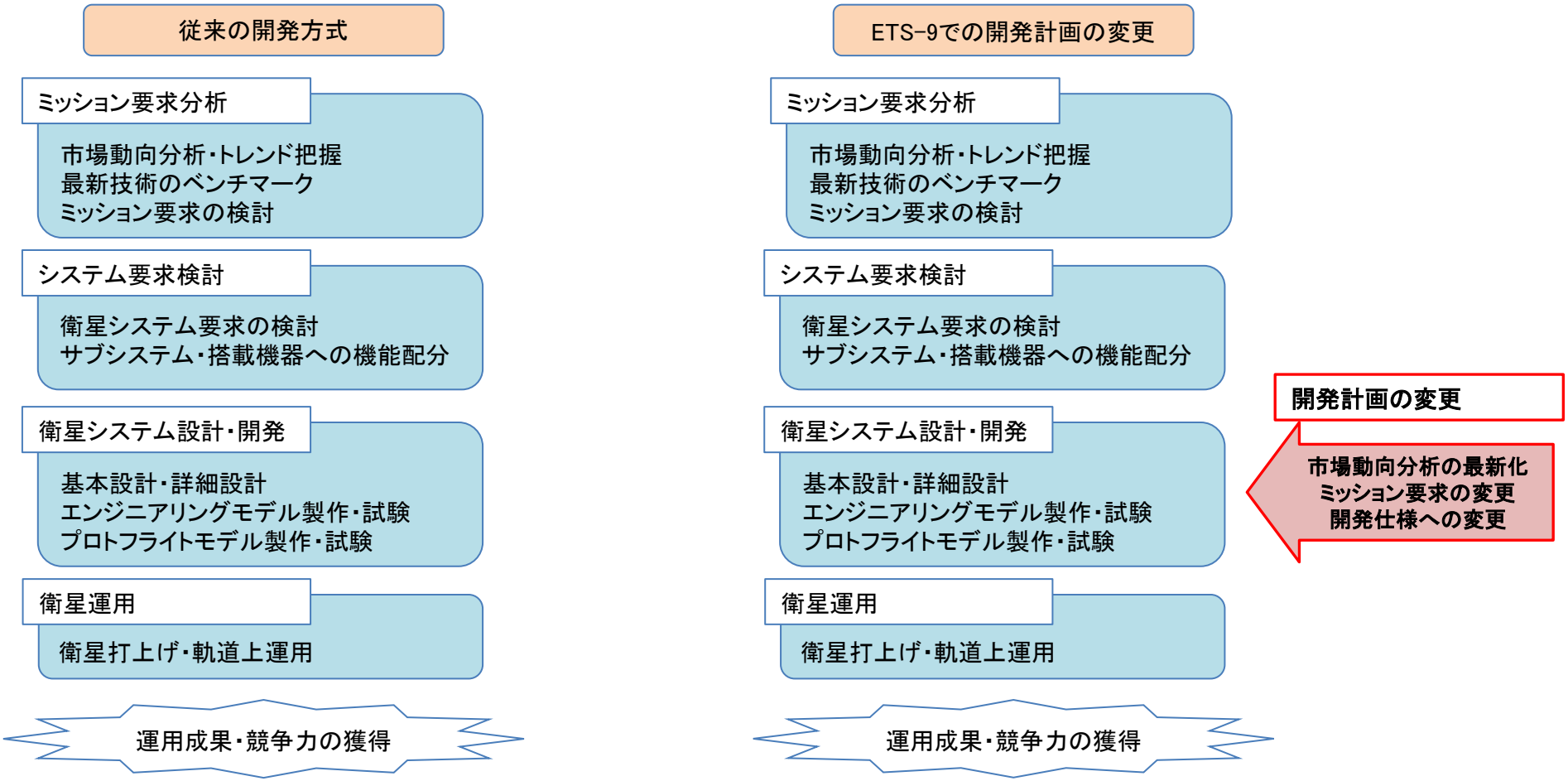


	開発移行時点での競争力のある次世代通信衛星の想定	現時点で競争力のある次世代通信衛星
通信ペイロード電力	20kW程度	15～20kW
通信ペイロードスループット	～100Gbps	200Gbps
ペイロード種別	一部デジタル	フルデジタル
周波数可変機能	有り	有り
ビーム可変機能	受信のみ有り	有り・DAFR
スループット1Gbpsあたりの価格	$3.0M程度	$1.0M程度

Gbps (Giga bit / second)
DAFR (Defocused Array Fed Reflector)：アレー給電型アンテナ

評定理由・根拠（補足）

２－４．技術試験衛星９号機における開発計画の見直し



従来のウォーターフォール式の開発方式では、ミッション要求設定から、軌道上運用を行い成果を得られるまで、数年オーダーの時間を要し、特に変化の激しい商用通信衛星市場においては、衛星通信技術の進歩は著しく、当初のミッション要求のままでは競争力を確保することは困難。

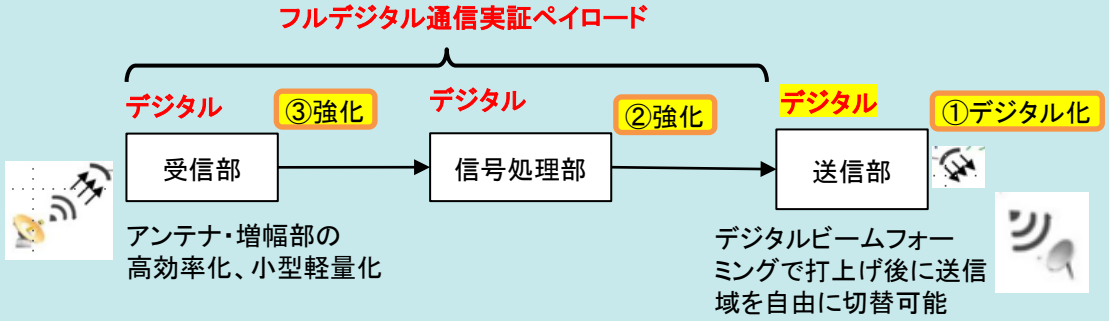
技術試験衛星9号機では、開発の途中段階で、最新の市場動向を踏まえ、ミッション要求を見直し、衛星システムの開発仕様の変更を行う計画変更を行った。
このことにより、急速に変動する商用衛星市場での競争力を確保することができると評価している。

２－５．フルデジタル通信実証システムとアクティブ熱制御実証システムの概要

【フルデジタル通信実証システム】

次世代静止通信衛星の実現に向けた大容量化及び標準化により、世界の最新動向を捉えた競争力の確保、
通信容量単価の半減に向けて、総務省の通信ペイロードに加えて、**フルデジタル通信実証ペイロードを導入**

①**送信部のデジタル化**によるビーム照射域(送信域)のフレキシブル化
②**信号処理部の強化**による**大容量化**、通信容量配分・通信地域の**フレキシビリティ向上**
③**受信部**を構成する機器の**高効率化、小型軽量化**

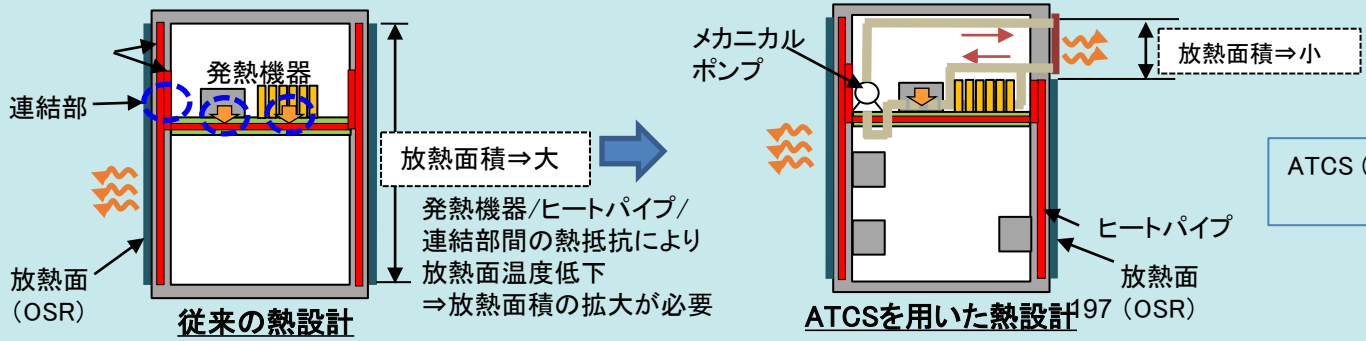


**デジタルビームフォーミングによる
送受信地域のフレキシブル化の効果**

・衛星の軌道変更や地上の人口分布の変化に合わせた通信
・被災時のビーム集中
・移動体(航空機、船舶等)の追尾等が可能となる。

【アクティブ熱制御実証システム】

フルデジタル通信ペイロードは、従来の通信ペイロードよりも高い排熱要求に加え、高熱流束を伴う発熱機器からの排熱を衛星構体内で熱輸送する必要があるが、毛細管力を用いたヒートパイプ等の従来のパッシブ熱制御方式では限界がある。
そのため、静止衛星ではこれまでに軌道上の実績がほとんどないメカニカルポンプを用いた二相流ポンプループによるアクティブ熱制御の実証を行う。



ATCS (Active Thermal Control System)
:能動型熱制御システム

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				
決算額 (千円)	14,266,992	8,265,342	12,535,363				
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				

(※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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目のうち、特に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（①）。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（②）。	産学官の有識者を含めた検討やステークホルダーとの調整を踏まえ、事業規模、国際競争力等を意識し設定したミッション要求（達成目標）の範囲内かつ、コスト削減等を意識しながら、経営推進部、評価・監査部、調査国際部、新事業促進部等のJAXA内関係部署等との幅広い連携や支援を受けながら、研究開発を進めている。評価に際しても、関係部署と連携して実施しており、年度計画に対する実績の明確化、世界との比較、定量的記載の拡充等適切な評価に努めたい。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	従前の取り組みとの違いなどが分かりやすくなるような記載をしており、説明に努めたい。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。（①）他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。（②）	社会実装・事業化の観点の記載の充実も意識して記載した。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	新型コロナウイルス感染症の拡大防止及びその社会的影響等に係る把握及び解析に資する宇宙システムや航空機運用システムの活用に取り組むなど、ウィズコロナ・ポストコロナ社会といった感染症への対応力を持つ社会の実現への貢献を目指す活動を進めていく。また、宇宙航空開発事業や国際連携を進めるうえでは、デジタル技術を活用しセキュリティ対策を強化しつつ自動化やオンライン化に取り組んでいる。
○通信衛星は既に商業化が進んでいる分野であるため、法人と民間企業との役割分担及び法人による研究開発の意義、諸外国の技術や事業との優位比較を明確にした上で、目標及び定量的なKPIを設定し、その成果を評価することが重要である。	民間企業との連携、諸外国との優位性も重視した開発を進めており、KPIなども意識しながら、着実に開発を進め、適切な評価に努めたい。
○測位・地球観測・通信等は、安全保障・産業振興・環境保護・災害時支援等において、国際的に不可欠な社会インフラとなってきており、さらにこれらの衛星が取得したビッグデータを活用し、新たなビジネスの創出と積極的な海外展開により、各国が国際的な影響力を高める時代に突入している。我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するためには、宇宙空間における「社会インフラ」・「プラットフォーム」・「商品・サービス」を一気通貫で構築する戦略を民間企業と共同で策定し、推進することが急務である。	我が国の産業振興・経済発展・国際貢献を実現するには、政府や民間企業と連携を密にして、取り組みを進めることが重要であり、ご指摘の観点も踏まえて、JAXAの強みを生かしながら、必要な研究開発等に取り組む。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○通信技術はデジタル社会を構築・発展させるための要の技術である一方、今後の人工衛星の発展においても、センサの高度化・高分解能化が見込まれる中、衛星通信技術は、国民生活・社会経済活動において不可欠な存在となっており、超高速、大容量、低消費電力、低遅延など国際競争は一段と激化している。 早急に我が国の衛星通信技術の国際水準に対するポジションを明確にし、キャッチアップからさらにトップランナーになるまでの計画を策定・実行し、着実な技術開発を推進していただきたい。	ご指摘のとおり、国際競争が激化しており、2020年度には急激な市場変化を踏まえた計画変更を実施した。国際競争力に貢献できるよう着実に研究開発を進めていく。
○衛星通信は様々な観点から、今後ますます重要性が増すことが予想される一方、我が国の衛星通信技術は、国際的には遅れが目立つ現状である。この一因として、「2～3トン級の衛星規模でありながら、デジタルペイロードを搭載し、100～200Gbpsのスループットと、サービスのフレキシビリティを両立するSmall Flex HTS」という世界的なトレンドに対する解を十分に持ち合わせていないことがあると考えられる。2～3トン級のSmall Flex HTSに搭載可能で、高速かつフレキシブルな通信サービスを実現するデジタルペイロードに対する解をETS-9で示してもらい、衛星通信分野における我が国の産業競争力の強化という目標が維持できていることを明らかにしてもらいたい。また、産業化に向け、技術のみならずコスト目標を設定するとともに、ETS-9開発後の改良、経済化に向け、通信衛星の市場動向や時間軸という視点も重視しながら今後の開発ロードマップを検討いただきたい。	急激な市場変化を踏まえ、国際競争力に貢献するような計画変更を2020年度に実施した。政府、研究機関、民間企業等と連携しながら、JAXAの強みを生かしつつ、適切に研究開発を進めていく。
○市場動向やスピードをとらえ、ETSプログラムの技術実証ペースを上げるためにも、ETSの小型化により開発・実証期間を短縮して、低コストで頻度を上げていただきたい。ワンサイクル早いスピード感のスキームに変えていくべきである。	急激な市場変化を踏まえ、国際競争力に貢献するような計画変更を2020年度に実施した。政府、研究機関、民間企業等と連携しながら、JAXAの強みを生かしつつ、適切に研究開発を進めていく。
○将来の衛星通信の方向性の一つとして、低軌道小型通信衛星コンステレーションが世界で推進されており、安全保障分野でも、商用小型通信衛星コンステレーションの活用が検討されている。JAXAにおいても、小型通信衛星についての研究を更に推進していただきたい。	小型通信衛星コンステレーションだけでなく、静止衛星や地上通信網を含めた検討が国内外でされており、政府、研究機関、民間事業者と連携しながら、JAXAの強みを生かしつつ、適切な研究開発に取り組む。
○研究開発に過度に徹しており、商用での利活用の促進についての側面が弱いところがあるのではないか。経済産業省と連携して、市場動向も加味し、社会実装が進むように進めていただきたい。また、低軌道衛星は、衛星コンステレーションが主戦場になっており、OneWebのような民間企業が中心で展開している領域である。ここで研究開発を行っている技術をどのように社会実装していくのか、各府省と連携してプランを作成し、実行する必要があるのではないか。	例えば、ETS－9の開発は、経済産業省も参加した「次期技術試験衛星に関する検討会」を踏まえ、政府（衛星通信を含む情報通信行政を所管する総務省等含む）、研究機関、民間事業者と密に連携しながら商用での利活用も意識して進めてきた。小型通信衛星コンステレーションだけでなく、静止衛星や地上通信網を含めた検討が国内外でされており、JAXAの強みを生かしつつ、適切な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）

2020年度 自己評価 **A**

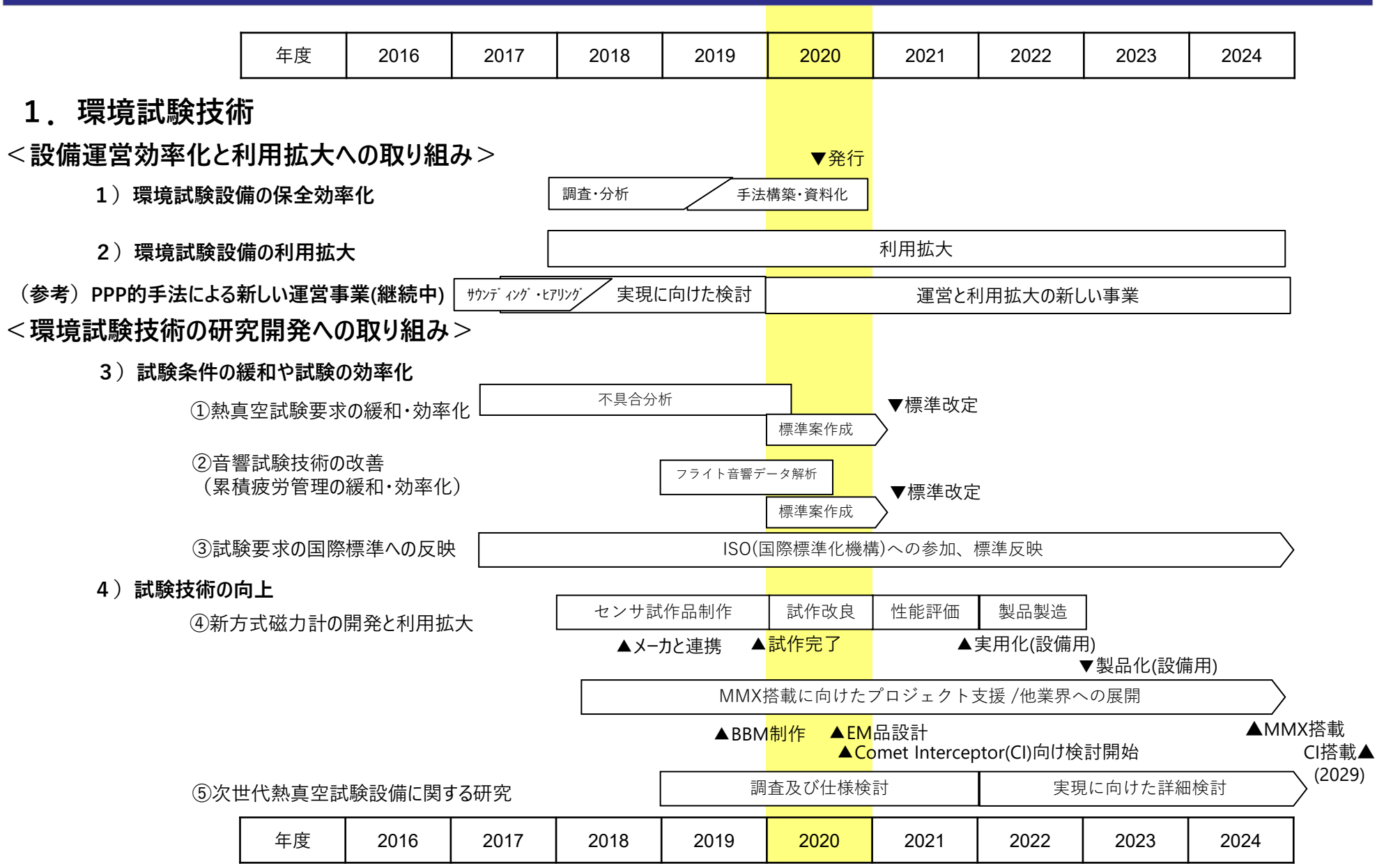
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．３．１１　人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術（追跡運用技術、環境試験技術等）	**１．１１．人工衛星等の開発・運用を支える基盤技術（追跡運用技術、環境試験技術等）**	－	－
人工衛星等の安定的な運用や確実な開発に必要な基盤技術である追跡運用技術及び環境試験技術等について、次の取組を行う。	人工衛星等の安定的な運用や確実な開発に必要な基盤技術である追跡運用技術及び環境試験技術等について、次の取組を行う。		
（１）環境試験技術 確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試験を着実に遂行するとともに、環境試験技術の向上を目指した研究開発等を行う。具体的には、老朽化対策を含む確実かつ効率的な環境試験設備の維持・運用を行うとともに、振動や熱真空の試験条件緩和及び試験効率化に関する技術開発に取り組む。さらに、他産業との交流により、培った環境試験技術と設備の利用拡大を進める。	（１）環境試験技術 確実なミッション達成に貢献するため、保有する環境試験設備による環境試験を着実に遂行するとともに、環境試験技術の向上を目指した研究開発等を行う。具体的には、老朽化対策を含む確実かつ効率的な環境試験設備の維持・運用を行うとともに、振動や熱真空の試験条件緩和及び試験効率化に関する技術開発に取り組む。さらに、他産業との交流により、培った環境試験技術と設備の利用拡大を進める。	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。 １）試験設備の維持・運用と設備利用の拡大に関しては、環境試験設備の保全効率化やベンチャー企業／つくば市との協働による利用拡大活動を推進しつつ、試験設備運営を実施し、 JAXAプロジェクト及び外部利用者からの試験実施要求を満足できた。 また設備の老朽化更新についても計画通り実施した。 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有効化（条件緩和、効率化）、標準化、及び開発を推進した（①、②、③については予定より先行）。 ①熱真空試験要求の緩和・効率化 ②音響試験技術の改善（累積疲労管理の緩和・効率化） ③試験要求の国際標準への反映 ④新方式磁力計の開発と利用拡大 ⑤次世代熱真空試験設備に関する研究	計画に基づき着実に実施。 JAXA共通技術文書（試験標準類）の改定によるプロジェクト開発試験の効率化(リソース削減等)が期待される。（①②ともに2021年4月改定）

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（２）追跡運用技術等 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。	（２）追跡運用技術等 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。	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。 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。 また、国際宇宙探査等の将来ミッションで実用化に向けて、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た。 精密軌道決定の技術開発では、軌道決定に必要なSLR設備の整備を計画とおり進め、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できた。AJISAI衛星、準天頂衛星の精密軌道決定に十分な性能を有する事を確認した。ALOS3の搭載GPS校正、ALOS4,ETS-9の精密軌道決定に利用する。2021年度中に開局予定。	はやぶさ２プロジェクトにおいては、臼田・内之浦局や追跡ネットワーク設備を最大限運用に供することができ、地球帰還・回収運用の面から、重要ミッションの成功に寄与した。 計画に基づき着実に実施。 計画に基づき着実に実施。

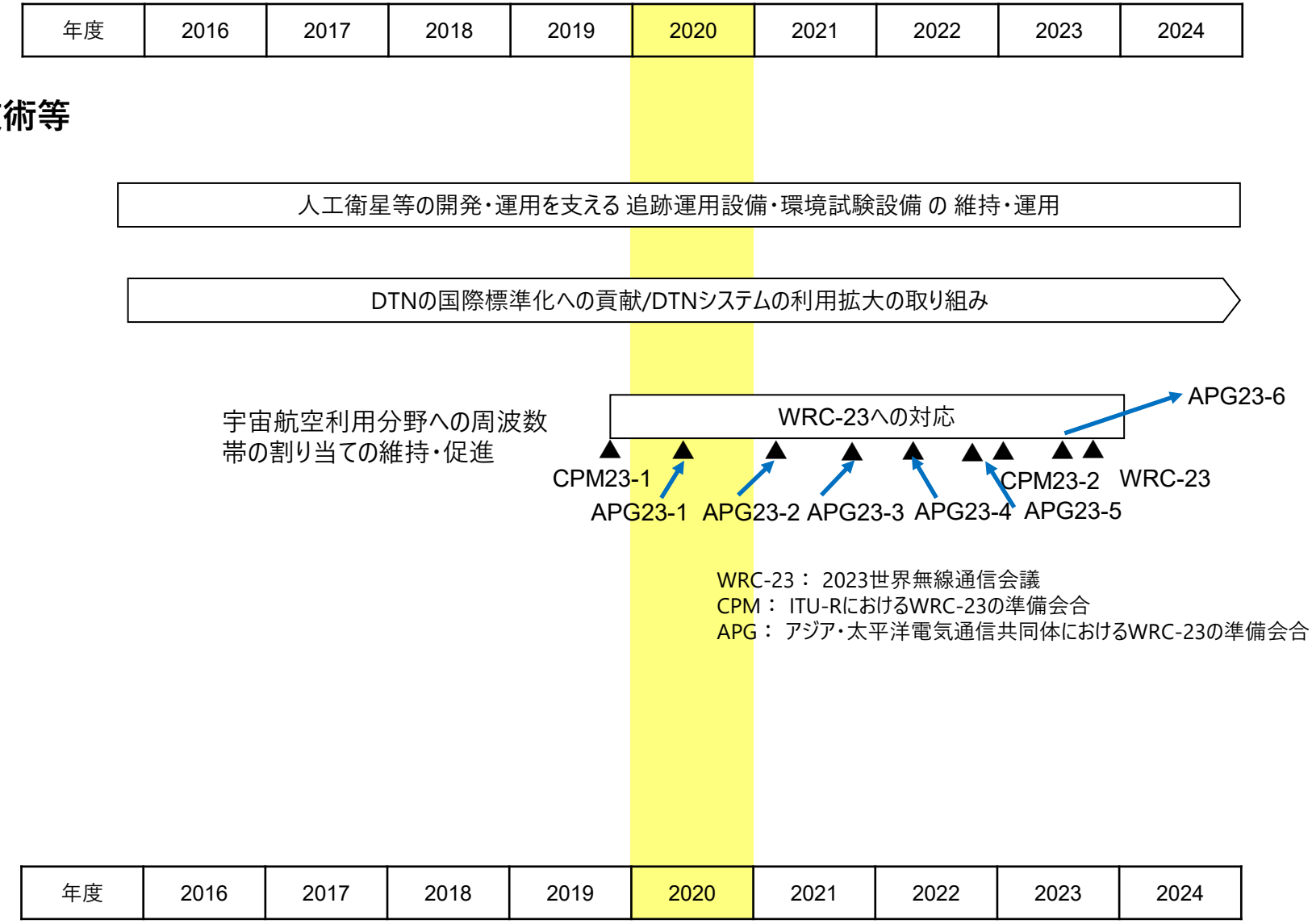
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
ミッション達成に貢献するため、JAXAが必要とする新設・既設の無線局の周波数を新規に又は継続して確保するべく、国際及び国内における規則策定検討への参画や他無線局との使用周波数の調整等を通じて宇宙航空利用分野への周波数帯の割り当てを維持・促進し、当該周波数帯での無線局の許認可を確実に取得する。	ミッション達成に貢献するため、JAXAが必要とする新設・既設の無線局の周波数を新規に又は継続して確保するべく、国際及び国内における規則策定検討への参画や他無線局との使用周波数の調整等を通じて宇宙航空利用分野への周波数帯の割り当てを維持・促進し、当該周波数帯での無線局の許認可を確実に取得する。	5G等の新しい無線システムの増加に伴い、周波数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も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。 1．9月に開催された国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）作業部会に、地球観測衛星（AMSR2/3）の周波数保護の観点から、2021年度以降の早期導入を目指す空港異物検知レーダーとの干渉検討手法を提示する日本寄書を提出。また、9月～1月にメール審議された海外宇宙機関との宇宙用周波数調整会議（SFCG）、11月に開催されたSFCG内の月・火星周波数調整会議（LMSG）、3月に開催されたNASA/ESAとの周波数調整会議（FCM）に参加し、宇宙探査・地球観測衛星の共用検討勧告、月・火星ミッションの周波数割当決議等にJAXAの意見を反映。 2．総務省の会合に参加し、AMSR2/3保護の観点から、非静止衛星コンステレーションの導入に向けた技術検討に協力。また、総務省の依頼で、JAXA無線局と他の無線局間の干渉回避のための検討を26件実施。 3．5月に打上げられたHTV9号機とJEMとの通信に用いた無線LANの無線局、11月に打上げられたJDRSの無線局、2021年度に打上げが予定されるALOS-3に関し、関連無線局の免許、予備免許を取得。2023年度の運用開始を目指すSSAレーダーに関し、現地無線局の予備免許を取得。また、12月のはやぶさ２のカプセルの地球帰還に関して、関係部門と連携し干渉状況を把握、関係方面に働きかける等、混信対策を実施した結果、干渉が無かった旨確認。 4．新事業促進部に対し、JAXAが支援しているベンチャー企業等の無線局とJAXA無線局との干渉回避のための協力、SFCG勧告に関する助言、有人宇宙技術部門に対し、「きぼう」日本実験棟からの超小型衛星放出事業の衛星受領に関する技術資料作成を支援、国際宇宙探査センターに対し、今後の月関係ミッションの周波数調整に向けた検討への協力及び助言を実施。	計画に基づき着実に実施。 ミッション達成に不可欠で、有限希少な周波数の国内外での確保・調整、必要な許認可取得、はやぶさ２の混信対策等を通じ、周波数管理の観点からミッション達成に貢献した。

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

スケジュール


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
1．環境試験技術
＜設備運営効率化と利用拡大への取り組み＞
▼発行
1）環境試験設備の保全効率化
調査・分析
手法構築・資料化
2）環境試験設備の利用拡大
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＞
3）試験条件の緩和や試験の効率化
①熱真空試験要求の緩和・効率化
不具合分析
標準案作成
▼標準改定
②音響試験技術の改善
（累積疲労管理の緩和・効率化）
フライト音響データ解析
標準案作成
▼標準改定
③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
4）試験技術の向上
④新方式磁力計の開発と利用拡大
センサ試作品制作
試作改良
性能評価
製品製造
▲メーカと連携
▲試作完了
▲実用化(設備用)
▼製品化(設備用)
MMX搭載に向けたプロジェクト支援 /他業界への展開
▲BBM制作
▲EM品設計
▲Comet Interceptor(CI)向け検討開始
▲MMX搭載
CI搭載▲
(2029)
⑤次世代熱真空試験設備に関する研究
調査及び仕様検討
実現に向けた詳細検討
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．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
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
APG23-1
APG23-2
APG23-3
APG23-4
APG23-5
CPM23-2
WRC-23
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
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）

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

中長期計画で定められた確実なミッション達成に貢献するため、人工衛星等の開発・運用を支える基盤として施設・設備を着実に維持・運用するとともに、技術の向上を目指した研究開発や技術と設備の利用拡大に取り組み、年度計画で設定した業務を計画通り実施した（補足、参考情報を参照）。

特に環境試験技術に係る標準類への反映や手法構築については計画より進んでおり、JAXA内外ユーザーへの試験技術の早期利用拡大を推進した。

１．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）環境試験設備の保全効率化（設備の保全・稼働データの統計分析により保全項目/周期を効率化。射場設備等への適用のため一般公開）

２）環境試験設備の利用拡大　（補足１参照）

①利用拡大に係るベンチャ育成・コンテンツ提供（**JAXA試験技術コンテンツをJAXA発のベンチャー企業に提供**し、**試験技術の利用発信を拡大**）

②つくば市との協定に基づく利用拡大活動　（つくば市スタートアップ推進室との協力による試験設備紹介を通じ、**設備利用拡大の意義共有**）

＜環境試験技術の研究開発への取り組み＞

３）試験条件の緩和や試験の効率化（補足２参照）

①【熱真空試験要求の緩和・効率化】（システム熱真空試験における**時間規定を見直し。海外宇宙機関(NASA,ESA)と同等かつ試験効率化**）

②【音響試験に関する累積疲労管理の緩和・効率化】(**フライト中に受ける累積疲労が従来想定の1/30程度であることを世界で初めて明らかにするとともに、**その結果を用いた**新しい累積疲労管理手法を確立**し、**開発期間の短縮及びコスト低減**を促進）

③【試験要求の国際標準への反映】ISO15864－General test methodsのプロジェクトリーダーとして、**JAXA試験標準の最新改定内容（静加重条件、熱真空試験・熱サイクル試験の選択など）を国際標準に反映**した。また、中国・ドイツとの共同提案であるISO23670－Vibration testingの検討において**JAXA振動試験ハンドブックの一部内容（試験条件解析手法）を取り込んだ**。これら反映により、**国内産業の利用拡大**を推進）

４）試験技術の向上（④新方式磁力計の開発と利用拡大、⑤次世代熱真空試験設備に関する研究（補足３参照））

２．追跡運用技術等

長距離通信の課題を克服し、宇宙機群の相互協調（情報や資源の共有）を可能とする遅延・途絶耐性ネットワーク**DTN（Delay/Disruption Tolerant Networking）**技術で、将来の実用化に向け、ソフトウェアプログラムの一部をFPGA論理回路へ置き換える要素部分試作を行い、機器化に向けた実装可能性について目途を得た。（補足４，５参照）また、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、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した。今後、ALOS3の搭載GPS校正、ALOS4,ETS-9の精密軌道決定に利用する。2021年度中に開局予定。（補足６参照）

また、ミッション達成に不可欠で、有限希少な周波数の国内外での確保・調整、必要な許認可取得を計画に基づき着実に実施するとともに、はやぶさ２の混信対策等を通じ、周波数管理の観点からミッション達成に貢献した。

１．環境試験技術

＜設備運営効率化と利用拡大への取り組み＞

２）環境試験設備の利用拡大

①利用拡大に係るベンチャ育成・コンテンツ提供

JAXAベンチャとして立ち上がったSEESE(右記参照)への支援として、試験ユニットが持つ知財である「RRS（ランダム応答スペクトラム）解析プログラム」および「SRS（衝撃応答スペクトラム）解析プログラム」をSEESEに提供し、試験技術のベンチャ企業利用拡大に向けた発信を進めた。

茨城県 × SEESE

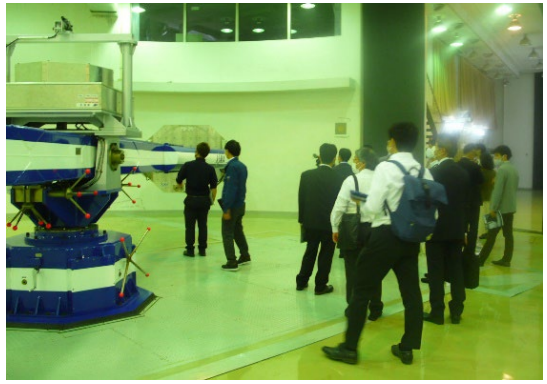
「いばらき宇宙ビジネス資源活用促進モデル事業」委託
(2021年2月9日)

（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を行う、JAXA職員出資によるベンチャー企業）

②つくば市との協定に基づく利用拡大活動

つくば市との相互協力の促進に関する基本協定
(2020年6月25日)

市内企業がJAXAの設備を使いやすくなるよう、産業振興に関する連携も強化





つくば市スタートアップ推進室との協力による地元企業に対する試験設備紹介および運営説明
(2020年11月20日)

試験設備利用の拡大、産業振興の継続的推進

１．環境試験技術（続き）

＜環境試験技術の研究開発への取り組み＞

３）試験条件の緩和や試験の効率化 （当初2021年度完了予定であったが、データ解析や調整を効率的に進めることで2020年度内に達成）

①【熱真空試験要求の緩和・効率化】

背景・課題

- 従来のシステム熱真空試験における「さらし試験(12時間)」及び「浸し試験(72時間)」要求は、1972年当時の米国標準を元に策定以降、40年以上再評価なし。
- 現在の海外宇宙機関(NASA,ESA)の試験標準では、さらし浸し試験の時間は利用者が定めるものとしており、JAXA標準が乖離。
- さらし浸し試験は時間を要することから利用者からコスト増大の一要因との指摘あり。

アウトプット

- 地上試験不具合7,776件を分析した結果、さらし浸し時間に起因して発生する不具合はアウトガスとリークに限られることが判明。
- アウトガスとリークの検証目的で長時間の熱真空試験を行うのは非効率的（工数大）、かつ最近のシステム多様化等を考慮すると試験標準で一律の時間要求を設定することは非合理的。
- さらし浸し時間規定を廃止しシステム側で設定する要求に見直し（NASA,ESA同様）。
  （アウトガス：高真空下での材料からのガス放出）

アウトカム

- システム熱真空試験の試験時間を最大で9日間短縮(試験工程の約1/3の短縮)可能とし、2021年4月に試験標準改定

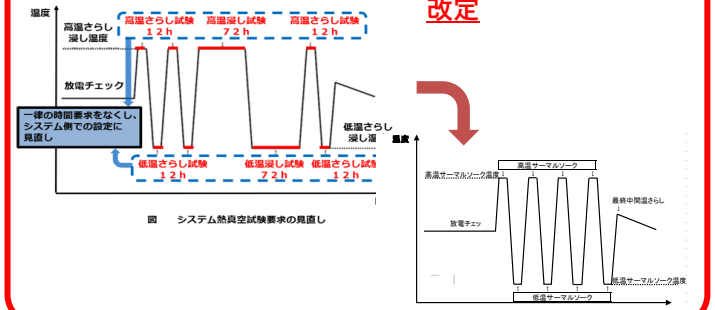


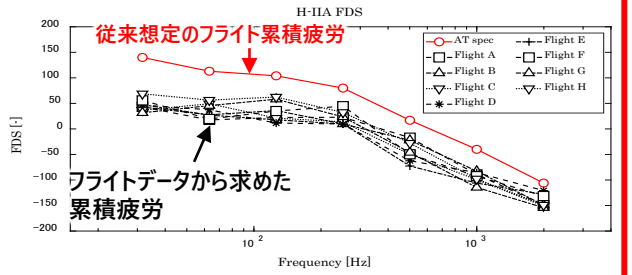
図　システム熱真空試験要求の見直し

②【音響試験技術の改善（累積疲労管理の緩和・効率化）】

- 従来の衛星搭載品の累積疲労管理は、ノンフライト品（プロトタイプ）に与えた負荷を基準として、フライト品の負荷が一定の割合以下に抑えるような管理体系が取られてきた。
- しかし、この方法はプロトタイプが存在しないモデルに対しては適用することができず、累積疲労管理が近年のプロトタイプ不在の機器開発におけるボトルネックとなっていた。
- また、このような海外標準よりも大きく安全側のJAXA標準における累積疲労要求が、調整リソース増大や開発の出戻りを引き起こしていた。

- 従来の解析手法に代わる、累積疲労を計算する新たな解析手法を用いて過去16機分のフライトデータを解析することにより、フライト時の累積疲労が従来想定の約1/30程度であることを世界で初めて明らかにした。
- また、地上試験を通過した機器がフライトで破損する確率を計算する手法を構築し、プロトタイプが省略された機器に対しても適用できる累積疲労の管理方法を構築した。
- 加えて、海外標準思想に基づく開発も各プロジェクト毎のリスク評価により許容できる要求解釈を示した。
- 日本機械学会、及び16th ECSSMET（宇宙機の構造、材料、及び環境試験に係る欧州会議）で発表
  （タイトル：「非定常ランダム音響負荷下における構造振動の最大荷重と累積疲労を等価とする定常音響環境条件の導出とその応用」）

- 累積疲労管理の効率化やリスク許容性評価、ウェーバー/デビエーションの技術根拠等が期待できる。2021年4月に音響試験HDBKの C改訂に反映

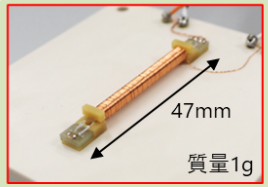


フライトデータの分析から、フライト累積疲労が従来の想定よりも非常に低い（約1/30）ことを明らかにした。

１．環境試験技術（続き）
＜環境試験技術の研究開発への取り組み＞（続き）
４）試験技術の向上

④【新方式磁力計の開発と利用拡大】

小型高精度な新方式磁力計の実用化開発を**2018年度より開始**し、**地上設備用途から宇宙機搭載用途(火星圏探査機MMXのPDR(基本設計審査)終了、さらに彗星探査)へと新技術の展開**を推進。MMXに続き**将来のJAXA/ESA国際共同ミッションComet Interceptor**からも本磁力計搭載を打診され、**超小型探査機による磁場計測**を新たなアウトカム先として推進。

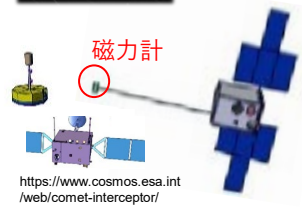


新方式磁力計(一軸)
（マッチ棒サイズ）

Comet Interceptorミッションへの搭載



飛来する彗星を3機の探査機で待構えて探査
超小型探査機の1つを日本が担当



超小型探査機による磁場探査は本ミッションが初

新方式磁力計が搭載候補として打診され、超小型探査機による新しい磁場探査を実現すべく、MMXでの成果をさらに発展させる検討を実施

⑤【次世代熱真空試験設備に関する研究】

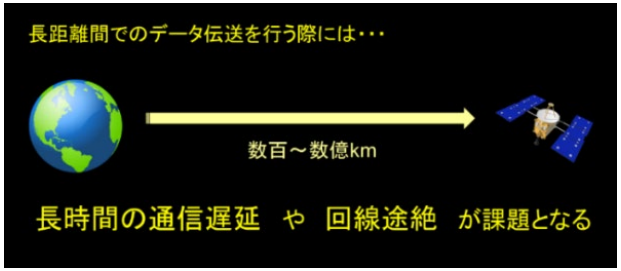
（背景）
・大型熱真空試験設備が**設置後30年以上経過**し（直径13mスペースチャンバー：31年、直径8mスペースチャンバー：45年）、**設備の老朽化、及び性能劣化**（旧式化、維持運用コスト増）が進行
・将来システム（静止常時観測衛星）から**新たな熱真空試験設備仕様**（徐震）の要望

（アウトプット）
・以下の目標仕様を設定し、実現性検討を実施。
① **設備常設の20K冷却系**を具備することで、深宇宙・惑星探査ミッションに対応、またソーラシミュレータ用コリメーションミラーの分割数を削減することで、**均一度を向上**。
② シュラウドの冷却方式を現行設備の強制循環方式から**自然循環方式に変更**することで、試験効率を維持しつつ**窒素消費量や電力消費量を削減**。
③ ソーラシミュレータと同時に**除震装置をスペースチャンバに具備**することで、**高精度な光学ミッションの要求に対応**。
・仕様検討の結果、成熟した機器の組み合わせ、実証済み技術の応用により実現可能であることを確認し、仕様案及びリソース案をまとめた。

（将来期待されるアウトカム）
・将来システムからの熱真空試験要望に合致した試験の実施による**プロジェクトの確実な実施への貢献**。
・大型熱真空**試験技術の向上及び普及**。

２．追跡運用技術等

１）DTN（Delay/Disruption Tolerant Networking：遅延・途絶耐性ネットワーク）の研究開発
～「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、将来の国際月探査プログラムへの適用を目指している。

・地球近傍衛星（LEO/GEO）～地表間の高速通信（電波通信、光無線通信等）において課題となる大気減衰・散乱による回線品質劣化（データ欠損）に対しても、当該技術が具備する自動再送機能の有効性が認識されつつあり、応用検討が活発化している。

・非宇宙分野においても、災害時ICTやセンサ（アドホック）ネットワークへの応用が検討され、波及効果が望める。

＜DTNの国際標準化への貢献＞

・DTNの国際標準規格の策定にむけ、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。なお、宇宙データ諮問委員会には作業グループが23グループ設置されているが、日本の人材が正・副議長へ選出されているのはDTNのみである。

・当該技術の実現可能性の検証、規格への適合性を検証するため、プロトタイプ製作に着手し、先端的な技術獲得を推進しつつ、その成果を策定中である当該技術の国際標準規格へ提案・反映を引き続き行った。

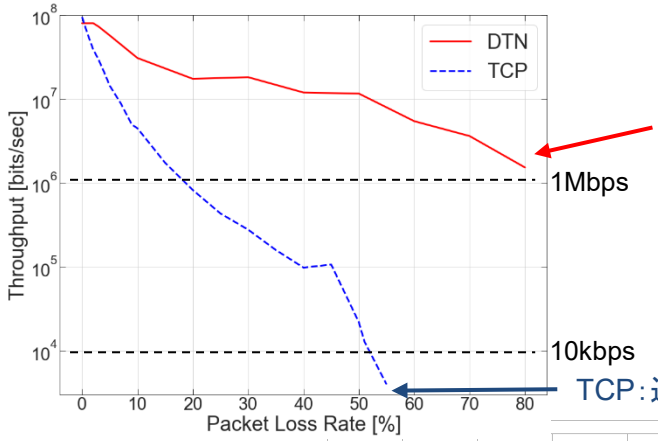
２．追跡運用技術等（続き）

＜DTNシステムの利用拡大の取り組み＞

JAXAは、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技術の活用をJ-SPARC（JAXA宇宙イノベーションパートナーシップ）事業として共同で検討した。FY2020は、共同実験に向けた準備として、JAXAにて大気中で光通信を行う際に想定されるパケットロス率を有線（LANケーブル）上で模擬する模擬実験系を構築し試行を行った結果、通常のインターネット(TCP/IP)では通信継続が困難となるパケットロス率においても、**DTN技術を用いることにより通信が継続され、ロバスト性が向上することが確認できた**。これにより今後の企業側実験治具・光通信デバイスを組み入れた共同通信実験の計画策定に向け目途を付けた。

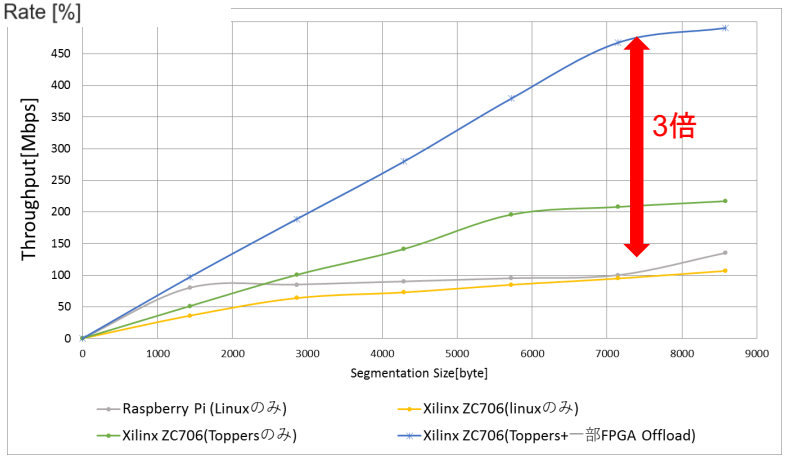


https://aerospacebiz.jaxa.jp/solution/j-sparc/projects/sonyCSL/



＜DTN技術の宇宙機への搭載化検討＞

JAXAは、DTN技術の実用化に向けた一環として、PC/汎用OS上で動作するソフトウェアプログラムとして実装してきたDTN技術を、SoC（System-on-Chip)/リアルタイムOS上に実装するとともに、高速処理を要する機能のFPGA回路化を果たすことで、将来の宇宙機搭載機器としての実装可能性及び通信性能向上の可能性を検討した。FY2020は、**宇宙機でも実績のあるリアルタイムOSであるToppers上への実装に成功**し、要素部分試作として一部機能（通信プロトコルフォーマット及びエンコード処理）のFPGA論理回路化を果たした結果、従来の３倍に相当する平均通信性能を得ることができた。これにより、機器化した場合の実装可能性、及び今後のFPGA論理回路の範囲拡大による通信性能向上へ目途を付けた。



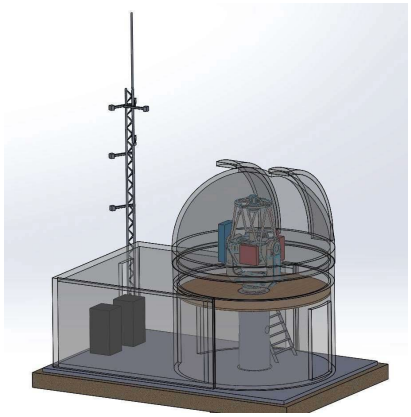
２．追跡運用技術等（続き）

２）高精度軌道決定の技術

〇技術開発の目的、アウトカム　観測衛星で得られるメリット

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）

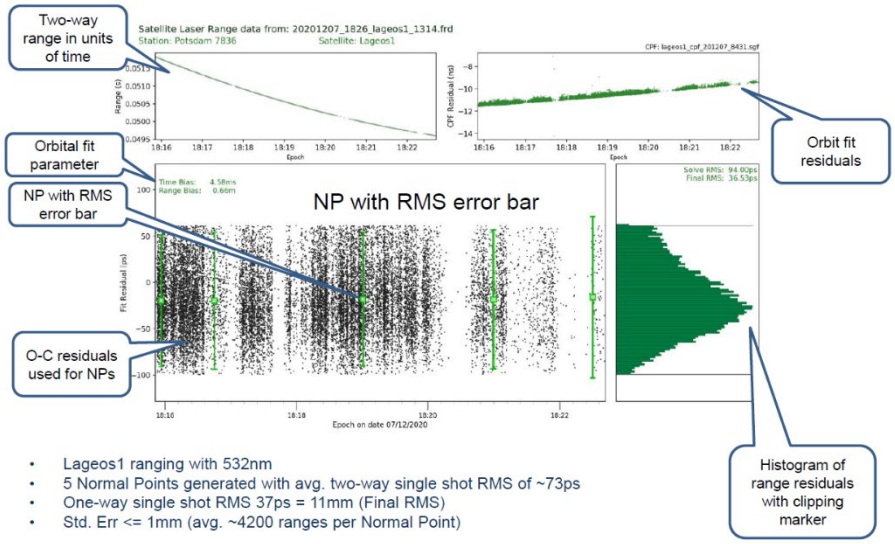
〇SLR設備の概要、利用イメージ



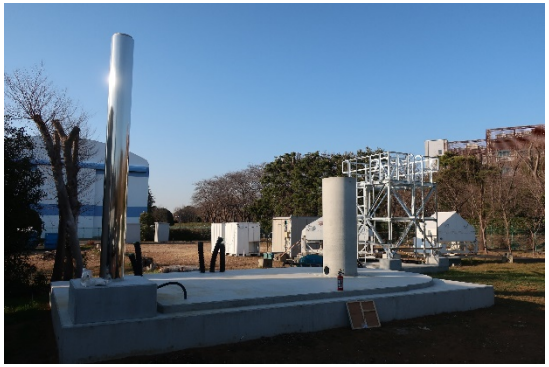
〇特徴

・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モックアップを行い、SLR技術を蓄積したうえで策定した。







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

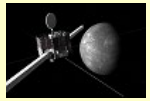
	要求	結果
LAGEOS衛星	1 return/sec	**70 return/sec**
測距精度	20mm(RMS)	**6mm(RMS)**
静止軌道衛星	1 return/sec	**5 return/sec**
測距精度	100mm(RMS)	**14.5mm(RMS)**

JAXAの衛星・探査機と追跡ネットワーク

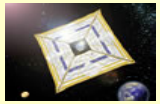
以下に示す衛星・探査機の確実なミッション達成のため、17基の国内外のアンテナを用いて追跡管制運用を行った。

＜主な運用対象（予定含む）＞

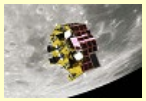
惑星探査

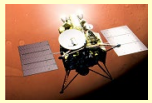

BepiColombo（MMO:みお）


PLANET-C（あかつき）

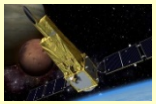

IKAROS

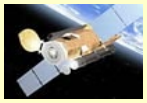

はやぶさ２


SLIM【開発中】

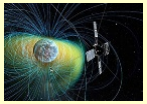

MMX【開発中】

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】

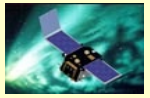
地球観測

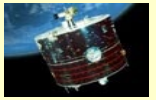

ALOS-2（だいち2号）


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




勝浦宇宙通信所

美星/上齋原スペースガードセンター


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）


マスパロマス可搬局（スペイン領カナリヤ諸島）


ミングニュー可搬局（オーストラリア）


サンチアゴ可搬局（チリ）

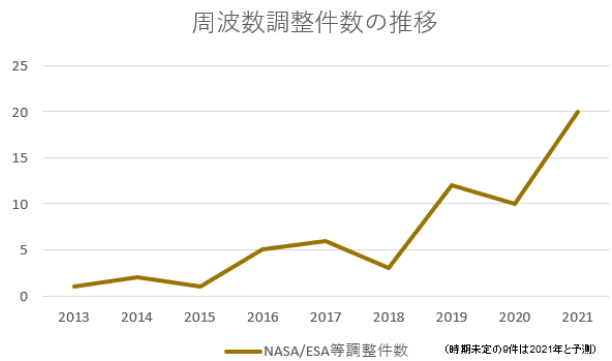
財務及び人員に関する情報

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				
決算額 (千円)	4,470,199	4,637,989	4,916,177				
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				

(※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	8件	9件	3件				
知的財産権 出願・権利化 ライセンス供与件数							
外部からの受託件数、施設・設備の供用件数	44件	50件	47件				

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
５G等地上用周波数ニーズ増大を背景とする、宇宙ミッション用周波数の減少・干渉懸念 【想定される影響】 ・５G等周波数追加に伴い宇宙ミッション用周波数が減少すれば、その中での周波数調整が難航し、ミッションのスケジュール遅延、設計・開発の手戻りコスト増加、希望の周波数が使用できなくなれば、ミッション達成に影響する。 ・５G等（実用局）周波数追加に伴い宇宙ミッション用周波数（多くは実験局）と共用することとなれば、実験局は実用局に干渉を与えてはならないことから運用が制約され、干渉を受けても容認せざるを得ず、ミッション達成に影響する。	１．周波数使用・共用に関するルール策定段階において、関係する国際会議、国内会議に参画し、ルール策定にJAXAの意見・知見を反映しつつ貢献する。 ２．ルール運用段階において、国際的な周波数調整や国内免許申請手続に早めに着手するとともに、ミッション毎に電波利用料額も踏まえ局種を適切に選択する。 ３．1及び２を適切に遂行するための周波数管理リソース（主にJAXAの将来に責任を持って中長期的な企画が可能な国際経験・他部門経験のある内部人材）の維持・確保、ミッション担当部門との適切な連携・キャリアパスの構築。
アルテミス計画・民間進出を背景とする、宇宙機関間のミッション用周波数調整案件の急増・複雑化 【想定される影響】 ・急増・複雑化に対応できずこれ以上の遅延等の問題が生じれば調整が後手に回り、JAXAミッションが運用制約・干渉を受けるなど不利な立場となり、ミッション達成に影響する。 ・NASA/ESA等宇宙機関間の信頼関係を損ない、JAXAミッションの調整全般に支障が生じ、ミッション達成に影響する。  	１．ミッション計画段階において、調整案件の情報収集・予測を行い、周波数調整に必要なリソース（主に外注予算及び業者の人的リソース、外注管理が可能な内部人材）を確保する。また、予測にずれが生じた場合は機動的な対応を図る。 ２．ミッション調整段階において、業者を含めた進捗管理を適切に行い、ミッション担当部門にも状況を共有し協力を得る。 ３．１及び２を円滑に遂行するため、宇宙機関間の過去の類似する周波数調整の経験を活用する、内部人材の円滑な世代交代を視野に入れ知見の共有・継承を図る。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○筑波宇宙センターのすべての試験設備などを対象に、民間事業者による主体的な維持・管理を開始したことによって、どれぐらいの効率化を成し遂げたのか。具体的に示すとともに、そのプラス・マイナスについても分析する必要がある。	環境試験技術ユニット業務としては、試験設備運営に係る工程管理、セキュリティ管理、安全管理、品質管理、環境管理等を事業者業務とし業務負荷を大幅に減らせた（18名→6名（内部併任者含む））ことで、研究業務に集中できるようになった点は効率化といえる。またコロナ禍の中でもテレワークによる状況確認により事業者の作業状況を問題なく把握でき、従来どおり利用者の要求を満足する試験運用ができた。
○当該項目のうち、特に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。	環境試験要求の効率化において、JAXA自身による分析評価結果を踏まえた新たな標準・手法の確立を行っており、従来のNASA等の海外標準の引用から、自主技術による標準の確立、さらにはJAXA標準の国際標準化活動も推進しており、世界と肩を並べる立場で継続的に活動している。2020年度は2件のJAXA標準の見直し、2件のJAXA標準の国際標準(ISO)への反映を行いJAXA外部（ユーザー、海外宇宙機関等）に対する貢献も果たした。
○複数年度にまたがる蓄積した成果を評価する場合にはその観点を明示するとともに、単年度での成果と混在する場合は、当該時期以前はどうであったかを説明することが必要である。	「新磁力計の開発と利用拡大」のように、プロジェクトと連動して推進する業務については、スケジュール線表で全体像を示し、成果記述は2020年度のみとすることで記述混在を避けた。
○全般的に、個別の研究成果に関する記載は充実しており、定量的な指標を用いて説明しようという工夫が見て取れる。他方、成果が如何に社会実装・事業化され、どれだけ社会課題の解決に貢献したかという観点が不足している。SDGsやSociety5.0への貢献の観点を押し出していただきたい。	環境試験技術の研究を通じて国際標準の維持・活用、JAXA標準の国際化を進めており、日本の試験標準に世界標準との互換性を持たせることで、国内産業界の世界進出の促進に貢献している。 IoTによる新たな価値の創造については、まだこれからではあるが、解析/シミュレーション技術と試験技術を相互補完する形で、機械学習などIoT技術を活用した試験条件の緩和を志向しており、従来の解析限界を超えた新たな知見や手法等の獲得が期待される。
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	環境試験に係る学会や国際会議の多くがリモートで開催された。欧州での会議では専用の会議ツールを用いた展示紹介等も行われており、積極的な参加／発言とともにリモートイベントの目的に適合した新たな会議ツールの活用も進める必要があると認識。
○法人の観点やJAXA/国内にとどまった観点の目線ではなく、世界国際標準や、あるいは納税者である国民の目線など、法人外の観点からの目線からの客観的な評価を心掛ける必要がある。	環境試験技術の研究を通じて国際標準の維持・活用、JAXA標準の国際化を進めており、日本の試験標準に世界標準との互換性を持たせることで、国内産業界の世界進出の促進に貢献している。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○PPP的手法による業務効率化は高く評価できるが、PPPあるいはPFIといった手法は手段であり目的ではなく、当手法によるリソース配分の結果、どのような研究開発成果が創出されたかが本質的に評価すべき点である。	リソース再配分による研究開発成果の創出効果については、人員リソースを試験技術研究や将来設備検討に集中し、学術論文発表(3件)に加え、JAXA設計標準反映(2件)及び国際標準(ISO)への反映(2件)を計画より前倒しで達成した。
○PPP的手法による業務効率化は高く評価できるが、PPPあるいはPFIといった手法は手段であり目的ではなく、当手法によるリソース配分の結果、どのような研究開発成果が創出されたかが本質的に評価すべき点である。施設運営の効率化、いわゆるFM（ファシリティマネジメント）の向上が果たすべきアウトカムとした場合、維持費がどの程度削減され、効率的になったのか、財務諸表等を活用した客観的かつ具体的な効果とともに、事前に設定した目標値に照らし合わせた達成度の評価を期待する。	
○研究開発テーマが、既存技術の応用や発展型なのか、または全くの新規技術なのか、技術そのものの位置付けについても記載していただきたい。	環境試験技術は基本的には既存技術の応用（実用化）研究が主体であるが、新規技術研究開発に相当する場合は明記する。

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

2020年度 自己評価　S

【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ため、評定をS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				
決算額（千円）	16,464,106	14,206,832	16,199,543				
経常費用（千円）	18,563,542	11,473,161	13,151,712				
経常利益（千円）	△2,603,560	73,668	190,477				
行政コスト（千円）（※1）	18,370,390	15,649,082	13,235,930				
従事人員数（人）	371	361	361				

（※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　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。 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。 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。 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他、協業に資する整備・構築を含む共通技術基盤の高度化を図る。	宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）は、始動から3年目を迎え、27件（前年度26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社内共創メンバー約230名超（前年度150名超）と、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た。 特に、2020年度は、多様かつ新たな事業の創出に向け、以下のような顕著な成果創出や将来的に期待を持てる成果を創出した。 「小型SAR（レーダ）衛星によるソリューション事業（2019年2月より㈱Synspectiveと共創）」において、小型合成開口レーダ（SAR）衛星の軌道上運用が実現したことで、JAXA研究開発成果でもある小型SAR技術や革新的衛星技術実証1号機で実証済の薄膜太陽電池セル搭載などJAXA技術が初めて、民間宇宙ベンチャーの衛星のキー技術として採用され、軌道上運用にまで繋がった。これにより、Synspective社の独自データを利用したソリューションサービスを開始できるところまで実現できた。 商業活動の場としてのISSきぼう利用を進める中、ISSきぼうと地上の双方向ライブ番組配信「KIBO宇宙放送局」事業（2019年8月から㈱バスキュールと共創）と「宇宙飛行士訓練法を活用した次世代教育事業（2018年11月からSpaceBD㈱／㈱増進会HDと共創）」は、実証段階において早くも売上を計上、次年度以降のISS関連初の民間アイディアによる事業化に向け、大幅な進展が認められた。 「防災分野における新たな食ビジネス（2018年9月から㈱ワンテーブルと共創）」では、宇宙食と備蓄食の類似性に着目した「BOSAI SPACE FOOD」（備蓄ゼリー）を本格販売した。従来の乾パンに代わる備蓄として、22都道府県の自治体等に導入され社会実装が進んだ。また、食や暮らし・ヘルスケア分野における宇宙と地上双方の課題解決に向けたオープンイノベーションによる研究開発やビジネスを促進する共創プラットフォームも始動した。	計画に基づき着実に実施。 「KIBO宇宙放送局」（2020年12月・第2回放送）で、Twitter Japan社と連携した初の公開寄付企画により、1,250万以上のツイート反応結果を得て、同社より上限である100万円の寄附が実現。従来にない寄附形態を開拓でき、JAXA外部資金獲得の多様化に繋がる好事例を創出した。 福島沖地震（21年2月）や九州水害（20年7月）に、避難所や医療機関などで、水いらずで手軽にカロリーが取れる備蓄ゼリーが提供され、実際の災害の場で活用され貢献した。

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)	「アバター技術による宇宙関連事業（2018年8月からANA HD㈱と共創）」では、前年度までのコンソーシアム活動成果として、2020年11月に世界初の宇宙アバター実証を民間資金により実現し関連技術を確立した。コロナ禍で閉館続くJAXA展示施設での地上アバターによる遠隔見学実証も初めて実施し、コロナ禍で医療機関や地方の商店が抱える課題にも貢献できることが明確となり、次年度以降、地上での事業化が期待される。	官民で進めた当「アバター事業」が注目され、本件に関するJ-SPARC活動が世界最高峰の経営学大学院の一つであるハーバード・ビジネス・スクールの教材として採用された。将来の経営者に対するリーダーシップ・イノベーション論の参考として大きな波及が見込まれる成果を創出した。

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。 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。	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、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。 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。	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。 JAXA発ベンチャー支援制度において、新たに1件に対して認定を行う等計8社への支援を実施した。8社のうち、JAXA発ベンチャーとして初めて「DATAFLUCT」社がデータ活用の事業性を認められベンチャーキャピタルより3億円の資金調達に成功、また、「天地人」は東京都及びJETRO主催の「X-HUB TOKYO」の「Web Sumimt」コースに採択されるとともに、シードアーリー期の日本を代表する技術系ベンチャー企業を表彰する「J-TECH STARTUP 2020」の認定企業に選定された。 地域課題解消のためのアイディア創出を支援する「衛星データ活用事例カード」を開発し、20年8～9月に、福岡県と共催による宇宙共創ワークショップを一早くオンラインで初実施。当該ワークショップも契機として、宇宙技術を活用した地方創生に係る検討が進み、21年3月には、地方自治体との包括連携協定は初めてとなる、佐賀県との協定の締結に至り、次年度以降、佐賀県からJAXAへの人材派遣も実現し、今後、具体的な活動の展開が期待される。 宇宙業界における人材層の拡大に向けた多様な人材育成プログラムを運用し、そのうちの一つとして、経産省・宇宙ビジネス専門人材プラットフォーム「S-Expert」と連携し、『SpaceCareer Forum』を計4回開催。宇宙ベンチャー12社が登壇、オンラインで配信し、現時点で視聴回数7.3万回(Youtube配信)を超え、S-Expertの登録者数増にも貢献した。	計画に基づき着実に実施。 「X-HUB TOKYO」は、東京と世界のイノベーションエコシステムを繋ぎ、新たな時代を切り拓くスタートアップをアクセラレートするプラットフォームである。 今回、170か国から10万人が参加する世界最大級のテックイベントである「Web Summit」への参加資格を付与され、宇宙分野として初めて採択されたことで欧州展開を目指す有望ベンチャー企業としてJAXA発ベンチャー企業が好事例を創出した。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き)	また、2021年4月施行の法改正により「出資」機能が追加されるに伴い、理事長決定による「出資業務検討チーム」を設置し社内横断的検討を実施した上で、出資に係る基本方針、実施計画及び業務フロー等の策定を行うとともに、4月からの出資業務実施に必要な体制の整備を行った。	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
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」との連携を開始した。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。 J-SPARC・事業共同実証活動が増えたことにより、同活動における民間自己投資総額（4活動）は4.85億円（JAXA負担総額0.28億円）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。	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。	「革新的衛星技術実証３号機」に搭載する実証テーマの募集においては、これまでのロケット相乗り公募コミュニティや、過去の問合せ元などへの募集告知の結果、新たな企業や大学からの提案が選定された。	計画に基づき着実に実施。 単なる対外窓口の一本化のみならず、相乗り公募で選定されたテーマの中にはこれまでにJAXAとの共同研究(オープンラボ)やJ-SPARC共創活動等で実現した提案4件も含まれるなど、これまでの様々なフェーズでの支援活動の成果として実を結び、選定に繋がった。
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。	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に向けて取り組む。	民間事業者等の事業としての自立化を目指し、これまでJAXAにて蓄積してきたロケットの相乗りに係るノウハウ等の移管等に取り組んだ。具体的にはH3ロケット試験機2号機への超小型衛星相乗り搭載を想定し、ロケット側とのインタフェース調整や搭載に必要な機材の調達の支援を実施した。	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。	（B-12を参照）	
	１．１　準天頂衛星システム等 【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、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。	（1.1の記載を再掲） JAXA内外の実習機会等(ドローンを利用した測位データおよび慣性航法データの取得と事後解析など)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（なお、今年度は、衛星測位に関する企業等からの技術相談はなかった。）	（1.1の記載を再掲） 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、商用配信サービス開始を支援した。	JAXAの支援を受け、2020年8月にはGPAS社による商用配信サービスが開始された。

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 【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し、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に取り組む。	（1.5の記載を再掲） 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、政府や民間企業等と連携しながら、食料安全保障分野、損害保険分野、電気通信事業分野、監査分野等における衛星データの利用を促進した。	（1.5の記載を再掲） JAXAの研究成果を活用した農林水産省による農業気象情報衛星モニタリングシステム(JASMAI)が構築され、我が国の食料安全保障の確立に寄与した。また、損害保険分野や電気通信事業分野において、災害時の被災地域把等に衛星データを活用する取り組みが開始された。これにより、災害時の迅速な保険金支払いの実現や早期の設備復旧が期待されている。 　さらに監査分野でも船舶航行に係る正確な経費検証等に衛星データを活用する取り組みが開始された。
	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。 　また、政府が整備するオープン＆フリーの衛星データプラットフォーム「Tellus(テルース)」を通じたJAXA衛星データの提供も拡充した（ GCOM-C等）。	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 【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、ゲートウェイ利用のための国際調整や、民間サービスを活用する月周回や月着陸の実証機会について検討する。	（1.7の記載を再掲） ●大学・民間企業による技術実証等の潜在ニーズの掘り起こしと、事業自立化による持続的な月周回打ち上げサービスの実現を目指して、「月周回利用促進プログラム」を企画立案し、民間企業と連携して検討を開始した。 ●民間事業者の月面輸送サービスを活用し、別の民間企業と共同開発する超小型ロボットを月面に走行させることで月面データを取得するミッションを立上げ、それぞれ企業との間で契約を締結した。 ●月面での推薬生成プラント構築に向けた研究活動への非宇宙系業の新規参入を促すため、宇宙探査イノベーションハブの仕組みを活用して、研究提案を募集し、民間企業等と4つのテーマで4件の共同研究を開始した。 ●有人与圧ローバシステム検討の一環として、新たに本田技術研究所との間で共同研究契約を締結し、再生型燃料電池システムの研究を開始した。 ●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は120社に上り、2020年度は月面社会のビジョンを共創するセッション等を開催し、2040年頃の持続的な月面活動の実現に向けてロードマップを検討した	（1.7の記載を再掲） 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
－	１．８　ISSを含む地球低軌道活動 【再掲】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、超小型衛星放出及び船外ポート利用の事業化を踏まえて、長期的・国際的な市場需要が見込まれる分野や成熟した利用領域のプラットフォーム化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さらに推し進めることで、海外も含めたユーザーの開拓、ISS及び将来の地球低軌道における利用の拡大を図る。	• （1.8の記載を再掲） • HTV-X技術実証機からの超小型衛星放への協力企業を募集。 • 高品質タンパク質結晶化実験に関し、JAXAの技術を活用し民間独自のサービスを展開する新たな形態として、事業化に向けた民間パートナーを募集し、SpaceBD 社を選定。 • スペインベンチャーSatlantis社の「iSIM」(超小型衛星搭載用地球観測カメラ)やJ-SPARCの枠組みを通じた新たな技術実証を実施。 • KIBO宇宙放送局は、ポケモン、コカコーラ、Twitter Japan等と連携し、「きぼう」との双方向ライブ配信を実施。AVATAR-Xは、JAXA外から一般人が「きぼう」のカメラを操作する初の技術実証に成功。 • 中型曝露実験アダプタ（i-SEEP）、宇宙日本食に対し、民間利用や企業の参画促進に向けた改良や制度の見直しを実施。	• HTV-Xからの放出は、SpaceBD 社を選定し、民間との相乗効果による新たな利用機会を提供。 • 高品質タンパク質結晶化実験事業化は、JAXAの実験を請け負いつつ、請負を通じノウハウを獲得しながら独自の実験サービスを展開し、国内外の顧客を獲得することで将来の自立的な事業運営を目指す。 • iSIM」は、HTV9で打ち上げ、契約後約1年半で実証機会を実現する等海外ユーザーのビジネス需要にもタイムリーに対応。スペイン国王を含め高い評価を得た。 • 宇宙放送局やスペースアバター等、「きぼう」を軸に、宇宙の垣根を超えたエンターテイメント含む新たな事業実証の場としても進展。 • 「i-SEEPは海外への販路や民間利用の拡大、、宇宙日本食は自治体の参入促進や普及啓発が評価され、文科大臣表彰を受賞。

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 【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） (株)IHIエアロスペースにあるH-IIA、イプシロンロケット、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および製造運用」を目的として貸出を行った。	（1.9の記載を再掲） ・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 ：

A-4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：

A-49ページ参照　【JAXAの研究成果を活用した農林水産省による農業気象情報衛星モニタリングシステム(JASMAI)が構築され、我が国の食料安全保障の確立に寄与】など

3.7　国際宇宙探査　：

A-120ページ参照　【有人与圧ローバシステム検討の一環として、新たに本田技術研究所との間で共同研究契約を締結し、再生型燃料電池システムの研究を開始】など

3.8　ISSを含む地球低軌道活動：

A-138ページ参照　【スペインベンチャーSatlantis社の「iSIM」 (超小型衛星搭載用地球観測カメラ)の技術実証を契約後1年半で実施】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　B-15～16ページ参照　【J-SPARCを通じた成果：アバター、食事業など共創中のプロジェクトから地上・社会課題に対応する、時期をとらえた取り組みも展開】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） ：

B-31ページ参照　【自律飛行安全ソフトウェアの開発において、スタートアップ企業のロケット等への搭載が決定、民間のロケット打上げ事業への参入促進等が期待】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】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

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

2020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の状況が不透明な中、JAXAの宇宙利用拡大及び産業振興に資する取組とし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確実に進捗した。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3年目を迎える2020年度は、27件（前年度26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社内共創メンバー約230名（前年度150名超）と、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た。特に、巣ごもり需要が高まり、リモート化が進むコロナ禍や水害・地震など災害も多かった**2020年度は、アバター、食事業など共創中のプロジェクトから地上・社会課題に対応する、時機をとらえた取り組みも展開**できた。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．㈱Synspectiveと共創中（2019年2月～）の「小型SAR(レーダ)衛星によるソリューション事業」では、JAXA地球観測プロジェクトで蓄積した技術をベースに、内閣府ImPACTプログラムでJAXA等が開発した小型SAR技術を搭載した衛星の軌道上での運用が始まり、平面スロットアレーアンテナによる**世界トップレベルの小型化・高精度化の実現に貢献**した。JAXAとして小型SAR技術の小型軽量化技術を確立し、衛星の小型化に欠かせない大電力増幅技術や革新的衛星技術実証1号機で実証済の薄膜太陽電池セルなど**JAXA技術が初めて、民間宇宙ベンチャーの衛星のキー技術として採用**され、軌道上運用にまで繋がった。

２．㈱バスキュールと共創中（2019年8月～）の「KIBO宇宙放送局事業」では、通信制約・高セキュリティのもと、筑波宇宙センター外部からの遠隔操作による**宇宙と地上の双方向ライブ配信システム技術の実証に初めて成功。**2020年12月、民間資金により、第2回放送（初日の出）を実施、**JAXA長尺動画2位の約555万（50ヵ国）**を超える視聴を達成し、コロナ禍でISSきぼうを軸に世界を繋いだ番組を実現。事業実証パートナー3社（日本コカ・コーラ㈱・㈱ポケモン・Twitter Japan㈱）から**売上げも計上し、次年度以降の事業化に向け大きな進展**が認められた。**さらに、Twitter Japan㈱との連携し、ユーザー反応件数に応じた金額をJAXAに寄附をするという新しい寄附企画を実施し、1,250万以上のツイート結果を得、当初想定上限の100万円の寄附を受けた。**また、日本最大級のオープンイノベーションプラットフォーム主催**COLLABORATION BATTLE 2021にてオーディエンス賞（最高位）を受賞。**

【評定理由・根拠】（続き）

3．SpaceBD㈱／㈱増進会HDと共創中（2018年11月～）の「宇宙飛行士訓練方法を活用した次世代型教育事業」は、経産省事業に採択され、全国15校（計5,000名以上の生徒）の実証が加速。未知で不確実性が高い宇宙に挑む宇宙飛行士の能力を参考に、変化の激しい予測不可能な社会で求められる自己管理力やコミュニケーション能力などの非認知能力を可視化するツールを民間資金により開発。**教育ソリューションの商品・サービスとして販売を開始し、企業の他、4校（公・私立）で導入決定。**2021年度以降の文科省・新学習指導要領スタートや今秋の日本人宇宙飛行士募集もあり、**将来的な成果創出の期待**が高まっている。

4．ANA HD㈱と共創中（2018年8月～）の「アバター事業」は、**世界初の宇宙アバター実証を民間資金により実現**し、高圧縮視覚伝送技術と高セキュリティ下のコマンド送信のためのエンコーダ技術を確立。閉館続いたJAXA展示施設の地上アバターによる**遠隔見学実証も初めて実施**し、小学校向けサービスによる自己収入増とアフターコロナにおける来場者増（参加者97%が実際に足を運びたい意向を示した）に向けた道筋を確認。コロナ禍に医療機関など100ヵ所以上1,000人以上のユースケース検証を重ねたことで、離島での遠隔診療、地方の商店での遠隔購買など地方創生やコロナ禍の社会課題にも貢献できることも明確となり、**次年度以降の事業化に向け大きな進展**が認められた。また、官民による本事業が注目され、**ハーバード・ビジネス・スクールの教材化が決定し、共創によるJ-SPARCの取り組みも世界中に発信**されることとなった。

5．㈱ワンテーブルと共創中（2018年8月～）の「防災分野における新たな食ビジネス」は、宇宙食と備蓄食の類似性に着目した「BOSAI SPACE FOOD」(備蓄ゼリー)を本格販売し、これまで課題であった幼児・高齢者向け備蓄や従来の乾パンに代わる備蓄として、**22都道府県の自治体等に導入**。
特に、2021年2月に震度6強の地震が発生した福島県国見町では、避難所や初動で駆け回る町職員に、水いらずで手軽にカロリーが取れる備蓄ゼリーが提供され、**実際の災害の場で早速、活用**された。また、宇宙食料マーケット創出に向け、関連取り組みが新たな宇宙基本計画（2020年6月)に反映され、**農水省施策として本格的な議論も始動**。

【評定理由・根拠】（続き）

【JAXA発ベンチャー】＜補足２参照＞

６．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、**2020年度に新たに認定された1社を含め、認定企業は合計8社となった。**
8社のうち、**DATAFLUCTはベンチャーキャピタルより3億円の資金調達に成功、また、天地人は東京都及びJETRO主催の「X-HUB TOKYO」の「Web Summit」への参加資格を付与される**とともに、シードアーリー期の日本を代表する技術系ベンチャー企業を表彰する「J-TECH STARTUP 2020」の認定企業に選定された。

【人材育成】＜補足３参照＞

７．内閣府・経済産業省が主導する「宇宙専門人材プラットフォーム（S-Expert）」と連携・協力し、国内宇宙ベンチャー12社による「Space Career Forum」(経産省との共催・計4回オンライン開催・視聴回数7.3万回超（Youtube））を初めて開催し、**業界への流入を促進**するとともに、S-Expert登録増に貢献した。20年4月には、クロスアポイントメント制度より、JAXAエンジニアがインターステラテクノロジズ㈱へ出向。これにより19年5月に同社エンジニアの受入れと合わせ、ベンチャー企業との双方向の人材交流が初めて実現し**宇宙産業の人材流動化を推進**した。
さらに、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」**（4名（前年度2名）を民間企業等に一定期間の研修派遣）や事業開発に係る基礎知識を養う「BIZ道場」（全10回・今年度よりに内部（11名）に加え、外部・民間企業(14名)参加）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り組みも並行して展開**した。

【その他の活動】

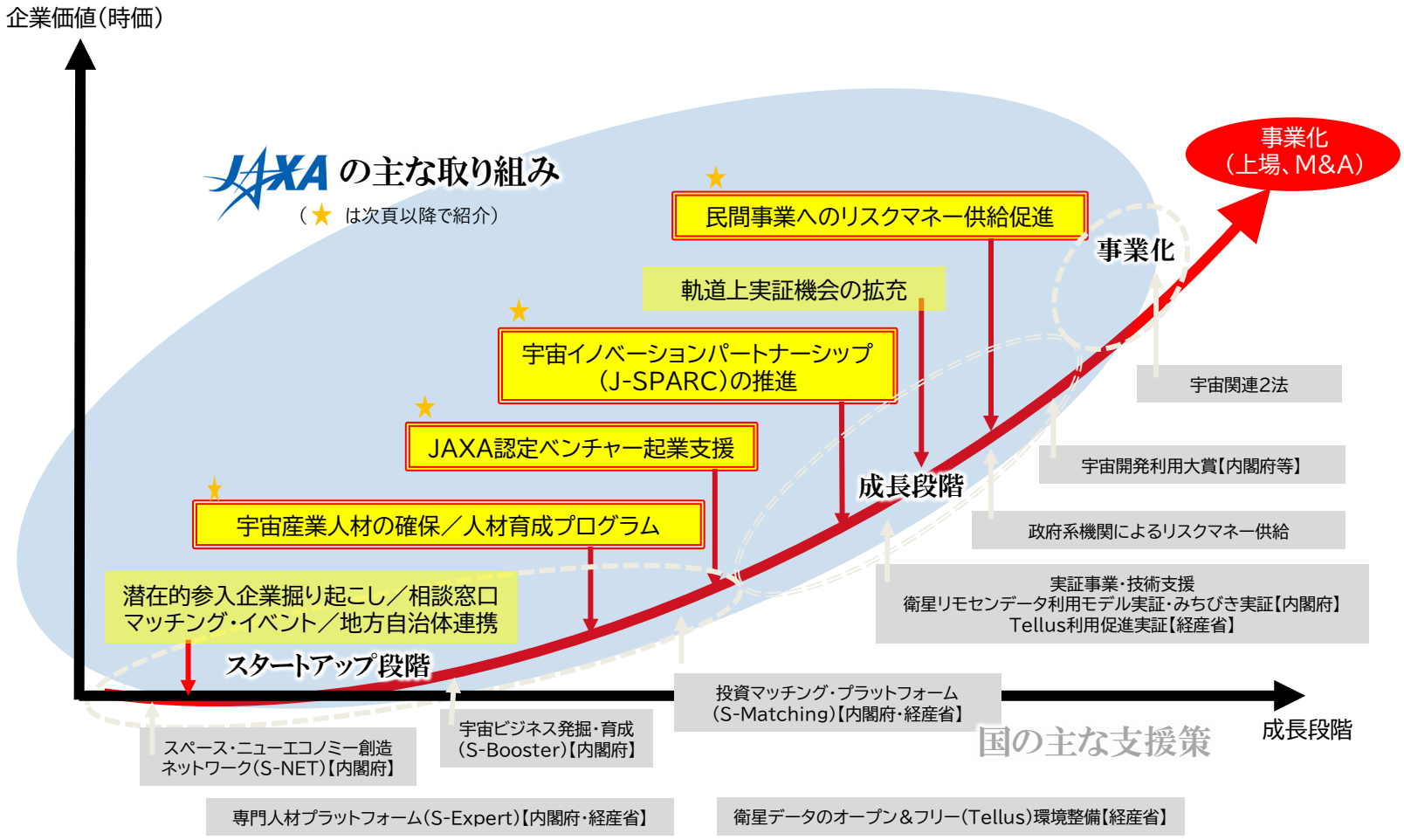
８．地域課題解消のためのアイディア創出を支援する「衛星データ活用事例カード」を開発し、20年8～9月に、福岡県と共催による**宇宙共創ワークショップ(九州各県を中心に8チーム41名参加）を一早くオンラインで実施**。当該ワークショップを機に、宇宙技術を活用した地方創生に係る検討が進み、**21年3月には、地方自治体との包括連携協定は初めてとなる、佐賀県との協定の締結**に至り、次年度以降、佐賀県からJAXAへの人材派遣も実現し、今後、具体的な活動の展開が期待される。

９　産業基盤強化、産業の裾野拡大に寄与する観点から、民間の月面輸送機会を活用し、JAXAの探査シナリオに資する月面データ取得を行う取り組みを行うプロジェクトに参画(有人部門プロジェクトへの協力)することにより、**月・月面における将来のビジネス展開に資する環境を整備した。**

10．金融機関等との連携について、スパークス・イノベーション・フォー・フューチャー㈱が20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、コロナ禍にも、J-SPARC共創先ベンチャー（6社）が総額50億超の追加資金調達を実施した。

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

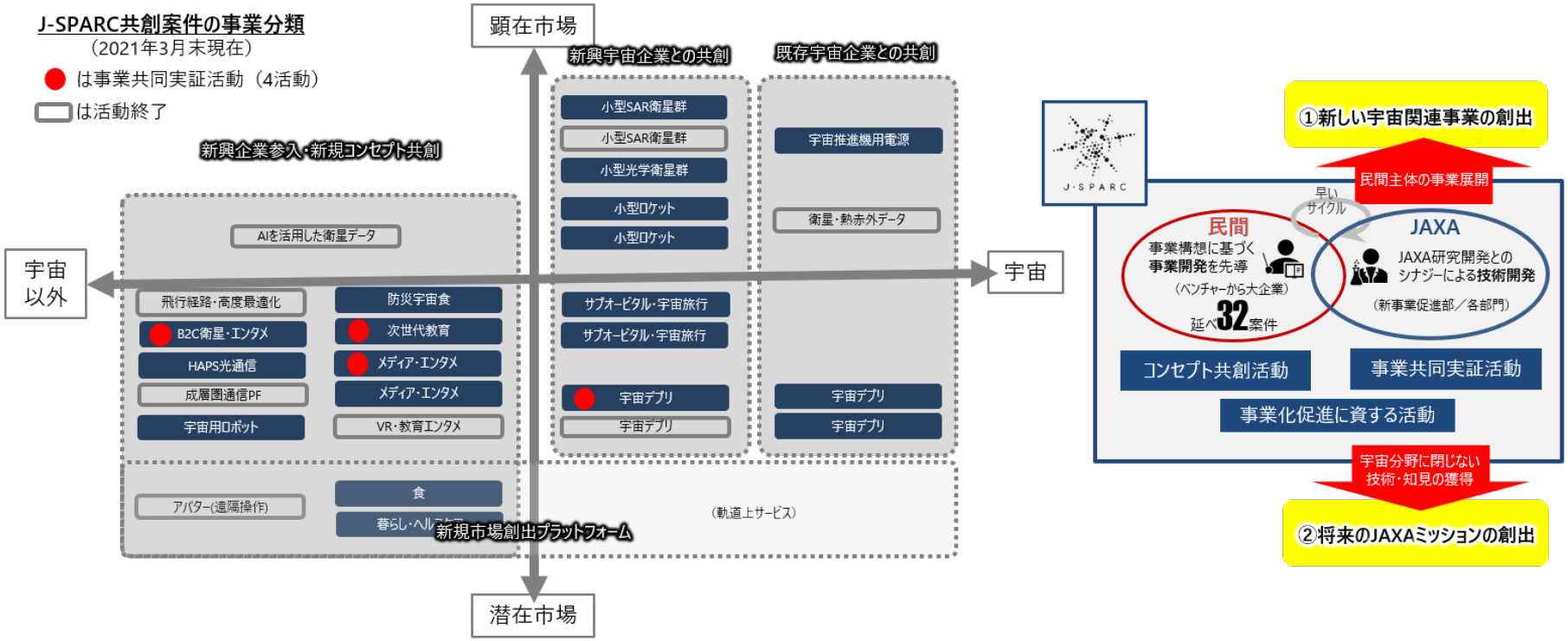


補足１：宇宙イノベーションパートナーシップ（J-SPARC）

※Jaxa Space innovation through PARtnership and Co-creation

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。
◆ 2020年度は、事業化等を目指した27（前年度26）の取り組みについて、14名のプロデューサーと社内共創メンバー約230名（前年度150名超）と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た。



□ 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32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。J-SPARCのゴールは、民間による事業化と、JAXAとして新しい技術・知見の獲得の2つ。

評定理由・根拠（補足）

2020年度の主な成果（アウトプット）

- JAXA技術が初めて、民間宇宙ベンチャー衛星のキー技術に採用
- 実証段階で早くも売上計上、事業化に向け大きく進展
- 衣食住分野のB2Cビジネスを目指し研究開発基盤を構築

衛星データソリューション

（㈱Synspective・2019.2～共創）

- JAXA小型レーダ技術を活用したSynspectiveの衛星が運用開始（21年2月～）
- **世界トップレベルの小型化・高精度化の実現に貢献**



市場投入サービスイン



軌道上・地上実証

各共創活動を通じコロナや災害にも対応

BOSAI SPACE FOOD

（㈱ワンテーブル・2018.8～共創）

- 宇宙食と備蓄食の類似性に着目したゼリーの**本格販売**
- 従来の乾パンに代わる備蓄として**22都道府県自治体等に導入**
- 九州豪雨（20年7月）・福島沖地震（21年2月）には、**実際に避難所・医療機関に提供、活用**



宇宙アバター

（ANA HD㈱・2018.8～共創）

- **20年11月、世界初の宇宙アバター実証に成功**し関連技術を獲得（虎ノ門⇔宇宙）
- 初めてのJAXA展示館との遠隔見学実証成果も踏まえ、地方・コロナ禍の課題解決に向け**地上事業は大きく進展**



KIBO宇宙放送局

（㈱バスキュール・2019.8～共創）

- 20年8月、JAXA外からの遠隔操作による**双方向ライブ配信技術実証に初めて成功**、通信基盤を高度化
- **JAXAYouTube長尺動画2位の約555万（50ヵ国）を超える視聴**（外出自粛の中、宇宙から初日の出を拝む）
- **3社から売上を計上し、事業化に大きく進展**

次世代型教育

（SpaceBD㈱/Z会・2018.11～共創）

- 宇宙飛行士訓練法を基に非認知能力可視化ツールを開発
- 全国15校（5,000名以上）で実証し、**21年3月にZ会が販売開始、企業や4校（公・私立）導入が決定**
- 宇宙教育に係る評価技術の獲得



事業コンセプト検討

衣食住分野におけるコンソーシアム・プラットフォーム

- 20年4月、初の一般社団法人発足（約60社）
- 新たな宇宙基本計画に宇宙食料について初めて記載



- 20年7月、暮らし・ヘルスケア分野の初のプラットフォームが発足（約65社）
- 22年以降のISS生活品公募で、非宇宙企業が多く採択

新規市場形成

アウトカム

- ◆ Twitter Japan社との公開寄付企画で**1,250万以上のツイート反応結果を得て、100万円（上限）の寄附が実現**
- ◆ 官民共創のアバター事業が、**ハーバード・ビジネス・スクール教材化**
- ◆ **コロナ禍・災害時の課題**に、共創中の商品・サービスが**対応し貢献**

評定理由・根拠（補足）

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、2020年度に新たに認定された1社を含め、認定企業は合計8社となった。

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	順調に進捗 新規事業への取り組み	✓コロナ不況下においても着実に売り上げている企業もあり、JAXA知財活用によるJAXA発ベンチャーが社会課題解決に貢献していることが立証された。 ✓機構の知的財産による社会課題の解決。特にパッチドコニックスのJAXA知財(エネルギーマネジメント技術)に基づく大手自動車メーカとの連携よるカーボンニュートラルへの貢献が期待される。 ✓新規事業への取り組みによる産業の活性化への更なる寄与が想定される。
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	順調に進捗	
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	順調に進捗	
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	海外シンクタンク主催のシンポジウムにおける講演、国際展示会への出展、専門誌への寄稿等を実施。	
㈱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	• ベンチャーキャピタルよりシリーズAラウンドで3億円の資金調達を実施した。	
㈱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	• 東京都及びJETRO主催の「X-HUB TOKYO」の「Web Sumimt」コースに採択された。	
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。	順調に進捗 新規事業への取り組み	
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	順調に進捗 (2020年度新規認定)	

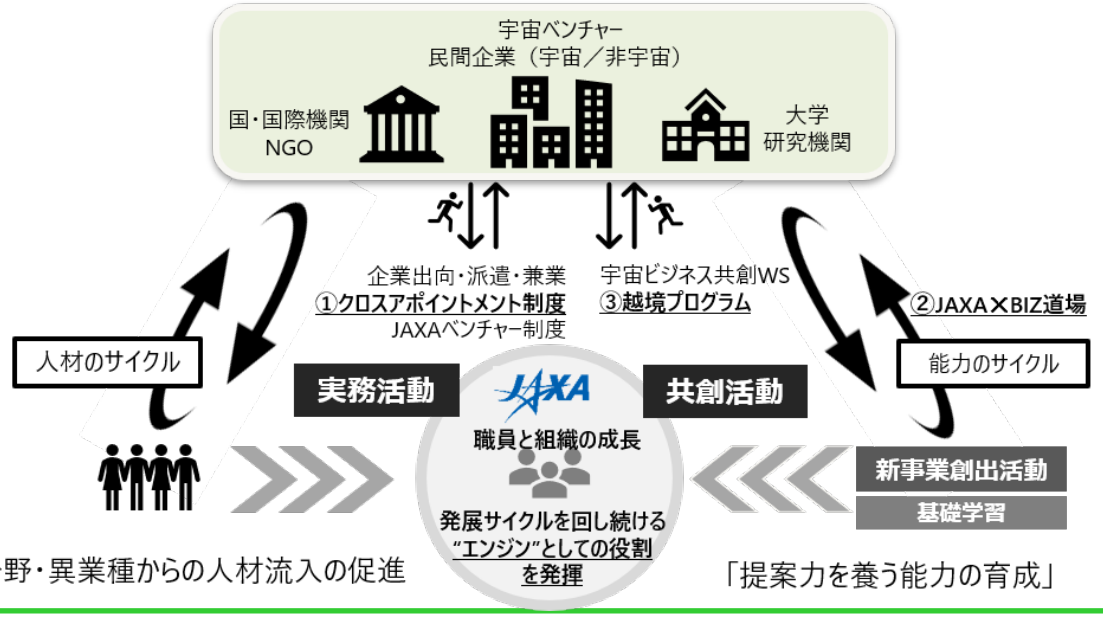
評定理由・根拠（補足）

補足３：宇宙業界における人材層の拡大に向けた人材育成

多様かつ体系的な人材育成システム

新規事業の立案能力、新しい発想で仕事を進める能力を育む人材及び宇宙業界（社内外）で活躍できる人材の育成

＜多様なプログラム＞
①クロスアポイントメント制度
②JAXA×BIZ道場
③宇宙ビジネス共創・越境プログラム
④Space Career Forum（S-Expertとの連携）



得られたアウトプット

①クロスアポイントメント制度による宇宙ベンチャーへの出向
✓ 2020年4月から、クロスアポイントメント制度より、JAXAエンジニアがインターステラテクノロジズ㈱へ出向。ベンチャーとの双方向の人材交流が初めて実現し、宇宙産業の人材流動化を推進。

②JAXA×BIZ道場
✓ 新規事業の基礎を学ぶ寺子屋的アクティブラーニング型教育機会を提供。初めて外部・民間企業から参加し実施。

③宇宙ビジネス共創・越境プログラム
✓ 異分野企業への研修機会を提供する『宇宙ビジネス共創・越境プログラム2020』として越境先企業（下記）に対し、社内公募により選抜された4名を派遣
（パナソニック㈱・㈱シンスペクティブ・ユニリーバジャパン㈱・㈱INCJ）

④Space Career Forum（S-Expertとの連携）
✓ 『Space Career Forum』を初開催（計4回）。宇宙ベンチャー12社が登壇、オンラインで配信し、視聴回数7.3万回超（Youtube）。S-Expert登録者増に貢献。

期待されるアウトカム

✓ 本活動による提案力を有した
✓ 人材が育成され、新たな発想
✓ の宇宙関連ビジネスの創出、
✓ 新たなプレーヤーの参入への
✓ 貢献が期待。

参考情報

2020年度 J-SPARC共創プロジェクト・活動の概要

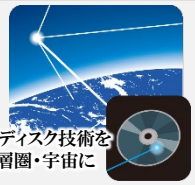
■2020年度は、通年相談窓口を開設し、新たな事業コンセプト共創活動・4件（前年度6件）、新たな事業共同実証活動・3件（前年度1件）、新たな事業化促進に資する活動・4件（前年度2件）の計11件（前年度9件）が開始（下記黄色マーカーが新規）、新規案件を増やし継続案件の充実を図った。
■事業共同実証活動における民間自己投資総額（4活動）は4.85億円（JAXA負担総額0.28億円）となり、民間リソースを活用した共創による研究開発を進めた。



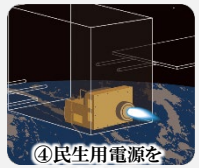
▲事業共同実証活動における民間／JAXA資金負担額

















事前対話

事業コンセプト共創活動

FY2020新規

①川崎重工㈱（軌道上サービス）
②㈱ソニーコンピュータサイエンス研究所（光ネットワーク）
③㈱アクセルスペース（衛星群・データソリューション）
④古河電工㈱（宇宙推進用電源）

通年
問い合わせ
対応

延べ300件～
(FY2018～)

㈱SPACE WALKER（宇宙輸送）
PDエアロスペース㈱（宇宙輸送）
インターステラテクノロジズ㈱（宇宙輸送）
スペースワン㈱（宇宙輸送）
スカパーJSAT㈱（デブリ）
スカパーJSAT㈱（ISSメディア）
GITAI Japan㈱（宇宙用ロボット）
㈱ワンテーブル（防災宇宙食）

㈱QPS研究所（衛星群・データ提供）【FY2020終了】
㈱Synspective（衛星群・データソリューション）【FY2020終了】
ANA HD㈱／avatarin㈱（アバター）【FY2020終了】
ANA HD㈱（飛行経路・高度最適化）【FY2020終了】※
ソフトバンク㈱／HAPSモバイル㈱（HAPS）【FY2020終了】※
スカパーJSAT㈱（衛星データ）【FY2019終了】※
㈱アストロスケール（宇宙デブリ）【FY2019終了】※
㈱メルカリ（衛星データ）【FY2019終了】※
A社（宇宙輸送）【FY2018終了】※


①農水省連携・約60社参画


③宇宙ビジネス拠点
2拠点目新設

事業化促進に資する活動

市場創出に向けた取り組み
FY2020新規 ①（一社）SPACE FOODSPHERE（宇宙食料の市場創出）

共通基盤の整備
極低温燃料タンク（JAXA角田）整備

その他
FY2020新規 ③三井不動産（産業創造促進）

事業共同実証活動

①ソニー㈱／東大（衛星・エンタメ）
②㈱バスキュール（ISSメディア）
③SpaceBD㈱／㈱増進会HD（教育）※

㈱ALE（宇宙デブリ）

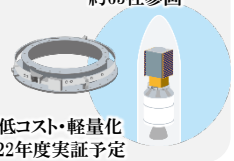


FY2020新規 ②THINK SPACE LIFE（暮らし・ヘルスケア分野の市場創出）
FY2020新規 ④ロケット小型衛星分離部の開発
B社（JAXA技術のスピンオフ）【FY2020終了】※

事業化

グリー㈱（VR教育エンタメ）【FY2019終了】※


②宇宙・地上双方を狙う
約65社参画


④低コスト・軽量化
2022年度実証予定

参考情報

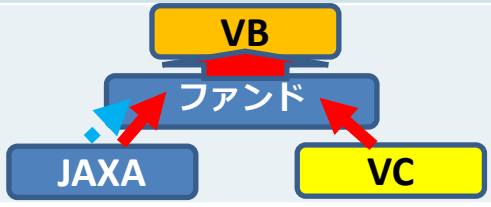
■出資機能

概要・目的

- 科学技術基本法等（科学技術イノベーション活性化法を含む）の一部を改正する法律は2020年6月24日公布となり、JAXAの出資機能導入が決定。2021年4月から施行予定。これにより、JAXAは、JAXAの研究開発成果を活用する事業者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となる。
- 2020年度は、理事長決定による「出資業務検討チーム」を設置し社内横断的検討を実施した上で、出資に係る基本方針、実施計画及び業務フロー等の策定を行うとともに、4月からの出資業務実施に必要な体制の整備を行った。具体的には、出資に係る経営方針を明確化した上で、業務の実施方法を識別し、社内規程に反映した。同業務の開始に伴い、制定及び改正が必要となった規程は9種に上った。そのうち意思決定プロセスについては、政府のガイドラインとの整合を取りながら、外部委員会、出資業務を管理する者及び担当部署等を設置するための規程整備を行った。

期待されるアウトカム

- JAXA出資機能を最大限活用することで、以下のアウトカムの創出を想定する。
  - 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
  - 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て、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

	第1号（直接出資）	第2号（間接出資）	第3号（成果活用等支援法人への出資）
目的	JAXA発ベンチャーのへシードマネー供給	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



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				
決算額 (千円)	879,387	782,314	815,213				
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				

(※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）				
実証機会の提供数	26件（※1）	7件（※2）	11件（※3）				
民間事業者等の外部からの問合せ件数	340件	365件	394件				
民間事業者等との協業件数	30件	41件	50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				

※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）

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
民間事業者と事業を推進するパートナーシップ型の協業に取り組み、常に20-30件が進行するなか、これら目標達成に係る評価にあたり、協業等企業の売上高、経常利益等の定量的数値など経営情報に関わる情報に制約があることから、KPI等評価指標の設定には苦慮するところ。開始3年が経過し、異分野企業やベンチャー企業の協業件数は着実に増加していることから、宇宙利用の拡大の効果としての指標となるべく工夫をしていきたい。	協業案件の目標達成確認あたっては、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、経済効果を意識した指標となるべく更なる工夫を行いたい。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○産業育成にむけて、より活動を拡充することを期待する。特に、全体をエコシステムとしてデザインして実施していただきたい。サービス調達、JAXAによるシーズ開発とその民間移転・民間支援、JAXAによるニーズ開拓からの民間巻き込み、定期的な打ち上げ機会・実証機会など多様なエコシステムの形式を検討し、今後のすべてのプロジェクトにおいて、産業育成エコシステムを構築することを目指していただきたい。特に月探査は、これからの産業育成の重要なポイントとなる。月探査と関係する産業育成は重視していただきたい。	産業育成にあたっては、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を講じているところであり(B-7頁参照)、その他実証機会の方策などの検討も進め、機構内横断的に活動を実施してまいりたい。 月探査の重要性を認識しているところであり、産業基盤強化、産業の裾野拡大に寄与する観点から、民間の月面輸送機会を活用し、JAXAの探査シナリオに資する月面データ取得を行う取り組みに新事業促進部も参画するなど、月探査と関係する産業育成に資する活動を積極的に実施していく。
○好例の列挙にとどまり、項目全体の達成状況が見えにくくなっている。中長期目標に記載した達成目標を基準に、多年度を見越したロードマップとその中での年度目標及び目標達成に向けた定量的なKPIを明確化すること、その上で達成の可否にかかわらず項目全体の進捗状況を、社会・国民（納税者）への便益という視点も加えて客観的に評価することが不可欠である。特に、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を定めるべきである。	評価基準については、企業側の経営情報開示の制約条件等を考慮した上で可能な限り、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。
○産業振興に関して、民間事業の自主的な活動との関係においてJAXAの役割を再定義する必要がある。「プログラムの成果・進捗に相応しい、評価軸基準を設定」し、提示することを強く望む。	評価基準については、企業側の経営情報開示の制約条件等を考慮した上で可能な限り、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。
○今後の民間との協働に関する評価にあたっては、事業化や収益化、社会実装といった出口の成果を主な評価軸の一つに据えていただきたい。その際に、JAXAがどこまで関与し、成果に貢献したかを示すことが肝要である。	
○民間事業者が宇宙利用を行う際には、JAXA職員の支援や専門的な外部人材の活用は必要不可欠である。こうした人材の育成・配置や各ステージにあった人をフェーズにあわせて入れていくこと、及び、J-SPARCから各部署へのフィードバック、各部署からJ-SPARCへのインプットを循環させることが重要である。宇宙開発の基礎的な要素技術研究はマーケットが見えづらい。クロージングしたものだけでなく、パイプラインにある数も評価指標に加えたらどうか。	人材育成・配置については、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230名（前年度150名超）超という体制により、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。 また、指標についてはクロージングしたものだけでなく、相談段階、共創活動中の件数等の状況も把握できるような参考指標を設定しているところである。(B-26参照)

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）

2020年度 自己評価 **S**

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。 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。 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・技術実証を推進し、実施するための検討に着手する。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として以下の通り、研究開発に取り組んだ。 JST(科学技術振興機構)イノベーションハブ構築支援事業(FY2015～FY2019)に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FY2020よりJAXA独自事業として継続し、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の仕組みにより、昨年度以前に開始していた共同研究を実施した。 また新たに共同研究公募を実施し、33件を採択した。74の企業・研究機関等が参加し、新規参加社のうち約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6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： 昨年度以前から継続していた共同研究の成果を元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り組みが新たな段階に達したと言える。 ○春日電機： 高真空対応除電処理システム製品化 ○タグチ工業： 建機用アタッチメント受注 ○光電製作所： はやぶさ2回収参加(カプセル追跡) ○タカラトミー、ソニー： 超小型ロボット月面ミッション採用決定 ○センテンシア： 2次元イメージング水氷センサの月極域探査ミッションへの採用決定 ○神栄テクノロジー： ガス中微量水分計の月極域探査ミッションへの採用決定 ○リコー： 全天球カメラ観測ロケット搭載 ○ミサワホーム、ソニーCSL・リコー： グッドデザイン賞授賞

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き)	(続き) 　さらに、国際宇宙探査へのさらなる貢献の観点から有人与圧ローバー、生命維持、水資源(水素)利用、惑星保護等についても新たに共同研究分野として設定し共同研究に着手した。また、オープンイノベーションの仕組みを社内に展開するため、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムについて、次年度共同研究公募を共同で行うべく準備を進めた。	(続き) 計画に基づき着実に実施した。
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。 　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。 　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と諸規定、ガイドラインを制定する。	クロスアポイントメント制度により企業人材を7名受け入れ人材の糾合を進めた。 　創造した研究成果を社会で活用可能な知的財産として識別・保護し、効果的・効率的に活用するための知的財産マネジメント体制構築や新たなルール等の策定に向けて、共同研究開始以前に双方保有していた知財の識別、相手方への技術情報提供前の文書化などの試行、共有知財の自己実施及び第三者実施許諾に係る知財条項等の改善　、知財ポリシーを踏まえた個別の契約交渉の支援、研究活動への知財活動の浸透に資する・講演・先行技術調査等　の各種研修・相談対応等を実施した。	●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、さらに次の実施計画を進めた。 その他、計画に基づき着実に実施した。
（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。	―

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
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	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。	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、このため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準備を進める。	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・安全性技術等を実施した。 特に、革新的材料技術として実施した炭素複合材(CFRP)ラティス構造技術の研究では、CFRPの繊維方向の圧縮引張に強い特性を生かせるラティス構造について、形状が複雑で従来の積層方法では製造工数が増え高コストとなる課題や、交差部で局所座屈が発生し、構造全体としての座屈強度を低下させる課題に対して、再使用可能な円筒型に『置き型』を用いた低コストな製造方法、CFRPと『置き型』の熱膨張を考慮して局所座屈を抑制する設計製造方法を確立し、アルミ合金構造と比較し製品コストと質量で50％削減可能なことを実証した。 また、非火工品小型衛星分離機構の研究では、低衝撃・低コストさらにITARや火取法の制約がない小型衛星用分離機構が求められる中、汎用的なアルミ合金の採用や分離衝撃を緩和するリンク機構を考案し、海外製より価格を50％以上低減可能な非火工品低衝撃型小型衛星用分離機構を開発。低コスト化(目標500万円以下)及び分離衝撃1000Gsrs以下の目標を達成する火工品不要な低衝撃小型衛星分離機構の実現の見込みを得た。	●炭素複合材(CFRP)ラティス構造技術の研究： CFRPの繊維方向の圧縮引張に強い特性を生かせるラティス構造の製造・設計手法を確立し、実機大の供試体を試作・検証することで、実プロジェクト適用に必要な技術課題を解決。質量・コストとも従来金属構造の1/2以下にでき、DESTINY+のキックステージ構造への採用が決定した。また、ラティス構造への外板装着方法等を確立することにより、基幹ロケット等の大型構造等への適用が期待され、現行ロケットの競争力強化および将来の輸送システムの 実現に必要な構造効率の改善に寄与する。 ●非火工品小型衛星分離機構の研究： 汎用性の高いアルミ合金の採用や分離衝撃を緩和するリンク機構の考案により、海外と比較し価格を50％以上低減可能な非火工品低衝撃型小型衛星用分離機構を開発。スタートアップ企業のロケットに搭載することを合意した。競合製品を凌駕する衛星分離機構の実現に見込みを得た。事業化検討も実施中。低衝撃かつ低コスト、火工品不要な特徴は、急速に拡大しつつある小型ロケット/衛星事業者の導入を容易にし、国内外市場での大きなシェア獲得が見込まれる。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き)	(続き) さらに、自律飛行安全ソフトウェアの開発では、従来の飛行安全管制では、地上とロケットの双方向通信確保の為、信頼性の高い地上局が複数必要となり、地上設備の維持や民間打上事業者の新規参入時に必要となる初期投資を高額にしている中、経済産業省委託事業「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)」(本委託事業については、Ⅲ.3.6項参照)の自律飛行安全システムの研究開発で、ロケットの搭載計算機でも対応可能な飛行安全管制アルゴリズムを考案し、自律飛行安全ソフトウェアを開発。射場運用費（初期投資/維持費）の低減、ロケットの打上げ能力向上等に資する基盤技術が獲得できた。 今後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ためにも、革新的な技術に係る技術ロードマップ策定のための情報を整理すると共に、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムを新たな事業として立ち上げ、次年度共同研究公募を通じてオープンイノベーションの仕組みを取り入れる準備をおこなった。	(続き) ●自律飛行安全ソフトウェアの開発： スタートアップ企業等に開発成果を提供し、2021年度にフライトを実施予定。民間航法センサ会社と小型ロケットへの適用に向け共同研究開始。その他、複数ロケットにて適用が検討されている。また、今後の基幹ロケットや将来の輸送システムにおける運用性改善や維持費低減、再使用帰還時や再突入時の管制への適用、将来の民間ロケット打上げ事業参入の促進が期待され、搭載計算機の高速化により、ヘルスマネジメント管制等の高度な技術への発展することが期待される。 その他に関しては、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、要素技術実証を視野に入れた研究開発を進める。ロケット推進技術の極超音速飛行への応用については関係機関と連携しつつ研究を進める。	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、要素技術実証を視野に入れ、高性能化の研究や利用促進にかかわる研究等の研究開発を行った。ロケット推進技術の極超音速飛行への応用については関係機関と連携しつつ研究を進め、炭化水素による高効率エンジンや軽量・高耐熱機体に関する研究等を行った。	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
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。 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・実証の具体化を図る。 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に向けた準備を進める。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よう検討を進める。	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・実証の具体化を図った。 衛星開発・運用手法の刷新（デジタライゼーション等）については、革新的衛星技術実証3号機の公募にも反映してテーマ募集を実施し、5件の実証テーマを選定した。 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に向けた準備を進め、小型技術刷新衛星研究開発プログラムを新たな事業として立ち上げた。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よう検討を進めた。	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
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。 このため、革新的衛星技術実証2号機のうち、小型実証衛星2号機の開発を着実に進めるとともに、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。 革新的衛星技術実証3号機については、成果が官民で活用可能であり、政府衛星・政府関連衛星の短期開発・低コスト化・高度化、宇宙産業ビジョン2030の推進等に資する革新的なミッションテーマを選定し、小型実証衛星3号機の開発に着手する。	＜プロジェクト＞革新的衛星技術実証2号機では、実証テーマ提案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支援等を行いつつ、部品・コンポーネントに関する6件の実証テーマを搭載予定の小型実証衛星2号機の詳細設計を着実に進めた。 ＜プロジェクト＞革新的衛星技術実証3号機は、成果が官民で活用可能であり、政府衛星・政府関連衛星の短期開発・低コスト化・高度化、宇宙産業ビジョン2030の推進等に資する革新的なミッションテーマを選定した。 2022年度の打上げに向けて小型実証衛星3号機の開発に着手し、その開発プロセスに、Model Based-Systems Engineering(MBSE)を部分的に適用して進めている。また、小型実証衛星2号機の開発で得た知見を活用・発展させる等により、実証テーマ選定～RFP評価・業者選定までの開発期間を2号機と比べ3.6ヶ月短縮させた。	計画に基づき着実に実施した。
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進める。	科学技術基盤の強化としてシミュレーション、部品等の分野の研究開発として、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、システムレベル設計・検証技術等の研究、液体ロケットエンジン燃焼器のフルスケール解析、宇宙機自律ドッキングシステムの実現に向けた機体姿勢制御系及びドッキング機構をシステムとして統合したモデル構築等を進め、JAXAで検討を進めてきたMBSEによる開発手法を革新的衛星技術実証3号機の実証テーマに適用し、実証を進めた。	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) 特に、静止衛星搭載用GPS受信機の開発では、静止軌道上で受信が困難とされた微弱(低軌道の1/10)かつ変動(最大50dB程度)のあるGPS信号を高利得アンテナを用いなくとも受信するため、合成波から微弱な信号の捕捉/追尾/復号を行うアルゴリズム等を低軌道用GPSRと同じハードウェアに導入した静止衛星用GPS受信機を開発。光データ中継衛星(JDRS)に搭載し、2020年11月29日H-IIAロケット43号機で打ち上げられた。(Ⅲ.3.1項参照)静止軌道上で安定したGPS航法に必要なGPS捕獲数(4機以上)を継続できることを確認し、目標航法精度(100m以下)を達成した。 また、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では、ミニマルファブ(産総研が開発した新しい少量多品種半導体生産方式)について、JAXAの宇宙用半導体設計技術を適用し、トランジスタ1個から1000個レベルのロジック回路まで段階的に製造実証を行い、宇宙部品に求められる耐環境性能(熱、機械環境)を持つ集積回路(IC)が製造可能なことを確認。微細プロセスにより製造可能なMEMS(微小機械システム)についても、過去のJAXAの開発で得られた知見を反映することにより、宇宙機で使用が想定される特殊な機能を有するICとMEMS(微小電気機械システム)の一体化デバイスが少量(数個単位)かつ短期間(３～５日)で製造できることを世界で初めて実証。 さらに、人工衛星の長寿命化を実現する基盤技術では、地球を周回する人工衛星の設計寿命が長寿命化(現状7年→10年)される中、課題となっていたバッテリの搭載容量の削減及び試験期間の短縮、リアクションホイールの長寿命化に関する研究を実施。バッテリは、劣化メカニズムを解明し設計に反映することで寿命予測精度向上の効果で容量・質量を約20%削減可能、加速試験法構築で試験を1年以内に短縮可能とした。軸受の保持器形状を変更し真空中での高速安定性を増した軸受を使った新型国産RWは、2009年以降、従来型RWと同程度の台数が打ち上げられ不具合は皆無でRWの寿命の課題を解決した。	(続き) ●静止衛星搭載用GPS受信機： JDRSでの宇宙実証の実績により、海外衛星メーカからRFIを受けるなど注目を得ており、メーカを主体とした国内外市場への製品投入が決定した。また、この成果は技術試験衛星9号機(ETS-9)のトランスファー軌道(静止軌道に電気推進を用いて向かう軌道)での航法自動化の実現に反映される予定。さらに、このアルゴリズムを拡張すれば静止軌道以遠の、月近傍での航法をGPSで実現することが期待される。 ●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： MEMS RF-SW(高周波スイッチ)の試作に成功(世界初)し、ICとMEMSが一体化製造可能である技術目途を得た。今後、IC＋MEMSのような従来のファブで製作できない特殊機能のデバイスを製造することが可能になる。また、デバイス製造能力の技術実証が出来た。宇宙実証による耐環境性確認や、新しい品質保証方式の検証と最適化、試験規格化を進める他、宇宙用途向けコンソーシアム(スペースユーザー会)を立ち上げ、関連企業で将来のユースケースや事業化に向けた議論を進めており、搭載コンポ開発で特殊な機能を持つデバイスの試作をスピーディに繰り返すことが可能になり、コンポ開発期間短縮化が期待される。宇宙用高信頼性用途で先導して技術実証してみせたことで本技術が宇宙のみならず広く産業界への波及が期待される。 ●人工衛星の長寿命化を実現する基盤技術(バッテリー・軸受技術)： 国産バッテリでは、設計段階での性能保証も可能となり、Gatewayの米国モジュールHaloへ採用。真空・高速対応の軸受技術を確立することで、将来の地球周回衛星で必要となる設計寿命10年を超えて12年寿命を達成し、軌道上の数十台以上の実機においても不具合発生ゼロを実現。引き続き、バッテリ、RWの20年までの寿命実証を目指し、衛星の寿命制約であった主要機器の長寿命化及び加速試験実現により、衛星の二次利用の市場開拓に貢献できると期待される。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き) 　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。	(続き) 　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努める。	(続き) 　上記活動を行うにあたり、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進めた。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努めた。	(続き) 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。 　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をも把握しつつ、それらを踏まえて要素技術実証を視野に入れた研究開発を進める。 　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をも把握しつつ研究開発を進め、トンネル内でのレーザ無線電力伝送実験を実施する他、展開型軽量平面アンテナ軌道上実証の準備や、長距離マイクロ波無線電力伝送実験(地上試験)に向けた検討を行った。 　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た。また、筑波宇宙センター事業所管理業務を実施した。事業所管理業務を通じ、新たな宇宙開発利用を生み出す研究開発環境を実現するため、筑波宇宙センター所在の主要部門等の定型事務業務を統合・一括請負化し、職員がより専門性の高い業務に注力できる環境構築とその運用の道筋をつけた。	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行った。	―
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基本設計を進める。	＜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、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基本設計を進め、マイルストン審査１(民間事業者に裁量を持たせ実施した基本設計結果をJAXAで評価)を実施中。	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) 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。 　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) デブリ発生を未然に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に着手する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を進める。 　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、事業化に向けて、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に向けた国際的な議論を進める。	(続き) デブリ発生を未然に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い、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進めた。 　また、デブリ状況の正確な把握のための地上観測技術として地上からリフレクタのないデブリに対する運動を観測・推定するために、対象を直接撮影しライトカーブ(対象の光度変化)から運動を推定する手法の研究開発を実施した。開発した補償光学系を利用し、高度600kmの物体に対し1mの分解能を目指した撮像試験や、CGより作成した模擬したライトカーブによる姿勢推定の検証準備等を着実に進めた。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、国内独自のデータベースを整備することで、独自のモデルを構築した。 　さらに、事業化に向けて、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に向けた国際的な議論として、JAXA独自のデータベースを用いて除去対象Top50の国際研究チームに参加し、参加11チームの中で最も他との合意率が高い妥当な結果を示した。また、内閣府からの要請に応じ、軌道上サービスに関するサブワーキンググループの活動に参加している。	(続き) 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。 ・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・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実施しているロケット１段再使用化に向けた小型実験機(RV-X)は10月に燃焼試験を再開したが、搭載機器同士の通信ノイズや未燃燃料のデータに追加の評価が必要となる項目が見出され、再び中断。飛行試験は行えなかったが、3月に再び燃焼試験を再開し、CALLISTOで当面必要なデータを取得することができた。 ＜プロジェクト＞CNES、DLRと１段再使用飛行実験(CALLISTO)の検討を進め、開発段階へ移行した。	RV-Xを除き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) ・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 ・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 ・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 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) 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た研究開発を進める。また、ライダー観測技術について、開発を見据えて着実に研究を進める。 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・低コスト化技術として、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を推進するための調査・検討を行う。 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) 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して、5GやBeyond5Gを背景とした低コスト・大容量な高速衛星通信ネットワークを実現する為の研究として、光HPA (Hi Power Amp)の研究等の研究開発を行った。また、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システムの概念設計や、1.3m級セラミックス製分割鏡の製造と光学性能実証、構造・熱・光学の連成解析モデル構築等を進めた。 特に、低コスト・大容量な高速衛星通信実現に向けた研究として実施した高性能民生部品の耐放射線評価・設計技術の獲得では、商用静止通信衛星の世界においてユーザーニーズの高度化が急速に進み、高速・大容量・低ビット単価、高いフレキシビリティを有する通信ペイロードが必須となっている中、民間企業との共同研究により、競争力を有する通信ペイロードのデジタル化コンセプトを定義し、その実現のキーとなる高速・高機能な民生FPGAの放射線耐性評価について、従来の放射線耐性評価技術であるイオンビーム方式では評価が難しかった課題をJAXAの持つレーザパルス照射技術により解決した。これにより、チップ内の脆弱性をピンポイントで把握し、JAXAが持つ耐放射線設計(RHBD、Radiation Hardened By Design)技術の一つである影響緩和回路を適用することで、当該民生FPGAが宇宙環境で使用可能であることを示すことができた。 また、静止軌道からの常時観測に関する研究では、CNN(畳み込みニューラルネットワーク)による船形識別アルゴリズム開発で衛星画像を対象にAIによる画像解析技術を用いて特定港湾における固有船舶の同定(船舶の位置、領域、船型の識別)を実現し、我が国保有の衛星画像から固有の船舶を同定できることを示し、その精度が専門家と同等以上であったことがユーザーから評価された。ライダー観測技術について、開発を見据えて着実に研究を進め、要素技術の宇宙実証の準備を開始する段階となった。 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・低コスト化技術として、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を推進するための調査・検討を行い、革新的衛星技術実証3号機の小型実証衛星３号機に適用する方針とする等の成果を創出した。 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着実に実施。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した。	(続き) ●高性能民生部品の耐放射線評価・設計技術の獲得： 高性能なCOTS FPGAの宇宙での活用可能性を示したことにより、本成果を活用した通信ペイロードが技術試験衛星9号機に搭載されることとなった。(Ⅲ.3.10項参照)本成果をベースに5ton級の衛星で200Gbps級の信号処理能力を有する通信ペイロードの実現を目指すことが民間企業から示された。今後、200Gbps級商用通信衛星への適用による国際通信衛星市場におけるシェア獲得や、観測衛星への適用による観測機能の高度化などが期待される。 その他に関しては、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・生命維持等の基盤的な研究開発を行った。 環境制御・生命維持システム(ECLSS)では無重力環境での実現性確認や小型省エネ化の課題に対して、①水(H_2O)再生システムにおいて、蒸留をベースとしたNASAの水再生技術に対して、尿中の有機物を効率よく分解できる高温高圧水電解をベースとし、イオン交換と電気透析を組合せた新たな水再生方法により、尿を効率良く浄化して飲料水にする処理プロセス技術を確立する為、再生率85％以上および飲料水基準を満足するスケールモデルを開発。ISS宇宙実証実験で宇宙環境での尿の高温高圧電気分解による水の浄化再生技術を実証(世界初)した。（Gateway計画等国際宇宙探査計画におけるECLSS開発に係る貢献等については、3.7項参照）また、②二酸化炭素(CO_2)還元システムでは、水電解による酸素(O_2)生成システムを、その過程で生成される水素(H_2)とCO_2の還元でメタンと水を得るサバチエ反応システムと一体化することにより、サバチエ反応で発生する熱を水電解で利用する小型省エネシステムを確立(世界初)した。 有人宇宙探査ミッションにおける宇宙放射線計測技術として実施した、JAXA D-Space / PADLES 線量計では、産総研との共同研究により超小型ポータブルアラームメータD-Spaceと、JAXAが開発したスペースシャトル・ISSに20年以上搭載実績を持つ受動・積算型線量計PADLESを組み合わせた超小型線量計(D-Space/PADELS 線量計)を開発。	●環境制御・生命維持システム(ECLSS)： ①H_2O再生システムの研究： 再生率85％以上および飲料水基準を満足するスケールモデルを開発。ISS宇宙実証実験で宇宙環境での尿の高温高圧電気分解による水の浄化再生技術を実証(世界初)。 ②CO_2還元システムの研究： 世界で初めて「200℃近傍の低温サバチエ反応触媒」と「サバチエ反応の発熱を利用した水電解」の融合による一体化装置を開発し、1L/min水素処理(実用サブスケール)を達成。これまでの既存検討システムより、小型省エネシステムが実現可能な見込みを得た。 ポストISS有人ミッション、Gatewayや月探査等、有人宇宙探査へ向けたECLSSの技術発展に貢献や社会実装を視野にいれた産学官連携とSDGsへの貢献が期待される。 ●JAXA D-Space/PADLES 線量計(放射線防護技術)： Gateway Payloadとして、D-Space/PADELS線量計のGateway Phase 1:宇宙放射線計測国際共同ミッションInternal Dosimeter Array (IDA) への搭載が決定した。OMOTENASHIやIDAの参加により他国データとの共有や、船外・船内環境比較やシミュレーション解析を通じたGateway等の遮蔽効果に関する知見の獲得、宇宙旅行者、民間月面開発での産業利用にも期待できる。 その他に関しては、計画に基づき着実に実施した。

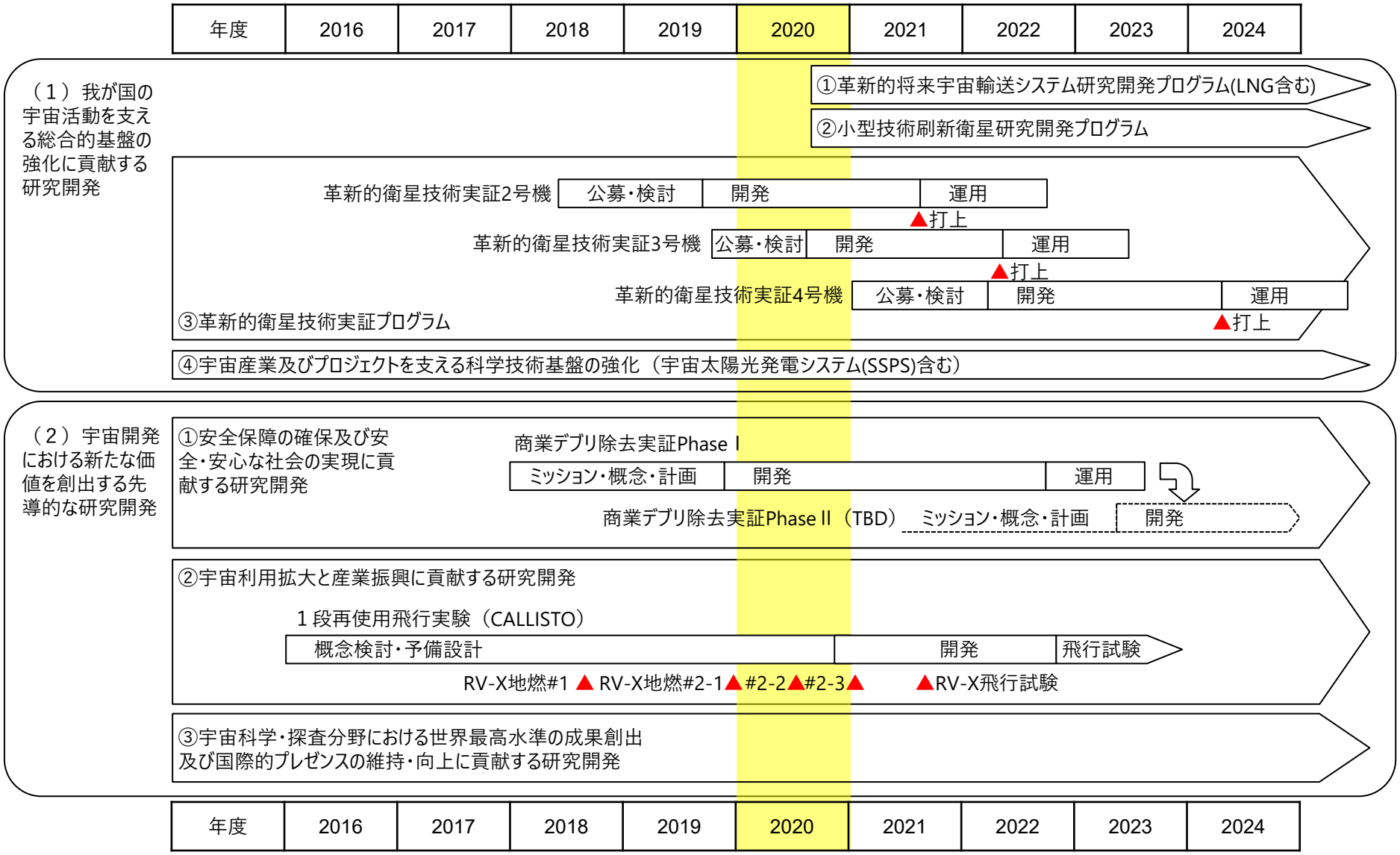
主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；宇宙科学・探査による新たな知の創造】 ○世界最高水準の科学成果の創出や我が国の国際的プレゼンス維持・向上等に貢献する宇宙科学研究、宇宙探査活動、有人宇宙活動等の立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙科学・探査による新たな知の創造に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 （例：著名論文誌への掲載状況等） ○人材育成のための制度整備・運用の成果（例：受入学生の進路等） （マネジメント等指標） ○大学・海外機関等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○人材育成のための制度整備・運用の状況 （例：学生受入数、人材交流の状況等） ○論文数の状況（例：査読付き論文数、高被引用論文数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：科研費等の外部資金の獲得金額・件数等）

主な評価軸（評価の視点）、指標等	
【多様な国益への貢献；宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現】 ○新たな事業の創出等の宇宙利用の拡大及び産業振興、宇宙産業の国際競争力強化に貢献するための立案・検討・マネジメントは適切に進められたか。それに伴う成果が生まれているか。	＜評価指標＞ （成果指標） ○宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現に係る取組の成果 （品質・コスト・スケジュール等を考慮した取組を含む） （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○宇宙実証機会の提供の状況 （例：民間事業者・大学等への実証機会の提供数等） ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、受託件数、ISS利用件数、施設・設備の供用件数等） ○新たな事業の創出の状況 （例：JAXAが関与した民間事業者等による事業等の創出数等） ○外部へのデータ提供の状況 （例：国内外の関係機関等への衛星データ提供数等） （マネジメント等指標） ○民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数、技術支援件数、JAXAの施策・制度等への民間事業者・大学等の参入数又は参加者数等） ○外部資金等の獲得・活用の状況 （例：民間資金等を活用した事業数等）

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

スケジュール

【宇宙基本計画工程表(令和2年度改訂)記載部分のみを掲載】



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）

2020年度 自己評価　**S**

【評定理由・根拠】

宇宙の産業構造が大きく変化する中で我が国の宇宙事業の国際競争力を強化するためには、将来の事業動向や技術動向の先を読み、事業やシステムの構造を一新するコンセプトとキーとなる技術課題を識別する能力、様々な技術課題を解決する新たな発想と民間企業等が引き取れるまで磨き上げる技術力が重要との考えに基づき、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、**宇宙輸送系の低コスト化**に繋がる成果(自律飛行安全ソフトウェアの開発、CFRPラティス構造技術・非火工品小型衛星分離機構)や**人工衛星の高性能化**(静止衛星搭載用GPS受信機)・**高信頼性化**(長寿命化を実現する基盤技術)、**宇宙活動の自在性の確保**(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)に繋がる成果; (2)宇宙開発における新たな価値の創出として、通信衛星の**デジタライゼーション**に関する成果(高性能民生部品の耐放射線評価・設計技術の獲得); (3)**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・新たな企業・研究機関等の参入に寄与し、企業による商品化や企業独自の技術実証、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、再使用型宇宙輸送システム技術の研究開発として実施しているRV-X[参考1]やCALLISTO[参考2]、デブリ除去実証[参考3]、やSSPS[*1]の研究開発[参考4]等、プロジェクト業務を着実に進めつつ、2020年6月に宇宙基本計画で示された新たな開発方式(デジタライゼーション等)の適用に向けて、先んじて研究を実施してきたMBSE[*2]やシミュレーション等を活用した開発手法を小型実証衛星3号機に適用を開始するなど、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

(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

- ロケットの地上飛行安全管制では双方向通信を確保する為、可視領域内に信頼性の高い地上局が複数必要となり、設備初期投資や維持コスト等が課題。自律飛行安全は飛行安全管制をロケットの搭載計算機で自律化するシステム。経済産業省委託事業「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)」(本委託事業については、Ⅲ.3.6項参照)の自律飛行安全システムの研究開発で、**ロケットの搭載計算機でも対応可能な飛行安全管制アルゴリズム(ﾕﾘﾄﾞｰ方式及びIIP/DL方式)を考案し、自律飛行安全ソフトウェアを開発。地上管制と同等の安全性を確保できることを確認。スタートアップ企業のロケット等への搭載が決定。**今後、**民間のロケット打上げ事業への参入促進や搭載計算機の高速化によりヘルスマネジメント管制等の高度な技術への発展が期待される。**[補足1]

- 炭素複合材(CFRP[*3])の繊維方向の圧縮引張に強い特性を生かせるラティス構造について、**再使用可能な円筒型に『置き型』を用いた低コストな製造方法、CFRPと『置き型』の熱膨張を考慮して局所座屈を抑制する設計製造方法を確立し、アルミ合金構造と比較し製品コストと質量で50%削減可能なことを実証。**質量・コスト要求を満足し、**DESTINY+のキックステージ機器搭載構造に採用。**今後は大型機体構造への適用も期待される。[補足2-1]低衝撃・低コストさらにITAR[*4]や火取法の制約がない小型衛星用分離機構が求められる中、**汎用的なアルミ合金の採用や分離衝撃を緩和するリンク機構を考案し、海外製より価格を50%以上低減可能な非火工品低衝撃型小型衛星用分離機構を開発。スタートアップ企業のロケットに搭載することを合意。**今後、小型ロケット/衛星事業者からの採用も期待される。[補足2-2]

- 静止軌道上で受信が困難とされていた微弱(低軌道の1/10)なGPS信号を高利得アンテナを用いなくとも受信すため、**合成波から微弱な信号の捕捉/追尾/復号を行うアルゴリズム等を低軌道用GPS受信機と同じハードウェアに導入**した静止衛星用GPS受信機を開発。光データ中継衛星(JDRS[*5])に搭載し、2020年11月29日H-IIAロケット43号機で打ち上げられた。(Ⅲ.3.1項参照)　**静止軌道上で安定したGPS航法に必要なGPS捕獲数(4機以上)を継続できることを確認し、目標航法精度(100m以下)を達成**した。**海外衛星メーカからRFIを受けるなど注目を得ており**、メーカを主体とした**国内外市場への製品投入が決定。**また、この成果は技術試験衛星9号機(ETS-9)のトランスファー軌道(静止軌道に電気推進を用いて向かう軌道)での航法自動化の実現に反映される予定。さらに、このアルゴリズムを拡張すれば静止軌道以遠の、月近傍での航法をGPS受信機で実現することが期待される。[補足3]

*1 SSPS : Space Solar Power System (宇宙太陽光発電), *2 MBSE : Model Based Systems Engineering, *3 CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastics, *4 ITAR : International Traffic in Arms Regulations (国際武器取引規則) , *5 JDRS : Japanese Data Relay System

【評定理由・根拠】（続き）

- **ミニマルファブ(産総研が開発した新しい少量多品種半導体生産方式）の製造工程にJAXAの宇宙用半導体設計技術を適用し、トランジスタ1000レベルのロジック回路まで製造実証**を行い、宇宙部品に求められる耐環境性能(熱、機械環境)を持つ集積回路(IC)が製造可能なことを確認。微細プロセスにより製造可能な**MEMS[*6] RF-SW(高周波スイッチ)の試作に成功(世界初)**し、ICとMEMSが一体化製造可能である技術を得た。今後、**少量多品種のIC＋MEMSのような従来のファブで製作できない特殊機能のデバイスを製造することが可能になる**他、本技術が宇宙分野外の産業界へ広く波及されることが期待される。**[補足4]**
- 地球を周回する人工衛星の設計寿命が長寿命化(現状7年→10年)される中、課題となっていたバッテリの搭載容量の削減及び試験期間の短縮、リアクションホイールの長寿命化に対し、バッテリについては**劣化メカニズムを解明し設計に反映することで寿命予測の精度向上**により**バッテリ容量を約20%削減、加速試験法の確立により試験期間を従来比1/10以下に短縮可能とした**。リアクションホイールについては、**軸受の保持器形状を変更し真空中での高速安定性を増すことで機構部品では難しかった設計寿命10年を超えて12年寿命を達成**し、**2009年以降に打ち上げられた軌道上の数十台以上の実機においても不具合発生ゼロを実現**。衛星の寿命制約であった主要機器の長寿命化及び加速試験実現により、衛星の二次利用の市場開拓に貢献できると期待される。**[補足5]**

(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

- 5G、Beyond5Gを背景に、商用静止通信衛星の世界においてユーザーニーズの高度化が急速に進み、高速・大容量・低ビット単価、高いフレキシビリティを有する通信ペイロードが必須となっている。民間企業との共同研究により、競争力を有する通信ペイロードのデジタル化コンセプトを定義し、その実現のキーとなる高速・高機能な民生FPGA[*7]の放射線耐性評価について、**微細回路機能への影響把握をJAXAが持つ極細のパルスレーザ照射技術により行い、民生FPGAチップ内の回路ごとのSEL[*8]の継続時間や発生回数に対する耐性を把握し、回路ごとに適切な耐放射線設計RHBD[*9]技術を適用することでデバイス破壊に至らずに宇宙環境で当該民生FPGAが使用可能であることを示した**。宇宙での活用可能性を示したことにより、**本成果を活用した通信ペイロードが技術試験衛星9号機(ETS-9)に搭載されることが決定。**(Ⅲ.3.10項参照)　今後、200Gbps級商用通信衛星への適用による国際通信衛星市場におけるシェア獲得や、観測衛星への適用による観測機能の高度化などが期待される。**[補足6]**

(3)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

- 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)等について共同研究公募をおこない、**新たに33件の共同研究を開始し、74の企業・研究機関等が参加**した。また、クロスアポイントメントにより、異分野企業から7名が参加。建機のアタッチメント着脱作業の『無人化・自動化』等の成果から**アタッチメント着脱装置の商品化・量産体制への移行**、はやぶさ2の中和器技術を応用した**高真空対応の除電処理システムの商品化**等、複数の共同研究成果が社会実装へ繋がった。さらに、探査用超小型ロボット研究成果による**世界最小・最軽量かつ超低コストのロボットが、国際宇宙探査の有人与圧ローバー開発のための月面走行に必要な走行性能評価データ取得ミッションに採用**される等の成果を創出した。**[補足7]**

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

*6 MEMS：Micro Electro Mechanical Systems (微小機械システム), *7 FPGA：Field Programmable Gate Array, *8 SEL：Single Event Latch-up *9 RHBD：Radiation Hardened By Design

補足１：自律飛行安全ソフトウェアの開発

自律飛行安全ソフトウェア開発の背景・目的

- 現在の飛行安全管制は、ロケットからのテレメータをもとに、地上の高性能な計算機により破片落下域をリアルタイムで予測し(図1)、その結果をもとに人が判断して飛行中断信号をロケットにコマンド送信する。(図4)

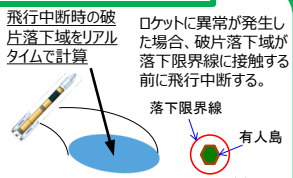


図1 地上での飛行安全管制

- この管制は動力飛行(エンジン燃焼飛行)中に必須であり、その間のロケットとの双方向通信を確保する為、可視領域内に**飛行安全用の信頼性の高い地上局が複数必要**、または、地上局からの可視制約で動力飛行経路が自由に設定できず、**ロケットの打上げ能力が十分発揮できない**。
- また、民間打上げ事業者にとっては、**信頼性の高い地上設備への初期投資(数十億規模)と運用維持コストが負担になる**。
- これらの課題解決の為、飛行安全の自律化(図4)が期待されているが、**処理能力の低いロケット搭載計算機でも対応可能な飛行安全管制アルゴリズムの開発が必要**とされている。

【目標】我が国の飛行安全要求に適合した自律飛行安全ソフトウェアの実現による射場運用費の低減、打上げ能力の向上

課題
①搭載計算機で処理可能な飛行安全管制アルゴリズムの構築
②飛行安全要求への適合性

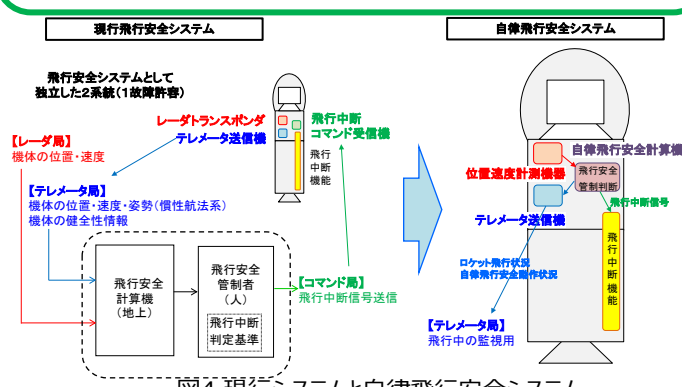


図4 現行システムと自律飛行安全システム

自律飛行安全ソフトウェアの開発完了

自律飛行安全ソフトウェア（自律飛行安全管制ソフトウェア/地上解析ソフトウェア）の開発※を完了し、**射場運用費(初期投資/維持費)の低減、ロケットの打上げ能力向上等に資する基盤技術が獲得できた。**

①搭載計算機で処理可能な飛行安全管制アルゴリズムの構築

地上での飛行安全管制の方式(図1)では、既存搭載計算機の数十倍の処理能力が必要で、適用することは困難。そこで、飛行安全要求への適合性を確保しつつ、**打ち上げ前の事前解析と計算負荷の低いアルゴリズム**(下記、A、B参照)を組み合わせることで、**ロケット搭載計算機による自律飛行安全を実現する方法を考案した**。

A)IIP/DL方式：ロケット飛行中断時の破片が落下限界線に干渉しない限界線をIIPで判定するDLを事前に解析・設定（破片落下域と落下限界線の関係をIIPとDLの関係に置き換え）。ロケットが異常飛行し、IIPがDLに接触した際に飛行中断を行う。(図2)

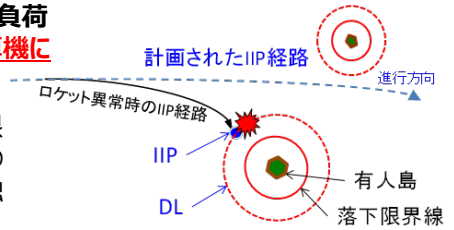


図2 自律飛行安全管制(IIP/DL方式)

IIP：Instantaneous Impact Point
→ロケットの真空中落下予測点
DL：Destruct Line
→島等に破片を落下させないために指令破壊すべきIIPの限界線

B)コリドー方式：IIP/DL方式が適用できない射点近傍で使用する(*)。ロケット打上後、時々刻々において許容される(指令破壊しても破片が落下限界線を越えない)位置速度の正常飛行範囲を事前に解析し、コリドー(状態変数のトンネル)として設定。コリドーから機体が逸脱した時点で飛行中断を行う。(図3)

(*)打上直後、異常が発生し垂直上昇を継続する場合には飛行中断する必要があるが、A)IIP/DL方式ではIIPが変化しないため、飛行中断判断ができない。

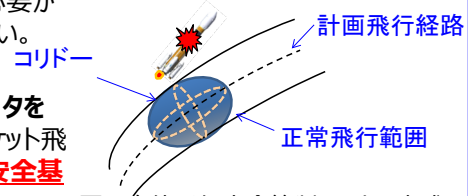


図3 自律飛行安全管制(コリドー方式)

②飛行安全要求への適合性

基幹ロケットの過去のフライトデータ及び様々な異常飛行シミュレーションデータを用いて、アルゴリズムを含むソフトウェアとしての検証を実施。本検証の中でロケット飛行中に上記アルゴリズムで確実に飛行中断を行えることを確認し、**JAXA飛行安全基準に対して適合する見込みを得た**。

期待されるアウトカム

- ◆ 基幹ロケットや将来の輸送システムにおける**運用性改善や維持費低減、再使用帰還時や再突入時の管制への適用。**
- ◆ 将来の民間ロケット打上げ事業参入を促進。

更に、搭載計算機の高速化により、**ヘルスマネジメント管制等の高度な技術**への発展することが期待される。

得られたアウトカム

・スタートアップ企業等に開発成果を提供し、2021年度にフライトを実施予定。
・民間航法センサ会社と小型ロケットへの適用に向け共同研究開始
・他、複数ロケットにて適用が検討されている。

※本研究開発は経済産業省委託事業「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)」の自律飛行安全システムの研究開発(Ⅲ.3.6参照)で実施。

評定理由・根拠（補足）

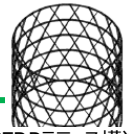
補足2-1：炭素複合材(CFRP*1)ラティス構造技術の研究

*1 CFRP : Carbon Fiber Reinforced Plastics

背景と課題

ラティス構造は、繊維方向の圧縮引張に強いCFRPの特性を生かせる網目状の構造様式。従来のCFRP構造技術では困難だった、ロケット胴体断間部等耐圧縮性能が求められる構造質量の50%低減(金属と比べ)が可能とされている。一方、**形状が複雑で従来の積層方法では製造工数が増え高コストと評価**。また、交差部で**局所座屈が発生し、構造全体としての座屈強度を低下させる**ことが課題。《**【目標】**金属(アルミ合金)より重量・コスト50%減》

課題 ①生産性の飛躍的向上・低コスト化を実現する成形手法の確立
②交差部の不連続性と積層の非対称性を考慮した設計評価手法の構築


CFRPラティス構造

CFRPラティス構造設計評価サイクルの確立

実機大の供試体を試作・検証し、**実プロジェクト適用に必要な技術課題を解決**。

①硬化後脱型を考慮し、**再使用可能な円筒型に六角形等の『置き型』(図1)を配置**する方法を考案。**成型治具のコスト削減(φ1m構造で1/ 10以下)を実現**。炭素繊維の巻き付けに、フィラメントワインディングによる**一筆書き積層(図2)を採用**。従来と比較して**50%程度の構造コスト減を実現**した。


図1『置き型』

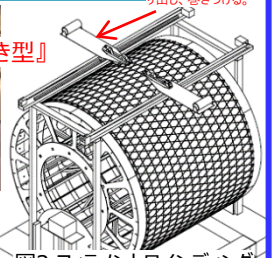


図2 フィラメントワインディングによる一筆書き積層

②局所座屈(図3)の原因を抑制する為、熱硬化工程でのバキング(**膜内部を真空加圧)に加え、『置き型』の熱膨張を利用してリブ幅方向にも加圧**(図4)。CFRPと『置き型』の両方の熱膨張を考慮し、**溝の深さや幅等を最適化する設計製造方法**を確立(図5)。**金属と比較して50%以上の質量低減を確認**した。

図4 熱膨張を利用した加圧

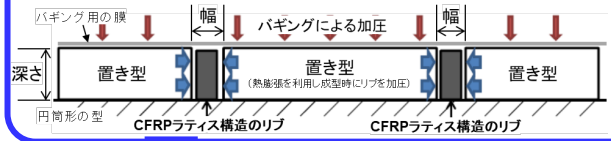


図3 局所座屈

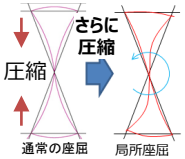


図5 段差なく正常に製造された交差部



得られたアウトカム/期待されるアウトカム

- 質量・コスト要求を満足し、**DESTINY+のキックステージ構造へ採用が決定**した。
- ラティス構造への外板装着方法等を確立することにより、基幹ロケット等の大型構造等への適用が期待され、**現行ロケットの競争力強化および将来の輸送システムの 実現に必要な構造効率の改善に寄与**する。

補足2-2：非火工品小型衛星分離機構の研究

背景と課題

・小型衛星用分離部(火工品)は、**マイクロ秒オーダで締付力(歪エネルギ)が解放されるため分離衝撃が大きい**等の課題があり、現在の世界市場では競争力がない。
・海外既成品もコストが高く、法的制約(ITARや火取法)で運用性も課題。

【目標】
①低コスト化(目標500万円以下)
②分離衝撃1000Gsrs以下
(ITAR*2 Free/非火工品)

海外競合製品：
価格：約2000万円
衝撃：1000Gsrs以下
運用性：ITAR/火取法対象

課題 ①脱特殊材料 ②発生衝撃

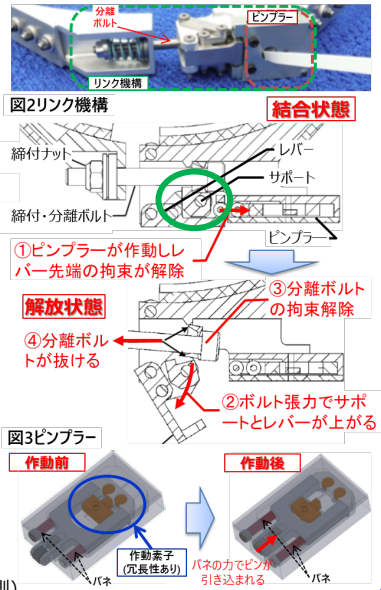

図1 火工品小型衛星分離機構(マルマンクランプバンド型)→

価格競争力、低衝撃性、運用性、信頼性を有するPAF仕様の設定

目標を達成する火工品不要な低衝撃小型衛星分離機構の実現。

①マルマンクランプバンド(図1)に**汎用性の高いアルミ材を適用**(従来はチタン等)。アルミ材適用時の課題であった**クリープに対し、応力比の低い領域内となるよう断面形状と張力を設定**し**低コスト化（500万円以下）の目途**を得た。

②分離ボルトを拘束するサポート(図2**緑○部**)が解放される仕組みで**張力解放時間を確保**(2ミリ秒程度)**でき、かつ分離時外乱を生じさせないリンク機構設計を考案。**(図2)**1000Gsrs以下を達成可能な目途**を得た。さらに火工品に代わる作動素子として、ワイヤを電気溶断することで作動し、冗長性も有する素子(図3**青○部**，共同研究相手の技術)をピンプラーに採用。**火工品と同等の信頼性を、汎用的材料で実現可能な分離機構を開発**した。



*2 ITAR：International Traffic in Arms Regulations(国際武器取引規則)

得られたアウトカム/期待されるアウトカム

- **スタートアップ企業のロケットへ採用する方針が決定**した。
- 競合製品を凌駕する衛星分離機構の実現に見込みを得た。事業化検討も実施中。低衝撃かつ低コスト、火工品不要な特徴は、**急速に拡大しつつある小型ロケット/衛星事業者の導入を容易にし、国内外市場での大きなシェア獲得が見込まれる。**

補足３：静止衛星搭載用GPS受信機

静止衛星搭載用GPS受信機の背景

低軌道衛星での活用が進むGPSを静止軌道やトランスファー軌道で利用できれば、自律的な軌道制御による運用の効率化(コスト低減)や衛星画像の幾何補正精度向上、衛星システムの時刻基準の高精度化が可能となり、競争力向上が期待される。

一方、上記軌道でGPSを利用するためには衛星間の幾何学的な関係に起因する**GPS信号強度の低下(約1/10)と変動(最大50dB程度)があり、この信号を受信・処理できるかが課題**となる(図1)。

【目標】 静止軌道上で安定してGPS衛星からの信号を受信する(**継続的にGPS 4機以上の信号を受信**)ことにより静止軌道におけるオンボード航法(**航法精度100m以下**)を達成するコスト競争力のあるGPSRの実現。

課題
① 微弱なGPS信号の捕捉・追尾・メッセージ復号を可能とする技術
② 捕捉衛星数が少なくなっても航法精度の劣化を抑制する技術

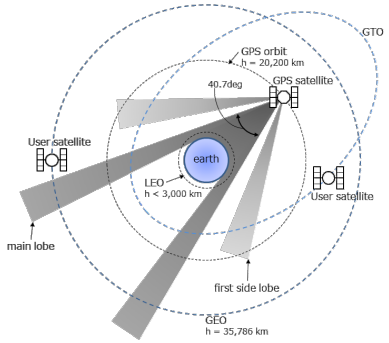


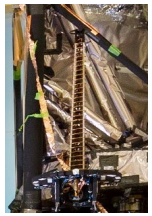
図1 GPS信号の放射域と衛星の位置関係

静止軌道オンボードGPS航法の達成

①高利得アンテナを用いなくともGPS信号を受信するため(図1)、静止軌道から見たGPS衛星の運動が視野内をゆっくり動くことに着目して限られた数の相関器からの出力を合成し、**合成波から微弱な信号の捕捉／追尾／復号を行うアルゴリズムを搭載した。**
②捕獲衛星数減少時の航法精度の劣化を最小限に抑えるため、**時定数が長く安定性の高い航法フィルタ技術を採用した。**

➢ 2020年11月29日H-IIAロケット43号機で打ち上げられた光データ中継衛星(JDRS*1)に搭載され(Ⅲ.3.1参照)、**静止軌道上でGPS信号を4機以上のGPS衛星から受信して、安定したGPS航法を継続できることを確認**した(図3)。*1 JDRS：Japanese Data Relay System

➢ **航法精度は、従来の地上局を用いたレンジング航法精度（1km前後）に対して100m以下と高精度な航法を達成**した(図4)。



本開発アンテナ
高さ0.03m、
底面積0.2×0.2m

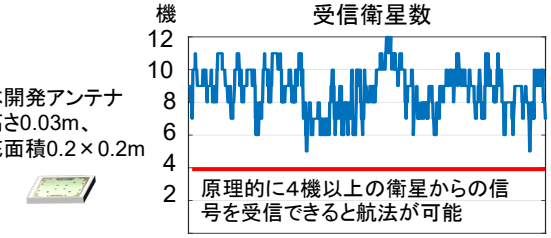


図2 米国製高利得アンテナと本受信機のアンテナ

図3 受信衛星数

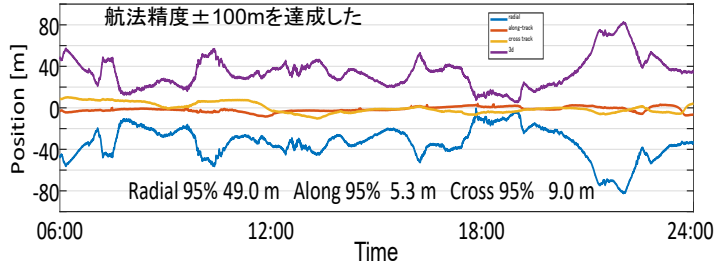


図4 航法精度（地上局処理と比較）

得られたアウトカム：市場投入に目途

- 本GPS受信機は過去開発した**低軌道用受信機と部品の共通化が図られており、高利得アンテナも必要なく低コスト化が達成されている。**
- **海外衛星メーカからRFIを受けるなど、注目を得ている**。
- メーカを主体とした**国内外市場への製品投入が決定した**。

※静止軌道においてオンボード航法を実現したのは世界でも米国以外に例がなく、また一部の静止衛星に搭載されるだけで商用衛星では普及していない。

期待されるアウトカム：月近傍等による航法

- 技術試験衛星9号機(ETS-9)にも本GPS受信機の搭載が予定されており、**世界で初めてトランスファー軌道(静止軌道に電気推進を用いて向かう軌道)での衛星の自律運用実現を目指している。**
- またこのアルゴリズムを拡張すれば静止軌道以遠の、**月近傍での航法をGPS受信機で実現することが期待**される(図5)

現在、Gateway計画が進んでおり、今後月軌道やその往還機運用が増加すると予想され、月近傍の自律航法需要は高まると予想される。

*2 NRHO：Near Rectilinear Halo Orbit
*3 GNSS：global navigation satellite system



図5 NRHO*2 軌道でのGNSS*3 信号受信

補足4：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

宇宙用半導体の迅速な少量多品種生産の必要性

- 従来の半導体生産では、**1回の生産において最低でも数万個オーダーの製造を必要**とするが、宇宙機はほぼ１点ものであり、**宇宙用途の特性にあった少量多品種製造という新しい生産方式が必要**。
- 現状の半導体試作サービスを利用する方法では**１回のプロトタイプ製造だけで数カ月単位の期間**を要し、**宇宙用途の半導体部品の開発を迅速に行う上で期間短縮が課題**となっている。
- 産総研が開発したミニマルファブは、大規模な半導体プロセスを小規模な装置群で置き換え、少量多品種・短期開発(最低1個から数日以内)を実現できるが、**安定的な製品製造は、材料選定、パラメータ設定、行程処理順の確立などが必要であり、宇宙製品の製造実績がない**。
- また、微細プロセスにより製造可能な微小機械システム(MEMS：Micro Electro Mechanical Systems)についても、MEMS基本構造の要素試作の実績はあったが、**機械的動作を行うスイッチ等の具体的な製品開発の実績はなかった**。

【目標】新しい少量生産方式の宇宙用機能部品への適用
- 産総研が開発した少量多品種・短期開発可能な生産方式であるミニマルファブを宇宙用機能部品開発プロセスとして確立する(宇宙用カスタムIC1個を数日で開発可能とする)

課題
- ICとMEMSを融合した機能デバイスの製造プロセス構築と製造実証

今後の展開と期待されるアウトカム

デバイス製造能力の技術実証が出来た。今後は宇宙実証による耐環境性確認や、新しい品質保証方式の検証と最適化、試験規格化を進める。また、**宇宙用途向けコンソーシアム(スペースユーザー会)**を立ち上げ、関連企業で将来のユースケースや事業化に向けた議論を進めている。

搭載コンポ開発で特殊な機能を持つデバイスの試作をスピーディに繰り返すことが可能になり、コンポ開発期間短縮化が期待される。宇宙用高信頼性用途で先導して技術実証してみせたことで**本技術が宇宙のみならず広く産業界への波及が期待される。**

ミニマルファブ少量生産システムでカスタム設計デバイスの製造実証に成功

宇宙機で使用が想定される特殊な機能を有するICとMEMS(微小電気機械システム)の一体化デバイスが少量(数個単位)かつ短期間(３～５日)で製造できることを世界で初めて実証。

- **宇宙の特殊な技術要求に適合するためのIC回路設計のノウハウをミニマルファブプロセスに適用**した。例えば、ミニマルファブプロセスではトランジスタ間接続にTiNを用いており断線が発生しやすかったが、宇宙用トランジスタを確実に接続するための配線工夫(図2)をプロセスに組み込み、断線問題を解決した。
- 上記確立したプロセスにて1トランジスタレベルから**1000トランジスタレベルのロジック回路まで段階的に製造実証を行い、宇宙部品に求められる耐環境性能(熱、機械環境)を持つことを確認**した。
- JAXAが過去メガファブ(従来の生産方法)にて試作したRF-SWの仕様(電気特性、構造)及びJAXAの開発経験から**MEMS RF-SW(高周波スイッチ)で動作不良となる条件(スイッチ動作時の溶断による接着、湿度によるスイッチ部の吸着)を抽出し対策を施すことでミニマルファブプロセスでも所望の電気特性・構造特性が実現できることを産総研とともに確認した。**
- **RF-SWを試作し、ON/OFF動作が適切に行われ、立体構造が構築できていることを確認**した。

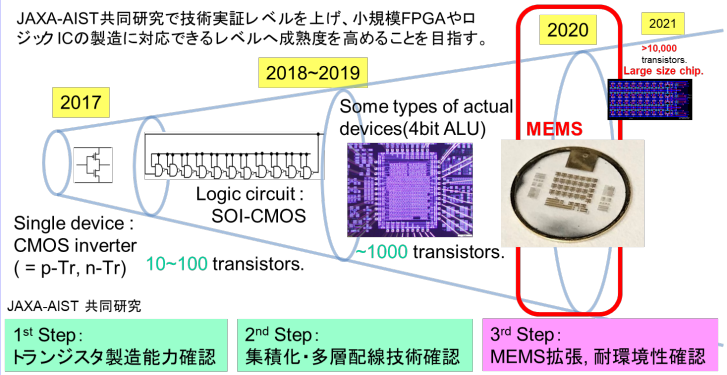


図1　ステップバイステップによる製造実証の実績全体像

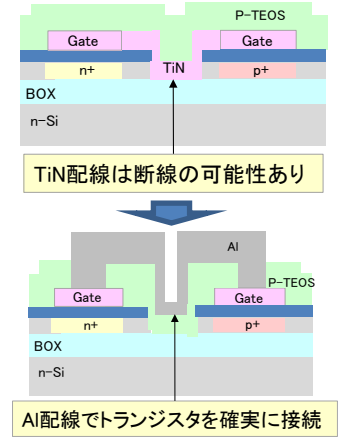


図2　確実な配線の工夫

・ICとMEMSが同一環境で一体化製造可能である技術目途を得た。
➔これにより、**従来のファブでは製造できない特殊な機能*を持つデバイスが実現出来る**ようになる。

***RFスイッチ+アンプのワンチップ化によるフェーズドアレイアンテナ位相器の損失低減と低消費電力化、加速度センサやMEMSジャイロ＋ワイヤレス伝送ICのワンチップ化による探査ミッション機器の小型高機能化　など。**

補足5：人工衛星の長寿命化を実現する基盤技術

衛星の長寿命化の課題

・低軌道衛星の設計寿命は現状の7年から10年へ。**寿命制約となる機器は、劣化の観点でバッテリ**（図1）、**不具合の観点で姿勢制御用リアクションホイール**（RW、図2）。

➢バッテリの寿命予測誤差は±5%と大きく、要求寿命が長いほど設計マージン過剰で容量・質量増加。また、現状、寿命試験に実時間(7年以上)を要し、これを1年以内に短縮することが求められている。そこで、**寿命予測誤差±3%、寿命試験10倍加速を目標**に設定。

➢従来の国産RWは約70台中4台、海外調達品も4台と軌道上で不具合を頻発(～2017)。多くが打上げ後数年で発生し、主原因は軸受。そこで、軸受を一新し、**10年寿命を持つRWの実現を目標**に設定。


図1 バッテリ

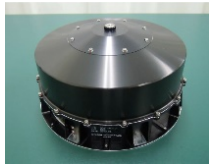


図2 RW

課題	バッテリ	①寿命劣化メカニズムの解明 ②加速試験法の構築
	RW	③軸受の真空・高速条件での長寿命化

得られたアウトカム/期待されるアウトカム

・国産バッテリでは、設計段階での性能保証も可能となり、**Gatewayの米国モジュールHaloへ採用**。

・当該軸受を使った新型国産RWは、2009年以降、従来型RWと同程度の台数が打ち上げられ**不具合は皆無**。**RWの寿命の課題を解決**。

・バッテリ、RWの**20年までの寿命実証が期待される**。

・衛星の寿命制約であった主要機器の長寿命化及び加速試験実現により、**衛星の二次利用の市場開拓に貢献**。

フルサクセスを超える、バッテリで12倍加速の試験法を確立、RWで12年寿命を達成

バッテリは、寿命予測精度向上の効果で**容量・質量を約20%削減可能**、加速試験法構築で**試験を1年以内に短縮可能**に。RWは、軸受の保持器設計変更により、真空・高速条件下で長期に亘り低摩擦を維持できるようになり、将来の地球周回衛星で必要となる設計寿命10年を超えて**12年寿命を達成**。

①寿命劣化メカニズムの解明　【バッテリ】

・バッテリの劣化(＝リチウムイオンの消失による容量低下)は温度の上昇とともに加速されるため、劣化推定には発熱挙動の把握が重要。電池構造を変えずに内部にデバイス挿入するための**シール技術、内部絶縁対策の工夫により長期間内部温度計測を可能**にするセルを設計・試作。バッテリメーカも知見を持っていなかった、**想定(5～7℃程度)より内部温度が高いこと、運用継続によりバッテリ内外の温度差が拡大することを突き止めた**(図3)。

・上記結果とこれまでに得た寿命試験データを寿命予測に反映させることで、**公差を従来の±5%から±3%へ削減でき目標達成**。マージン削減効果により、バッテリ容量20%削減(≒質量20%減)が可能に。

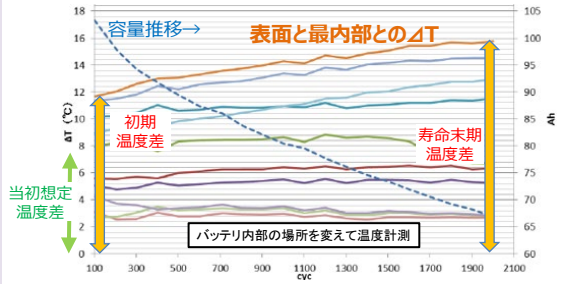


図3 バッテリ表面ー内部の温度差推移

②加速試験法の構築

・上述の寿命予測モデルを活用し、同一の劣化メカニズムが成立する加速条件(温度、放電レート）の上限を見出し、結果、目標を上回る**12倍加速を実現**し、衛星ごとに異なる運用条件であっても**1年以内での寿命試験が可能**に。

③軸受の真空・高速条件での長寿命化　【RW】

・キーは運動安定性に優れた保持器の創製。保持器は玉と常に摩擦する部品で摩擦低減が重要。玉が収まる**穴形状を丸から四角**に変えて玉との接触面積を減らし、さらに摩擦変動が小さくなるよう玉とのすきま値を最適化(図4)。その結果、2008年までに**DN値※9万の高速軸受を実現し、RWへ適用**。寿命試験も継続し**2020年に12年寿命を実証**。

[※DN値＝軸受内径D[mm]×速度N[rpm]：高速の過酷さの指標]

・現在までにさらなる軸受の高速化を進め、その実現には保持器の一層の摩擦低減が必要で、長寿命も両立するために、**できるだけ少量の油を継続的に保持器しゅう動部に供給する構造を考案**し(図5:JAXA・軸受メーカ特許)、**世界トップレベルのDN値30万の高速軸受技術を獲得**。これにより、RWの大型化が可能となり、大きなトルクを長時間発生させることにより、**衛星の敏捷性を高めて即時応答性の高い観測が実現**できる。

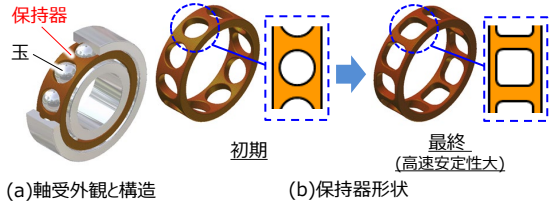


図4 RW用軸受の保持器設計の変遷

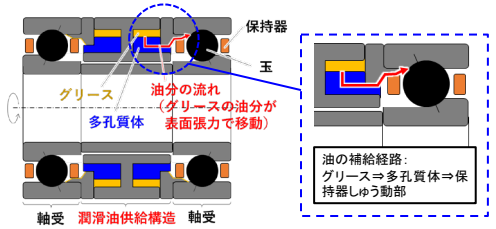


図5 油を補給する構造 (JAXA・軸受メーカ特許)

評定理由・根拠（補足）

補足6：高性能民生部品の耐放射線評価・設計技術の獲得

背景：商用通信衛星市場の急速な変化とデジタル化への対応

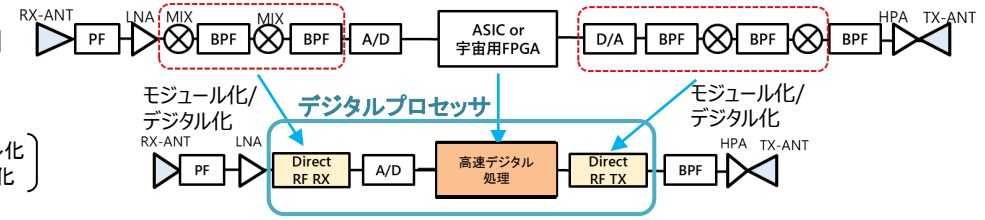
- 5G、Beyond5Gを背景に、商用静止通信衛星の世界においてユーザーニーズの高度化が急速に進んでいる。これに対応できない場合、我が国の商用通信衛星はシェアを獲得できなくなる恐れが顕在化してきている。
- ユーザーニーズの高度化に応えるには、高速・大容量・低ビット単価、高いフレキシビリティを有する通信ペイロードが必須である。この実現には、**従来アナログ処理されていた通信処理を高速のデジタル処理に置き換えることが必要**である。
- このコンセプトを実現するためには、**高速に処理を行う高速デジタル処理部がキー技術となるが、入手可能な宇宙用部品では価格、機能、性能全てで満足のいく製品はなく、放射線耐性の低い高性能民生部品の使用が必須**な状況。

＜将来の商用通信衛星への能力目標＞
- 数百Gbps級以上の高速・大容量信号処理
- 1M＄/Gbps以下の低ビット単価
- ユーザー要求に柔軟に対応できる高いフレキシビリティ性

【目標】2020年代の商用通信衛星市場に対応できるデジタル通信ペイロードを実現するキーとなる技術を民間事業者と連携し実証する。

課題 高性能な民生FPGA *1 (COTS*2 FPGA)の放射線影響把握と耐放射線設計方策の策定（JAXA）
民生FPGAを用いたソフトウェア定義無線回路設計（民間事業者）

*1 FPGA：Field Programmable Gate Array , *2 COTS：Commercial Off-The-Shelf



デジタル化を支える高性能民生FPGA(COTS FPGA)の耐放射線設計方策を確立

- 従来の加速イオンビームを用いた照射方法では直径約10cmのイオンビーム照射範囲内でランダムに荷電粒子が照射されるため(図1)、**微細化が進み狭い範囲に多種類の回路機能が搭載されているFPGAでは、静止軌道上15年分の放射線環境下での影響を評価するため多量の放射線を短時間で照射(高レート照射)する必要**がある。
- 上記手法では複数回路で過電流が同時発生することによりデバイスが破壊され、**個別回路ごとのシングルイベントラッチアップ(Single Event Latch-up：SEL)影響を評価できず、COTS FPGAのSELに対する脆弱性をピンポイントで把握することが出来なかった。**
- そこで、COTS FPGAを構成する**微細回路機能への影響把握をJAXAが持つ極細のパルスレーザ照射技術により行い(図2)、民生FPGAチップ内の回路ごとのSELの継続時間や発生回数に対する耐性を把握し、回路ごとに適切な耐放射線設計(RHBD、Radiation Hardened By Design)技術を適用することでデバイス破壊に至らずに宇宙環境で当該民生FPGAが使用可能であることを示した**。

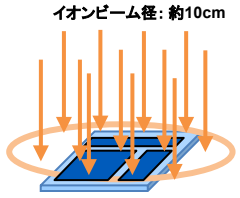


図1 加速器イオンビームを用いた照射（従来法）

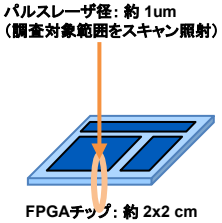


図2 パルスレーザを用いたエラー発生部位特定手法（今回適用した手法）

得られたアウトカム：民間事業者の商用通信衛星開発への成果活用

- 高性能なCOTS FPGAの宇宙での活用可能性を示したことにより、本成果を活用した通信ペイロードが**技術試験衛星9号機(ETS-9)に搭載されることとなった。**(Ⅲ.3.10参照)
- 本成果をベースに5ton級の衛星で**200Gbps級の信号処理能力を有する通信ペイロードを実現を目指すことが民間企業から示された。**

期待されるアウトカム：様々な将来衛星への貢献

- **200Gbps級商用通信衛星への適用による国際通信衛星市場におけるシェア獲得が期待される。**
- 通信ペイロードに限らず、エッジコンピューティングとして軌道上での画像処理に適用する等、観測衛星の高度化にも期待される。

評定理由・根拠（補足）

補足7：宇宙探査ハブ成果の実装

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を生み、企業から多くの**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内の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。コロナ禍下にあって、これまでのような新規参画促進のための活動に大きな制約が生じたところ、リモートによる説明会の開催や金融機関との連携による顧客面談会の開催、マッチング支援会社を通じた研究募集分に特化した周知活動などにより、例年以上の採択に至った。

- FY2020に新たに**33件の共同研究を開始**した。このうち、**国際宇宙探査に関連する共同研究が11件**含まれる。
- FY2020は**74の企業・研究機関等が共同研究に参加**し、新規参加社のうち**約9割が宇宙分野に関わりのなかったもの**、企業のうち**約6割が中小・ベンチャー企業**であった。
- クロスアポイントメントにより、**異分野企業から7名が参加**。

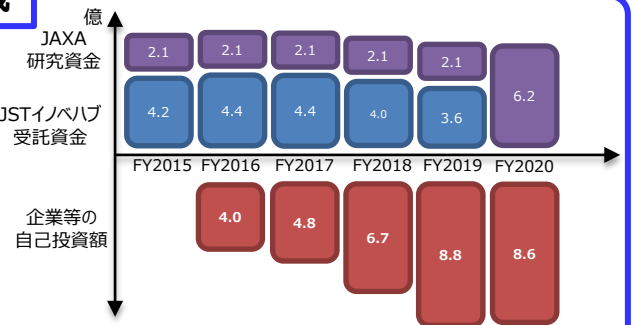


図1 資金状況

得られたアウトカム：成果の民間事業化，宇宙活用

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つながった。特に**製品化や受注に至った点で、探査ハブの取り組みが新たな段階に達した**と言える。

事業化：

- 月面での拠点建設自動化への適用を目指した、建機のアタッチメント着脱作業の『無人化・自動化』『作業効率向上』『安全性向上』等の成果から、これまで市場になかった**アタッチメント着脱装置(図2)の受注**および商品化に向けた量産体制への移行。(タグチ工業)
- 月面での除塵にも適用可能性がある、はやぶさ2の中和器技術を応用した**高真空対応の除電処理システムを製品化。**(春日電機)

宇宙活用：

- 小型舶用レーダーの周波数有効利用、維持費低減を目指した増幅器の固体化研究の成果から、**はやぶさ2カプセル回収**での追跡に参加し、**着地位置特定に貢献。**(光電製作所)
- 玩具市場への展開も考慮した宇宙探査用超小型ロボット研究の成果による**世界最小・最軽量かつ超低コストのロボット**が、国際宇宙探査の有人与圧ローバー開発のための**月面走行に必要な走行性能評価データ取得ミッションに採用。**(タカラトミー、ソニー)
- 路面氷結状況の把握を目指した2次元イメージング**水氷センサ**(神栄テクノロジー)および半導体製造装置への適用も考慮したガス中**微量水分計**(センテンシア)が**月極域探査ミッションに採用**決定。

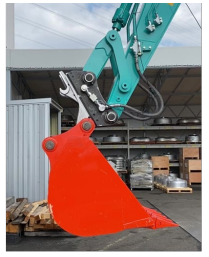


図2 建機用アタッチメント着脱装置



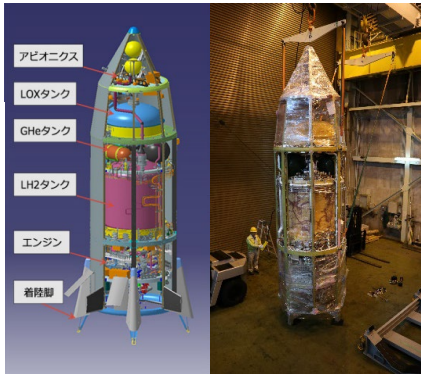
図3 追跡に供した固体化マリンレーダー

参考情報

[参考1] ロケット１段再使用化に向けた小型実験機(RV-X)の研究開発状況

RV-Xは、CNES（仏）およびDLR（独）と協力して検討が進められている１段再使用飛行実験（CALLISTO）プロジェクトのフロントローディングの位置づけで研究が進められており、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、特に低高度領域の繰り返し飛行実証を目的とした研究である。

2018年度には機体推進系・エンジン系の運用方法の確立を目的とし、搭載電子機器を機側に配置し、6回の地上燃焼試験「地上燃焼試験#1」を実施した。一方で、機体が地上に安全・確実に離着陸するためには、搭載機器がロケットにすべて搭載された状態で、ロケットエンジンの詳細な特性データや、機体の姿勢制御に必要となるエンジンジンバル機構（TVC）のデータ取得が必要となる。そこで、昨年度末に「地上燃焼試験#2」を計画し、40%, 60%推力レベルでの各系におけるデータ取得を行った。試験後に取得したデータ評価を行ったところ詳細な評価が必要な項目が見いだされたことから、「地上燃焼試験#2」シリーズを一旦中断。データの詳細評価・機体点検等を実施後、「地上燃焼試験#2（その２）」シリーズとして試験を再開した。現在「地上燃焼試験#2（その２）」シリーズで抽出された課題を解決し、「地上燃焼試験#2（その３）」シリーズを実施中である。



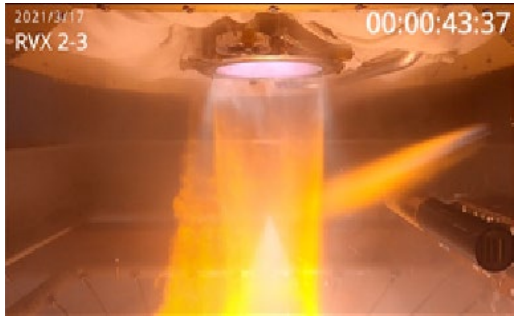
機体組み立て

実績：

2020年度夏期～秋期に「地上燃焼試験#2（その２）」を実施し、40,60,70,90%の各エンジン特性把握試験を実施した。一方で、搭載機器同士の通信ノイズや未燃燃料のデータに追加の評価が必要となる項目が見出された。そのため、再度試験シリーズを中断し、ノイズの低減対策や未燃燃料の取扱いの改善を目的として、再点検活動を実施。抽出された課題についての対策を行い、改善効果を確認しうえで、「地上燃焼試験#2（その３）」試験シリーズを実施した。TVCにかかわるデータや100％推力レベルを含めたエンジンの特性データを取得できた。あわせて同一エンジンを用いるCALLISTO設計に必要なエンジン予冷データ、機体底部熱流束データおよびエンジン噴煙環境下における音響データの取得を行いCALLISTOプロジェクトに提供した。なお未燃焼燃料についてのデータ取得はさらに追加で必要と判断した。



エンジン燃焼試験



100%推力レベルの燃焼状況


試験間点検


燃焼試験管制

現在及び今後の取組：

第１四半期中にまでの「地上燃焼試験#2(その３)」試験シリーズで、TVCにかかわる追加データやエンジンの高度制御特性にかかわるデータを取得予定。

「地上燃焼試験#2」シリーズ実施後には飛行試験に向けた全機落下試験や航法誘導制御系にかかわる各種試験を実施し、確実な飛行試験の実施に向けて試験を行っていく方針。

[参考2] ロケット再使用に向けた飛行実験(CALLISTO※)の研究開発状況

※CALLISTO : Cooperative Action Leading to Launcher Innovation for Stage Tossback Operation

CALLISTOでは、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。その実現のために、本ミッションではシステムレベルのキーとなる技術（図1）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の蓄積を行う。また、独（DLR）仏（CNES）の宇宙機関と共同で開発・実験を行うことで参加機関の知見を活かし、効率的により優れた技術を獲得するとともに、フロントローディング活動として1段再使用化に向けた小型実験機（RV-X）により、着陸段階に飛行範囲を限定し、早期にCALLISTOのキーとなる要素技術の部分的な検証・基礎データの取得を能代試験場で行う。

2017年にプロジェクト計画検討のための3機関協定を締結し、3機関の役割分担（図2）やミッション要求およびそれを実現するための機体・地上システム仕様や飛行プロファイル（図3）などのプロジェクト計画を検討してきた。2019年には、3機関の有識者による独立評価を実施し、そこでの提言に対応するために、3機関共同作業として、システム設計・サブシステム要求の調整を追加した。

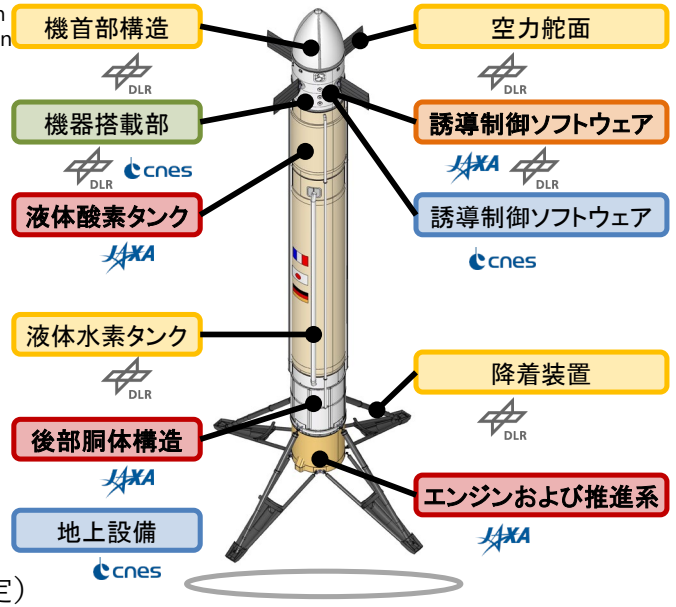


図2 各機関の主な分担

実績：

2020年9月　：予備設計完了（JAXA担当の主な開発品・作業に関する成立性確認を行い、開発計画を設定）
2020年12月：3機関開発計画確認会（DLR/CNES/JAXA合同で、設計状況を踏まえた開発計画を確認）
2021年2月　：システム定義審査会（JAXAのミッション要求を実現できる開発計画であるか、有識者を交えた審査を実施）
2021年3月　：プロジェクト移行審査会（プロジェクト移行可否をJAXAとして審査し、移行可能との判断を行った）

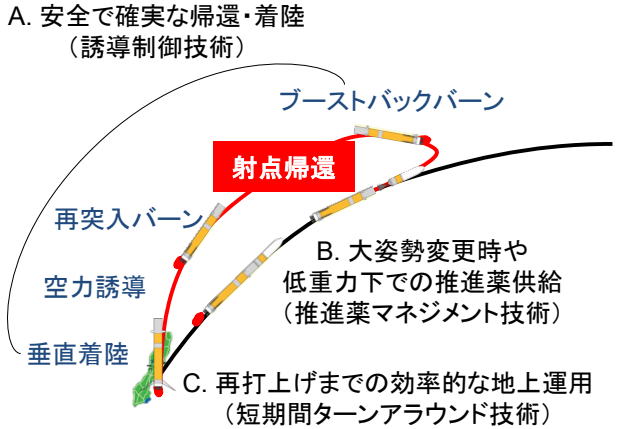


図3 飛行プロファイル

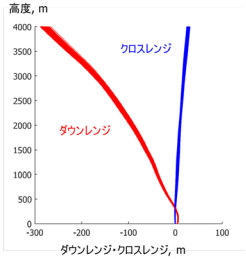
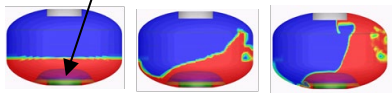
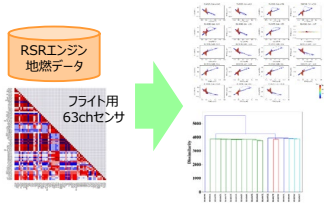
①誘導制御技術	②推進薬マネジメント技術	③ヘルスマネジメント技術
風耐性のある誘導制御アルゴリズム(ブーストバック、空力誘導、着陸)の実証等 JAXA開発の着陸誘導の検討結果（ギアナ宇宙センターの2月の実測風548ケース） 	加圧と揺動を制御し極低温推進薬を確実に供給できることの実証等 JAXA開発の液面保持デバイス 	非破壊検査技術を用いたオンサイトエンジン再整備の実証、故障予知・診断技術のためのデータ取得等 

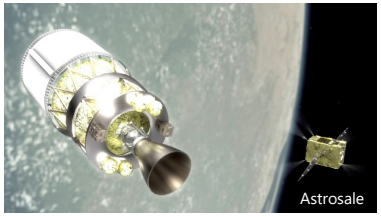
図1キー技術例

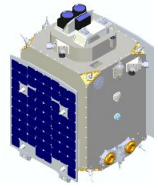
[参考3] 商業デブリ除去実証プロジェクトおよびスペース・デブリ対策

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。FY2020は衛星システムの基本設計を実施した。現在、マイルストン審査１(民間事業者に裁量を持たせ実施した基本設計結果をJAXAと共に評価)を実施中。





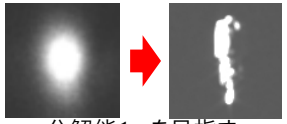

民間事業者が検討するフェーズⅠ実証イメージ



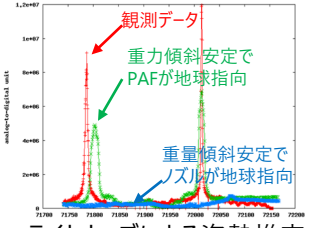
入笠山60㎝望遠鏡

③デブリ状況の正確な把握のための地上観測技術

地上からリフレクタのないデブリに対する運動を観測・推定するために、対象の直接撮像、及びライトカーブ（対象の光度変化）から運動を推定する手法の研究開発を実施した。開発した補償光学系を利用し、高度600kmの物体に対し1mの分解能を目指した撮像試験や、CGにより作成した模擬ライトカーブによる姿勢推定の検証準備等を着実に進めた。



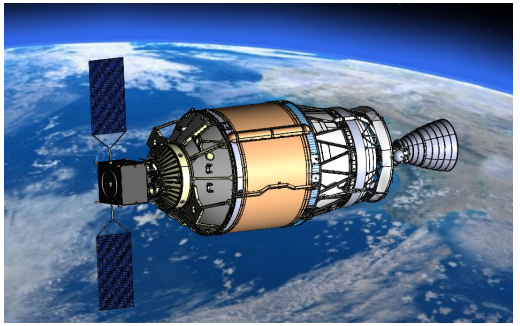
分解能1mを目指す



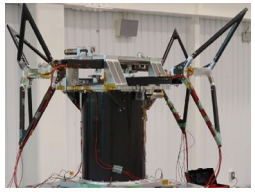
ライトカーブによる姿勢推定

②商業デブリ除去実証フェーズⅡに向けて

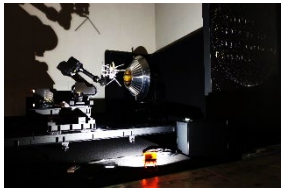
「商業デブリ除去実証」の二段階での実証のうち、第二段階であるフェーズⅡ(軌道上に遺棄されたわが国由来のロケット上段デブリに対し、接近し、近傍制御を行い、撮像、除去、安全なリエントリを行う)のプロジェクト立ち上げを目指し、デブリ除去を低コストで実現するシステム技術の成立性を示すため、デブリ除去を行う衛星システムの概念検討および要素技術研究を実施した。



500kg級衛星による大型デブリ除去のイメージ



大型デブリ捕獲機構（試作品）

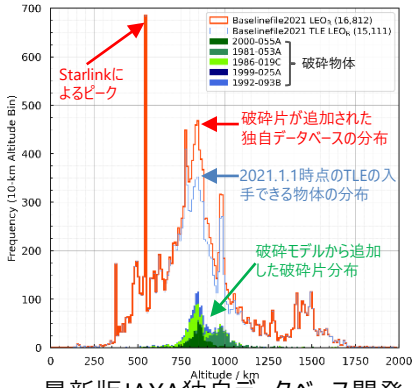


デブリ捕獲地上試験装置（SATDyn）

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た。

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に向けた国際的な議論として、JAXA独自のデータベースを用いて除去対象Top50の国際研究に参加し、参加11チームの中で最も他との合意率が高い結果を示した。また、内閣府からの要請に応じ、軌道上サービスのルールに関するサブワーキンググループの活動に参加している。



最新版JAXA独自データベース開発

[参考4] 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2020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**

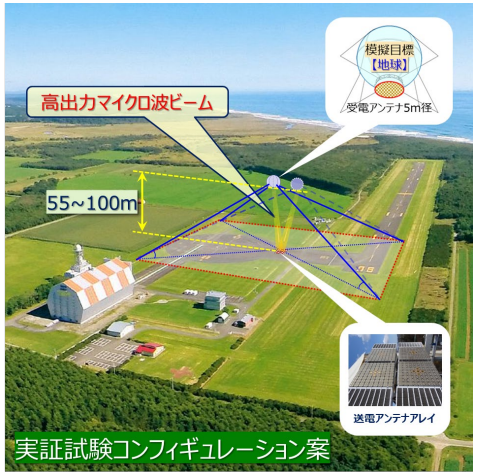
マイクロ波方式SSPSの実用化に向けた長距離マイクロ波無線電力伝送の高精度化・高度化技術として、送受間の相対的位置関係が変化する状況下で高効率な無線電力伝送を行う高精度ビーム指向・追従制御技術（リアルタイム位相制御技術）を実証するため、飛翔体（高度55～100m）を用いた無線電力伝送実験計画案（実験コンフィギュレーション等）を具体化した。また、当該実証実験の共同実施を念頭に、経産省SSPS研究開発事業の委託を受けた（一財）宇宙システム開発利用推進機構との共同研究として、実証実験システム、及び高精度マイクロ波ビーム制御装置の概念検討を実施した。

（2）**レーザ無線電力伝送技術の研究開発**

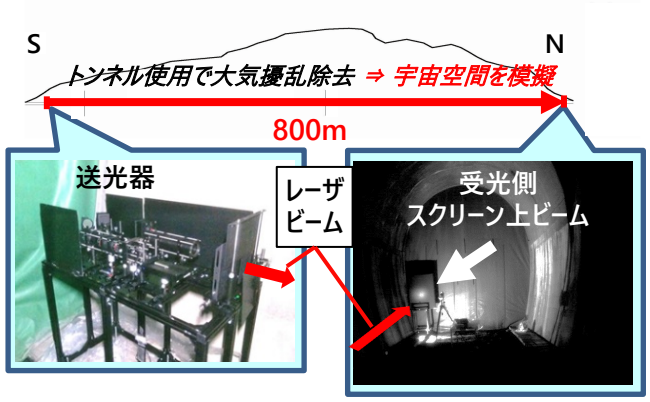
小型軽量化/スモールスタートがし易く、既設太陽光発電パネルでの受電も可能なレーザ方式SSPSの実現に向け、中間目標である月極域永久影領域内ローバへの給電（1km先、>20W）の研究を遂行中。本年度はトンネル内800m伝送実験を行い、送光側ビームシェイパのみでの伝送先照射強度均一化（円形&矩形）や、望遠画像を用いた誤差≦数cmの照射位置制御等と共に、30cm角の光電変換パネルを用いた9W強の給電を実証。照射最適化等により、小型軽量システムでローバへ27W以上給電できる見込み。白色光のみ対応の汎用太陽電池への給電や遠隔分光等に向けた白色レーザ光800m伝送も実証。

（3）**大型宇宙構造物技術の研究開発**

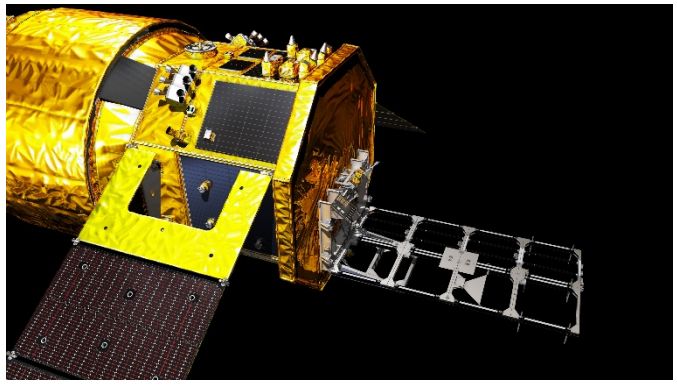
SSPSは数百m～数kmの大型宇宙構造物を必要とする。このような大型宇宙構造物を軌道上で自動的に構築する技術の確立に向けて、静止軌道降水レーダへの適用を見据えた30m級大型平面アンテナの実現を当面の目標とし、HTV-X1号機に搭載する展開型軽量平面アンテナ軌道上実証システム（DELIGHT）の開発を進めている。2020年度は、航空機を用いた微小重力環境下での展開試験等を実施し、その結果を踏まえてDELIGHTの基本設計をほぼ完了した。



飛翔体（係留気球）を用いた
長距離マイクロ波無線電力伝送実験のイメージ



トンネル内でのレーザ無線電力伝送実験



HTV-X1号機に搭載したDELIGHTのイメージ

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				
決算額 (千円)	15,584,719	13,424,518	15,384,330				
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				

(※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 (うち海外15件) 権利化: 22件 (うち海外9件)	出願: 68件 (うち海外32件) 権利化: 17件 (うち海外6件)	出願: 44件 (うち海外14件) 権利化: 20件 (うち海外4件)				
査読付き論文数	39件	38件	55件				
技術移転 （ライセンス供与）件数*1 （全JAXA）	372件	335件	334件				
受託件数、金額 *2	16件 10,497千円	22件 45,379千円	25件 107,483千円				
外部資金の獲得件数・金額 *2	55件 607,123千円	42件 909,306千円	51件 914,939千円				
共同研究相手先の 自己投資額	670,032千円	875,028千円	863,093千円				
共同研究参加企業・大学数	累計124機関 （うち9割の企業が非宇宙）	累計154機関 （うち9割の企業等が非宇宙）	累計201機関 (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

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
【課題】再使用型宇宙輸送システム技術の研究開発として実施しているロケット１段再使用化に向けた小型実験機(RV-X)においては、搭載機器同士の通信ノイズや未燃燃料のデータに追加の評価が必要となる項目が見出され、年度内の飛行試験には至らなかった。	現在、JAXA内外の有識者を含めた再点検活動を実施中。試験の実施体制を強化する。抽出された課題についての対策を行い、改善効果を確認しうえで「地上燃焼試験#2(その３)」試験シリーズを実施中。地上燃焼試験終了後、航法誘導制御系にかかわる各種試験を実施し、2021年度中に飛行試験を実施する。
【抱負】2020年6月に宇宙基本計画改定にて示された衛星システム搭載機器のデジタル化・ソフトウェア化や、開発・製造・運用におけるプロセス革新などのデジタライゼーションの流れに基盤技術研究としても速やかに対応していく必要がある。	2020年度に立ち上げた革新的衛星技術実証3号機の小型実証衛星3号機搭載ミッションの公募テーマとして選定されたデジタライゼーション関連テーマ(GPUソフトウェアのモデルベース開発、ソフトウェア受信機のフレキシブルな開発手法)の2022年度の軌道上実証に向けて開発を進める。また、これまでJAXAで検討してきたMBSE(Model Based Systems Engineering)技術を適用し、開発プロセスのデジタライゼーションへの取り組みを着実に進める。加えて、2021年度より新たな取り組みとして推進する小型衛星技術刷新研究開発プログラムにおいて、官民連携のもと、衛星システムのデジタライゼーション、衛星開発プロセスのデジタライゼーションに資する研究開発に取り組む。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○オープンイノベーションの取組みを引き続き推進することが重要である。色々なチャレンジがイノベーションを生み出すため、失敗を恐れずに、新たな取組を継続して生み出す仕組み作りを期待する。	国際宇宙探査へのさらなる貢献の観点から有人与圧ローバー、生命維持、水資源(水素)利用、惑星保護等についても新たに共同研究分野として設定し共同研究に着手しました。また、オープンイノベーションの仕組みを社内に展開するため、革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラムについて、次年度共同研究公募を共同で行うべく準備を進めました。
○民間活力の活用や大学アカデミアとの連携による共同研究の推進は望ましいが、共同研究成果を評価する場合には、各機関の役割分担を明確にし、法人がどの部分にどの範囲で貢献し、成果を創出したのか、を明確にする必要がある。また、その場合に創出される成果については、既存技術を応用、発展させた成果か、あるいは完全に新規の技術なのかについても言及が必要である。	FY2020の成果報告書において、共同研究におけるJAXAの役割、工夫点を明確にし、成果創出への貢献度がわかるように記述を行いました。また、ベースとなっている技術とその解決策を明示し、既存技術の応用・発展か、新規技術なのかについて記述しました。
○宇宙産業において市場を創出するマーケットドリブンの流れの中、これまでのハードウェアの調達に加えてJAXAが民間のサービスを購入するというas a serviceの調達を行うことによる市場を創る政策が求められる。スピード感や低コストといったことがJAXAにも求められる中、持続可能な取組が求められる。	商業デブリ実証(CRD2)フェーズ１では、民間事業者が事業戦略に基づき主体的に宇宙機開発・技術実証を行うためのJAXAによる総合的マネジメントおよび技術的支援の取組を、パートナーシップ型の契約(衛星ではなくサービスと成果の調達)として実現し、事業者の投資を大幅に引き出すことができました。今後も、同様な取組を行い、新たな市場の創出に貢献します。
○持続可能な宇宙開発のため、宇宙の安定利用のためにも宇宙デブリの軽減や除去は喫緊の課題であり、日本がこの分野をリードする一国としての取組は期待されている。そのため、スペース・デブリ対策に関しては、多様な観点で重要な取組である。技術実証を迅速に行い、宇宙安全保障の観点からは、内閣府・防衛省等関係省庁との連携を進めるとともに、産業の観点からは、技術としてもビジネスとしても成り立つことを示していただきたい。	技術実証として、FY2024の商業デブリ実証(CRD2)フェーズ１の実証に向けプロジェクトを進めています。関係府省との検討会等にも参加し、技術的な助言を行っています。ビジネスの成立性については、民間企業が積極的に取り組んでおり、JAXAとしてはその実現に向けたキー技術の研究開発で貢献します。
○再使用型ロケットの研究では、スペースXとの違いを明確にする必要があると考える。安価なコストで、再使、別の用途にも利用できる用ではなく、限りなくピンポイントに落下させることが出来れば。	CALLISTO等、再使用型ロケットの研究では、スペースX社も完全に解決できていない着陸誘導における課題を分析したうえ、基幹ロケットの再使用1段を含め再使用型輸送システムに共通的に必要となるキー技術（誘導制御技術、推進薬マネジメント技術、ヘルスマネジメント技術、等）の獲得を目的としており、キー技術に関わるデータを取得すると共に、プロジェクト後に活用できるツールやモデル等を整備することもアウトプット目標として掲げ、これらの成果が革新的将来輸送システムの研究開発などで活用されることをアウトカム目標としているところが違いとなります。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○こうした裾野を広げる活動は非常に重要だが、例えば、イノベーションハブについてはJAXAが支出している状況である。民間と共同で成果が上がっている反面、JAXA内の他案件を資金的に圧迫する可能性があるため、資金面を含めJAXAのすぐれた民間技術発掘機能と協業機能を活かす方策を見つけるべきである（①）。また、JST評価で優秀な評価を得たとのことであるが、それを示す事例の提示が必要である（②）。D-NETに関してはJAXAの先導的な取組から防災目的で実運用が始まった好事例であると考える。（③）	①イノベーションハブの共同研究において、2019年度までに民間からJAXAの支出の1.5倍を超えるリソース提供(自己投資)を引き出すことができました(2020年度分は調査中)。また、新事業促進部の協力を得て、民間技術発掘につながるイノベーションハブを民間に紹介するイベントを3件設定し、参加した企業にのうち35社と意見交換を実施しました。 ②JSTから特に評価された点は、宇宙応用と地上での社会実装の双方が進みつつあること（具体的には、2019 年9 月までに共同研究を終了した49 テーマのうち、宇宙応用では展開済み或いは展開がほぼ決定したものが計5 件、JAXA と展開のための調整を開始したものが13 件、地上で製品化段階に進んだものが7 件）、および企業からのリソース提供の換算金額が年度ごとに増え、2018年度ではJST の委託費とJAXA の運営費交付金充当額の合計額を上回ったことの2点です。
○低軌道衛星でのMIMO実験に関しては、JAXAの中長期計画に全く示されていない。計画に記された衛星光通信技術の開発だけでなく、このような衛星と地上とつなぐ電波を使った大容量通信技術にも中長期計画に明記し、積極的に取り組み、トータルとしての通信システム構築ができるようにしていく必要があると思われる。	低軌道衛星でのMIMO実験に関しては、第4期中長期計画(令和3年3月26日変更認可版)において、「Ⅰ.2.2(2)②宇宙利用拡大と産業振興に貢献する研究開発」に記載される、「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」の内、「デジタル技術」の部分に相当しており、第4期中長期計画初版（平成30年3月30日認可）より変更はありません。ご指摘の通り、衛星光通信技術の開発だけでなく衛星と地上とをつなぐ電波を使った大容量通信技術も重要な技術であり、トータルとしての通信システム構築ができるよう研究開発を進めてまいります。

Ⅲ．５ 航空科学技術

2020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。	航空科学技術の研究開発については、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。 その際、成果の受け手の一つである民間との役割分担については、原則として以下の方針に基づく取り組みを継続する。 ●公共性の高い技術の研究開発、基盤技術の研究開発及び技術リスク等の観点から民間事業者では取り組むことが困難な技術の研究開発については、JAXAが主体となって実施する。 ●上記により技術リスク等が縮減され、民間事業者への成果展開が見込まれる段階の技術の研究開発については、共同研究、コンソーシアム等の枠組みを用いて、民間リソースの適切な活用を図りつつ実施する。	成果の受け手の一つである民間との役割分担については、以下の取り組みを実施した。 ●公共性の高い研究開発である災害・危機管理対応統合運用システム技術の研究開発については、JAXAを主体とし民間事業者が参画する枠組みで実施した。また、基盤技術である複合材の高度化・リサイクル技術の研究開発については、JAXAと民間事業者の優位技術の組み合わせにより社会実装を見据えた体制で実施した。加えて、高リスク技術である静粛超音速機統合設計技術の研究開発については、JAXAが主体となって技術開発を先導して実施し、かつ米国海外主要航空機メーカとの協力に繋げたことにより、次の民間事業者主体への活動に移行しつつある。 ●技術リスク等が縮減され、民間事業者への成果展開が見込まれる段階の高圧部系部位のコアエンジン技術の研究開発については、成果の受け取り手企業と共同で開発費分担の上で実施した。 また、気象影響防御技術や航空機電動化技術等の多分野連携が特に必要とされる研究開発については、コンソーシアムにより民間リソースの活用を図った。装備品認証に関する活動については、JAXAから民間へ実施主体を移行した。	－

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 　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。 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 　次世代エンジン技術については、技術実証用エンジン（F7エンジン）に関し、技術実証試験の一環として、計測器を追加した形態で、基準データの取得を行う。エンジン低圧系では、樹脂製吸音ライナのエンジン搭載試験用供試体の試作結果に基づき、供試体の構造強度評価を行う。	次世代エンジン技術については、技術実証用エンジン（F7エンジン）に関し、技術実証試験の一環として計測器を追加した形態で基準データの取得を行い、必要なデータが計測可能なことを確認し、次年度JAXAが国内メーカ等と共同で進めるタービンシュラウドや樹脂製吸音ライナに関する技術実証に向けた準備を完了した。 　エンジン低圧系では、樹脂製吸音ライナのエンジン搭載試験用供試体の試作結果に基づき、F7エンジン実証試験に向けて吸音パネルを試作した。試作品に対し、パネル締結構造強度試験や実機環境を模擬した振動試験等の構造強度評価を行い、評価結果を実証試験用吸音パネル設計に反映した。	技術実証用エンジン（F7エンジン）については、計画に基づき着実に実施 。 　エンジン低圧系については、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
(続き)	(続き) また、高圧系部位のコアエンジン技術については予備試験を受けて低NOx燃焼器のシングルセクタ性能試験・評価を終えるとともに、高温高効率タービンの試作に向けて材料強度試験を終える。	＜プロジェクト＞高圧系部位のコアエンジン技術については、NOxが発生しやすい高温燃焼を回避するリーンバーン（希薄予混合燃焼）を実現するJAXA独自の超低NOx燃焼器について、技術実証の根幹となるシングルセクタ燃焼器試験を終了し、海外の競合相手の目標を上回る80%を越えるNOx低減（現行の国際基準比）を達成し、プロジェクトのフルサクセス達成の見込みを得ると共に、エクストラサクセスとするCOの同時低減にも成功した。 この超低NOx燃焼器には、以下の3つの技術的特長が有る： 1）局所高温部の発生を抑制しつつ、安定なリーンバーンを実現するため、ミキサ形状を工夫した主燃料ノズル（JAXA特許）を採用、 2）高出力時の燃焼ガス高温化を抑制するため、燃料配分の細かい調整を可能にする副燃料ノズル（JAXA開発）を搭載、 3）リーンバーンの低NOx性能発揮に必要な燃料ノズルの空気割合増加のため、冷却空気量を削減できる耐熱複合材（CMC）パネル（共同研究契約によりパートナー企業が製造）の燃焼室壁面への適用技術をJAXAにて開発・改良。 加えて、高温高効率CMCタービン静翼の設計に必要な各種強度試験を終えた。	高圧系部位のコアエンジン技術については、プロジェクトゴールである環状燃焼器（エンジン搭載時の燃焼器形態）での技術実証に向けて、主・副燃料ノズル1組分の要素であるシングルセクタ燃焼器試験で超低NOx燃焼器実現の見通しを得た。 プロジェクトを共同で実施する国内エンジンメーカへNOx低減技術を技術移転することにより、エンジンの国際共同開発でこれまで主にエンジン低圧部のシェアを有していた国内エンジンメーカが、新たにエンジン高温・高圧部についてもシェアを獲得することが期待される。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き) 低騒音化等の機体技術については、旅客機低騒音化のための技術研究を進め技術実証機に対する低騒音化設計を行うとともに、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検討を含む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、旅客機低騒音化のための技術研究を進め技術実証機に対する低騒音化設計を行い、対象の一つであるスラット（主翼前縁の可動部）について、NASA等従来の研究が比較的大型の整形部品により騒音発生の原因となるスラット部での流れの剥離自体を生じさせずに騒音低減を目指すコンセプトであるのに対し、JAXAは小型の付加部品により剥離後の乱流減衰を促し「騒音の発生しにくい剥離流に変化させる」コンパクトでより実用性の高い独自の低騒音化コンセプトを適用すること等により、スラット及び主脚について、技術目標（2EPNdB）を大きく上回る低騒音化（スラット3.3EPNdB、主脚4.5EPNdB）を風洞試験で達成した。また、これらの低騒音化設計技術を適用した飛行実証に向けた検討を行うことに海外航空機メーカと合意し、共同研究による実証検討に着手した。 機体抵抗低減技術については、自然層流翼設計の対象を、国内航空機メーカとの協議の上、国際共同開発においてシェア拡大の可能性が高い垂直尾翼に設定し、高Re数風洞試験実証に向けた試験計画概要を策定した。 また、リブレット（機体表面の微細な溝構造）による抵抗低減技術の実機適用に向けて、付着性を向上する新しい施工技術の選定や施工性を考慮した高性能リブレット形状を創出するとともに、エアライン・研究機関・施工メーカとの連携による技術開発体制を整えた。	低騒音化等の機体技術については、計画に基づき着実に実施 。 機体抵抗低減技術については、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
(続き)	(続き) 気象影響防御技術については関係機関と連携して要素研究を進めるとともに、空港等におけるフィールド実証のシステム設計を行う。	気象影響防御技術については、雪氷に照射したレーザの散乱光パターンが雪氷の厚さや雪質により異なる現象を再現する数値シミュレーション技術を共同研究により北見工業大学とJAXAが開発。これにより、散乱光の空間的広がりの裾野が雪厚さに敏感であることを見出し、厚さ誤差数mm程度の高精度同定に成功。さらに航空機の滑りに大きく影響する濡れ雪等のICAO新基準で要求される雪質同定も達成した。 さらに、このJAXA独自の雪厚・雪質同定技術を搭載した世界初の滑走路雪氷検知のシステム（JAXA特許）を開発。1年前倒しで福井空港での実証試験を実施し、実環境下でのリアルタイム自動検知を実証した。なお、本成果は多機関連携によるものであり、JAXAは原理考案・センサ仕様策定、空港施工企業がシステム基本設計、メーカがセンサ製作・システム実装を担当、空港が実証機会を提供した。 加えて、被雷危険性予測技術に関し、気象レーダーの情報から被雷危険性を予測するJAXA独自のアルゴリズムについて、エアラインから取得した旅客機被雷データとFY2018にJAXAが開発した雷検知装置を用いた検証を行い、88.6％の高精度による航空機誘雷予測を実証した。さらに、同アルゴリズムを高速化して実装した世界初の航空機被雷危険性予測システム（JAXA特許）を開発。予測が気象レーダ配信間隔内で完了することを確認し、リアルタイム運用が可能であることを実証した。	空港施工企業ならびにシステムメーカ2社が滑走路雪氷センサシステムの事業化検討に向け、個別に共同研究契約・NDAを締結した。 加えて、民間気象サービスプロバイダ2社が被雷危険性予測システムの事業化に向け、共同研究契約を締結。内1社が、JAXAが開発したアルゴリズムを既存製品へ実装（もう1社は実装中）、エアライン数社で実証を開始した。さらに、JAXAがFY2018に開発し、FY2019にメーカにライセンス契約した従来の数倍の検知精度を有する雷検知装置が商品化され、販売が行われた。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き) また、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進める。これらに加え、関係機関との連携のもと、装備品の実用化に向けた事業者による安全認証に資する取り組みを進める。	また、装備品技術については、地勢データベースから推定したパラメータにより航空機窓外の赤外線画像を強調する独自技術の自動化を達成、飛行実験によりパイロットの夜間状況認識が向上することを確認する等、パイロット等の運航判断を支援する技術等の研究を進めた。 加えて、装備品産業の国際競争力向上にとって不可欠である認証制度の知見やノウハウを、関係機関との連携のもとJAXAのコア技術をベースにした装備品の認証活動を通して着実に蓄積する取り組みを進めた。	JAXAが主導し構築した装備品イニシアティブの枠組を、一般社団法人航空イノベーション推進協議会のもとでの民間主体の自立的かつ持続可能な活動へ移行することが決定された。 これによりJAXAが認証活動の中で蓄積したソフトウェア、ドキュメント等の知財およびノウハウが引き続き広く社会実装されるとともに、新たに「企業間の連携」、「認証に係る民間資格設立」、「航空局との技術連携」等の装備品産業の国際競争力向上に資する活動が、民間主導で促進されることが期待される。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き) 航空機利用の拡大に向けて、小型無人機の自動飛行・ミッション性能向上技術の研究を進めるとともに、災害時に航空宇宙機器を統合的に運用する機能に危機管理機能等も加えた災害・危機管理対応統合運用システムを試作する。	航空機利用の拡大に向けて、小型無人機の自動飛行・ミッション性能向上技術として、固定翼/VTOL機の自動着陸技術や航続距離延伸技術等の飛行試験や風洞試験による機能確認を進める等の研究に加え、静岡県危機管理当局の協力を得た災害対応ミッションの運用シナリオ策定や静岡企業連合との共同研究立ち上げ等、実用化に向けた外部機関との連携拡大を進めた。 また、災害時に航空宇宙機器を統合的に運用する機能に危機管理機能等も加えた災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）を試作し、前年度までの基本設計において課題であった多数サーバ間での情報共有について、各サーバの連接・切断状況を直感的に把握でき迅速な連接設定を可能にする「サーバ間連携機能」を開発して解決した。さらに、情報共有が必要な相手先のみと通信する「選択共有機能」を開発し、従来の操作性・視認性を維持しつつセキュリティを向上させた。これらの機能は、多様な組織間の情報管理・共有環境を実現するD-NETシステム規格に反映され、民間企業への技術移転が可能となった。 本技術成果に対する、政府各機関での運用評価結果から、「D-NETシステムが自然災害時における初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得た。	災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）については、D-NETを構成する各機能等を気象サービスプロバイダ・航空装備品企業・航空ソフトウェア企業3社に技術移転を行ったことで次年度に製品化が確定し、社会実装される基盤が整った。また、災害対応省庁が参画する航空機運用システムにD-NETが採用される見込みとなった。これにより災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込みを得た。

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 　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 　静粛超音速機統合設計技術について、国際協力の枠組みを構築しつつ、国内の民間事業者と協力して技術実証に向けた技術検討を実施する。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は、米国主要航空機メーカ／NASAとの3者共同研究を立ち上げ国際協力の枠組みを構築しつつ、国内の民間事業者と協力して技術実証システムの要求仕様を具体化する等の技術実証に向けた技術検討を実施した。 　実証対象となるJAXAコア技術として、機体直下（オントラック方向）以外のオフトラック方向のソニックブーム強度に影響する機体の部位を突き止め、その形状を修正することによりオントラック方向のみならずオフトラック方向も低ブーム化する設計手法を新規に開発し、さらに一定速度で飛行する巡航だけでなく加速飛行にも対応させ、全飛行フェーズのソニックブームの影響が及ぶ全地域を低ブーム化する全機ロバスト低ブーム機体設計技術に拡張した。（JAXA特許3件） 　本設計技術は、理論解析に基づくため、機体設計時の形状最適化の繰り返しが不要であり、任意の機体形状を低ブーム化することが可能な汎用設計技術として適用可能である。 　加えて、NASA等関係機関と連携し、JAXA技術によりソニックブームへの大気乱流の影響を解析した結果をデータベースとしてICAOの基準策定サブグループに提供し、同サブグループで取り纏められた報告書（ICAO CAEP-SG/2020-IP09）がICAO内の上位の会議（ICAO CAEPステアリンググループ会合）において基準策定の根拠データとして報告される等、国際基準策定に貢献した。	静粛超音速機統合設計技術については、航空機メーカが自社の設計プロセスに容易に組み込み、任意の機体形状を低ブーム化することが可能なJAXA独自の全機ロバスト低ブーム機体設計技術を開発したことにより、共同研究を通じて米国主要航空機メーカから提供された低ブームコンセプト機形状にJAXAの同設計技術が適用され、-11PLdBの更なる低ブーム化が実現された。 　この成果が米国主要航空機メーカに高く評価され、飛行実証をスコープとした実証機設計及びプロジェクト検討の共同実施に米国主要航空機メーカが合意したことから、今後の国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、実機開発への適用が期待される。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
(続き)	(続き) また、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要素研究を実施するとともに、システム化に向けた検討に着手する。	航空機電動化技術等の革新的技術については、JAXAが主導する航空機電動化コンソーシアム（ECLAIR）内の「技術開発グループ」において、電機メーカ、航空機メーカとの産学官連携を通じて、高電圧大電流システムを航空機に適用する場合の回路保護に関する課題抽出および、低抵抗高速パワー半導体等の国内優位技術で構成したシステムの簡易解析を実施し、課題解決に向けたシステム化の方針を検討した。 さらに、同技術開発グループと連携し、2030年代の就航を想定した細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムの概念検討を行い、JAXA独自の電動BLIファン搭載用胴体尾部設計技術や電力源システム回路保護技術と民間企業の高性能電動化要素技術を組み合わせたシステムコンセプトを策定するとともに、同システムの燃費削減効果を実機相当出力HILS（Hardware In the Loop System）試験により実証する方法を立案した。	航空機電動化技術等の革新的技術については、計画に基づき着実に実施 。

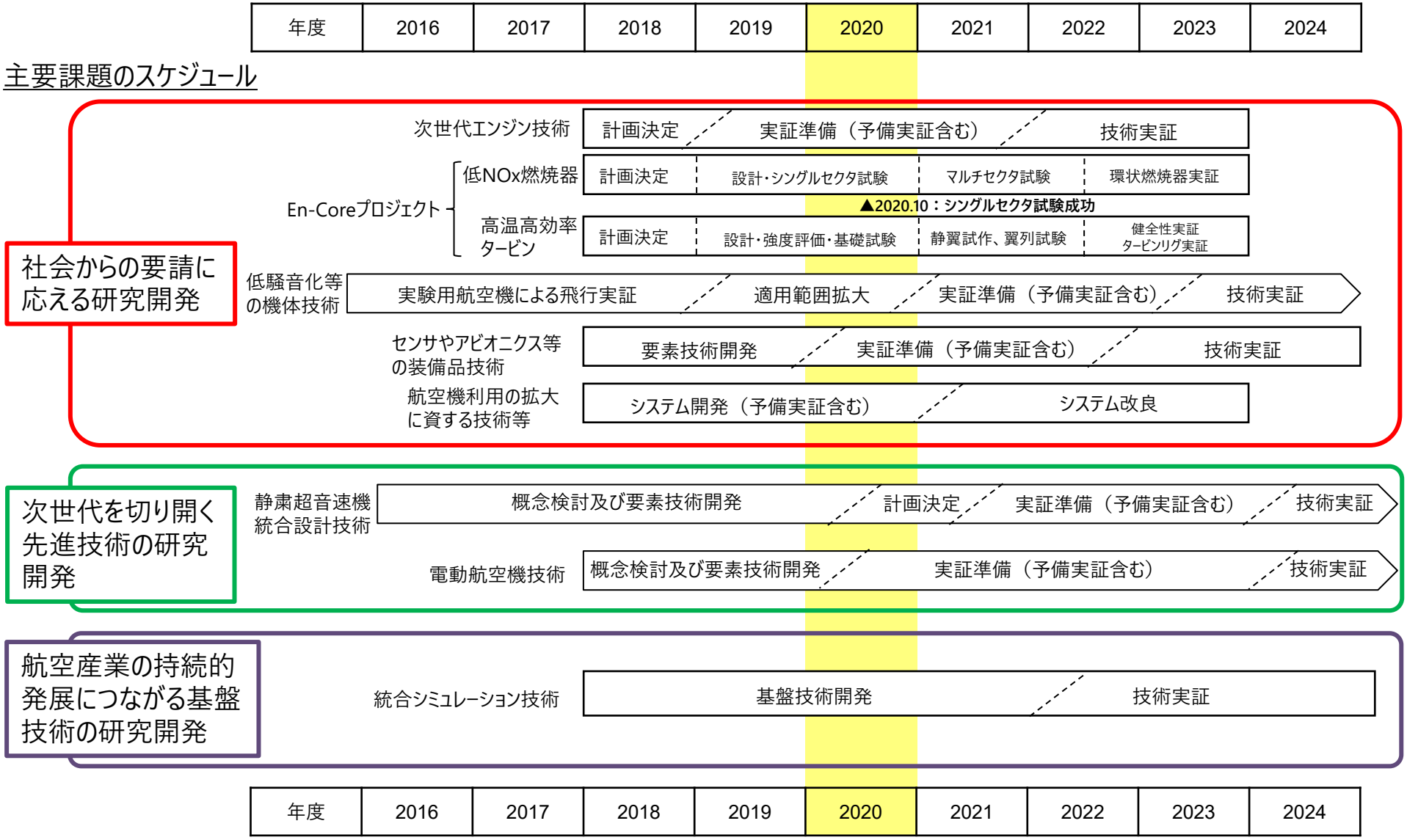
中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（３）航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発 数値流体力学（CFD）等の数値シミュレーション技術を飛躍的に高めるとともに、試験・計測技術、材料評価技術等の基盤技術の維持・強化に取り組む。具体的には、非定常 CFD 解析技術をベースに試験計測を含めた多くの分野を連携させた統合シミュレーション技術等の研究開発を行う。また、風洞試験設備や実験用航空機等、航空技術研究開発における基盤的な施設・設備の整備及び試験技術開発について、老朽化等も踏まえ、我が国の航空活動に支障を来さないよう JAXA 内外の利用需要に適切に応える。これらを通じ、航空機開発の迅速化、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 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、滑走路の水跳ねに関する試験・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するとともに、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。	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、粒子法で液体を解き独自に開発した空気力モデルを介して格子ベースの気流解析と連成させて水跳ね角を予測する数値シミュレーションコードを開発し、実車輪の走行試験を行って取得した水跳ね角度の実測データとの検証を実施し、予測精度±15度以内という技術目標を達成した。 本研究に加え、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・推進した。 ジェットエンジンの数値解析技術については、JAXAが開発中の移動物体対応流体解析ソルバ「FaSTAR-Move」をエンジン圧縮機に適用し、国内エンジンメーカが要求する高い解析精度を達成するとともに、並列化および通信量を最小限に抑える工夫により計算時間を短縮した。さらに、低NOx燃焼器の鍵となる燃料噴霧現象について、詳細な数値解析によりモデル化に必要なデータ取得に世界で初めて成功するとともに、同じくJAXAが開発中の燃焼器解析ソフトウェア「HINOCA」に対して、高次の差分法と直行格子を組み合わせる工夫により計算を安定化し、格子数を削減し計算量を減らした場合にも精度を損なわずに高速化を実現した。	ジェットエンジンの数値解析技術の高速化については、複雑形状に対しても精度が損なわれず、かつ実用レベルの速度を実現したことから、国内エンジンメーカが計算ツールを実際の設計プロセスで試用・評価する段階に入った。 FaSTAR-Moveについては、エンジンの冷却静翼・冷却動翼や遠心圧縮機の設計解析で試用される。HINOCAについては、国内エンジンメーカが燃焼器の設計解析で試用を行うことが確定し、ベンダーがライセンス製品化することも決定した。 これらの高精度化と高速化により、開発初期段階にCFDを適用してフロントローディング化し試験等による試行錯誤を最小限にすることが可能となり、開発コストの20-50%削減が期待できる。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（続き）	（続き）	航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する、材料分野の技術に関しては、航空機製造時や整備時に有害な薬品を用いない効率的な接着及び塗装前表面処理方法を探索するため、JAXAが蓄積した知見や試験・分析技術を用いて広範囲の技術スクリーニングを行い、国内企業のイトロ処理と呼ばれる火炎処理による方法が、有害な薬品を用いずに処理速度が他の方法より2倍程度早いことを、表面処理の化学的メカニズムも含めてJAXAが初めて明らかにした。 複合材製航空機構造を再度複合材に再生するリサイクル技術について、JAXAの複合材に関する知見と試験技術により、絡まりやすく切れやすいrCF（リサイクル炭素繊維）を一方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術を企業と共同で確立した。さらに、JAXAの複合材成形・評価技術と成形・樹脂メーカの有する樹脂特性改良や成形技術の組み合わせにより、棉状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、不織布がばらけないよう取り扱い性を向上させる工法を開発して世界初のrCFプリプレグを実現、アルミ合金なみの強度（372MPa）を有する新規のリサイクル複合材の開発に成功した。	航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する、材料分野の技術については、国内企業のイトロ表面処理を航空機用途に導入するJAXAの提案により、製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くすことが期待される。 また、JAXAと国内企業が提案する航空機用炭素繊維複合材のリサイクル技術の適用により、現状では複合材製航空機（ボーイング787相当）1機あたり23トン廃棄される炭素繊維が、アルミ合金と同等の強度を有する複合材にリサイクルされることが期待される。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
（続き）	（続き） 　また、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。	また、試験設備の整備・改修について、研究成果（数値シミュレーションツール、計測技術パッケージ、計測データや計算結果）を横断的に収集・蓄積しユーザに提供するための多分野統合プラットフォーム（ISSAC PLATZ）の整備・改修を進めるとともに、複合材強度試験を自動化してデータ取得の生産性を向上させる等、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・改修については、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】 ○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＞ （成果指標） ○航空産業の振興・国際競争力強化に係る取組の成果 （マネジメント等指標） ○研究開発等の実施に係る事前検討の状況 ○研究開発等の実施に係るマネジメントの状況 （例：研究開発の進捗管理の実施状況、施設・設備の整備・維持・運用の状況、コスト・予算の管理状況等） ○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況 ＜モニタリング指標＞ （成果指標） ○国際的ベンチマークに照らした研究開発等の成果 ○研究開発成果の社会還元・展開状況 （例：知的財産権の出願・権利化・ライセンス供与件数、施設・設備の供用件数等） （マネジメント等指標） ○大学・民間事業者等の外部との連携・協力の状況 （例：協定・共同研究件数等） ○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


年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
主要課題のスケジュール
社会からの要請に応える研究開発
次世代エンジン技術
計画決定
実証準備（予備実証含む）
技術実証
En-Coreプロジェクト
低NOx燃焼器
計画決定
設計・シングルセクタ試験
マルチセクタ試験
環状燃焼器実証
▲2020.10：シングルセクタ試験成功
高温高効率タービン
計画決定
設計・強度評価・基礎試験
静翼試作、翼列試験
健全性実証
タービンリグ実証
低騒音化等の機体技術
実験用航空機による飛行実証
適用範囲拡大
実証準備（予備実証含む）
技術実証
センサやアビオニクス等の装備品技術
要素技術開発
実証準備（予備実証含む）
技術実証
航空機利用の拡大に資する技術等
システム開発（予備実証含む）
システム改良
次世代を切り開く先進技術の研究開発
静粛超音速機統合設計技術
概念検討及び要素技術開発
計画決定
実証準備（予備実証含む）
技術実証
電動航空機技術
概念検討及び要素技術開発
実証準備（予備実証含む）
技術実証
航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発
統合シミュレーション技術
基盤技術開発
技術実証
年度
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024

Ⅲ．５．　航空科学技術

2020年度 自己評価　S

【評定理由・根拠】

航空輸送を取り巻く情勢が著しく変化し、また航空機の位置づけや活用方法が多様化する社会状況にあるなか、1）航空産業の振興・国際競争力強化に向けて、次世代エンジンのコアエンジン部を担う海外競合を凌駕する低NOx*1性能を有する燃焼器を開発し、さらに米国主要航空機メーカ機体に適用可能な超音速機低ブーム設計技術を確立；2）航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジとして、激甚化する気象影響に対応して滑走路雪氷や落雷から航空機を防御する気象影響防御技術ならびに災害対策・国土強靭化に資する災害・危機管理対応統合運用システムの開発と社会実装を促進；3）航空産業の持続的発展に向けて、航空機ライフサイクルの環境問題を解決する材料技術、機体開発コスト低減に寄与するCFD*2高速化技術の開発等の基盤技術の研究開発、及び民間主導の装備品認証制度普及を進めた。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。

また、航空機電動化技術について、2030年代の就航を想定した細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムのコンセプトを策定し同システムの燃費削減効果の実証方法を立案する等、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

1. 高い設計力による実機性能の大幅向上と航空機産業の国際競争力強化　【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】注

・高圧系部位のコアエンジン技術について、NOxが発生しやすい高温燃焼を回避するリーンバーン（希薄予混合燃焼）を実現する**JAXA独自の超低NOx燃焼器（①局所高温部の発生を抑制しつつ、安定なリーンバーンを実現するため、ミキサ形状を工夫した主燃料ノズル（JAXA特許）を採用、②高出力時の燃焼ガス高温化を抑制するため、燃料配分の細かい調整を可能にする副燃料ノズルを搭載、③リーンバーンの低NOx性能発揮に必要な燃料ノズルの空気割合増加のため、冷却空気量を削減できる耐熱複合材（CMC*3）パネルの燃焼室壁面への適用）について、技術実証の根幹となるシングルセクタ燃焼器試験を終了し、海外の競合相手の目標を上回る80%を越えるNOx低減を達成**しプロジェクトのフルサクセス達成の見込みを得ると共に、**エクストラサクセスとするCOの同時低減にも成功**した。プロジェクトを共同で実施する国内エンジンメーカへの技術移転により、エンジンの国際共同開発でこれまで主にエンジン低圧部のシェアを有していた国内エンジンメーカが、新たにエンジン高温・高圧部についてもシェアを獲得することが期待される。＜補足1 参照＞

・技術実証用エンジン（F7エンジン）に技術実証試験で用いる計測器を追加した形態で、基準データの取得を完了した。

・静粛超音速機統合設計技術について、実証対象となるJAXAコア技術として**機体直下（オントラック方向）以外のオフトラック方向を低ブーム化する独自設計手法を新規に開発し、さらに一定速度で飛行する巡航だけでなく加速飛行にも対応させ、全飛行フェーズでソニックブームの影響が及ぶ地域（ブームカーペット）全域を低ブーム化する全機ロバスト低ブーム機体設計技術に拡張した（JAXA特許3件出願）**。本設計技術は、理論解析に基づくため、**機体設計時の形状最適化の繰り返しが不要であり、任意の機体形状に適用し低ブーム化することが可能**な汎用設計技術であることから、共同研究を通じて**米国主要航空機メーカから提供された低ブームコンセプト機形状にJAXAの同設計技術が適用**され、オフトラック方向、加速域を含む**ブームカーペット全域における最大ブーム強度で-11 PLdB*4の低騒音化が実現**された。この成果が高く評価され、飛行実証をスコープとして**実証機設計及び実証プロジェクト検討の共同実施に合意**したことから、国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、我が国のメーカが参画する国際共同開発が期待される。＜補足2参照＞

・JAXAが主導する航空機電動化コンソーシアム（ECLAIR）内の「技術開発グループ」において、他分野を含む関係機関（三菱電機、川崎重工業等）との産学官連携を通じて高電圧大電流システムを航空機に適用する場合の回路保護に関する課題抽出およびシステム解析を実施し、課題解決に向けたシステム化の方針を検討した。また、同技術開発グループと連携して2030年代の就航を想定した**細胴旅客機用電動ハイブリッド推進システムのコンセプトを策定し、同システムの燃費削減効果の実証方法を立案**した。

2. 航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジによる安心・安全な社会の実現　【社会からの要請に応える研究開発】注

・気象影響に対する運航安全性向上のため、滑走路雪氷検知技術に関し、**JAXA独自の散乱光分布分析手法によりICAO新基準で要求される雪質・雪厚の同定が可能な世界初の滑走路雪氷検知システム（JAXA特許）を開発。計画より1年前倒しで福井空港での実証試験を実施し、実環境下でのリアルタイム自動検知を実証**した。本技術について、**空港施工企業ならびにシステムメーカの2社**（日本工営、NEC）**と事業化検討に向けた共同研究契約等を締結**した。被雷危険性予測技術に関し、**JAXAが構築した世界初の航空機誘雷を予測するアルゴリズムで88.6%の精度で被雷予測できることを実証し（JAXA特許）、リアルタイム運用が可能な実用レベルの予測精度と運航事業者から評価された。**本技術について、**民間気象サービスプロバイダ2社**（エムティーアイ、ウェザーニューズ）**と事業化に向けた共同研究契約を締結し、うち1社の既存製品に実装しエアライン数社で実証を開始**した。さらに、JAXAがFY2018に開発し、FY2019にライセンス契約（コスモテック）した従来の数倍の検知精度を有する**雷検知装置が商品化され、販売が行われた（8台）**。＜補足3参照＞

注 中長期計画ならびに年度計画における分類　　*1 NOx…窒素酸化物、*2 CFD…数値流体力学、*3 CMC…セラミックス・マトリックス・コンポジット、*4 PLdB…Perceived Level decibel

【評定理由・根拠】（続き）

2. 航空技術を活用する新分野の開拓・チャレンジによる安心・安全な社会の実現 【社会からの要請に応える研究開発】[注]（続き）

・災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）に、**多数サーバ間で情報共有時に迅速な連接設定を可能にする「サーバ間連携機能」、共有が必要な相手先のみ選択可能な「選択共有機能」を開発し、従来の操作性・視認性の維持とセキュリティ向上の両立を実現**した。これらの機能は、多様な組織間の情報管理・共有環境を実現する**D-NETシステム規格として気象・航空ナビゲーション・航空ソフトウエア企業3社**（ウェザーニューズ、ナビコムアビエーション、三菱スペース・ソフトウエア）**に技術移転を行い、次年度の製品化が確定**した。これらの成果に対し、政府各機関から、「D-NETシステムが自然災害時における初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得て、**災害対応省庁が参画する航空機運用システムにD-NETが採用され**、災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込みとなった。＜補足4 参照＞

3. 高度な基盤技術力による環境にやさしい航空産業の持続的発展や国際基準への貢献 【航空産業の持続的発展につながる基盤技術の研究開発】[注]

・航空機の製造・運用・廃棄のライフサイクルにおける環境問題を解決する材料分野の技術について、製造・整備時に**有害な薬品を用いない効率的な接着及び塗装前表面処理法の探索をJAXAの知見や試験・分析技術を用いて行い、国内企業のイトロ処理と呼ばれる火炎処理による方法が、有害薬品フリーかつ他手法より処理速度が2倍早いことを原理も含め初めて明らかにした**。これにより、製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くすことが期待される。また、複合材製航空機構造を再度複合材に再生するリサイクル技術について、**JAXAの複合材に関する知見と試験技術により、絡まりやすく切れやすいrCF（リサイクル炭素繊維）を一方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術を企業（日本毛織）と共同で確立**した。さらに、JAXAの複合材成形・評価技術と成形・樹脂メーカ（コバヤシ、ティー・シー・エム）の有する樹脂特性改良や成形技術の組み合わせにより、**棉状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、不織布がばらけないよう取り扱い性を向上させる工法を開発して世界初のrCFプリプレグを実現、アルミ合金なみの強度（372MPa）を有するリサイクル複合材の開発に成功**した。これにより、複合材製機体1機あたり23トン廃棄される炭素繊維(B787相当)をリサイクルすることができる。＜補足5参照＞

・ジェットエンジンの数値解析技術については、JAXAが開発中の**移動物体対応流体解析ソルバ「FaSTAR-Move」をエンジン圧縮機に適用し、エンジンメーカが要求する高い解析精度を達成**するとともに、**並列化および静翼・動翼の非構造格子間の通信量を最小限に抑える工夫により計算時間を短縮（15日間→1日間）**した。さらに、低NOx燃焼器の鍵となる燃料噴霧現象について、**詳細な数値解析によりモデル化に必要なデータ取得に世界で初めて成功**するとともに、同じくJAXAが開発中の**燃焼器解析ソフトウェア「HINOCA」について、高次の差分法と直行格子を組み合わせる工夫により計算を安定化し、**格子数を削減し計算量を減らした場合にも**精度を損なわずに高速化を実現**した。これらの**高精度化と高速化により、国内エンジンメーカが実際の設計プロセスで試用・評価**する段階に入った。

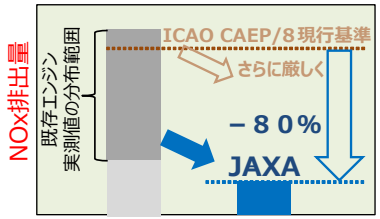
・装備品産業の国際競争力向上にとって不可欠である認証制度の知見やノウハウを、関係機関との連携のもとJAXAのコア技術をベースにした認証活動を通して着実に蓄積した。その結果、**JAXAが主導し構築した装備品イニシアティブ**の枠組を、一般社団法人航空イノベーション推進協議会のもとでの**民間主体の自立的かつ持続可能な活動へ移行することが決定**された。これにより、**JAXAが認証活動の中で蓄積したソフトウェア、ドキュメント等の知財およびノウハウが引き続き広く社会実装**されるとともに、新たに「企業間の連携」、「認証に係る民間資格設立」、「航空局との技術連携」等の装備品産業の国際競争力向上に資する活動が、民間主導で促進されることが期待される。

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

[注] 中長期計画ならびに年度計画における分類

補足１：世界最高レベルの低NOx性能燃焼器の開発（En-Coreプロジェクト）

背景：超低NOx燃焼器の必要性



- 現行機最高性能：基準-66%程度
- 海外の競合相手：基準-73%程度が目標（公開情報から推算）

ICAO*：国際民間航空機関
CAEP**/8：ICAOが定めるジェットエンジンの排出ガス基準値

- ICAO*は排出ガス基準を数年ごとに強化しており、エンジンのライフサイクルも見据えた**競争力の維持には現行基準よりも圧倒的にNOx排出量の少ない燃焼器技術の開発が必須。**
- **競合相手を大きく上回る-80%のNOx削減を目標**に設定。高性能化のため、現行機よりも高温高圧となる2030年代のエンジンでは、高温化によりNOxが発生しやすくなるため、その**削減にはリーンバーン**注）**（希薄予混合燃焼器技術）が鍵。**

*ICAO：International Civil Aviation Organization
** CAEP： Committee on Aviation Environmental Protection
注）リーンバーン：燃料に対して空気を多く均一に混合し燃焼させることで、NOxが発生しやすい局所的な高温領域を減らす方式

課題
① **リーンバーンに伴う不安定燃焼**
② **エンジンの高出力時の高温域発生によるNOx増加**
③ **高温燃焼ガスに耐える冷却性能とリーンバーンに必要な空気供給量の両立**

今後の展開と期待されるアウトカム

プロジェクトゴールとして、実機サイズの環状燃焼器に対し、世界を圧倒する超低NOx燃焼器技術を実用レベルで実証

プロジェクトを共同で実施する国内メーカ等への技術移転により、エンジンの国際共同開発で、**これまで低圧系が中心の国内メーカが、エンジン高温高圧部の設計や製造およびMRO*市場における新たなシェア獲得が期待される。**

*MRO：Maintenance Repair Overhaul（整備・補修・オーバーホール）

アウトプット：技術実証の根幹であるシングルセクタ燃焼器試験で目標のNOx基準値80%減を達成

現行機よりも高温高圧となる2030年代のエンジン運転条件に対し、**「安定したリーンバーンによる局所高温領域の回避」と「高温燃焼ガスに耐えるCMCパネルの適用」のキー技術**により**低NOx性能燃焼器を実現する見通しを、主・副燃料ノズル１組のシングルセクタ燃焼器試験により得た。**（図1、図2）

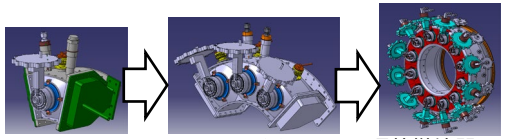


図1 En-Coreの燃焼器試験フェーズ

①【安定なリーンバーンを実現する主燃料ノズル】 図2緑枠、図3
- 燃料を減らしても失火の起きにくい流れ場を形成できる**独自のパイロットミキサ形状（JAXA特許）を採用**することで、**安定なリーンバーン燃焼を実現。**
- メインミキサには、燃料と空気の混合促進と安定した旋回火炎形成を実現する**3重スワーラ付きの独自流路形状（JAXA特許）を採用。**

②【高出力時の性能を維持する副燃料ノズル】図2青枠
- 高出力時のメイン火炎の高温化によるNOx増加を抑制するため、**下流に搭載した副燃料ノズルからメイン燃料の一部を噴射**することで**高温化を抑制。**

③【超低NOxと耐熱性を両立するCMC*パネル】図2赤枠　*CMC：セラミックス・マトリックス・コンポジット
- **耐熱性の高いCMCパネルにより、少ない空気量でもライナとパネルを保護できるよう冷却設計**を行い、かつ、**パネル破損原因となる応力を緩和する締結方法を開発。**
- 燃焼器ライナの冷却空気量の抑制により、**ノズルへの空気供給割合を増加させ低NOx性能を高めることに成功**した。

①～③の総合的効果として、**プロジェクトサクセスクライテリアのフルサクセス主要数値目標である80%以上のNOx削減達成に寄与し、さらにNOx低減とトレードオフ関係にあるCO排出も85%以上の低減（エクストラサクセスの主要数値目標）を実現**した（図４）。

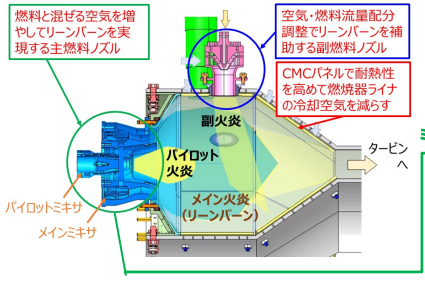


図2 超低NOx燃焼器の構造

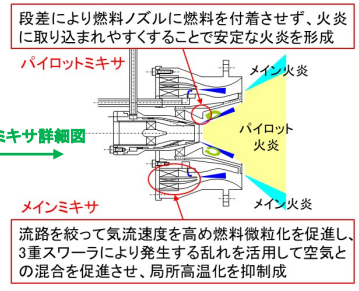


図3 主燃料ノズルのミキサへの工夫

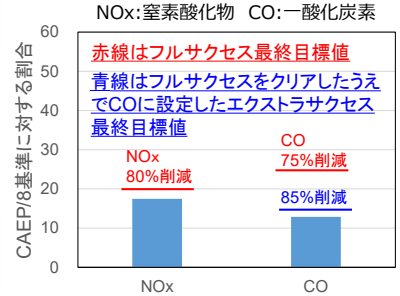


図4 達成した排気ガス性能

補足２：社会受容性と運航経済性を両立する低ブーム超音速機設計技術の開発

背景：超音速機の全機低ブーム化の必要性

*ICAO：International Civil Aviation Organization

- 超音速機の利便性が社会に受容されるためには、現在禁止されている**陸上の超音速飛行が可能となるレベルに騒音（ソニックブーム）を低減することが求められており、凡そ85PLdB以下とする必要**がある。（図1青丸）
- 機体直下（オントラック方向:図2青枠）のブームを低減した場合、その影響で**機体斜め下（オフトラック方向:図2緑枠）でのブーム強度が相対的に増す**ことが知られているが、**JAXAがNASA低ブーム実証機コンセプト形状に対する解析により明確に示した**ことで、ICAO*や米国主要航空機メーカ関係者等はその重要性について認識を強めている。
- そのため、ICAOが策定中の**認証基準では、ブームカーペット（図2:赤線内側）と呼ばれる離陸時の加速域（図2橙枠）から巡航フェーズまでのソニックブームの影響が及ぶ全域で低ブーム化が要求される可能性が高い。**

課題：JAXAは巡航時のオントラック方向に対する低ブーム化技術を開発済みであるものの、社会要請に十分に対応するためには、**オフトラック方向および全飛行フェーズに対し低ブーム化された機体コンセプトとその設計技術が必要**

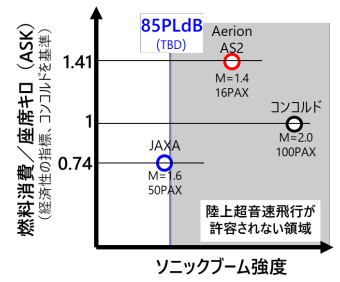


図1. 機体性能のベンチマーク

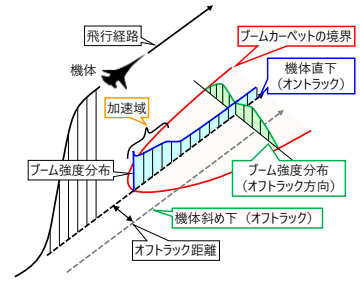


図2. ソニックブームに関する課題の概要

アウトプット：全機ロバスト低ブーム機体設計技術による課題解決

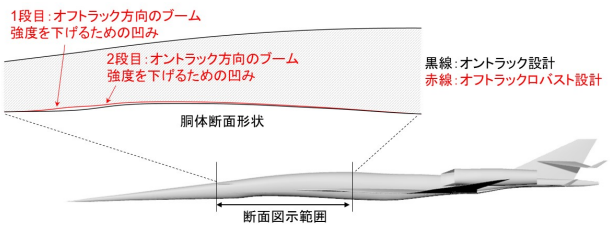
全機ロバスト低ブーム設計技術を開発し、**オフトラック方向、加速域に対してもJAXA機体コンセプトを低ブーム化**。また、**機体設計プロセスに低ブーム化設計を組み込む上での課題も解決。**

【ブームカーペット全域を低ブーム化】

- 機体から発生する擾乱は飛行マッハ数に応じた円錐面に沿ってのみ伝播するという原理に基づき、**オフトラック方向のブーム強度に影響する機体の部位を突き止め**、その部位に対して低ブーム設計理論を参考に**形状修正を施す工夫でオフトラック方向を低ブーム化する独自設計手法を開発**した（図3）。さらに、**加速域の飛行マッハ数にも対応させ、ブームカーペット全域を低ブーム化する手法に拡張**した。（JAXA特許3件出願）

【汎用性の高い独自設計プロセス】

- 理論に基づく機体形状修正により**最適設計の繰り返しを不要にし、如何なる機体設計プロセスにも低ブーム設計を自由に組み込み、空力等との同時設計を効率的に行うことを可能にした。**



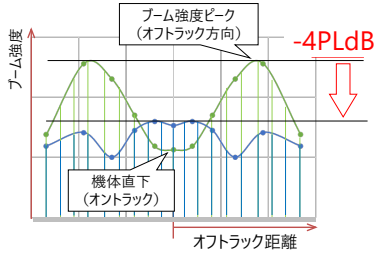
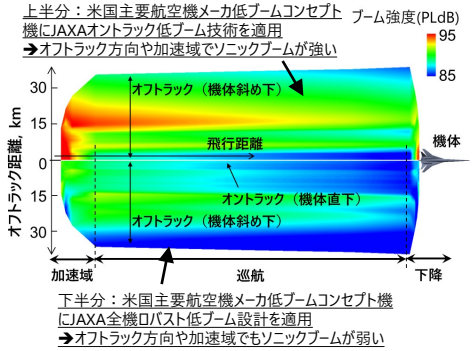


図3. JAXAコンセプト機体に対するオフトラック低ブーム設計結果

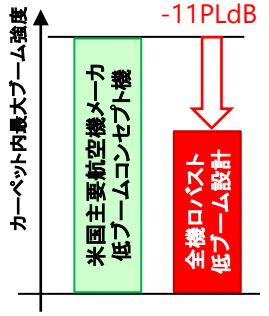
得られたアウトカム：米国主要航空機メーカコンセプト機を低ブーム化

本設計技術は、航空機メーカ等が自社の設計プロセスに容易に組み込み、任意の機体形状を低ブーム化することが可能

- 既に、共同研究を通じて**米国主要航空機メーカのコンセプト機にも適用され、オフトラック方向、加速域ともに低ブーム化**（図4）。
- この成果が高く評価され、飛行実証をスコープとして**実証機設計及びプロジェクト検討の共同実施に合意**したことから、**国際的な基準策定におけるJAXAの更なるプレゼンス向上や、実機開発への適用が期待される。**



(a) 全飛行行程のブーム強度分布（ブームカーペット）



(b) 最大ブーム強度の比較

図4. 米国主要航空機メーカコンセプト機への適用結果

補足３：世界初の航空機気象影響防御システムの開発と運用実証

背景：気象影響防御システム開発

過酷な航空機気象

- **日本は気象環境が過酷**であり、世界最悪の降雪、世界的にも珍しい高エネルギーの冬季雷発生等、**雪氷と被雷が航空機の安全や就航率に関わる特に重要な問題**（図1）。
- 遅延・欠航に加え修理整備等により、**利便性やエアラインの機体稼働率も大きく低下。**


図1 深刻化する被雷

国際的施策や新たな航空機技術導入による要求

- **ICAO*により導入された滑走路雪氷時の運航に関する新基準**では雪氷状態から滑り易さに変換するため、これまでの観測車等での摩擦係数計測が不要となるメリットがあるが、**効率的な運用には雪氷状態をリアルタイムで計測する手段が必須。**
- 近年の航空機に多用されている**炭素繊維強化複合材（CFRP**）は、従来の金属材料よりも被雷損傷が激しく修理工数・期間もおよそ2倍に増大**していることから、これまで以上に被雷を避ける取り組みが必要。

*ICAO：International Civil Aviation Organization
**CFRP：Carbon Fiver Reinforced Plastics

世界が抱える課題：

- **ICAO新基準に要求される精度で滑走路雪氷状態（雪厚や雪質）をリアルタイムに検知する技術が存在しない。**
- **航空機被雷は、航空機自身が雷を誘発する特殊現象で自然雷と異なるため、従来の雷検知手法を予測に適用できない。**

アウトプット：基本技術確立と社会実装先との協業によるシステム実証

(1) 滑走路雪氷検知システムを開発し空港実証

- 適切な波長のレーザ光を雪氷に照射すると（図2）、散乱光パターンが雪氷の厚さや雪質により異なる現象（図3）を再現する**数値シミュレーション技術を開発。**これにより、**散乱光の空間的広がりの裾野が雪厚さに敏感であることを見出した**（図4）。**多重散乱光の等方性を考慮し、レーザ散乱光の裾野データの取得範囲を拡大**することで、**厚さ誤差数mm程度の高精度同定に成功。**
- さらに**含水量と光吸収特性の関係から最適なレーザ波長を選定、粒形が関係する空間スペクトルを特徴量に加えたAI**により、航空機の滑りに大きく影響する濡れ雪等の**ICAO新基準で要求される基本的な雪質の同定も達成**した。
- このJAXA独自の雪厚・雪質同定技術を搭載した**世界初の滑走路雪氷検知のシステムを開発**した（JAXA特許）。**1年前倒しで福井空港での実証試験を実施し、実環境下でのリアルタイム自動検知を実証**した。

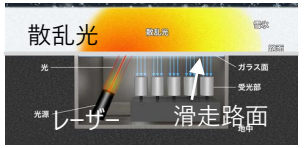


図2 滑走路埋設レーザー

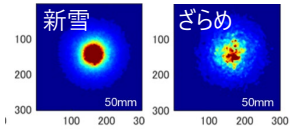


図3 雪質による散乱光の違い

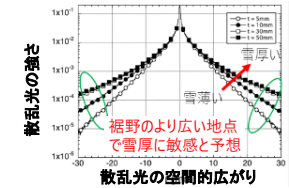


図4 散乱光画像の特徴量分析

(2) 被雷危険性予測のための、航空機誘雷の特性の分析とアルゴリズム

- **気象レーダーの情報から被雷危険性を予測するJAXA独自のアルゴリズム**注）（JAXA特許）について、エアラインとの協業により取得した**旅客機被雷データとJAXA既開発の雷検知装置を用いて検証**を行い、**88.6％の高精度による航空機誘雷予測を実証**した。
- このアルゴリズムを組み込んだ**世界初の航空機被雷危険性予測システムを開発**した（JAXA特許）（図5）。**予測高速化の改良**を行い、被雷予測が気象レーダ配信間隔内で完了することを確認し**リアルタイム運用が可能なことを実証**した。

注）航空機被雷は、2種類の特殊な大気エコー強度（気象レーダからの電波の反射強度）であるVIR（垂直積算レーダのエコー強度）と-10°CR（-10°C大気温度のエコー強度）が強い領域と航空機の距離とに強い相関性がある原理を利用し構築したアルゴリズム



図5航空機被雷危険性予測システム

得られたアウトカム：民間業者によるシステム事業化着手

- **民間企業2社**（日本工営、NEC）が滑走路雪氷センサシステム（図6）の**事業化検討に向け、個別に共同研究契約・NDAを締結。**今後、**実証試験等への参画に向け、北海道エアポートとも協議**を開始。
- **民間気象サービスプロバイダ2社**（エムティーアイ、ウェザーニューズ）が被雷危険性予測システムの**事業化に向け、共同研究契約を締結。内1社の既存製品に実装しエアライン数社で実証を開始。今後、実証範囲を拡大**する。
- JAXAが被雷危険性予測の検証のためにFY2018に開発し、FY2019にライセンス契約した従来の数倍の検知精度を有する**雷検知装置が商品化され、販売実績（8台）**があがった。（図7）

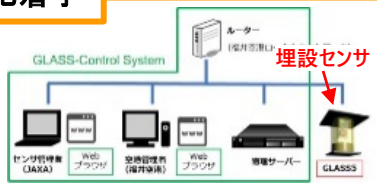


図6 滑走路雪氷センサシステム


図7 雷検知装置

補足４：災害・危機管理対応統合運用システム（D-NET）の開発と社会実装等

背景：航空機運用システム構築

・**大規模災害時の多省庁による、安全で効率的な航空機運用が課題**
→災害情報や飛行情報の管理・共有ができる、デジタル化した省庁間連携システムの構築が必要。
→世界初のシステムとして実用化されたD-NET（JAXA開発）は、この課題にも対応。

これまでの開発でユーザーから指摘された課題（今年度の改善課題）
災害対応に従事する省庁は複数あることから、**①多数のサーバ間で効率良く情報共有する機能が必要**となっていた。また、多省庁で災害対応を実施する場合、自省庁内のみで管理する情報と、必要に応じて担当省庁との共有が必要な情報があり、**②セキュリティ上の観点から情報共有先を選択する機能の必要性**が、災害対応省庁への運用評価の成果から、明らかになっていた。

アウトプット：安全で効率的な情報管理・共有機能の基盤構築

課題に対応する機能の開発

①多数のサーバを構築した際に各サーバの連接・切断状況を直感的に把握でき、迅速な連接設定を可能にする「サーバ間連携機能」を開発(図1)し、**多数のサーバ間で情報共有の課題を解決**した。

②従来の全端末に共有する機能から、**共有が必要な相手先（組織等単位）を選択可能な「選択共有機能」を開発**(図2)し、**従来の操作性・視認性を維持しつつ、セキュリティを向上**させた。

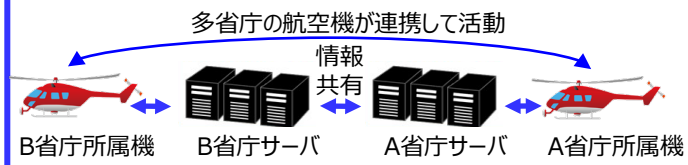


図1：サーバ間連携機能の開発

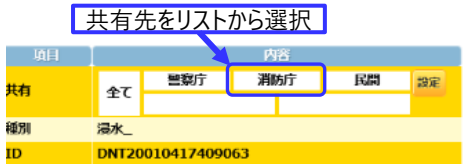


図2：組織単位の選択共有機能の開発

開発したシステムの運用評価結果

政府各機関での運用評価結果から、**「D-NETシステムが自然災害時における初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するために有効」との評価を得た。**
多数サーバ間情報共有機能とセキュリティー機能の獲得により、**多様な組織間の情報管理・共有環境を実現するD-NETシステム規格が策定され、民間企業への技術移転が可能となった。**

得られたアウトカム：災害対応システムへの採用

多数サーバーで情報共有するセキュアなシステムを企業へ技術移転
開発した**D-NETの各機能等(①、②)を、企業3社に技術移転**をすることにより、**多数のサーバー間で情報共有できるセキュアなシステムを実際に社会実装する基盤が整った。**
・機上システム技術移転：㈱ウェザーニューズ
・地上システム技術移転：ナビコムアビエーション㈱、三菱スペース・ソフトウエア㈱

災害対応省庁が参画する災害対応システムへの採用
政府各機関にD-NETシステムが高く評価され、自然災害時等における初動対処に従事する航空機を効率的かつ安全に運用するための**航空機運用システムにD-NETが採用される見込み**となった(図3)。**災害対応省庁が所有するヘリコプタにおいて、D-NETの効率的でセキュアなシステムにより有事の際の情報共有が行われる見込み**を得た。

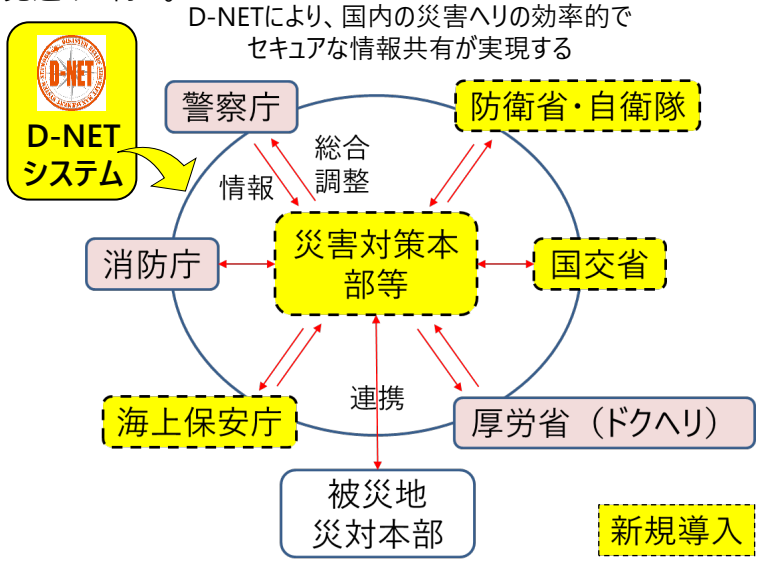


図3　航空機運用システムへのD-NET導入イメージ

補足５：航空機のライフサイクルにおける環境問題を解決する技術開発

背景：航空機の製造・運用・廃棄における環境問題

課題１：製造・運用時における有害薬品使用の問題

航空機構造の接着組立時の接着面前処理や機体の塗装面前処理(図1)は、接着剤や塗料の材料表面への喰いつきを良くするため、強腐食性の化学薬品を用いて表面に微細な凹凸を作ることにより行われている。このような**従来法は、人体に有害な薬品を用いることや、運用中の再塗装時にはテニスコート約7面分(B787推定表面積1800m²)の面積を手動で処理をしており、環境性や効率性に課題**がある。このため、環境に良い効率的な表面処理方法の探索と、その有効性の検証が求められている。

課題２：複合材製航空機廃棄時におけるリサイクル未確立の問題

rCF(リサイクル炭素繊維:recycled Carbon Fiber) を複合材構造から分離する技術は実用段階にあるが、rCFは機体解体時に裁断されるため長さが不均一かつ分離後の繊維は棉状で絡まりやすい。このため、**リユース材となる不織布の連続製造が困難で、再複合材化時の強度が低く、取り扱い性も悪いためリサイクルできない**。よって、現状では世界中の航空機用炭素繊維(推定約4万ton)は再生されず廃棄されることになる。また、複合材のリサイクル市場を確立するには、**付加価値の高いリサイクル材が必要で、強度レベルがアルミ合金程度のリユース材(図2)を市場に供給する必要**がある。



図1 表面処理適用部位

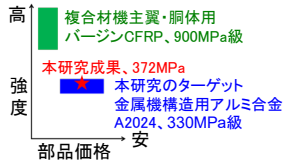


図2 リサイクル材の強度と価格

アウトプット：有害薬品フリー接着製造法の探索と炭素繊維複合材のリサイクル技術の確立

課題1：

■1-① 新たな航空宇宙用表面処理方法の提案

幅広い表面処理方法の調査から、**有害な薬品を用いず高速化・自動化が可能なイトロ処理**(図3、表1)**を見出し、これまで航空宇宙用途には用いられてこなかった新たな表面処理方法を提案**した。

■ 1-② イトロ処理の強度・耐久性・メカニズム解明

見出したイトロ処理は、処理後の強度やその強度発現メカニズムについて未解明であり、これらを明らかにする必要があった。**JAXAが培ってきた材料分析・試験技術を活用し、従来処理法と同等の接着継手疲労特性、同等の塗装耐環境性を示すことを確認**した。さらに、**表面化学分析により水素結合の元となるSi-OH基が生成されて接着されるメカニズムを解明**した。

結果１：有害な薬品を用いず、大面積にも対応可能な高速性を有するイトロ処理の有効性を解明


イトロ処理法: シラン化合物等を含有した火炎処理法で、ケイ素系化合物を被処理材表面に付着させる方法

図3 イトロ処理の概要

表1　表面処理方法の比較

処理法	人体危険薬品	表面処理速度	ロボット化
従来法	×エッチング液（硝酸・フッ酸等）	不明（手作業・バッチ）	×
プラズマ	○ 使用せず	25.4 mm/s（連続処理）	○
レーザー	○ 使用せず	254mm/s（連続処理）	○
イトロ	○ 使用せず	>500 mm/s（連続処理）	○

課題2：

■2-① 高配向性rCF不織布の連続生産技術

JAXAの不織布に関する知見と試験技術により、**絡まりやすく切れやすいrCFを一方向に引き揃えつつ、均一に不織布化する連続製造技術(図4)を企業と共同で確立、従来の約1.5倍(384MPa)を実現するアルミ合金なみの不織布rCFRP*を得る**ことができた。

*rCFRP：recycled Carbon Fiber Reinforced Plastics

■2-② 高配向性rCF不織布のプリプレグ化技術

長年JAXAが蓄積した複合材成形/評価技術と、成形メーカー/樹脂メーカーとの研究協力により、**棉状の不織布に樹脂を浸み込ませてシート状にし、取り扱い性を向上させる工法を開発、世界初のrCFプリプレグを実現(表2)、強度と取り扱い性を両立させることに成功**

課題２：アルミ合金程度の強度と良好な取り扱い性を実現するリサイクル材の開発に世界初成功

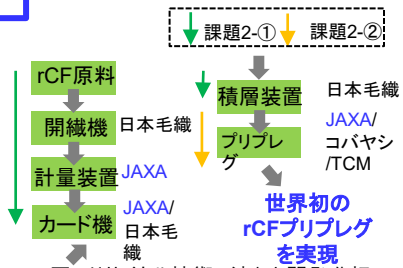


図4 リサイクル技術の流れと開発分担

表2 生産性・強度・取扱い性の比較

	アルミ合金（A2024）	他のrCFプリプレグ	rCFプリプレグ（本研究）
強度	330MPa程度	事例なし	372MPa
取扱い性（バラけやすさ）	○	事例なし	○ バラけない

期待されるアウトカム：航空産業界の環境問題解決に貢献

・イトロ処理が航空機産業に活用されれば、他の方法と比較して2倍程度の高速化が実現し、**製造や整備の現場から環境に有害な表面処理液を無くす**ことができる。
・本リサイクル技術を適用すれば、強度がアルミ合金レベルのリサイクル材が実現でき、**複合材製機体1機あたり23トン廃棄される炭素繊維(B787相当)をリサイクル**することができる。

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				
決算額 (千円)	9,349,850	9,371,642	9,532,871				
経常費用 (千円)	9,679,777	10,784,622	8,892,882				
経常利益 (千円)	△261,584	38,584	△ 19,006				
行政コスト (千円) (※1)	10,770,273	15,242,081	10,704,441				
従事人員数 (人)	221	229	233				

(※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				
受託研究数	5件	6件	10件				
ライセンスの供与の件数	8件	7件	3件				
知的財産権の出願	42件	50件	54件				
知的財産権の権利化	28件	14件	16件				
研究設備の供用件数	25件	40件	37件				

2020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と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に着手する。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○民間活力の活用や大学アカデミアとの連携による共同研究の推進は望ましいが、共同研究成果を評価する場合には、各機関の役割分担を明確にし、法人がどの部分にどの範囲で貢献し、成果を創出したのか、を明確にする必要がある。また、その場合に創出される成果については、既存技術を応用、発展させた成果か、あるいは完全に新規の技術なのかについても言及が必要である。	共同研究等により得られた特に顕著な成果に関し、各機関とJAXAの役割分担、および開発した技術が既存技術によるものかあるいは新規技術であるかという点についてJAXA特許にも言及し、年度計画に対する実績として記載した。
○数値解析に関する将来ビジョン策定についての活動の経過について報告されたい。	将来ビジョンならびに長期的な方策を示すことを目的として、数値シミュレーション技術に関する諮問委員会を2019年12月～2020年11月に開催し、2020年12月に「数値シミュレーション技術が活用されて拓かれる航空業界のビジョン」ならびに「ビジョンを実現するための方策」を中核とする報告書が同委員会より航空技術部門部門長へ答申された。 同答申を受けJAXAでは、2018年度主務大臣評価において課題とされた「航空科学技術に関する数値シミュレーション技術のレベルを国際比較で高い水準に保つための長期的なJAXAの方策」として下記3点を示し、開発等の作業に着手した。 ・既存CFDツールの拡張、及び多分野融合した新たな設計ツールの開発 ・検証用データ蓄積・試験計測技術開発、スパコン整備 ・航空DXコンソーシアムの構築

Ⅲ．６．宇宙政策の目標達成を支えるための取組

2020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				
決算額（千円）	14,098,702	14,150,548	13,861,302				
経常費用（千円）	13,426,523	12,115,860	13,244,603				
経常利益（千円）	△520,057	△ 422,025	△ 215,003				
行政コスト（千円）（※1）	14,045,222	15,335,148	13,924,980				
従事人員数（人）	204	206	196				

（※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

2020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		
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。	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。	2020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、オンラインの利点を最大限活用した国際協力を推進した。また、一時帰国させていた駐在員を感染防止対策を徹底したうえで再度任地に派遣し、並行して現地における緊密なコミュニケーションを通した国際協力を推進するなど、世界中が初めて経験する状況下において、様々な工夫をしつつハイブリッドな体制での国際協力を推進することで、いくつかの顕著な成果を生み出すことができた。 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バイ会談や戦略対話を行うことで、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著しい貢献があった。 ①特に、米国航空宇宙局（NASA）との間では、2020年5月にオンラインで機関長会談を行い、宇宙探査をはじめとする協力案件の進捗と今後の方針を確認したほか、2020年7月に萩生田文部科学大臣とNASA長官が署名した「月探査協力に関する文部科学省とNASAの共同宣言（JEDI）」や、2020年12月に日米両政府間が締結した「民生用月周回有人拠点のための協力に関する日本国政府とNASAとの間の了解覚書（Gateway MOU）」など、アルテミス計画に対する政府レベルの枠組み構築にあたって、米側の動向に関する情報収集等を通じて政府を支援することで、これらの実現に貢献した。 これら交渉に関し、JAXAが適時、適切にサポートできたことは、コロナ禍で日本に帰国していたワシントン駐在員事務所の駐在員を、枠組み構築のタイミングで再度任地に派遣し、現地で関係各所と連携して対応したからこその成果であり、これら活動が、日米間の宇宙探査計画の大きな前進に寄与した。（政府間合意への技術的な貢献については、Ⅲ.3.7項 参照。） また2021年1月には、日米宇宙探査計画の前進をPRするオンラインイベント（日米宇宙航空協力セミナー2021）を在米日本国大使館と共催した。これは視聴数が6,000回を超え、宇宙探査分野における日米協力のＰＲや同協力のさらなる進展に向けた機運の醸成に貢献した。	①JEDIの締結により、月探査に関する協力内容を日米両政府が表明したことで、JAXAの2021年度の探査関連予算の大幅増につながったほか、その後のアルテミス合意、Gateway MOUの外交交渉におけるプログラム上の素地を作った。 2021年3月3日付のワシントンポスト紙が、「バイデン政権は、宇宙分野を除いて、トランプ政権の遺産を解体することに着手した」と報じているように、新政権における宇宙政策は前政権から概ね維持されているところ、これは米国の政権移行前までに、両政府間（日本のみならず各国含め）で宇宙探査に関する枠組み構築ができていたこと、また、政権移行期において、日米両国がこれら取組みを適切に発信したことなども、政策維持の後押しになったものと考えられ、JAXAも日本政府の支援を行うことで、その一翼を担った。 （次ページにつづく）

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
		②欧州との関係では、次のとおり機関長会談及び機関間協力案件のレビュー・新規検討を目的とした戦略対話を実施した。限られた時間内でのオンライン会談において最大の効果を挙げるべく、両国際部間で、予め従前以上に双方の関心事項を共有したうえでトピックを設定し、効果的な議論が行われるよう工夫するとともに、それぞれ近接した時期に会談を設定することで、欧州全体の状況を俯瞰して理解できるよう努めた。 • 2020年10月：イタリア宇宙機関（ASI）サコッチャ総裁 • 同年10月：フランス国立宇宙研究センター（CNES）ルガル総裁 • 同年11月：ドイツ航空宇宙センター（DLR）カイザー＝ピッツァーラ長官及び戦略対話 • 2021年2月：欧州宇宙機関（ESA）ヴァーナー長官及びアッシュバッカー次期（当時）長官 • 同年2月：CNESルガル総裁 ASIとの間では、両国際部間主導により従前の協力分野に探査分野を加えた新たな機関間協力覚書を締結し、以降、火星衛星探査計画（MMX）での協力に関する議論が活発化する足掛かりとなった。DLRとの間では、引き続き機関間協定を継続する方針を確認するとともに、新宇宙探査技術実証機（DESTINY+）に関する実施取決めを締結した。ESAとは、二重小惑星探査計画（Hera）及び火星衛星探査計画（MMX）に関する2件の協力協定を締結するなど、各プロジェクトの推進のための環境を整えることに貢献した。 また、昨今の環境変化を踏まえ、欧州の主要宇宙機関との間における向こう10年間を見据えた「欧州協力方針」を機構内外の関係者の見解を踏まえつつ策定（2021年2月）し、今後の実行の礎とした。	②計画に基づき着実に実施。
		③なお、米州や欧州の主要な宇宙機関においては、2020年度の下半期に相次いで機関長が交代となったが、NASA、カナダ宇宙庁（CSA）、ESA、DLRとの新しい機関長とも以下のとおり着任後速やかにバイ会談を行った。新機関長との会談により、強固な機関間協力関係の継続と更なる深化を確認し、互恵的な研究開発を推進する環境を整えることに貢献した。 • 2020年11月：DLRカイザー＝ピッツァーラ長官（再掲） • 同年11月：CSAキャンベル長官 • 2021年2月：ESAアッシュバッカー次期（当時）長官（再掲） • 同年2月：NASAジャーズィック長官代行	③計画に基づき着実に実施。 （次ページにつづく）

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
		④2020年度は、多くの国際会議もオンライン開催となったが、国際宇宙会議（IAC）、G20 宇宙経済リーダーズ会議（Space20）、STSフォーラム、アメリカ航空宇宙学会（AIAA）シンポジウムなどをはじめ、多くの国際会議やシンポジウムで、JAXAとしてもトップマネジメントが登壇した。また、調査国際部や駐在員事務所においても、アメリカ天文学会（AAS）シンポジウム、笹川平和財団米国シンポジウム、欧州宇宙政策研究所（ESPI）カンファレンス等、多くの国際会議やシンポジウムに登壇し、JAXAの国際的プレゼンスを示すことに貢献した。	④計画に基づき着実に実施。
		⑤さらに、主要な宇宙先進国との間では、政府間の宇宙対話が開催されているところ、2020年8月には宇宙に関する包括的日米対話、同年11月には日仏包括的宇宙対話準備会合にJAXAとしても参加し、JAXA-CNES協力に関するプレゼンテーションの実施などで日本政府を支援した。政府間の会合を支援することで、両国の良好な宇宙協力の推進に寄与し、ひいては両国の機関間協力が円滑に行える環境を整えた。	⑤計画に基づき着実に実施。
		⑥新型コロナウィルス感染症の第一波が広がる中、H-IIBロケット9号機（2020年5月）の飛行安全に不可欠なグアム・ダウンレンジ局の運用を確保するため、緊急事態下で様々な制限措置（渡航制限、業務停止命令等）を講じていたグアム準州政府に対し、運用要員の入島と局の運用を例外的に認めてもらうべくどのような形で要請を行うか、在日米国大使館、NASA及び日本政府（外務省、現地総領事館）等と協議を重ね、最終的には日本政府からグアム準州政府に正式要請を発出していただき、それに応える形での許可を得ることができた。(H-IIBロケット打上げについては、Ⅲ.3.9項参照。)これにより、宇宙ステーション補給機(HTV)による国際宇宙ステーション（ISS）への物資輸送を計画通り実施することができ、長期滞在中のクルーの安全を確保することができた。「はやぶさ2」のカプセル回収にあたっては、駐日豪大使館、オーストラリア宇宙庁（ASA）等の窓口を通じて、着陸許可証発行に関する豪側での手続きの加速を要請して許可取得に貢献するとともに、回収にあたる要員80名が豪州入国を認められるよう働きかけを行った。この他、X線分光撮像衛星（XRISM）の不具合対応のためのNASA技術者の日本入国、雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」の機器引き渡しのためのJAXA職員の欧州入国等、コロナ禍で様々な行動制限下にあっても、JAXAプロジェクトの実施に必要な業務を可能とするべく、各機関との調整に加え駐日各国大使館への協力要請や現地日本大使館との調整を担い、要員の移動について当局から特別な許可を得ることができた。 　また、「はやぶさ2」の再突入カプセル帰還時には、各国宇宙機関と協力し、広報活動を支援するなど、JAXA事業のアウトリーチにも貢献した。「はやぶさ2」は、DLR、CNESが主要な協力相手方であったところ、これら機関と協力した広報を行うことで、欧州メディアでも1週間で約30件の報道が確認された。帰還時のYouTubeライブ配信では、ドイツ、フランス両国からのアクセス数が15,000回を超えた。加えて、「はやぶさ2」の成果を世界的に示すべく、国際宇宙航行連盟（IAF）のWorld Space Awardに応募し、協力関係にあった各国宇宙機関からの推薦状などを取り付けた結果、同賞の受賞が内定した。同賞はIAFにおける最高位の賞であり、過去には2019年にアポロ11号のクルーに授与されるなど、アポロ11号ミッションと「はやぶさ2」ミッションが比肩するものであるとの証となった。	⑥新型コロナウィルス感染症の影響を最小限に抑えるべく国際調整の点でJAXAプロジェクトの支援を行うことで、JAXA事業の確実な実施に著しい貢献があった。

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（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、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、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。	①JICAとの間では、JICA-JAXA間の包括連携協定に基づき、連絡協議会の開催等を通じて、両機関の連携事業の推進を図った。 将来、アジア各国の政府関係機関で指導的役割を担う人材等を育成するプログラム（JJ-NeST）を2019年度に立ち上げたが、2020年度は、この中核となる留学プログラムについて、人選作業を実施した。今後5年をかけて計20名の受け入れを計画しており、2021年度はフィリピン等から5名を受け入れる予定。同プログラム参加者を軸に宇宙関連人材ネットワークを構築し、アジアにおいて社会基盤としての宇宙利用の定着に向けた事業を展開する際に、日本との間で相互に利益のある関係の構築・維持につなげることを目指す。また、森林・農業・漁業等の分野の課題解決に対し、SAR 衛星観測技術を活用することを目指し、JICAとJAXAで連携して行う「SARプラットフォーム」構想について、2020年度は設立に向けた検討作業を継続して行った。 ②アラブ首長国連邦（UAE）は、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からも重要国であるところ、2020年7月には、同国の火星探査機「HOPE」がH-IIAロケットにより打ち上げられ、この際、同国の先端技術大臣や宇宙庁長官をアテンドすることでこの取組みを支援した。打上げに係る入国に際し、滞っていた調整を加速させることができ、同国の先端技術大臣や宇宙庁長官からも謝意が示された。また、在UAE大使のメディア対応への支援等、両国の友好な宇宙協力の推進に貢献した。	①計画に基づき着実に実施。 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
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、APRSAFの取組みを拡充しつつ、変化するニーズへの対応、新たな取組みの立上げ及び既存のワーキンググループの再編等を検討する。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して、政策担当者や産業界等で構成される分野別コミュニティの形成を推進する。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。	①APRSAFについて、2020年度は新型コロナウィルス感染症の影響により、2020年11月に「距離を超えた宇宙ビジョンの共有」をテーマに「APRSAFオンライン2020」を開催。計620人、45 か国・地域（昨年は469 名31 ヵ国・地域）からの参加（ライブ視聴）があった。宇宙機関長セッションには、アジア・太平洋地域の15宇宙機関の機関長12名、機関長代理3名がライブ（NASA 長官はビデオメッセージ）で出席する等、例年の約2倍の長官相当の参加が得られ、APRSAF の求心力の更なる高まりが確認できるイベントとなった。 今回のAPRSAFにおいて、運営委員会から、ワーキンググループの再編及びAPRSAF表彰制度の創設について提案を行い、「APRSAF 名古屋ビジョン」の実現に向けた取組みを確実に継続していく機運の醸成を図った。なお、APRSAF表彰制度については、同制度の設立文書の整備が完了し、第1回の募集を開始した。 ②2019年度にAPRSAFで立ち上げた「宇宙法制イニシアティブ（NSLI）」については、実質的な活動を行うスタディグループに豪州、インド、インドネシア、マレーシア、フィリピン、韓国、タイ、ベトナム、日本の9か国、17機関から宇宙法・政策実務家、専門家40名以上が参画している。コロナ禍の中、スタディグループ会合をオンラインでほぼ毎月開催して、各国の国内宇宙法制の情報交換を行い、整備状況に関する報告書を1年かけて共同でとりまとめた。 コロナ禍においても、これら共同活動を通じて、地域の宇宙法・政策担当者のネットワークを一段と強化することができた。 また、NSLIの実施状況について、IAC（国際宇宙航空会議）及びAPRSAFで報告（グローバルに配信）し、アジア太平洋地域の情報を国際的に発信することで、アジア太平洋地域のプレゼンス向上に寄与した。	①計画に基づき着実に実施。 ②NSLIを通じて取りまとめられた報告書は、参加9か国の政府からの了解を取り付け、国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）法律小委員会に共同提出された（6か国語に翻訳されたうえで、国連の正式資料となる）。 この活動により、この地域において国連の議論に基づく国際規範にのっとった国内法整備を促進することにつながり、持続的な宇宙活動の推進に貢献するとともに、地域の共通課題に対する法・政策対応能力の向上、将来的な政策調整に向けた人的ネットワークの形成に寄与した。 報告書は、国内法制の検討途上である国に対しての情報提供にも資するほか、国連に直接的に貢献する成果になるとともに、アジア太平洋諸国の協力活動の成果として、国連における同地域のプレゼンス向上が期待される。 （次ページにつづく）

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
		③また、この地域の二国間協力として、次のとおり機関長会談及び機関間会合を実施し、協力関係の進捗及び今後の協力可能性等についてトップマネジメントレベル層間での確認を行った。 • 2020年5月：UAE宇宙機関（UAESA）アーバビ長官 • 同年7月：オーストラリア宇宙庁（ASA）クラーク長官 • 2021年2月：インド宇宙研究機関（ISRO）機関間会合 • 2021年3月：ISROシヴァン長官 特にASAとの間では、2020年5月の機関長会談の機会を捉え、機関間協力覚書を締結した。締結時には、両国大使の立ち合いのもと署名式を執り行った。 ASAは研究開発機能を有しない新しいタイプの宇宙機関であるが、JAXAと相手国の研究機関、大学及び企業との間の具体的協力構築に向けて、先方宇宙機関が橋渡し機能を発揮するとともに個別の協力案件の当事者による確実な実施を確保することを規定する協力覚書を起草し、先方との交渉の上、その締結に至ることができた。これにより、宇宙機関間の協力枠組みの下で、両国の宇宙分野での協力を促進する礎を築いた。 なお、ASAについては、2020年度途中で機関長が交代となったが、着任後速やかにパレルモ新長官ともバイ会談を行った（2021年3月）。 また、新型コロナウィルス感染症の拡大により、世界3位の感染者数・死者数を数える状況となったインドでは、様々な行動制限や業務停止が講じられたところ、ISROにおいても数ケ月にわたって一部事業所の閉鎖が行われ、JAXAとの協力案件の原局担当者間の連絡が取れない状況も生じたが、その間、両機関の国際部（及びバンコク駐在員事務所）が連絡・調整のハブとなって、協力案件の実施及び新規案件の検討・調整の促進を支えた。機関間の了解覚書（MOU）締結5年目を迎える中、以下のような結果を得た。 • 月極域探査共同ミッションにおけるフェーズA活動をまもなく完了し、フェーズBに移行できる目途をつけることができ、2023年度の同ミッション打上げに向けたスケジュールを維持することに貢献した。 • インド測位衛星システムのモニター局の筑波設置に係る機関間の調整を主導し、実施取決め案を取りまとめ、まもなく署名できる状況に至ることができた。 • 地球観測衛星データ利用分野では、3件目の協力案件の実施取り決めの締結を行い、APRSAFの枠組み（SAFE Evolution）のもと、アジア太平洋地域における宇宙利用の促進を日印が牽引していくためのベースを構築した。	③ASAとの協力関係においては、両機関間の協力拡大へ向けた取組みの継続を通して、両国間の強固なパートナーシップ関係構築に貢献していくことを確認することができ、その後行われた日豪首脳テレビ会談において宇宙分野の協力関係拡大が歓迎される成果を得た。 また、ISROとの協力についても、月極域探査共同ミッションが本格的に着手できるフェーズにまで進捗するなど、具体的な協力の深化及び拡大が図られ、これら活動は、自由で開かれたインド太平洋の維持・促進に対する貢献となった。

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により、「きぼう」からの超小型衛星放出に係る協力枠組み「KiboCUBE」による衛星放出を継続して実施する。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体制の構築や方針策定に取り組む。また、アジア太平洋地域での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。	①国連宇宙部（UNOOSA）との連携協力「KiboCUBE」について、第2回選定機関であるグアテマラ・デル・バジェ大学の超小型衛星を2020年4月に「きぼう」から放出するとともに、2021年2月には、第3回選定機関であるモーリシャス共和国の衛星のJAXAへの引き渡しが行われた。グアテマラ衛星放出時には、在グアテマラ日本国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、視聴数が約80,000回を記録した。 　また、2020年12月には、同プログラムにおける2回の機会拡大などを含め、プログラムを拡充することを目的に、UNOOSAとの了解覚書（MOU）を改訂するとともに、第6回公募を開始した。本連携協力の継続により、「きぼう」の利用促進を図るとともに、宇宙分野における国際貢献の取り組みの一つとして、持続的な開発目標（SDGs）の目標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」、及び目標9「産業と技術革新の基盤をつくろう」の達成に貢献していく。 　加えて、九州工業大学が行う衛星開発プロジェクト「BIRDSプロジェクト」を通じてパラグアイ宇宙機関が開発を行った超小型衛星が2020年3月に「きぼう」から放出されたが、この機会を捉え、パラグアイ宇宙機関との間で、意向表明書（LOI）に署名を行った。今後、両国の相互利益のため、特に人材育成の重要性を認識し、協力可能性を検討するための対話を、両機関間で行っていく。 ②国際協力の推進に当たり、外交当局や在外公館との緊密な連携を図ることを目的に、2020年9月には、山川理事長が外務省及び在外公館向けの「科学技術外交セミナー」に登壇し、外交当局関係者の理解増進に寄与した。これに引き続き、外交当局関係者向けに、宇宙技術がいかに国際社会やSDGsの達成に貢献しているかをまとめた資料（科学技術外交に資する宇宙技術）を編纂し、この内容を紹介する在外公館へのフォローアップセミナーを2020年12月に開催した。 　さらに、ロンドン、ロサンゼルス、サンパウロの各ジャパンハウスとも連携し、講演会などの広報活動を実施した。 　また、SDGsへの貢献に効果的に取り組むため、組織横断の推進活動を検討するチームを立ち上げ、推進活動の検討や取組方針の策定に取り組んだ。その他、APRSAFオンラインでのSDGs関連テーマの取り上げ、国際通信連合（ITU）Webマガジンへの寄稿等を通じて宇宙技術によるSDGsへの貢献を発信した。 　これら活動により、SDGsへの貢献を含む、外交ツールとして宇宙活動を定着させる足掛かりを築いた。	①グアテマラ共和国の衛星放出時には、同国の大統領からもビデオメッセージで謝意が伝えられたほか、2020年1月に行われた茂木外務大臣によるパラグアイ共和国大統領表敬の際には、宇宙分野での協力・交流の拡大・深化についても触れられるなど、我が国の外交にも大きく貢献した。 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
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の取組を支援する。 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。	①COPUOSについては、新型コロナウィルス感染症の影響で、2020年度に予定されていた委員会が軒並み延期となってしまったが、2021年4月に開催予定の科学技術小委員会に向けて、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。 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、オンラインミーティングを活用したため、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。 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、2021年度以降さらなる充実を目指す。	①計画に基づき着実に実施。 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
（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。	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（SRAD及びGSRAD）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））。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（2019年開始）及び勉強会を通じて、宇宙分野を超えた外部有識者（5G通信分野、Covid19によるベンチャー投資への影響、ブロックチェーン技術、SDGsの事業活用、北極政策等）との幅広いネットワークを前年に続き拡大するとともに、急速に変化する社会の動きを掴み、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。 調査国際部が収集する動向情報をもとに、社内のSDGs推進に資する概要資料がまとめられた。また、急速に変化する社会の動きを掴むためのリソースとして、これまでの「視点」の執筆者のネットワークが活用された（ASEAN地域のデジタライゼーションの有識者と情報交換を継続。第四次産業革命に関する有識者を通じ、第四次産業革命日本センターにおけるスマートシティプロジェクトと意見交換を行い関係性を構築）。 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、重点テーマの調査分析を実施した。 a. 2019年度調査「アジア太平洋地域における環境変化を踏まえたJAXAとしての宇宙協力シナリオ作成」に関して、2019年12月の最終報告に対するフォローアップを行うこととされていたところ、最終報告で提示した分析および初期仮説の修正を行い、またコロナ禍においてもオンラインなどを活用して現地ネットワーク等を活かした深堀分析を実施し、2020年6月には、シンガポールと豪州の潜在的役割、東南アジアにおけるデジタル分野の重要性、各国別経済構造・プレイヤーの特質を踏まえたアプローチ方法、当該地域における中国と米国の関心の傾向、APRSAF強化策について提言をまとめた。アジア調査に関する深堀分析について、JAXA内の検討のみならず、政府（内閣府海外商業宇宙市場開拓に向けたビジネスプラットフォーム形成の実施検討調査関係者・有識者）にインプットし、検討に貢献した。 b. 2020年度のテーマとして、JAXA が今後行う宇宙システム開発のプロセスの変革や、宇宙システムの競争力向上に対しデジタル技術をどのように適用していくべきか、またJAXA として今後取り組むべき方向性を明らかにすることを目的として、「宇宙システム開発のデジタル化」を設定した。これまでの重点テーマでPDCAを重ねた結果、計画的に問題設定・チーム編成等を進めることができ、限られた予算でグローバルな知見を有するハイレベルのコンサルの支援を得ることができた。これにより、宇宙にとどまらないデジタル化の動向、JAXAの役割および現状の課題を踏まえ、不透明な状況下でデジタルトランスフォーメーション（DX）に向けたJAXAが目指すべき宇宙システム開発のデジタル化の方向性を示す難易度の高い調査分析を実施することができ、2020年12月に報告を取りまとめた。本成果は、内閣府の調査や今後のJAXAにおけるデジタル研究の指針策定に貢献した。	①計画に基づき着実に実施。 ②重点テーマの調査分析は3年度目となったが、これまでの重点テーマでPDCAを重ねた結果、難易度の高い調査分析を効率的に実施する力を組織的に涵養することができた。これにより、国の政策立案やJAXA事業の企画立案に資する調査分析機能の強化に大きく貢献した。

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。	①重点テーマの調査にあたっては、専門的なノウハウを持つ外部コンサル企業による最新の知見・分析手法の提供を受けつつ、横断的な検討チームのメンバーとしてJAXA内の関係部門において高い専門性や経験を持つ職員の参加をに求めることで、JAXA職員が調査分析を主体的に実施する力を組織的に涵養することができた。さらに外部コンサルによる分析手法に関する専門的な研修について、チーム員以外（役員・部長クラス含む）にも参加の機会を提供し、調査分析機能の全社的な強化に努めた。この研修では、JAXAの課題分析の手法を経営層とも共有することができた。今後、この手法を用いて、役員含め職員が他の経営課題にアプローチすることが期待される。	①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＞ ○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 ○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 ○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 ○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 ＜モニタリング指標＞ ○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） ○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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

2020年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で、海外との往来が困難な状況であったが、そのような状況下においてもオンラインの利点を最大限活用し、**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、また、コロナ禍で様々な行動制限下にあっても、JAXAプロジェクトの実施に必要な業務を可能とするべく支援を行うことで、JAXA事業における成果創出に対する著しい貢献となった。**また、国際協力の推進に当たって、**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、我が国の外交にも大きく貢献した。**加えて、調査機能の一層の強化が求められていることを踏まえ、**より高度で複雑なテーマに対応し得る調査分析能力の向上を進めることにより、調査分析機能の強化及び我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献した。**

１．JAXA事業への貢献＜補足１参照＞

2020年7月に萩生田文部科学大臣とNASA長官が署名した「月探査協力に関する文部科学省とNASAの共同宣言（JEDI）」や、2020年12月に日米両政府間が締結した「民生用月周回有人拠点のための協力に関する日本国政府とNASAとの間の了解覚書（Gateway MOU）」など、アルテミス計画に対する政府レベルの枠組み構築にあたって、米側の動向に関する情報収集等を通じて政府を支援することで、これらの実現に貢献した。JEDIの締結により、月探査に関する協力内容を日米両政府が表明したことで、JAXAの2021年度の探査関連予算の大幅増につながったほか、その後のアルテミス合意、Gateway MOUの外交交渉におけるプログラム上の素地を作った。**これら交渉に関し、JAXAが適時、適切にサポートできたことは、コロナ禍で日本に帰国していたワシントン駐在員事務所の駐在員を、枠組み構築のタイミングで再度任地に派遣し、現地で関係各所と連携して対応したからこその成果であり、これら活動が、日米間の宇宙探査計画の大きな前進に寄与した。**2021年3月3日付のワシントンポスト紙が、「バイデン政権は、宇宙分野を除いて、トランプ政権の遺産を解体することに着手した」と報じているように、新政権における宇宙政策は前政権から概ね維持されているところ、これは米国の政権移行前までに、両政府間（日本のみならず各国含め）で宇宙探査に関する枠組み構築ができていたこと、また、政権移行期において、日米両国がこれら取組みを適切に発信したことなども、政策維持の後押しになったものと考えられ、JAXAも日本政府の支援を行うことで、その一翼を担った。（政府間合意への技術的な貢献については、Ⅲ.3.7項 参照。）

また、新型コロナウィルス感染症の第一波が広がる中、H-IIBロケット9号機の飛行安全に不可欠なグアム・ダウンレンジ局の運用を確保するため、緊急事態下で様々な制限措置（渡航制限、業務停止命令等）を講じていたグアム準州政府に対し、運用要員の入島と局の運用を例外的に認めてもらうべくどのような形で要請を行うか、在日米国大使館、NASA及び日本政府（外務省、現地総領事館）等と協議を重ね、最終的には日本政府からグアム準州政府に正式要請を発出し、それに応えていただく形で許可を得ることができた。これにより、宇宙ステーション補給機（HTV）による国際宇宙ステーション（ISS）への物資輸送を計画通り実施することができ、長期滞在中のクルーの安全を確保することができた。「はやぶさ2」のカプセル回収にあたっては、駐日豪大使館、オーストラリア宇宙庁（ASA）等の窓口を通じて、着陸許可証発行に関する豪側での手続きの加速を要請して許可取得に貢献するとともに、回収にあたる要員80名が豪州入国を認められるよう働きかけを行った。この他、X線分光撮像衛星（XRISM）の不具合対応のためのNASA技術者の日本入国、雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」の機器引き渡しのためのJAXA職員の欧州入国等においては、各機関との調整に加え、在日各国大使館への協力要請や現地の日本大使館との調整を担い、こうした要員の移動について当局から特別な許可を得ることができた。**コロナ禍で様々な行動制限下にあっても、JAXAプロジェクトの実施に必要な業務を可能とするべく支援を行うことで、JAXA事業の確実な実施に著しい貢献があった。**

（次ページにつづく）

【評定理由・根拠】（続き）

２．外交への貢献＜補足２参照＞

2020年7月のオーストラリア宇宙庁（ASA）との機関間覚書締結及び豪州との宇宙協力については、その後行われた日豪首脳テレビ会談においても触れられ、協力が歓迎されたほか、インド宇宙研究機関（ISRO）との間では、調査国際部が協力案件の実施及び新規案件の検討・調整の促進を支えることで、機関間での具体的な協力の深化と分野の拡大が図られた。2019年度にAPRSAFで立ち上げた「宇宙法制イニシアティブ（NSLI）」については、豪州、インド、インドネシア、マレーシア、フィリピン、韓国、タイ、ベトナム、日本の9か国、17機関から宇宙法・政策実務家、専門家40名以上が参画し、国連決議に基づき各国の国内宇宙法制の情報交換を行い、整備状況に関する報告書を1年かけて共同でとりまとめた。報告書は、参加9か国の政府からの了解を取り付け、国連宇宙空間平和利用委員会（COPUOS）に提出された（6か国語に翻訳されたうえで、国連の正式資料となる）。この活動により、この地域において国連の議論に基づく国際規範にのっとった国内法整備を促進することにつながり、持続的な宇宙活動の推進に貢献するとともに、地域の共通課題に対する法・政策対応能力の向上、将来的な政策調整に向けた人的ネットワークの形成に寄与した。これら活動は、自由で開かれたインド太平洋の維持・促進、ひいては、この地域における経済安全保障の確保にも貢献するものである。

また、国際協力の推進にあたり、外交当局や在外公館との緊密な連携を図ることを目的として、2020年9月には、山川理事長による外務省及び在外公館向けの「科学技術外交セミナー」への登壇をはじめ、様々なレイヤー・手段により、外交当局や在外公館に対し、適時情報共有を行った。これら活動を通じ、外交当局や在外公館との緊密な連携を継続した成果として、国連宇宙部（UNOOSA）との連携協力「KiboCUBE」の枠組みで2020年4月にグアテマラ共和国初となる超小型衛星を放出した際には、同国の大統領からもビデオメッセージで謝意が伝えられたほか、2021年3月に「きぼう」から超小型衛星を放出し、宇宙機関間での意向表明書（LOI）を締結したパラグアイ共和国については、これに先立つ2021年1月の茂木外務大臣による同国大統領表敬の際、宇宙分野での協力・交流の拡大・深化についても触れられるなど、JAXA事業の政策的意義を高めるとともに、我が国の外交にも大きく貢献した。

３．宇宙活動を支える総合的基盤の強化への貢献＜補足３参照＞

JAXA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、重点テーマの調査分析を実施した。2020年度は、

a. 2019年度調査「アジア太平洋地域における環境変化を踏まえたJAXAとしての宇宙協力シナリオ作成」に関して、2019年12月の最終報告で提示した分析および初期仮説の修正を行い、またコロナ禍においてもオンラインなどを活用して現地ネットワーク等を活かした深堀分析を実施し、2020年6月には、当該地域における中国と米国の関心の傾向や、APRSAF強化策について提言をまとめた。これはJAXA内の検討のみならず、政府の検討にも貢献した。
b. 2020年度のテーマとして、一般的に産業の競争力確保の手段としてデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進が検討されていることを背景として、JAXA が今後行う宇宙システム開発のプロセスの変革や、宇宙システムの競争力向上に対しデジタル技術をどのように適用していくべきか、またJAXA として今後取り組むべき方向性を明らかにすることを目的として、「宇宙システム開発のデジタル化」を設定した。具体的には、「機能のデジタル化を支える階層的なデジタル基盤技術の獲得」及び「エンジニアリング情報のデジタル化技術の獲得」をJAXAが目指す宇宙システム開発のデジタル化の方向性と定義し、より良いものを、より安く、より早く提供できる能力の獲得を目指した検討を行った。これまでの重点テーマでPDCAを重ねた結果、計画的に問題設定・チーム編成等を進めることができ、限られた予算でグローバルな知見を有するハイレベルのコンサルの支援を得ることができた。これにより、宇宙にとどまらないデジタル化の動向、JAXAの役割および現状の課題を踏まえ、不透明な状況下でDXに向けたJAXAが目指すべき宇宙システム開発のデジタル化の方向性を示す難易度の高い調査分析を実施することができた。本成果は、内閣府の調査や今後のJAXAにおけるデジタル研究の指針策定に貢献した。

重点テーマの調査分析は2020年度で3年度目であったが、これまで培ったPDCAに基づき、難易度の高い調査分析を効率的に実施する力を組織的に涵養することができた。これにより、調査分析機能の強化に大きく貢献し、もって、我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献した。

なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

補足１：JAXA事業への貢献

背景

2020年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で、海外との往来が困難な状況であったが、そのような状況下においてもオンラインの利点を最大限活用し、**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、また新型コロナウィルス感染症の影響を最小限に抑えるべくJAXAプロジェクトの支援を行った**。

得られたアウトプット

アルテミス計画に対する政府レベルの枠組み構築の支援を行うことで
日米間の宇宙探査計画の大きな前進に寄与







（左）萩生田文部科学大臣とNASA長官による「月探査協力に関する文部科学省とNASAの共同宣言」署名（2020年7月）
（中）日米両政府による「民生用月周回有人拠点のための協力に関する日本国政府とNASAとの間の了解覚書」締結（2020年12月）
日本側署名者の杉山前駐アメリカ合衆国特命全権大使
（右）「バイデン政権は、宇宙分野を除いて、トランプ政権の遺産を解体することに着手した」と報じた2021年3月3日付ワシントンポストの記事

JAXAプロジェクトの支援を行うことで
JAXA事業の確実な実施に貢献





H-IIBロケット9号機打上げ時のグアム局の運用実現（2020年5月）や、小惑星探査機「はやぶさ2」の再突入カプセルの豪州帰還（2020年12月）に向けた調整

得られたアウトカム

日米間の宇宙探査計画の大きな前進や、H-IIBロケットの確実な打上げ、小惑星探査機「はやぶさ2」のミッションの完遂など、**JAXA事業の確実な実施に寄与し、JAXA事業における成果創出に対する著しい貢献**となった。

補足２：外交への貢献

背景

国際協力の推進に当たっては、**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取り組む**とともに、**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べく努めている**ところ。

得られたアウトプット

多国間の協働枠組みの構築

■ 民間含む宇宙活動の活発化に伴い、持続可能な宇宙活動を確保するため、国際法規に則った国内宇宙法の整備が国際的な課題。国連においても国内法整備を勧告し、情報提供を求めている。また、アジア太平洋諸国においては、昨今、宇宙機関を設立し、宇宙法・政策を策定する動きがあり、本地域で宇宙法・政策に対する関心が高まっている。

■ APRSAF「宇宙法制イニシアティブ(NSLI)」を通じて、各国内宇宙法制の整備状況を報告書としてまとめ、COPUOS法律小委員会(議長青木節子・慶應義塾大学教授)に共同提出。



二国間の協力強化

■ 豪印との協力強化
- 機関長対話の実施
- 豪州宇宙庁との協力覚書締結を首脳会談の時期と合わせ政策的意義を向上



豪州宇宙庁との機関間覚書締結（2020年7月7日）



日豪首脳テレビ会談で協力が歓迎（2020年7月9日）

■ 他の宇宙機関との協力
相手政府に認知される協力の実現
（パラグアイやグアテマラの衛星放出）

得られたアウトカム

■ **自由で開かれたインド太平洋の維持・促進、ひいては、この地域における経済安全保障の確保に貢献**

■ **APRSAF「宇宙法制イニシアティブ(NSLI)により、**
- ✓ **アジア太平洋地域における国際規範に則った国内法整備を促進し、持続的な宇宙活動の推進に貢献。地域の共通課題に対する法・政策対応能力向上や将来的な政策調整に向けた人的ネットワーク形成にも寄与**
- ✓ **国連への情報提供を通じて各国の国内法の策定・改訂を支援。国連に直接的に貢献する成果になり、青木議長の下、アジア太平洋諸国の協力活動の成果として、国連での同地域のプレゼンス向上が期待される**

■ **JAXA事業の政策的意義を高めるとともに、我が国の外交にも大きく貢献**

補足３：宇宙活動を支える総合的基盤の強化への貢献

背景

■ JAXA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、**重点テーマの調査分析を実施**しているところ。

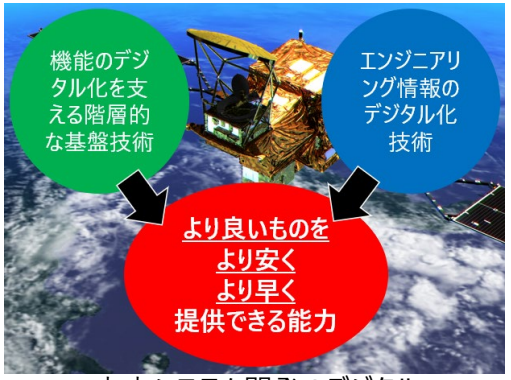
a. 2019年度調査「アジア太平洋地域における宇宙協力シナリオ作成」に関して、**分析および初期仮説の修正や、現地ネットワーク等を活用した深堀分析を実施**

b. JAXA が今後行う宇宙システム開発のプロセスの変革や、宇宙システムの競争力向上に対しデジタル技術をどのように適用していくべきか、またJAXA として今後取り組むべき方向性を明らかにすることを目的として、**「宇宙システム開発のデジタル化」を新たなテーマとして設定**

得られたアウトプット

a. 当該地域における中国と米国の関心の傾向や、APRSAF強化策について提言をまとめた。これは**JAXA内の検討のみならず、政府の検討にも貢献**。

b. 宇宙にとどまらないデジタル化の動向、JAXAの役割および現状の課題を踏まえ、不透明な状況下でDXに向けた**JAXAが目指すべき宇宙システム開発のデジタル化の方向性を示した。**本成果は、内閣府の調査や今後のJAXAにおけるデジタル研究の指針策定に貢献した。



宇宙システム開発のデジタル化の方向性

得られたアウトカム

これまでの重点テーマでPDCAを重ねた結果、難易度の高い調査分析を効率的に実施する力を組織的に涵養することができた。これにより、**調査分析機能の強化に大きく貢献**し、もって、**我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化に貢献**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)	643,141	604,411	551,424				
決算額 (千円)	592,982	581,909	532,991				
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				

(※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				
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)				

(※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。

特記事項

2020年度は、新型コロナウィルス感染症の影響で、海外との往来が困難な状況であったが、オンラインの利点を最大限活用し、国際協力・調査分析業務の円滑化を図った。

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
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、役職員等の安全確保を最優先としたうえで、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。 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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○ウィズコロナ時代の航空宇宙開発や国際連携のあり方について、実施機関のJAXAとしても周辺環境を的確に掌握し、世界や社会の動きを先取りする形で検討し対策を講じていく必要がある。	コロナ禍において、激しく動く国際情勢への対応を可能とすべく、各宇宙機関の動向や、宇宙開発利用を取り巻く社会環境の変化を意識しつつ幅広く情報収集を行うことに努めたほか、海外との往来が困難な状況であったが、オンラインの利点を最大限活用し、国際協力・調査分析業務の円滑化を図った。
○NASAとの連携強化は日本の宇宙開発進展に際して大変喜ばしいことで、さらに推進いただきたい。なお、政治絡みなので難しい面もあるかと思うが、こうした連携推進を年度計画の中（目標）にある程度設定し、それと成果の対比で評価ができる（「予定に無かったが結果としてできたこと」で高評価しない）ようにすることも必要と思われる。	NASA（米国）との連携強化については、情勢が激しく動く中での活動であったため、年度当初に細かい計画として盛り込むことは難しい状況であったが、「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」という計画のもと、大きな成果をあげたものと考えており、ご勘案いただけると幸い。
○海外展開に関しては、宇宙システムの輸出に向けた取組も重要である。特にアジア・太平洋地域に対してはわが国のプレゼンスの向上に資するものとなり得るので、関係省庁とも連携したうえで戦略的に取り組んでいただきたい。海外展開の成果が、今後の評価軸の一つになると良いと考える。	2020年度は、継続案件ではあったが、アラブ首長国連邦からの打上げサービス受注に関して引き続き支援を行った。 また、アジア・太平洋地域において社会基盤としての宇宙利用の定着に向けた事業を展開する際に、日本との間で相互に利益のある関係の構築・維持につなげることを目指す人材育成プログラム「JJ-NeST」を独立行政法人国際協力機構（JICA）と連携して推進した。

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

2020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。	・新型コロナ感染症拡大により、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、昨年度を超える露出を実現した。また、理解増進の効果測定を試行的に実施し、有意な結果を得た。	
・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。	・従来の対面中心から、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、個別取材対応への切り替えを迅速に行い、緊急事態宣言等の環境下でありながら、前年度に劣らないタイムリーな情報発信を実施し、前年度を超える露出を実現。（右欄参照）	・リモート対応への迅速な切り替えにより、報道・メディアを通して国民と社会に対し前年度を上回る情報発信を実現した。 ✓TV放送：（件数：前年度比56％増、総放送時間：同22％増） ✓新聞掲載件数：同49％増
・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。	・緊急事態宣言下で自宅待機となった子供や保護者を対象としたWEBコンテンツ「STAY HOME WITH JAXA」の公開、WEBサイトトップページの大規模リニューアル、JAXAシンポジウムの初の完全オンライン開催、筑波展示館バーチャルツアー等を実現した。 ・展示館来訪者数、講演については、緊急事態宣言等を受け、大幅減となった。	・JAXAシンポジウムについて、双方向のリアルタイムコミュニケーション企画やバーチャル技術を盛り込み、初の完全オンラインで開催し、95.5％の高い満足度を得るとともに、海外からの視聴者を含め遠隔地から多くの視聴者を呼び込み、10日間で前年度の10倍の視聴回数（14万回）を達成（年度末で57万回）。また、新規層の開拓も実現。（アンケート回答者の78％は初参加）

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
・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。	・2020年12月の「はやぶさ２」帰還に向けた機運を盛り上げるため、バンダイナムコ社と連携し、JAXAシンポジウムとの連動企画「はやぶさ２からのメッセージ」のオンラインゲームを実施。 ・ネスレ社、「宇宙兄弟」と連携し、WEBサイト上でエコプロジェクト「親子で楽しく地球環境について学ぶ」を実施。 ・相模原市立博物館、国立科学博物館と連携し、「はやぶさ２」カプセル等の展示を実施。	・バンダイナムコ社と連携による「はやぶさ２からのメッセージ」（オンラインゲーム企画）により中高生から40代までの幅広い年代のゲーム好きの方々へのリーチを実現。特に、ゲームをクリアした７割弱は女性であり、宇宙開発に興味関心の薄い女性層への訴求に一定の効果があった。 （なお、本ゲームをクリアした方の７割弱は本ゲームを通じてJAXAシンポジウムの存在を知っており、JAXAシンポジウムへの誘導の面でも役に立った。）

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。		
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。	学校教育は新型コロナウイルスの影響を大きく受けたが、プログラミング教材や地球観測データを用いた教材の開発、授業連携・教員研修のオンライン開催などにより宇宙教育を推進した。 オンライン型の教員研修においても、対面式の研修と同様に双方向的なワークショップを実践する手法を確立した。	新型コロナウイルスに対応して、授業連携・教員研修をオンラインで開催し、また、オンデマンド形式の教員研修WEB講座を常時開設した。これまで東北・北陸・九州地方などからは授業連携、教員研修参加者が極端に少ない傾向にあったが今回約100名程度の参加を得たオンライン教員研修において約4分の1がこれらの地方からの参加者となるなど今まで地理的・時間的制約により参加の難しかった人たちへの参加の機会を提供することが可能となった。

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		
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。	新型コロナウィルスの影響により、対面で行うプログラムに大きな支障を来したが、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、さらにオンラインで活用できる宇宙教育教材の動画コンテンツを制作した。また、宇宙教育指導者セミナーは、オンライン型のプログラムを月に1回のペースで開催することで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。	オンライン型の宇宙教育指導者セミナーでは、受講者数を多く受け入れられるメリットを活かしつつ、通常は参加したくても地理的・時間的制約により参加の難しかった北海道や沖縄、海外（香港）在住の宇宙教育に関心のある方々の受講を増やす効果があった。
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。	・新型コロナウィルスの影響により、JAXA事業所等で開催する宿泊型のプログラムは中止となったが、参加希望の高校生からのニーズ（JAXA施設紹介・JAXA職員との交流）に応じて、調布、筑波、角田の事業所を対象とした、1日開催でのオンライン型のエアロスペーススクールを開催した。 ・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実施した。 ・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オンライン研修を実施し、日本全国から参加があった。国際宇宙教育会議(ISEB)では各国宇宙機関等の教育関係者とオンラインでの情報交換を行うとともに、コロナ禍でのJAXAの宇宙教育活動のアピールを行った。 ・外部とのコラボレーションによる訴求力の向上を狙い、宇宙教育情報誌「宇宙のとびら」への子供たちに人気のキャラクター「かいけつゾロリ」の採用、JAXAの企画編集・監修による書籍『宇宙のがっこう」の刊行、販売を行った。	オンライン型のエアロスペーススクールでは、参加希望の高校生を対面形式よりも多く受け入れられるメリットを活かしたほか、いつもは参加したくても費用や地理上の問題などで応募も難しかった北海道や九州の高校生が参加出来るなど全国各地の高校生が参加できる効果があった。また ・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。 ・APRSAFポスターコンテストをオンライン投票にしたことにより、投票数は昨年の20倍以上になり、広い層に宇宙教育に関心を持ってもらうことができた。 今年度のポスターコンテスト応募作品を国際宇宙ステーションに運び、写真撮影を行う準備を行っている。

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＞ ○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 ○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 ＜モニタリング指標＞ ○各種団体等の外部との連携の構築状況 ○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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大により、人を集めて実施することを前提とした従来の広報活動が行えない逆境の年となった。こうした状況下で国民への説明責任を果たし、理解増進を図るため、**①リモート対応を中心とする感染拡大防止策を徹底したうえでの広報活動への迅速な転換**、**②新たな発想・技術を取り入れた双方向性のバーチャルシンポジウム、外部連携等の実施**に取り組んだ。この結果、展示館来訪者数や講演数は減少したものの、**昨年度を超えるメディア露出を実現するとともに、WEB・SNS、JAXAシンポジウム等についても動画を中心に視聴者数が大幅に増加**した。また、昨年度の**業務実績評価での指摘を踏まえ、③理解増進に係る効果測定を試行的**に実施し、**JAXAの広報コンテンツに触れることによりJAXA事業への理解（役立ち感、支持する気持ち）が有意に向上することを確認**した。人材育成についても、オンライン化を中心に対策を進め、遠隔地等からの参加を容易とし、交流が活発になるなど、高い評価を得ており、理解増進活動、人材育成ともに顕著な成果を上げた。なお、年度計画で設定した業務は、計画通り実施した。

１．国民の理解増進

（１）主な取り組み

①リモート対応を中心とする感染拡大防止策を徹底したうえでの広報活動への迅速な転換

・記者会見、記者説明会、個別取材対応ともに、リモート対応を中心に実施。緊急事態宣言によるBCP発動もある中で、前年度に劣らないタイムリーな情報発信を行ない、TV放送件数（前年度比56％増）・放送時間（同22％増）、新聞掲載件数（同49％増）ともに前年度を上回る露出を実現。

✓「こうのとり」9号機打上げ広報について、離島における感染拡大防止を最優先し、種子島宇宙センターにプレスセンターを開設せず、初の完全リモートで対応。

✓「はやぶさ２」カプセル回収時に日本からの取材陣が豪州入りできなかったため、JAXAから最小限の要員を現地派遣し、報道・メディアに対して中継等を行った。

✓野口宇宙飛行士の搭乗するドラゴン宇宙船の打上げ（米国）、H3ロケット試験機1号機の極低温点検（種子島）の際にも、JAXA要員、取材陣ともに最小限にしたうえで報道・メディア対応やライブ中継等を実施。

・展示施設については、２度に渡る緊急事態宣言中は対象区域の展示施設を休館し、宣言解除後に感染拡大防止策を徹底したうえで再開。休館期間があったこと、及び再開後も完全予約制にする等の対策を取ったため、入場者数は大幅減。

・広報講演も大幅減となったが、リモート講演が可能な会場では極力WEB会議システムを用いたリモート講演を実施。

②新たな発想・技術を取り入れた双方向性のバーチャルシンポジウム、外部連携等の実施

・日本初の人工衛星「おおすみ」打上げ成功50周年を受け、「宇宙開発　今昔物語」をJAXAシンポジウムのメインテーマとして、バーチャル会場を設営し初の完全オンラインで双方向性のシンポジウムを実施。高い評価（95.5％が大いに満足、満足）を得るとともに、10日間で前年度の10倍を上回る視聴回数を達成。

・コロナ禍でも展示館見学ができるよう、筑波宇宙センター展示館と「きぼう」運用管制室を巡るバーチャルツアーを構築し、JAXAシンポジウムと同時公開。

・公開WEBサイトのトップページを全面リニューアルし、利便性・アクセス性を向上。また、YouTube JAXA Channelで147本（前年度比約1.4倍）の新規動画を公開し、総視聴回数5,706万回（同 4.75倍）、総再生時間2,377万時間（同 39.6倍）を達成。

・WEB、SNSを駆使した外部連携として、バンダイナムコエンターテイメントとの連携によるJAXAシンポジウム連動型のオンラインゲーム企画「はやぶさ２からのメッセージ」、ネスレ及び「宇宙兄弟」との連携によるWEBサイト上のエコプロジェクト「親子で楽しく地球環境について学ぶ」を実施し、JAXA単独ではリーチできない層に訴求。

③理解増進に係る効果測定の試行

・前年度の評価委員からの指摘を受け、広報効果測定を試行。JAXAの広報コンテンツ（動画・WEBサイト）の閲覧前と閲覧後を比較した結果、もともと役立ち感を感じている層46.2％に加え、役立ち感が向上した層が38.4％、また、もともと支持していた層43.0％に加え、支持する気持ちが向上した層が38.9％に及び、広報コンテンツに触れることによりJAXA事業に対する役立ち感、支持率が有意に変化することを確認。

（２）主な活動実績と結果

・前述の取り組みを行った結果、人を集めることが大前提となる展示館来訪者数、広報講演を除くほぼ全ての広報活動について、一昨年度、昨年度を上回る情報発信を実現した。また、広報効果測定を試行した結果、JAXAの広報コンテンツの視聴により事業に対する役立ち感、支持率が有意に向上することを確認した。

※（　）内は前年度、前前年度実績

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（188件） ・記者会見・勉強会等：60回（67回） ・取材対応：　**538件**（491件）	・露出状況　TV放送：　**1,238件**＊1（2019年度 795件、2018年度 942件）、 **73時間25分**（2019年度 60時間10分、2018年度 49時間44分） 新聞掲載：　**4,298件**＊2（2019年度 2,882件、2018年度 3,907件）
Webサイト	・トップページ全面リニューアル ・閲覧性・利便性・アクセス性の改善	・ページビュー(PV)：15,100, 253（13,019,376）※集計方法を変更 ・セッション(Visit)：6,522,624（5,248,926）
SNS	・コンテンツ発信の強化、利便性・アクセス性の改善 ・新規動画：　**147本（102本）**	・Twitter公式アカウント：フォロワー 38.3万人（32.6万人）、他に42のツイッターアカウント ・YouTube JAXA Channel：登録者 **27.9万人（16.7万人）** **＋イベントライブ配信専用サブチャンネル新設**（2020年11月～）**登録者 14.1万人** 総視聴回数 **5,706万回（昨年度の4.75倍：2019年度1,200万回、2018年度883万回)**、 総再生時間 **2,377万時間（昨年度の39.6倍：2019年度 60万時間）**
シンポジウム・展示会	・日本の宇宙開発50周年の総括 ・初の完全オンライン開催等	・JAXAシンポジウムネット中継　**10日間で14万回（前年度の10倍）**年度末時点:**57万回** ・国際宇宙会議（IAC）：　13,662人（2019年度 6,829人、2018年度 6,500人）
展示館運営	・種子島、筑波等、全国13館を運営	・総来場者　10.3万人＊4（昨年度の1/6：2019年度 59.5万人、2018年度 57.0万人）
講演	・宇宙飛行士講演：17回（26回） ・役職員講演：207回（559回)	・聴講者：宇宙飛行士講演：29,454人（13,198人） 役職員講演：68,378人（昨年度の57%：2019年度 119,244人、2018年度 84,276人）
国民の意識調査	・広報活動に資するための調査を実施	・宇宙航空分野の研究開発を「**支持する**」：**過去最高の95.6%**（93.0%）
広報効果測定	・広報コンテンツ視聴によるJAXA事業の役立ち感、支持する気持ちの変化を測定	・もともと役立ち感を感じている層46.2%に加え、JAXAの広報コンテンツに接することにより、役立ち感の向上した層が38.4%、支持する気持ちがある層43.0%に加え、支持する気持ちが向上した層が38.9%と顕著な効果があることが分かった。＊5

＊1　キー局地上波７局、BS６局の実績（地方局は含まず）　　＊2　計106紙（主要６紙、専門紙47紙、地方紙等53紙）の実績
＊3　昨年出している数字と異なる理由は、以前のものは画像やPDFの読み込みもカウントしているため。現在はhtmlのみカウント。
＊4　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したことによる来場者数減。
＊5　「国民の意識調査」との数字の乖離は、広報効果測定では限られたコンテンツのみで調査を実施していること、調査方法の違いによるものと思われる。

２．次世代を担う人材育成への貢献

新型コロナウィルス感染（以下、新型コロナ）の影響により各プログラムの中止、延期、規模縮小をせざるを得なかったが、オンライン化を中心に対策を進め、実施した。オンラインツールのメリットの活かしたことで、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、交流が活発になるなど、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。具体的には、

- 学校教育支援においては、新型コロナによる学習環境の変化、およびGIGAスクール構想を視野に入れた業務として、**オンライン会議システムを活用した教員研修および授業連携を実施**した。特に完全オンライン型(受講者全員が個人のPCから参加)の教員研修においては、東京大学大学総合教育研究センターと連携し、双方向性のあるワークショップを実践する手法として、**Zoomのブレイクアウト機能とGoogleドライブの活用およびグループ再編 を組み合わせる方式を確立 した。この方式は、単に参加者がグループに分かれて議論するだけでなく、他のグループの議論の内容を"見える化"したことにより、対面型の研修と同程度の学びを得られるようにしたものである。**これは主催者と参加者間および参加者同士の交流を重視しているJAXAの教員研修ならではの工夫であり、**従来のオンラインによるセミナーや研修に比べ、より高度な手法を実現できた**と言える。また、**島根大学との共同研究により宇宙教育に対する教員のニーズ分析を行い、今後とるべき戦略を明らかにした。**その分析結果および家庭学習やGIGAスクール構想を背景に、企業と連携した動画教材の製作・プログラミング教材の開発、JAXA地球観測研究センター（EORC）と連携し地球観測データを授業に取り入れるための教材「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 -」を開発・公開した。
- 社会教育支援においては、新型コロナの影響により、各プログラムの中止、延期、規模縮小をせざるを得なかったが、オンラインを中心に対策を進め、**宇宙教育指導者セミナーでは、オンライン型のプログラムを月に1回のペースで開催することで対面型のプログラムと遜色のないレベルのセミナーを行う手法を確立し、受講者数を多く受け入れられるメリットを活かして、通常は参加したくても地理的・時間的制約により参加の難しかった北海道や沖縄、海外（香港） 在住の宇宙教育に関心のある方々の受講を増やす効果を確認できた。**また、オンラインで活用できる宇宙教育教材の動画コンテンツを制作して、**コズミックカレッジのオンライン化を促進**し、さらに国立天文台と連携して主催型のオンラインコズミックカレッジを開催した。
- 企業との連携においては、株式会社ノジマが進めているプログラミング教育の目的（発達段階に応じた知識や技能、思考力、判断力や表現力、学びに向かう力、人間性等を育む）が、宇宙教育センターの理念と一致していることから、宇宙を素材としたプログラミング教育の連携に関する覚書を締結し、**「こうのとり」を題材としたプログラミング教材を開発**した。**この教材を用いたプログラミング講座を、同社はJAXAの協力のもとで実施**し、定期的に教育プログラムを実践することで、宇宙を素材とした本格的な学びの場を提供し、CSR活動を推進したが、**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もできた。**
- 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、子供たちや学生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ポスターコンテスト2020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、2020の投票数：3598)。また、2020年度はAPRSAF水ロケット大会の開催を見送ったが、日本国内の応募者向けのオンライン研修を行い、タイからの講義、スリランカからのビデオメッセージ、ベトナムの水ロケットサイト紹介等、オンラインの特長を活かした研修とすることができた。
- 情報発信活動においては、外部とのコラボレーションによる訴求力の向上を狙い、宇宙教育情報誌「宇宙のとびら」に**子供たちに人気のキャラクター「かいけつゾロリ」を採用し、WEBサイト/SNSと連動させて、この関心層からの誘導による読者の新規開拓を行った**ところ、図書館からの寄贈の依頼や一般の方からの反応が増加した。今後はアンケート等によりデータを収集、検証を行い、より効果的な誌面作成、編集方法を確立する。また、**JAXAの企画編集・監修により児童向け書籍『宇宙のがっこう」をNHK出版より刊行、一般販売を行った。**同書籍は、修学旅行で宇宙にいくことになった小学生が、事前授業で宇宙や地球の謎は不思議に触れながら、自分の世界を広げるという内容で、自分自身が宇宙に行くことを前提にしたストーリー設定や、目次を時間割形式にすることで、小学生の日常に「宇宙」があり、「我がこと」として読み進められるよう工夫した。また同書籍は、中国語版での出版が決まるなどＪＡＸＡの宇宙教育を海外の人にも知ってもらう機会を得た。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（補足）

①リモート対応を中心とする感染拡大防止策を徹底したうえでの広報活動への迅速な転換

・記者会見、記者説明会、個別取材対応ともに、リモート対応に迅速に切り替え、緊急事態宣言等もある中で、前年度に劣らないタイムリーな情報発信を行ない、TV放送件数1,238件（前年度比56％増）・放送時間73時間25分（同22％増）、新聞掲載件数4,298件（同49％増）と前年度を上回る露出を実現。（D-43～45ページも参照）

✓「こうのとり」９号機打上げ広報：　離島における感染拡大防止を最優先し、種子島宇宙センターにプレスセンターを開設せず、初の完全リモートで対応。（東京－種子島－三菱重工業－各メディアを接続）

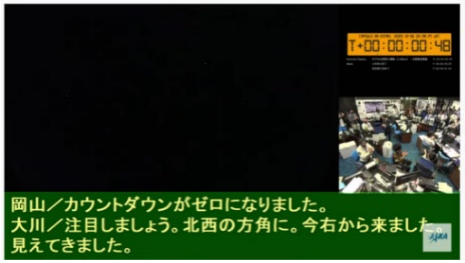
✓「はやぶさ２」カプセル回収広報：　日本からの取材陣が豪州入りできなかったため、最小限の要員を現地派遣し、報道・メディアに対して中継等を実施。

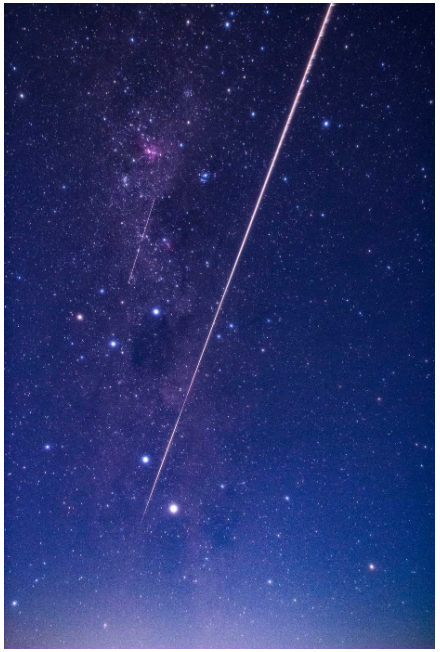
✓野口宇宙飛行士の搭乗するドラゴン宇宙船打ち上げ（米）、Ｈ３試験機１号機極低温点検（種子島）に係る広報：　JAXA要員、取材陣ともに最小限に絞り、報道・メディア対応やライブ中継を実施。

・展示施設については、緊急事態宣言期間中は休館し、宣言解除後に感染拡大防止策（人数制限含む）を徹底したうえで再開。このため、来訪者数は大幅減となった。（D-40ページ参照）

FY2020に広報対応に力を入れた主な事業等	
4月	・WEBサイト「STAY HOME WITH JAXA」を公開
5月	・H-IIB F#9／HTV9 打上げ
6月	・地球観測データを用いたCOVID-19に対する解析Webサイト公開
7月	・星出宇宙飛行士の ISS 長期滞在 搭乗機決定
8月	・HTV9 大気圏再突入によりミッション完了
9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）
10月	・13年振りの日本人宇宙飛行士募集を発表 ・IAC2020 Cyberspace Edition（初のオンライン出展）
11月	・野口宇宙飛行士搭乗の Crew- 1 打上げ、ISS長期滞在開始 ・若田宇宙飛行士、古川宇宙飛行士の ISS 長期滞在決定 ・JDRS-1／H-IIA F#43 打上げ ・JAXAシンポジウム（バーチャル会場を設営し初のオンライン開催）
12月	・「はやぶさ２」地球帰還、カプセル回収、サンプル採取の確認
3月	・H3 極低温点検試験（F-0） ・「はやぶさ２」カプセル展示開始







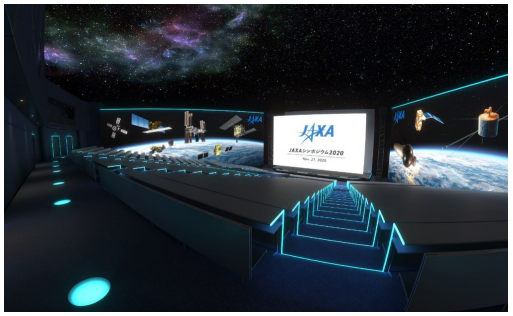
「こうのとり」9号機打上げ時に行ったリモート記者会見のリハーサルの様子（左上）※MHI殿主催
「はやぶさ2」帰還時には豪州からカプセル火球の映像をリアルタイムで配信（左下）
豪州クーバーペディにて職員が撮影した「はやぶさ2」カプセル火球写真（右）

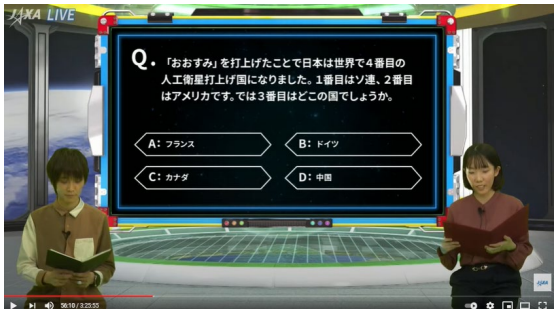
②新たな発想・技術を取り入れた双方向性のバーチャルシンポジウム、外部連携等の実施

◆JAXAシンポジウム（D-34ページ参照）

・日本初の人工衛星「おおすみ」打ち上げ50周年記念事業としてJAXAシンポジウム2020「宇宙開発 今昔物語」を開催。
・視聴者との双方向のリアルタイムコミュニケーション企画やバーチャル技術を盛り込んだ番組構成・サイドイベントなどの多様な企画により、オンサイト開催と同様の臨場感を与えることができ、withコロナ時代の新たな広報手法が得られた。
・視聴者から高い評価（95%が大いに満足・満足）を得るとともに、海外を含め従来参加が困難であった遠隔地から多くの視聴者を呼び込み、10日間で前年度の10倍の視聴回数（14万回）を達成（年度末現在で57万回）。 新規層の開拓も実現（アンケート回答者の78％が初めての参加）。





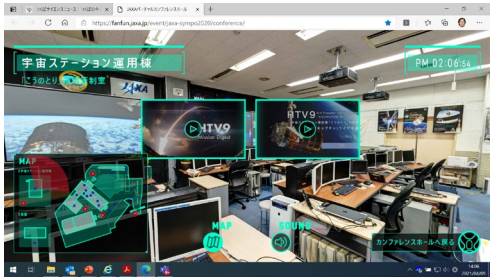


◆筑波宇宙センターバーチャルツアー

・コロナ禍でも展示館見学ができるよう、筑波宇宙センター展示館と「きぼう」運用管制室を巡る360度方向のバーチャルツアーを構築



スペースドーム



「きぼう」運用管制室

◆公開WEBサイトのリニューアル、SNS情報発信の拡充

（D-36～38、D-46~50ページ参照）

・公開WEBサイトのトップページを全面リニューアルし、利便性・アクセス性、誘導性を向上。
・YouTube JAXA Channelで147本（前年度比約1.4倍）の新規動画を公開し、総視聴回数5,706万回（同 4.75倍）、総再生時間2,377万時間（同 39.6倍）を達成。



評定理由・根拠（補足）

◆WEB、SNSを駆使した外部連携

・「はやぶさ２」カプセル帰還に向けた機運を盛り上げるため、JAXAシンポジウム連動企画として、バンダイナムコエンターテイメント社によるSNSオンラインゲーム企画「はやぶさ２からのメッセージ」を実施。中高生から40代までの幅広い年代のゲーム好きの方々へのリーチを実現。特に、ゲームをクリアした７割弱は女性であり、宇宙開発に興味関心の薄い女性層への訴求に一定の効果があった。
・ネスレ及び「宇宙兄弟」との連携によるWEBサイト上のエコプロジェクト「親子で楽しく地球環境について学ぶ」を実施。JAXAの地球観測衛星ミッションについて分かりやすい情報発信を行った。





③理解増進に係る効果測定の試行

・前年度の評価委員からの指摘を踏まえ、従来から実施してきた「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」（D-51～52ページ参照）に加え、新たに広報効果測定を試行的に実施。（D-53～56ページ参照）
・JAXAの広報コンテンツ（動画・WEBサイト）の閲覧前と閲覧後を比較した結果、もともと役立ち感を感じている層46.2%に加え、役立ち感が向上した層が38.4%、また、もともと支持していた層43.0%に加え、支持する気持ちが向上した層が38.9%に達した。
・JAXAの広報コンテンツに触れてもらうことでJAXA事業に対する役立ち感、支持率が有意に向上することを確認できた。

・FY2020は報道・メディアによる露出、WEBサイトのアクセス数、動画の総視聴回数・時間とも前年度を上回る実績を出しており、上記効果測定の試行結果を踏まえると、より一層の国民の理解増進が実現できたのではないかと考える。

評定理由・根拠（補足）

（1）新型コロナウィルス感染（以下、新型コロナ）への対策としての教員研修のオンライン化の推進

新型コロナの影響により教員研修の開催が激減することを見越し、オンデマンド形式の教員研修WEB講座を開設し、いつでも誰でも教員研修を受講できる環境を整備した。以下のオープニング動画は、YouTubeにて4586回再生された(3/29時点の数字)。



宇宙教育教員研修WEB講座のYouTubeTOPページ

（2）宇宙教育指導者セミナーのオンライン型のプログラムの実施による受講者の大幅増

宇宙教育指導者セミナーにおいては、オンライン型のプログラムを月に1回のペースで開催することで対面型のプログラムと遜色のないレベルのセミナーを行う手法を確立し、通常は参加したくても地理的制約などの問題などで、参加出来ない地域からの受講希望に応えるなど、全国各地から参加者が集まり、大幅に受講者数を増やす効果があった（2019の受講者数：357人、2020の受講者数：745人）



（3）企業との連携により、宇宙教育の潜在的ニーズに呼応できる協働ネットワークの拡充に寄与

株式会社ノジマと「こうのとり」を題材としたプログラミング教材を共同開発し、同社は、JAXAの協力の下、この教材を用いて、CSR活動を推進したが、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もできた。



プログラミング教室の様子

（4）国際協力活動における、オンラインツールの特徴を活かした、宇宙教育の国際的な活動に参加する機会の創出、提供

2020年度はAPRSAF水ロケット大会の開催を見送ったが、日本国内の応募者向けのオンライン研修を行い、オンラインの特長を活かした研修を実施できた。



水ロケット・オンライン研修の参加者の皆さん(右)

（5）宇宙教育情報誌「宇宙のとびら」に「かいけつゾロリ」の採用、JAXA企画編集・監修の書籍『宇宙のがっこう』の刊行

「宇宙のとびら」に子供たちに人気のキャラクター「かいけつゾロリ」を採用し、読者の新規開拓を行った。また、JAXA企画編集・監修の書籍『宇宙のがっこう』を刊行し、一般の方向けに販売するとともに、JAXAとの協定に基づく地域拠点の小学校・支援学校を対象に、各校１冊謹呈し、地域拠点における宇宙教育の浸透の一助とさせた。





(左)「宇宙のとびら」、(右)「宇宙のがっこう」

補足資料集

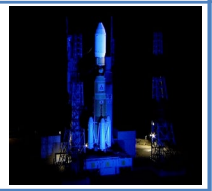
2020年度の主な広報活動

4月
・WEBサイト「STAY HOME WITH JAXA」を公開



5月
・H-IIB F#9／HTV9 打上げ





6月
・地球観測データを用いたCOVID-19に対する解析Webサイト公開



7月
・星出宇宙飛行士の ISS 長期滞在 搭乗機決定

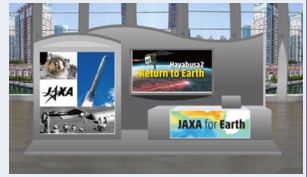


8月
・HTV9 大気圏再突入によりミッション完了



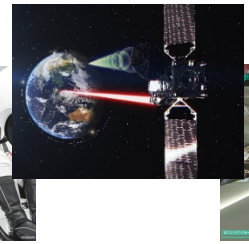
9月
・H3ロケット開発計画見直し（試験機1号機打上げを延期）

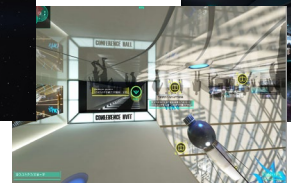
10月
・13年振りの日本人宇宙飛行士募集を発表
・IAC2020 Cyberspace Edition
（初のオンライン出展）

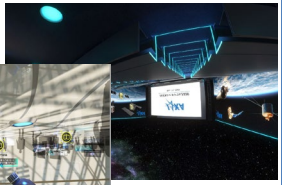


11月
・野口宇宙飛行士搭乗の Crew- 1 打上げ、ISS長期滞在開始
・若田宇宙飛行士、古川宇宙飛行士の ISS 長期滞在決定
・JDRS-1／H-IIA F#43 打上げ
・JAXAシンポジウム（バーチャル会場を設営し初のオンライン開催）









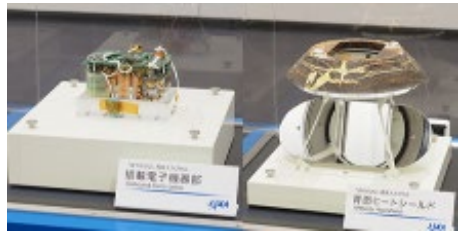
12月
・「はやぶさ２」地球帰還、カプセル回収、サンプル採取の確認





3月
・H3 極低温点検試験（F-0）
・「はやぶさ２」カプセル展示開始





JAXAシンポジウム（従来）

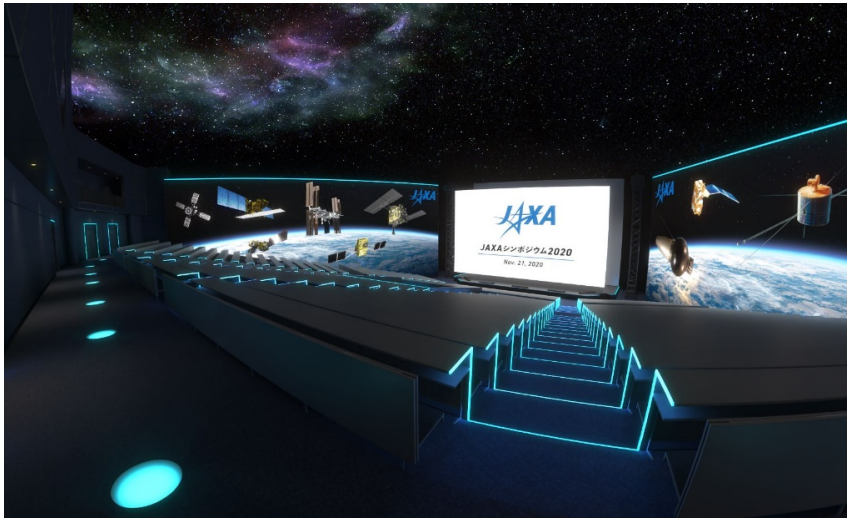




JAXAシンポジウム2020（バーチャル開催）

・再生回数は10日間で14万回を達成　（前年の10倍）
※　2021年3月31日現在、再生回数は57万回





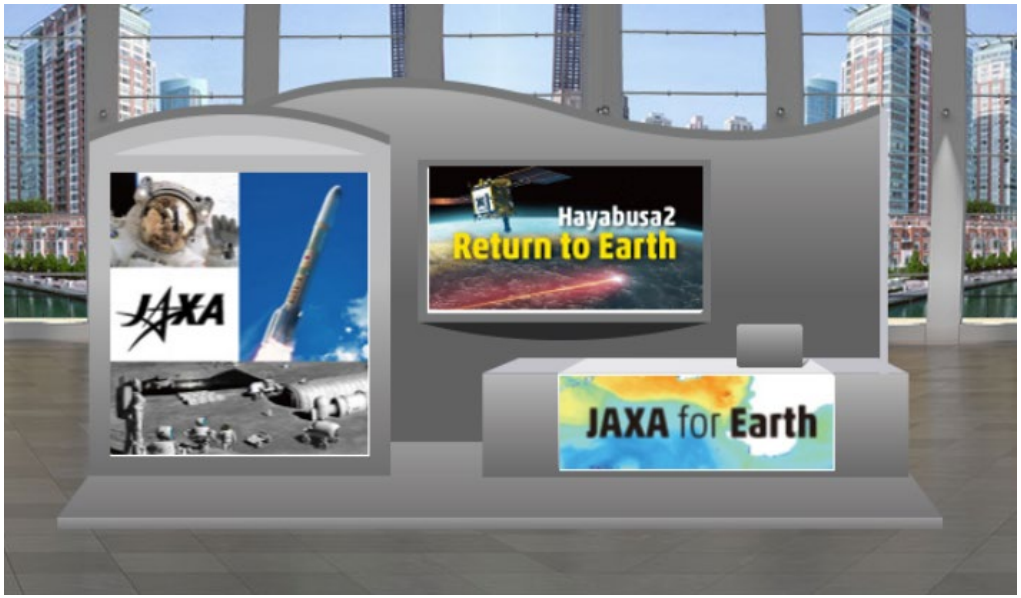
国際宇宙会議（IAC）　（従来）

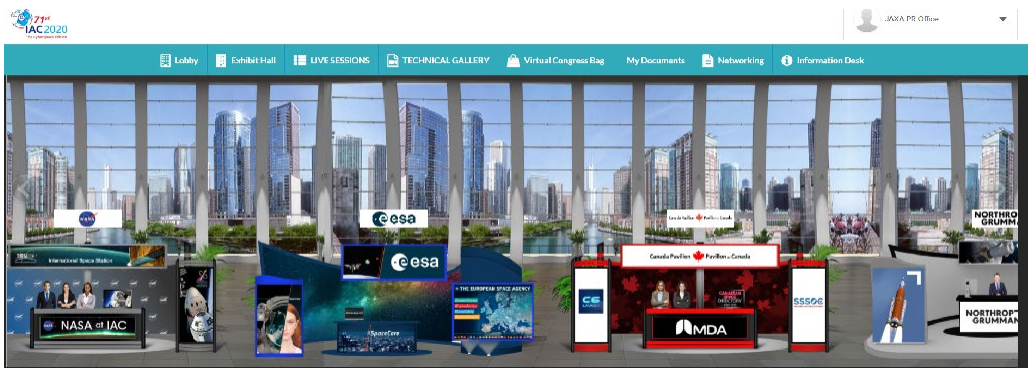




国際宇宙会議（IAC）2020　（バーチャル展示）

- IAC2020は、通常5日間の会期を3日間に短縮し、2020年10月12日～14日にオンラインにて開催。
- 参加者は135か国13,662名と例年の約2倍。





☆公開WEBサイトトップページの全面リニューアル

ニュースで取り上げられるなど旬の話題性がある情報へキーワードから直接移動できるよう「注目キーワード」エリアを新規設置

プレスリリースやトピックスは上部メニューから「新着情報」ページにまとめ、JAXAにおける話題をバナーにて視覚的にユーザーへ訴える工夫



膨大な情報量から特定の情報を探し出しやすいように検索窓を目立つレイアウトに変更

メインビジュアルエリアを拡張し、画像だけでなく映像で視覚的訴求を強化

リアルタイムでのJAXA最新情報を把握できるようJAXAアカウントのTwitter窓を埋め込み

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、リツィートで相互協力（以下代表例）



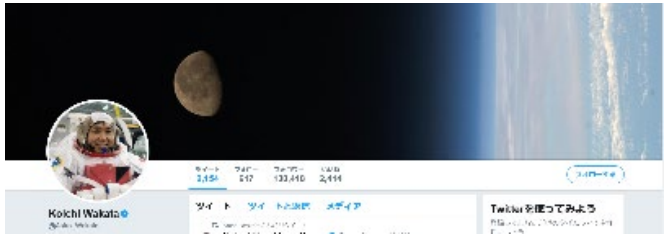
Twitter JAXA公式（2021年1月末時点）	・フォロワー数：37.4万人 ・ツイートインプレッション総数：4,073万回(2020年4月～2021年1月) ・全アカウント数：44















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**

	▼JAXAChannel		▼ライブ配信専用チャンネル
	2019年度	2020年度	（2020年11月より開始）
総再生回数	1,200万回	5,706万回	67万2千回
総再生時間	60万時間	2,377万時間	13万4千時間
新規動画公開本数	102本	147本	7本
アーカイブ中の動画数	約1980本	2092本	10本





機関紙「JAXA’s」

77号でリニューアルして以降、
８２号まで発行

＜多くの著名人にもご出演いただいています＞
・森山未來さん（俳優・ダンサー）
・葛西紀明さん（スキー選手）
・新海　誠さん（アニメーション監督）
・糸井重里さん（コピーライター）　など



図書館１００館など、配布先拡大中

新規の開拓先として、
●図書館
・１００館（全国各地）

●一般向け施設
・蔦屋書店（函館、代官山、名古屋、京都、大阪、広島）
・六本木ヒルズ
・東京都現代美術館
など



▲蔦屋書店（名古屋みなと店）でのJAXA’sフェアの様子

タイアップ広告の獲得（５件）



JAXA事業所展示館運営

来場者数

◎2019年度実績　　：約59万5千人（全事業所、施設公開来場者含む）
◎2020年度実績　　：約10万3千人（2020年度は全事業所施設公開なし）

※　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したため、FY2020は来場者数が大幅減。

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	■	■	■	6/22～						1/8～3/31	■	■
筑波宇宙センター	■	■	6/8～					11/28～12/	12/14～1/8	1/9～3/23	■	3/24～
相模原キャンパス	■	■	■	6/25～						1/9～3/23	■	3/24～
角田宇宙センター	■	■	6/10～									■
能代ロケット実験場	■	■	6/11～									
地球観測センター	■	■	■	7/6～						1/8～3/31	■	■
種子島宇宙センター	■	■	■	■	8/1～							
内之浦宇宙空間観測所	■	■	■	6/19～								
臼田宇宙空間観測所	■	■	■	6/19～				11/24～冬季休館		■	■	■
勝浦宇宙通信所	■	■	■	■	■	■	■	■	12/7～	1/8～3/23	■	■
増田宇宙通信所	■	■	■	■	■	■	■	■	12/7～			
沖縄宇宙通信所	■	■	■	■	■	■	■	■	12/7～			







広報講演：役職員／宇宙飛行士

		講演件数	聴講者数
2019年度実績	役職員	559回	119,244人
	宇宙飛行士	26回	13,198人
2020年度実績	役職員	207回	68,378人
	宇宙飛行士	17回	29,454人

◎オンサイト（対面）





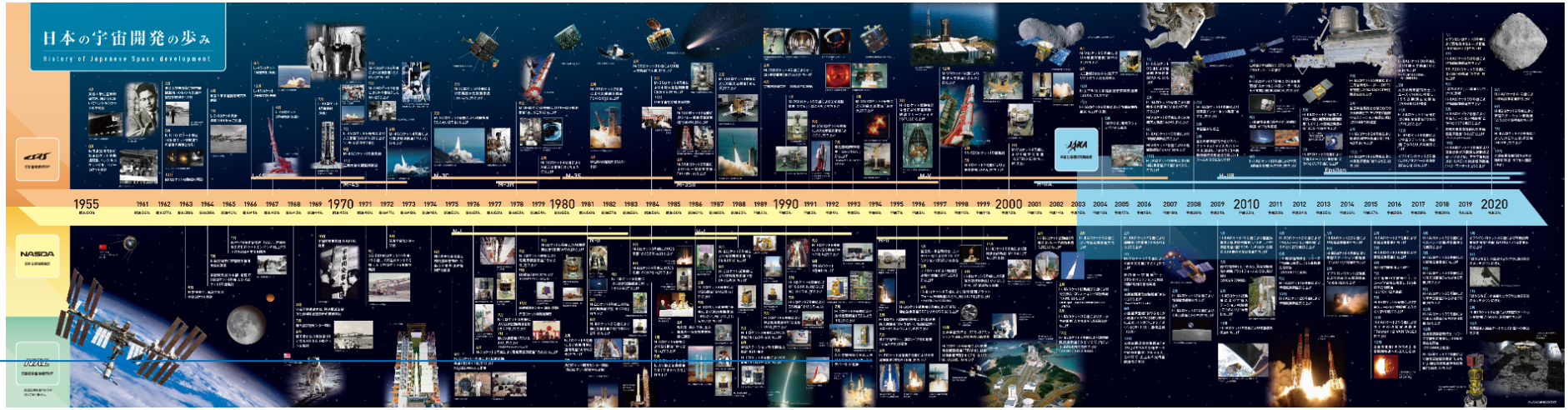
◎リモート




その他の活動

◆日本の宇宙開発歴史年表、歴史紹介動画「軌跡」の制作

・2020年は、日本初の人工衛星「おおすみ」打上げから50周年に当たることを記念して歴史年表と動画を作成



◆「STAY HOME WITH JAXA」サイトの構築・運営

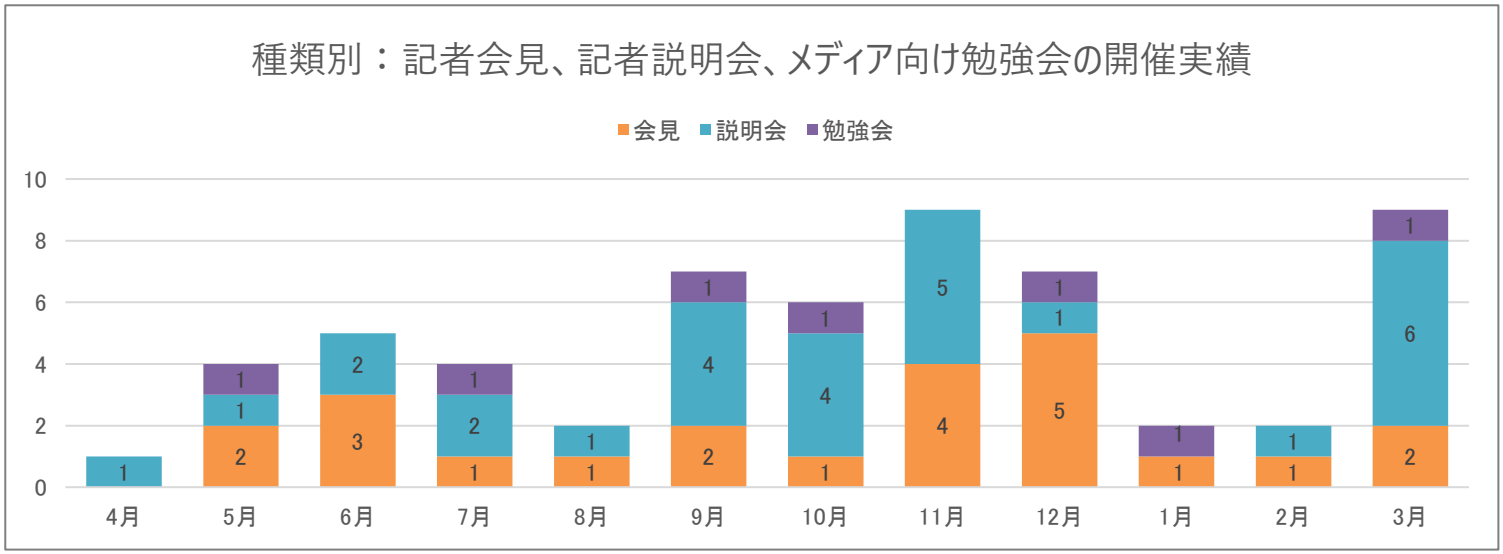
- 緊急事態宣言による外出自粛が続く中、子どもだけでなく幅広い層を対象に宇宙航空分野及びJAXA事業を学びや心のゆとりをもっていただく目的で開設。

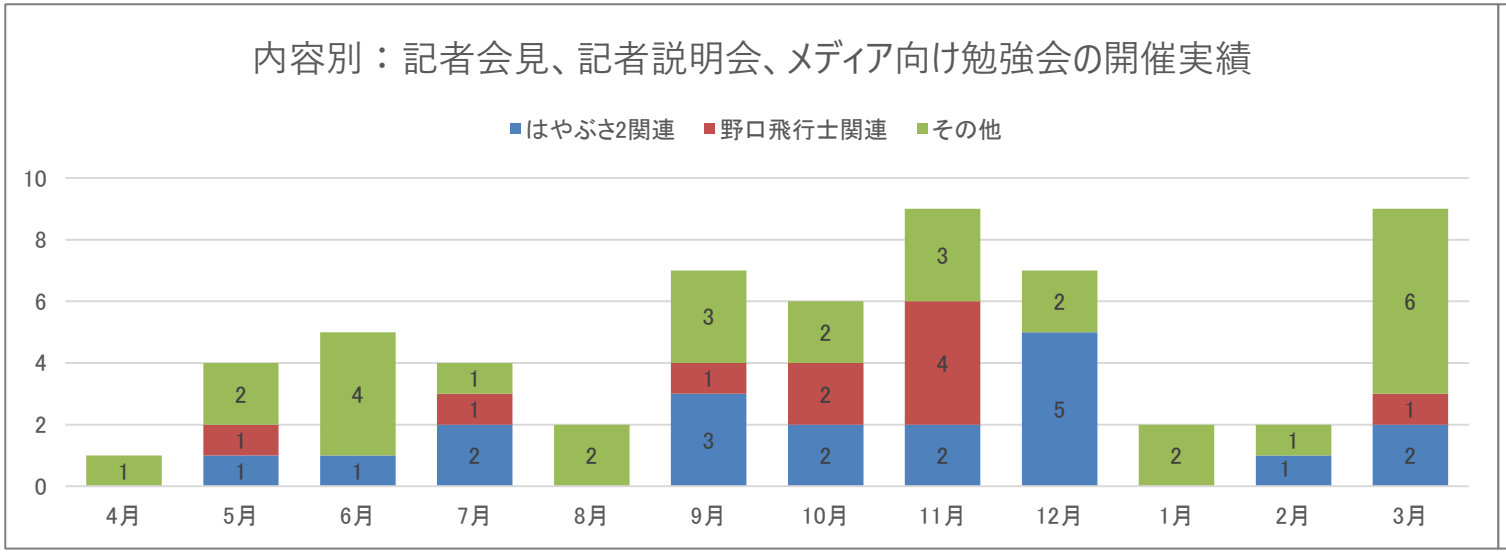


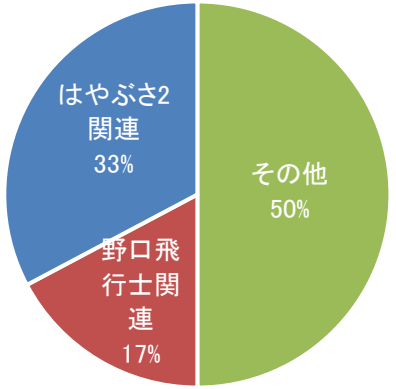
◆H-IIBロケット9号機をブルーライトアップ



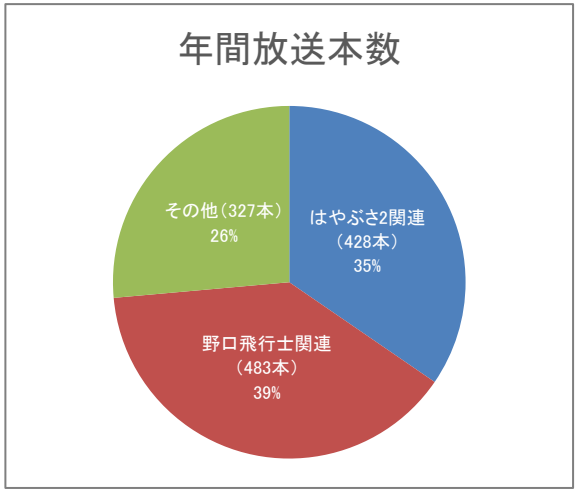
各種実績データ（記者会見、記者説明会、メディア向け勉強会）



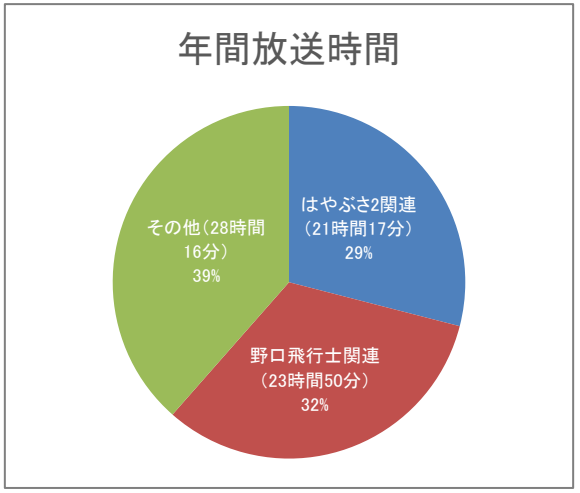




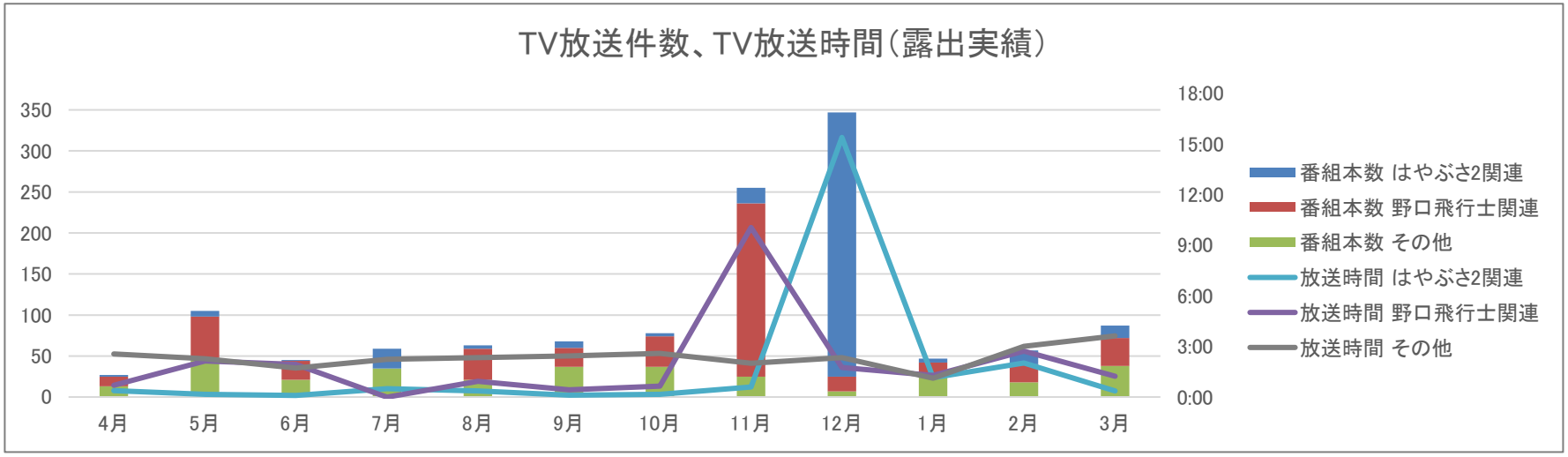
各種実績データ（TV放送件数・時間）



＜年間総数＞　１２３８本

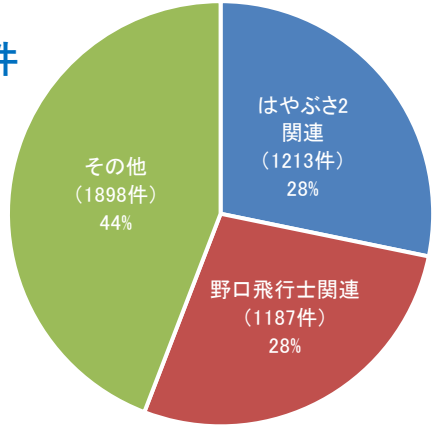


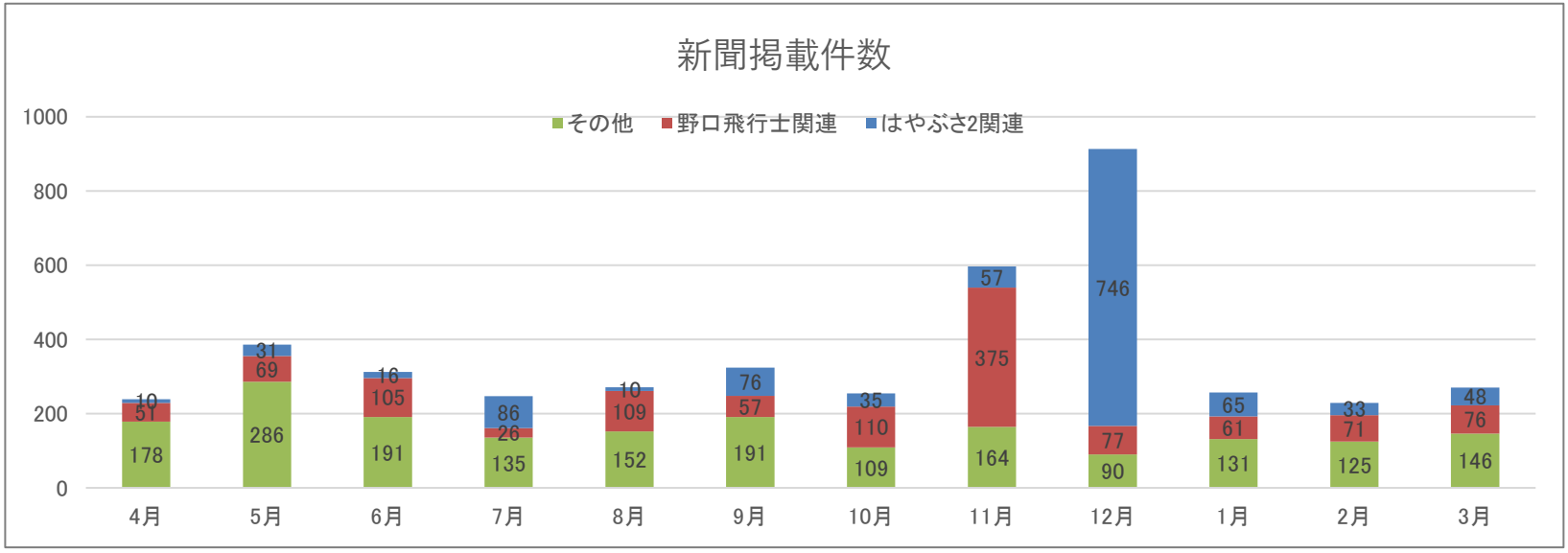
＜年間総時間数＞　７３時間２５分



各種実績データ（新聞掲載件数）

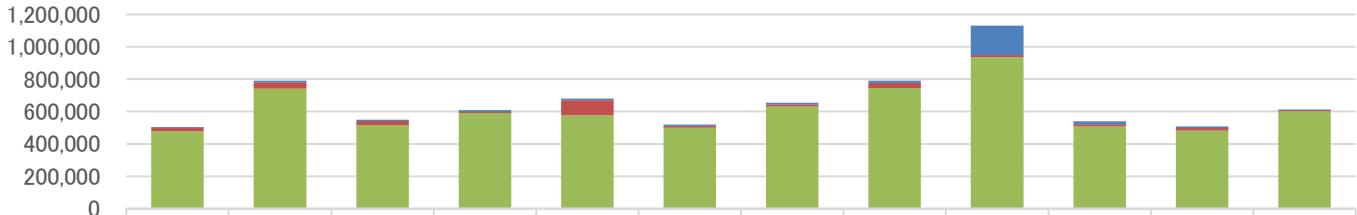
＜年間総数＞　４，２９８件





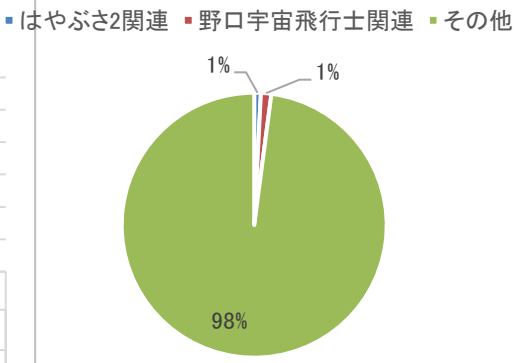
各種実績データ（公開WEBサイト）

WEBアクセス件数（HQサイト）PV数

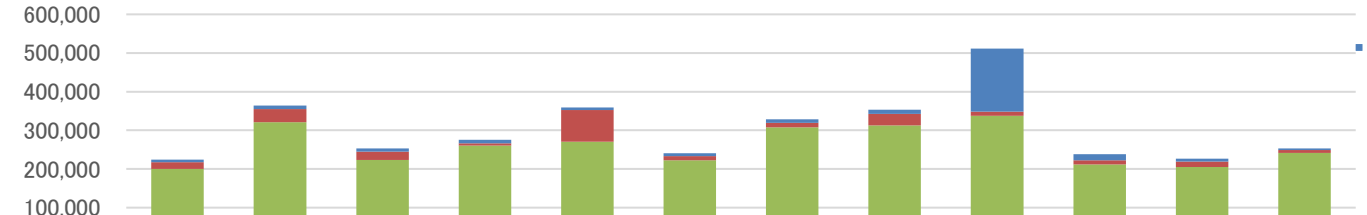


	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	7,036	10,121	8,726	10,216	8,227	8,455	9,823	12,843	183,147	17,922	8,490	4,952
野口宇宙飛行士関連	19,739	39,491	25,117	6,756	93,653	12,320	13,274	32,560	11,902	12,055	15,791	7,806
その他	477,443	740,480	515,618	591,130	577,227	499,331	631,132	744,390	935,945	508,946	483,109	600,307

WEBアクセス：PV数の割合

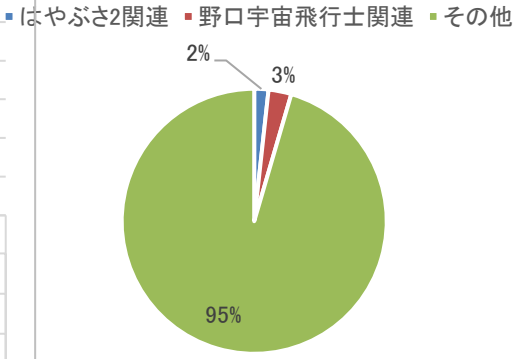


WEBアクセス件数（HQサイト）Visit数



	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	6,310	9,095	7,850	9,112	7,188	7,476	8,841	11,367	162,587	15,116	7,415	4,396
野口宇宙飛行士関連	17,228	34,388	22,050	5,766	81,968	10,913	11,694	29,749	10,668	10,795	14,347	7,065
その他	200,567	320,920	223,139	260,963	270,215	222,819	307,828	312,504	337,958	212,035	204,980	241,888

WEBアクセス：Visit数の割合

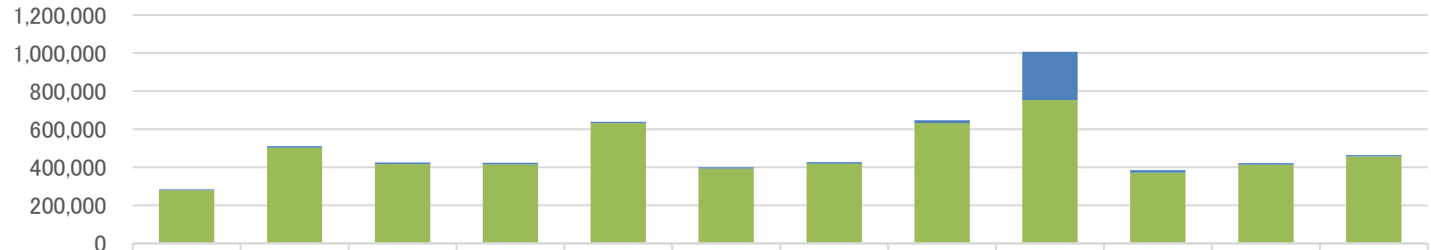


※HQサイトにおけるはや2関連は、事業内容カテゴリにおける「はやぶさ2」ページとカプセル地球帰還～ガス分析、サンプル確認など12月の主要プレスリリースページを対象とした

※HQサイトにおける野口宇宙飛行士関連は、事業内容カテゴリにおける「宇宙飛行士」ページと野口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

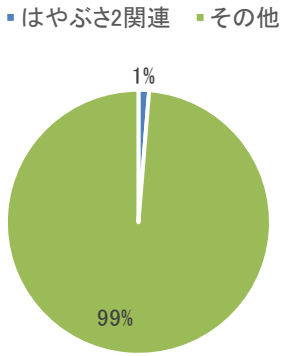
各種実績データ（ファンファンJAXA）

WEBアクセス件数（ファンファンJAXA）PV数

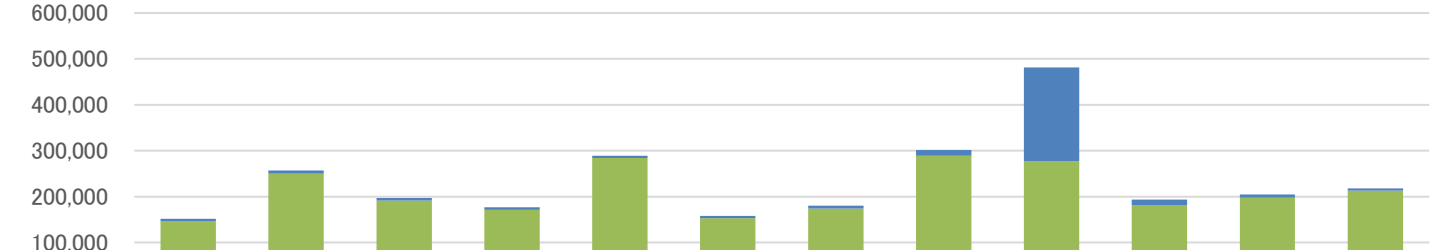


	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	5,592	7,948	7,154	7,074	6,023	6,083	7,372	15,332	253,085	14,674	7,900	6,012
その他	279,515	503,246	418,032	416,346	633,027	393,871	419,495	632,632	753,444	371,470	414,823	457,821

PV数の割合（ファンファンJAXA）

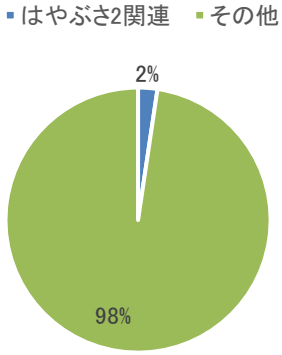


WEBアクセス件数（ファンファンJAXA）Visit数



	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	4,871	6,628	6,003	5,964	4,967	5,105	6,069	12,428	204,270	12,125	6,568	5,126
その他	146,614	250,077	191,193	171,004	284,007	152,929	174,115	289,176	277,096	181,587	197,999	212,878

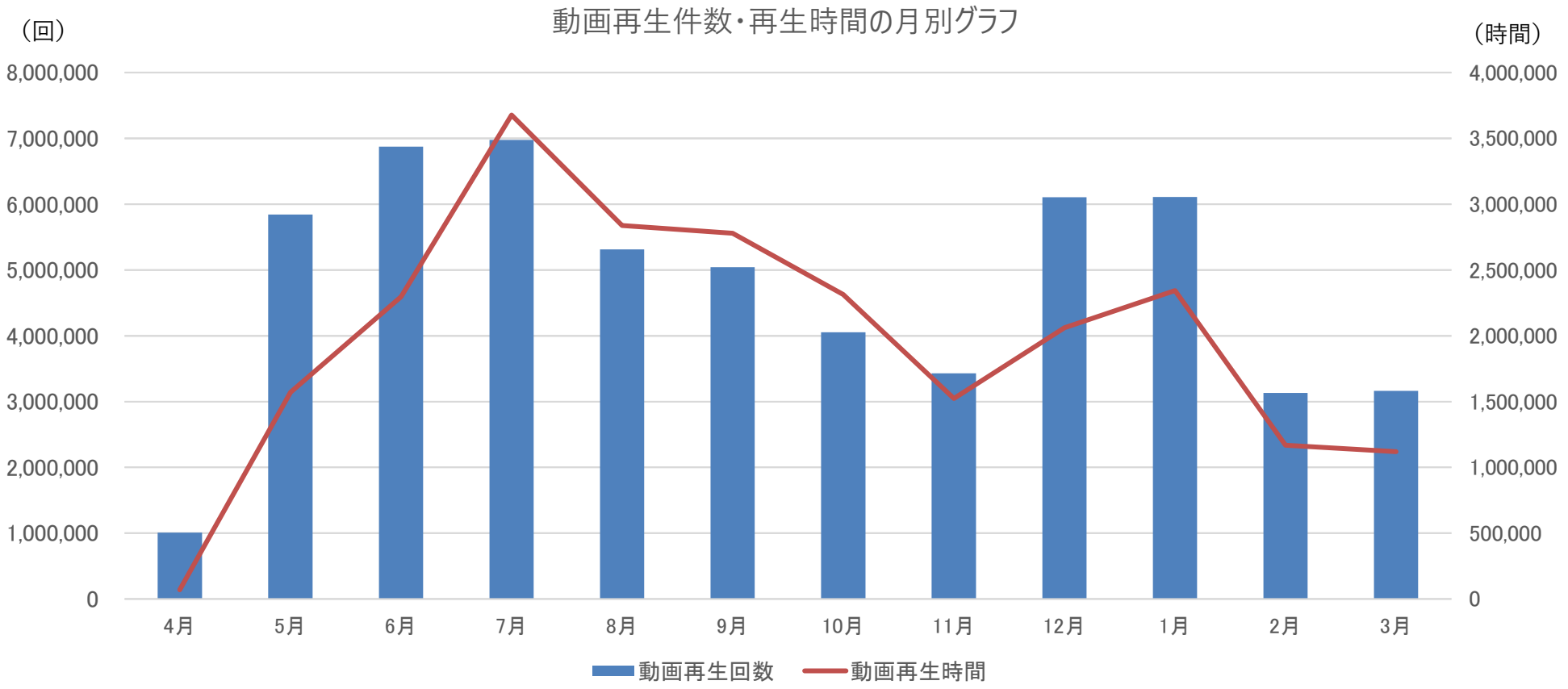
Visit数の割合（ファンファンJAXA）



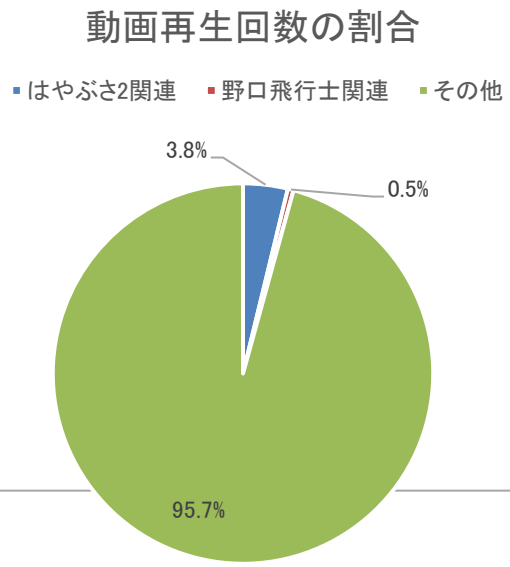
※ファンファンJAXAサイトにおける野口宇宙飛行士関連は有人部門管轄特設サイトへの誘導のみのためファンファンでの実測なし

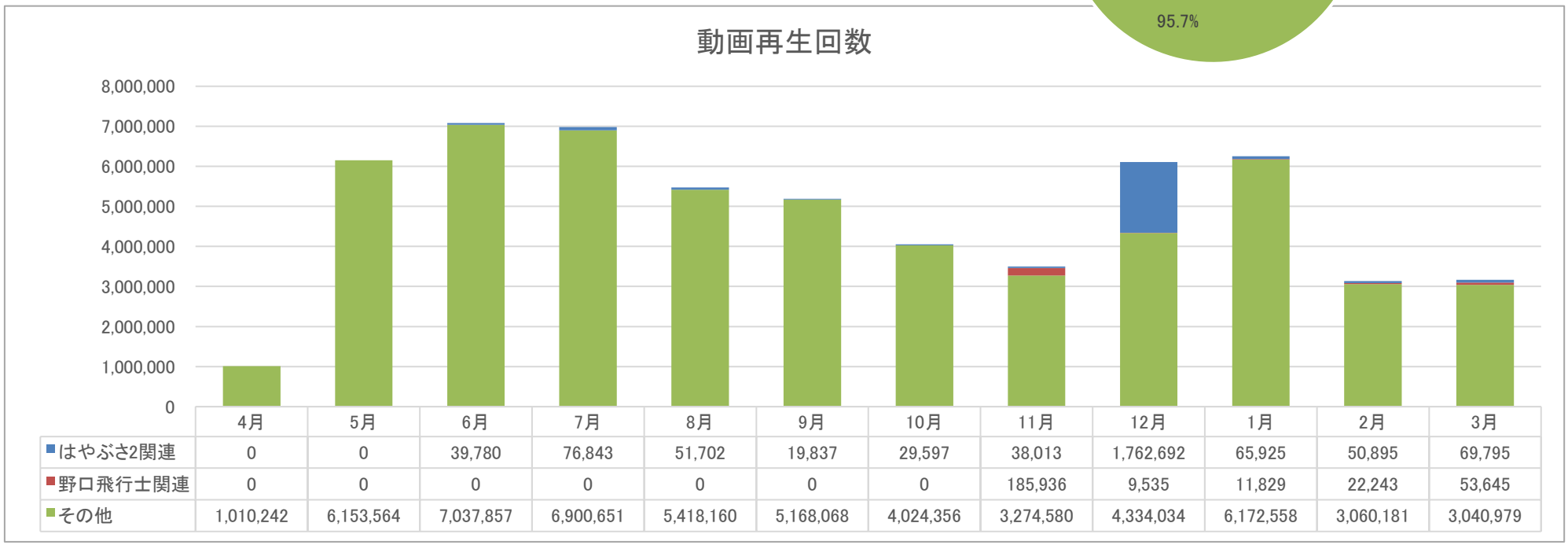
※ファンファンJAXAサイトにおけるはやぶさ2関連は、カウントダウンにおけるはやぶさ2特設ページを対象とした

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）



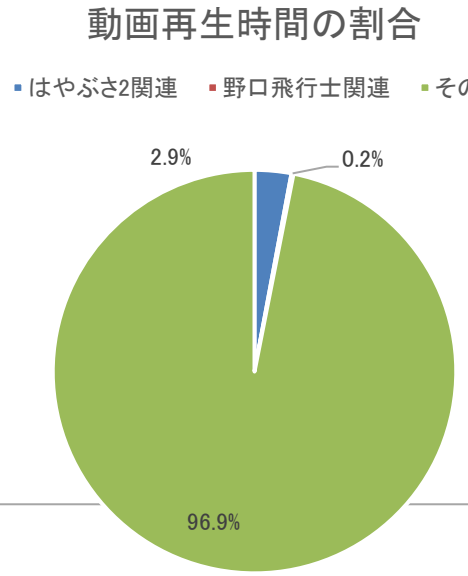
各種実績データ
（FY2020に新規公開した動画の再生回数）

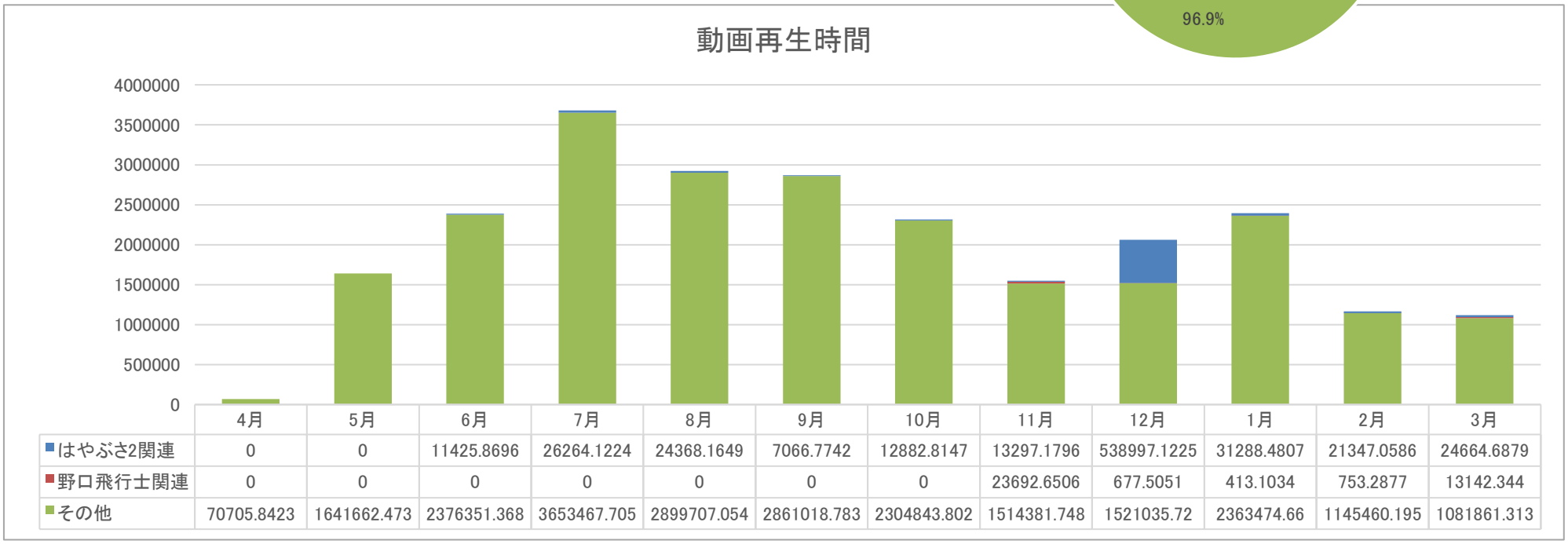




	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	0	0	39,780	76,843	51,702	19,837	29,597	38,013	1,762,692	65,925	50,895	69,795
野口飛行士関連	0	0	0	0	0	0	0	185,936	9,535	11,829	22,243	53,645
その他	1,010,242	6,153,564	7,037,857	6,900,651	5,418,160	5,168,068	4,024,356	3,274,580	4,334,034	6,172,558	3,060,181	3,040,979

各種実績データ（FY2020に新規公開した動画再生時間）

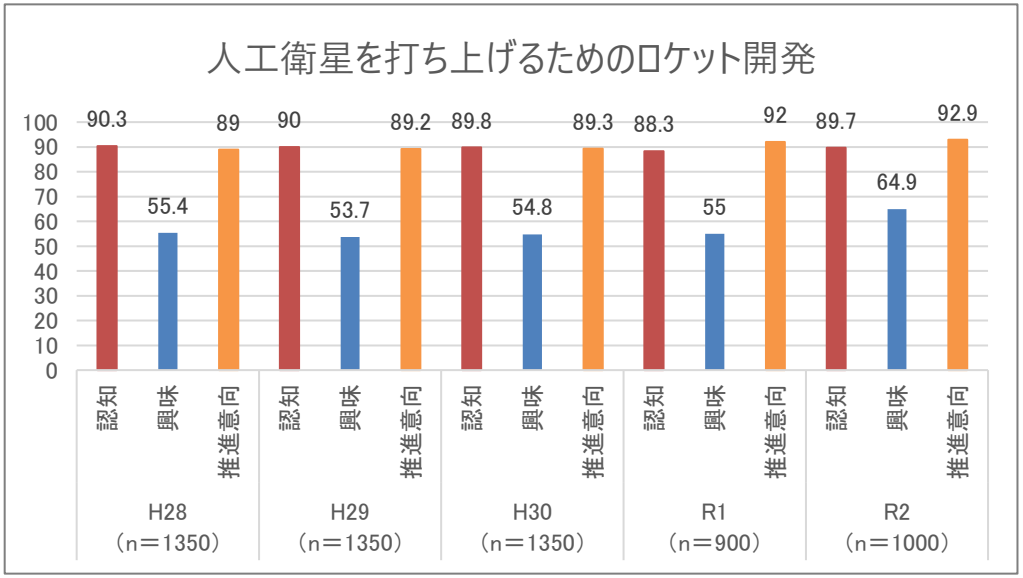


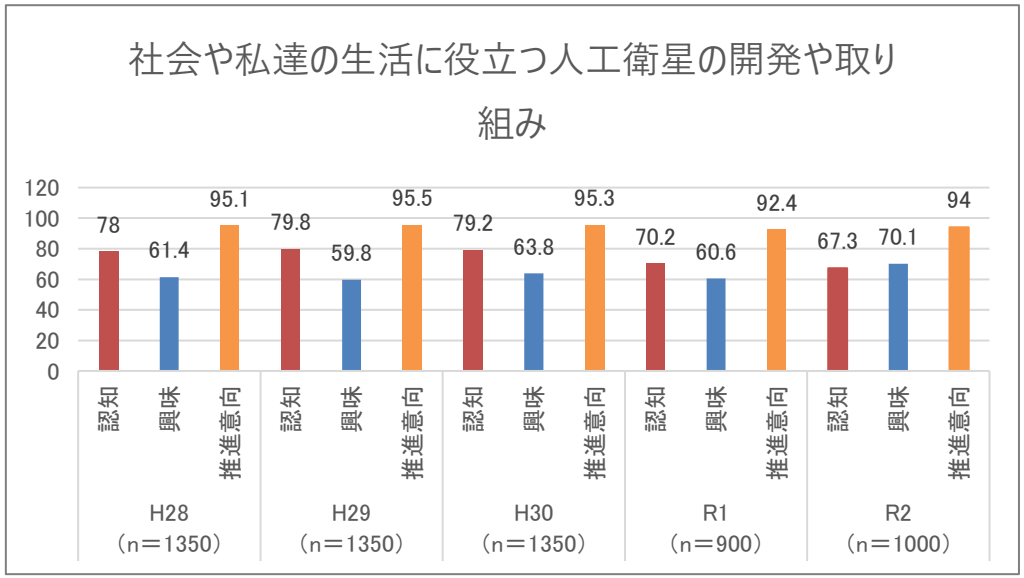


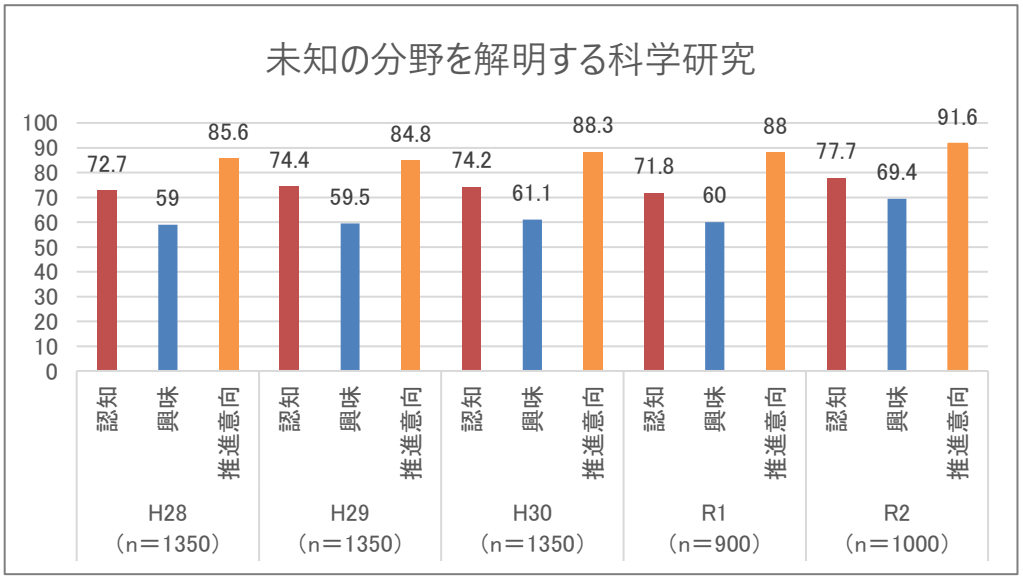
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
はやぶさ2関連	0	0	11425.8696	26264.1224	24368.1649	7066.7742	12882.8147	13297.1796	538997.1225	31288.4807	21347.0586	24664.6879
野口飛行士関連	0	0	0	0	0	0	0	23692.6506	677.5051	413.1034	753.2877	13142.344
その他	70705.8423	1641662.473	2376351.368	3653467.705	2899707.054	2861018.783	2304843.802	1514381.748	1521035.72	2363474.66	1145460.195	1081861.313

各種実績データ（国民の意識調査）

（日本能率協会総合研究所（株）による調査結果）

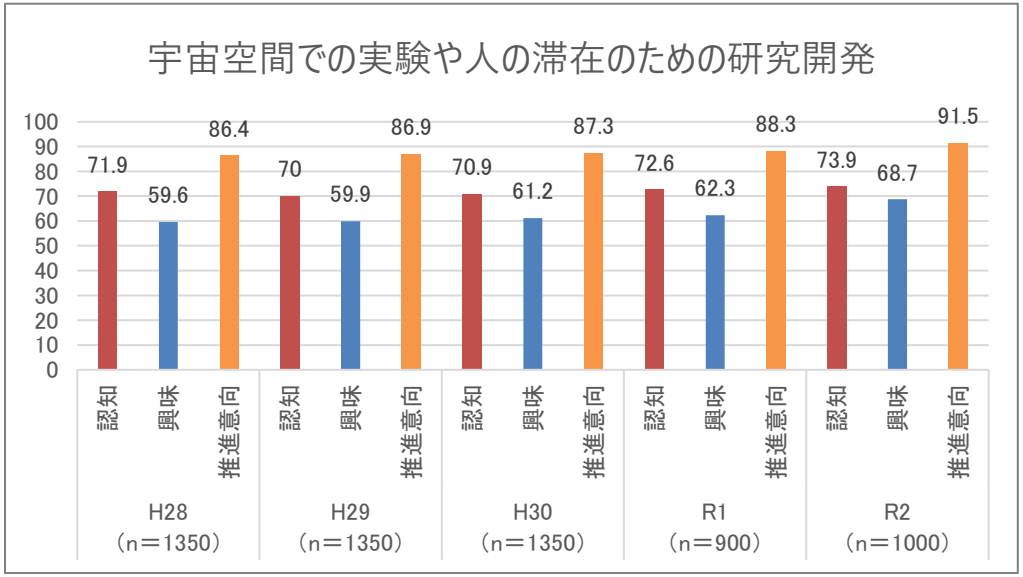


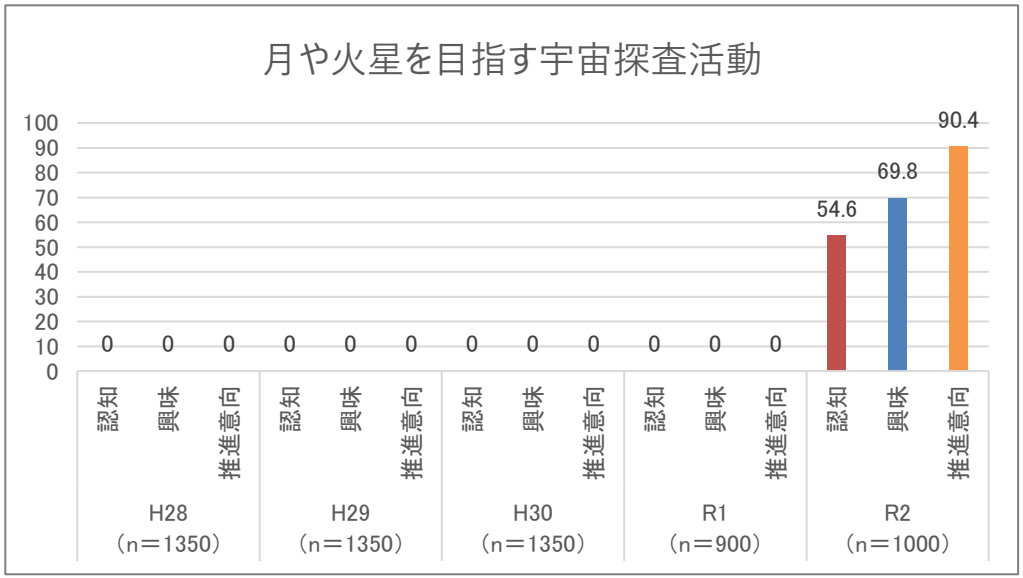


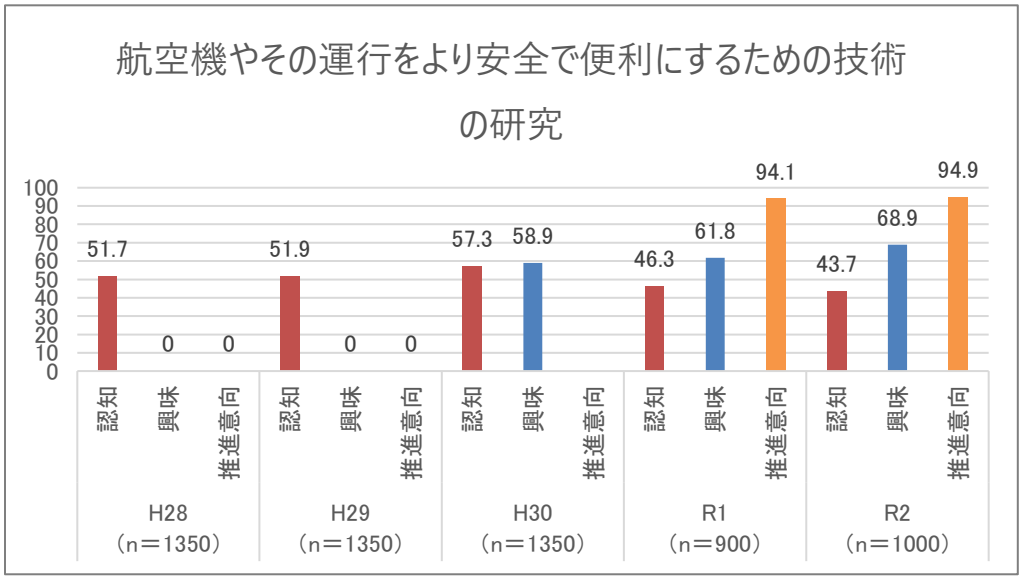


各種実績データ（国民の意識調査：続き）

（日本能率協会総合研究所（株）による調査結果）



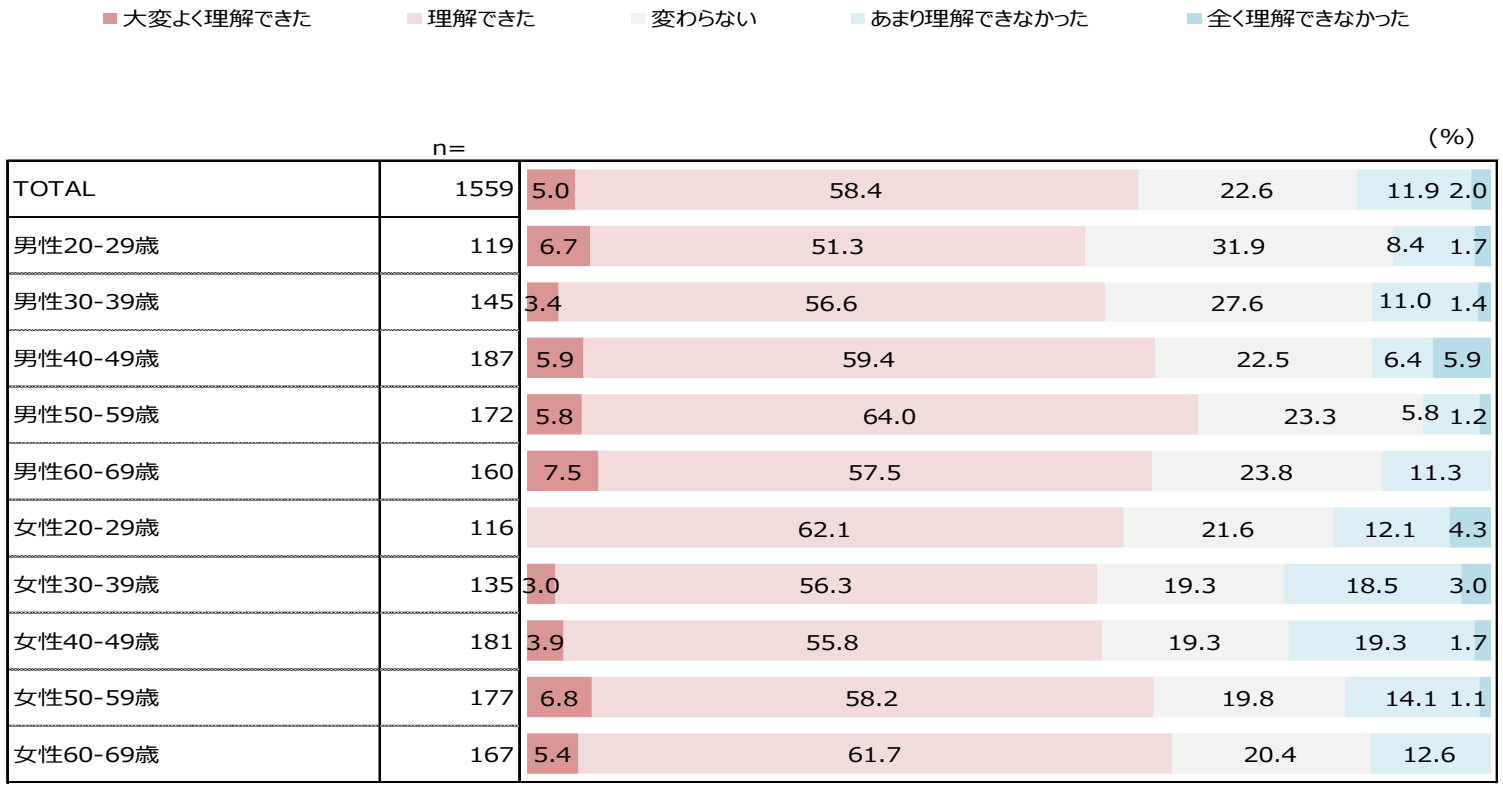




各種実績データ（広報効果測定：広報コンテンツの分かりやすさ）

（（株）インテージリサーチによる調査結果）

JAXAの広報コンテンツ（WEB記事、動画）の理解しやすさ、視聴前、視聴後での事業に対する役立ち感、支持率にどの程度変化が生じるかを測定するWEBアンケート調査を専門の調査会社を通じて試行的に実施。

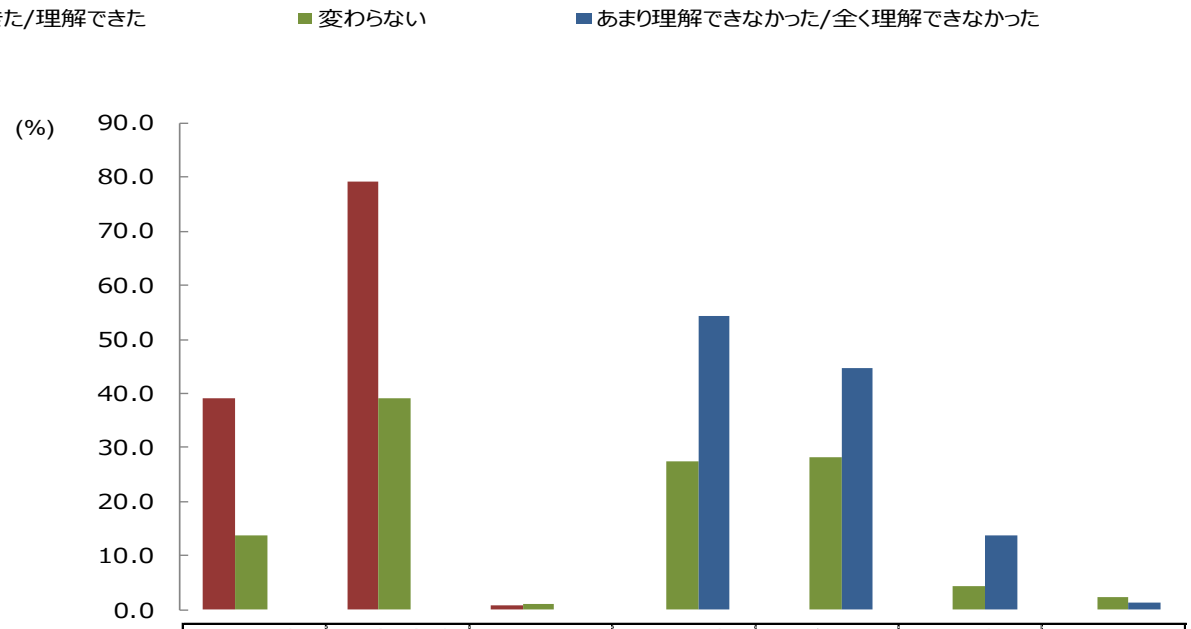


	n=	(%)				
TOTAL	1559	5.0	58.4	22.6	11.9	2.0
男性20-29歳	119	6.7	51.3	31.9	8.4	1.7
男性30-39歳	145	3.4	56.6	27.6	11.0	1.4
男性40-49歳	187	5.9	59.4	22.5	6.4	5.9
男性50-59歳	172	5.8	64.0	23.3	5.8	1.2
男性60-69歳	160	7.5	57.5	23.8	11.3	
女性20-29歳	116		62.1	21.6	12.1	4.3
女性30-39歳	135	3.0	56.3	19.3	18.5	3.0
女性40-49歳	181	3.9	55.8	19.3	19.3	1.7
女性50-59歳	177	6.8	58.2	19.8	14.1	1.1
女性60-69歳	167	5.4	61.7	20.4	12.6	

非表示：1%未満

各種実績データ（広報効果測定：広報コンテンツの理解度の要因）

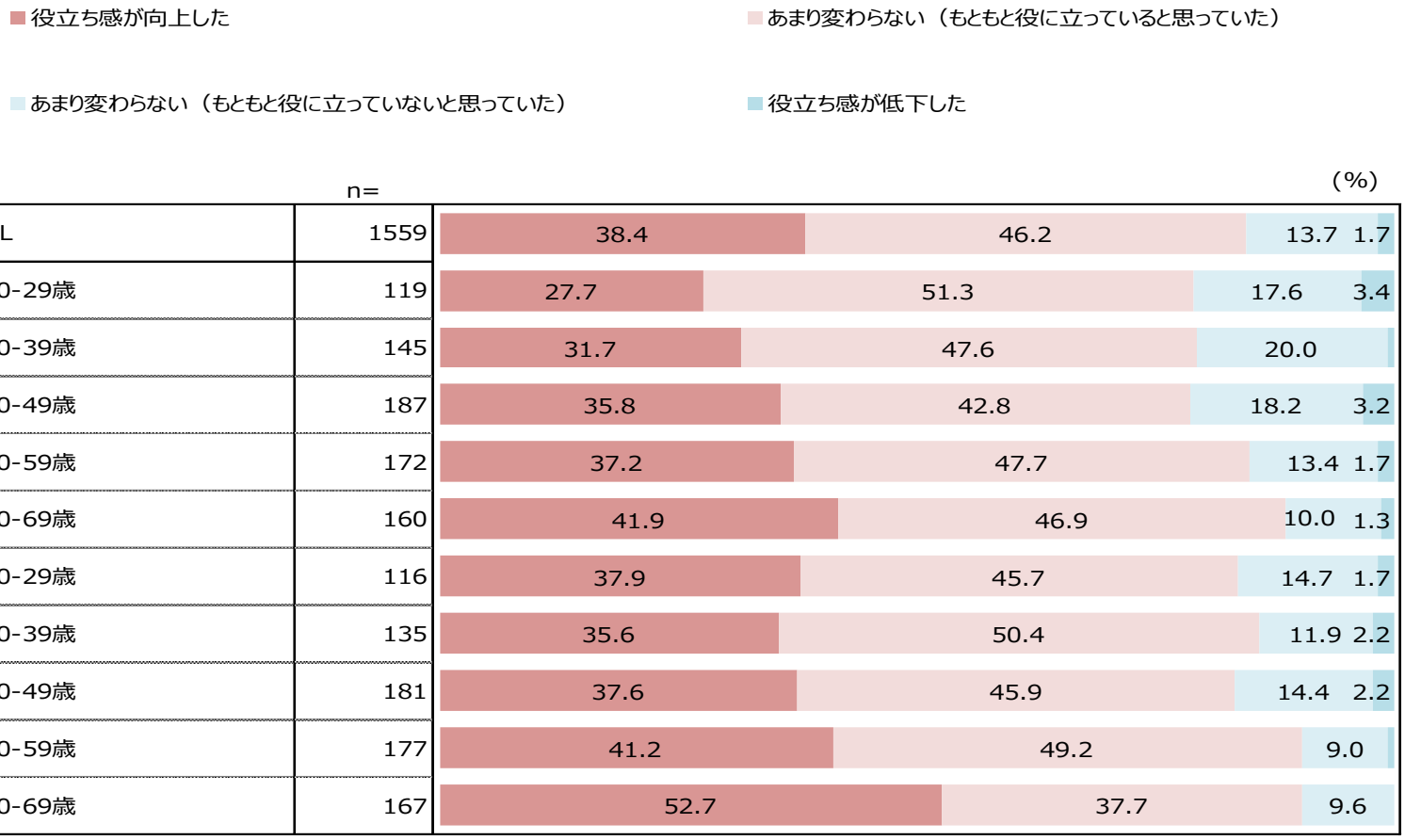
（（株）インテージリサーチによる調査結果）



	n=	内容、用語がわかりやすく、理解しやすい	様々な事業が紹介されており、全体像が理解しやすい	【理解しやすい】その他自由回答：	内容、用語が難しく、理解しにくい	様々な事業が紹介されており（多すぎて）、全体像が理解しにくい	紹介されている事業が少なすぎて、全体像が理解しにくい	【理解しにくい】その他自由回答：
大変よく理解できた/理解できた	989	39.1	79.1	0.8	-	-	-	-
変わらない	353	13.9	39.1	1.1	27.5	28.3	4.5	2.3
あまり理解できなかった/全く理解できなかった	217	-	-	0.0	54.4	44.7	13.8	1.4

各種実績データ（広報効果測定：JAXA事業に対する「役立ち感」の変化）

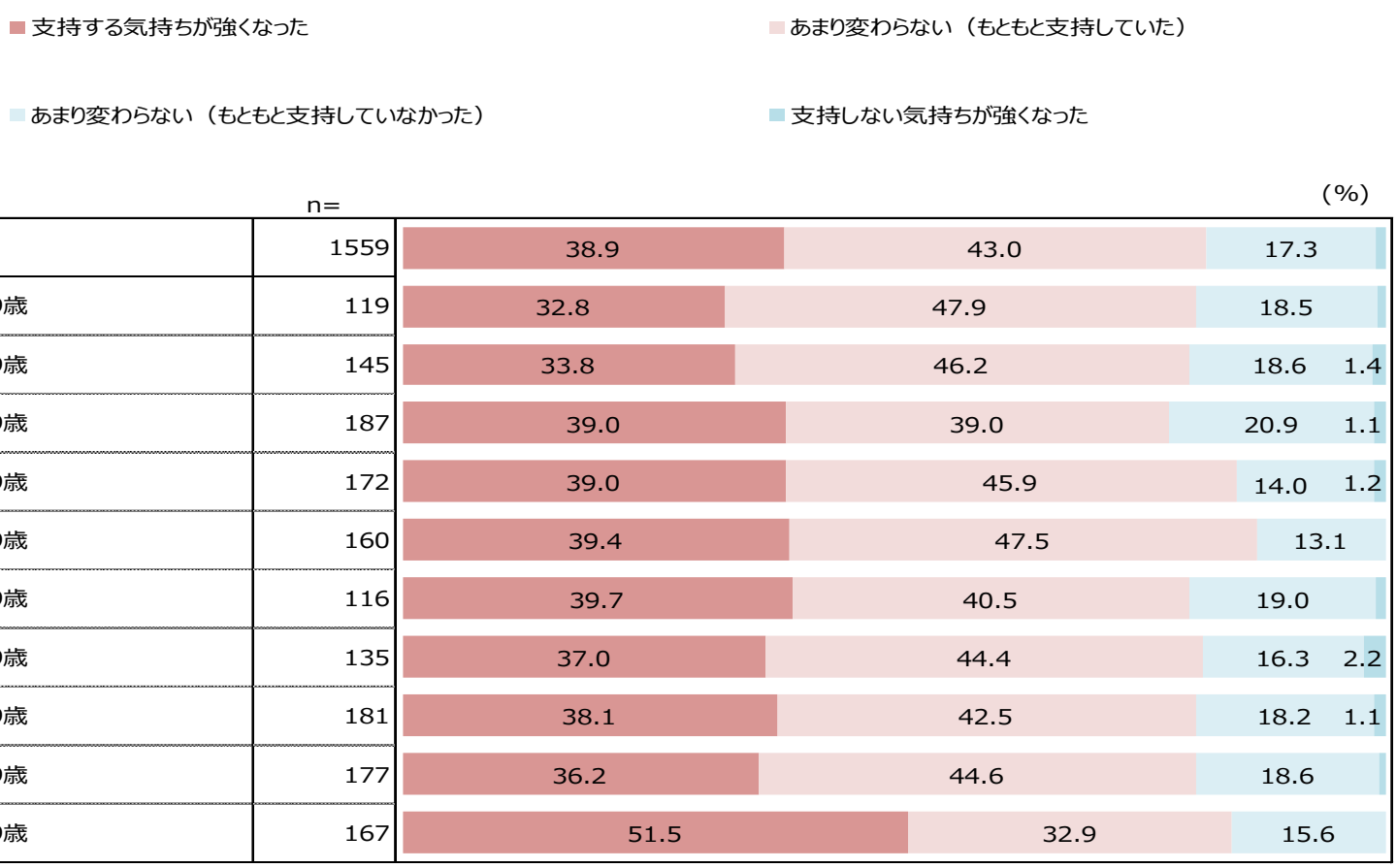
（（株）インテージリサーチによる調査結果）



非表示：1%未満

各種実績データ（広報効果測定：JAXA事業に対する「支持する気持ち」の変化）

（（株）インテージリサーチによる調査結果）



	n=				
TOTAL	1559	38.9	43.0	17.3	
男性20-29歳	119	32.8	47.9	18.5	
男性30-39歳	145	33.8	46.2	18.6	1.4
男性40-49歳	187	39.0	39.0	20.9	1.1
男性50-59歳	172	39.0	45.9	14.0	1.2
男性60-69歳	160	39.4	47.5	13.1	
女性20-29歳	116	39.7	40.5	19.0	
女性30-39歳	135	37.0	44.4	16.3	2.2
女性40-49歳	181	38.1	42.5	18.2	1.1
女性50-59歳	177	36.2	44.6	18.6	
女性60-69歳	167	51.5	32.9	15.6	

非表示：1%未満

評定理由・根拠（補足）

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

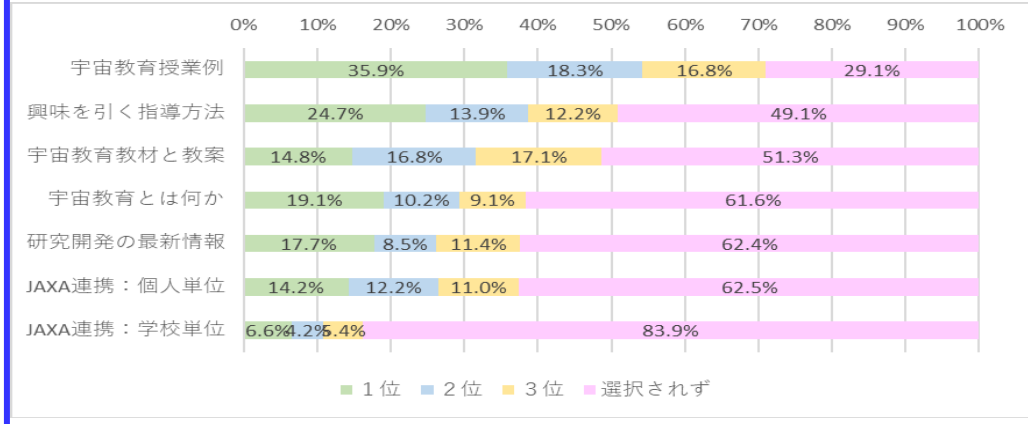
島根大学との共同研究（教師教育研究者との協働）

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６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、宇宙教育がとるべき今後の戦略が示された。

1つ目に、受講者が教員研修に何を期待しているかを分析した。以下のグラフの通り、「宇宙教育授業例」を学びたいニーズが突出して多く、次いで「興味を引く指導方法」「教材・教案」となっている。つまり、宇宙の要素を日常の授業実践に落とし込むために、どのような方法・教材・教案があるのかに注目していることが明らかになった。



2つ目に、宇宙教育の難点を分析した。宇宙教育を実践するにあたり、多くの教員が自身の知識不足・理解不足が難点であると考えていることが明らかになった。

以上2点の分析から、宇宙教育のハードルを下げるために教科・単元まで具体的に落とし込んだ教材・教案の開発を行い、それらを活用した授業実践例を教員研修の中で重点的に紹介していくことが重要であると結論づけた。

他機関との連携

共同研究によるニーズ分析を踏まえ、また、プログラミング教育、総合的な探究の時間など新たな学習領域が生まれており、それらに対する宇宙の視点を使った授業例や教案のニーズも根強い点も考慮して、民間企業と連携し教材開発を行った。具体的には、宇宙の視点から水について考える教材(動画、授業資料、指導案を含む)を開発し、経産省が進めるオンライン図書館「STEAMライブラリー」の一コンテンツとして公開された。







またJAXA内の部署との連携も行い、HTV-Xプロジェクトと連携してプログラミング教材を、JAXA地球観測研究センター(EORC)と連携して地球観測衛星データ教材を開発・公開した。

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、情報発信を推進する。そのことが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、宇宙教育の実践が広がることが期待される。

財務及び人員に関する情報							
項目＼年度	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
予算額 (千円)	1,124,015	1,000,311	1,014,403				
決算額 (千円)	1,100,089	1,027,270	965,232				
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				

(※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。

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
・昨年度の評価委員からの指摘を踏まえ、広報コンテンツ視聴によりJAXA事業に対する役立ち感、支持する気持ちがどの程度変化するかを測定するアンケート調査を試行的に実施した。この結果、もともと役立ち感を感じている層46.2％に加え、JAXAの広報コンテンツに接することにより、役立ち感の変化（38.4％向上）が見られ、また、支持する気持ちがある層43.0％に加え、支持する気持ちの変化（38.9％向上）と顕著な効果があることが分かった。	引き続き、理解増進の効果に係る調査を継続・向上させ、今後の広報活動の推進に役立てていく。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○宇宙航空事業の意義や成果・価値・重要性について出資者である国民に説明し、納税者としての国民の理解増進・支持拡大・次世代の育成に係る成果を、定量的指標として提示できるよう目標設定をすべきである。	【理解増進】 従来から実施していた「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」において宇宙航空分野の研究開発及び主要事業分野に係る認知度、役立ち感、支持率等について調査しているが、FY2020はこれに加え、JAXAの広報コンテンツ（WEB記事、動画）の理解しやすさ、視聴前、視聴後での事業に対する役立ち感、支持率にどの程度変化が生じるかを測定するアンケート調査を試行的に実施し、有意な結果を得た。 【次世代育成】 定量的指標については、全国に宇宙教育がさらに広がり実践されていくことを目指し、アンケート等でデータを取り質の向上を図るための分析を進め、その結果をもとに次の計画を立てるというサイクルを重要視しており、かつ各イベントは、質の向上にかかる分析及びその結果を踏まえた改善の実施状況に加え、担当部署のリソースや連携先との調整を踏まえ柔軟に企画・実施されるものであることから、目標値を設定することは適切ではないと考えている。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○時代の潮流に応じ、映像やSNS、コラボ等を柔軟に活用しながら、ターゲットの細分化と明示化による広報戦略の質的な飛躍を含め、丁寧な広報を推進し、情報発信力をあげていることを実感している。特に、教育コンテンツ含めコロナ禍の中、迅速に情報発信に尽力した事を高く評価したい。最も効果を上げてきた分野の１つであり、継続的にPDCAサイクルを回して、維持向上を図っている点も評価できる。 一方で、研究開発法人としてのJAXA広報の使命は日本の宇宙航空事業全体の認知度を向上し、次世代の人材育成に貢献することであると考えており、そのような本質を引き続き意識して取り組んでいただきたい。	コロナ下で自宅待機を余儀なくされた子供や保護者を主な対象とした様々なWEBコンテンツを集めた「STAY HOME WITH JAXA」を公開したほか、「こうのとり」9号機の打ち上げ前に医療従事者等への感謝を込めてロケットをブルーライトアップするなどの取り組みを行った。 JAXA広報の使命は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であり、次世代の人材育成にも引き続き貢献していきたい。
○令和２年度には「はやぶさ２」の帰還という大きなイベントがあるので、量的に広報効果が上がることは間違いない。この機会を利用してどのような質の高い広報・情報発信を行うのか（どのような質の広報・情報発信が必要なのか）、引き続き検討していただきたい。	「はやぶさ２」については、従来から定期的に記者説明会を開催してミッションの進捗状況、意義・価値等について丁寧な情報発信を継続してきた。また、「はやぶさ２」カプセル帰還の際には、コロナ下のため日本の報道・メディアによる現地取材ができない状況となったため、JAXAから現地に広報スタッフを派遣し、火球の撮影、カプセル回収の様子等について報道・メディアへの情報提供を行った。2021年3月以降、順次回収カプセルの全国巡回を実施している。
○国民の理解に関するよりきめ細かな調査を行い、その結果をJAXA事業に反映していくことが必要である。具体的にはシンポジウム等でのアンケートを多数回行う、SNSを活用したアンケートを実施する、国民の意識調査の内容をより具体的にするなどが考えられる。その際、「JAXAが知られているか」ではなく、「JAXAは納税者である国民にとってどの程度役に立っているのか、投資金額に見合った国民便益となる成果を生んでいるか、JAXAの課題は何か」という視点で質問事項を設定することが重要である。人材育成に関しては、広報的な活動より教育ツール整備や研修プログラム実施等にシフトし、将来の宇宙関連の人材育成につながるような地道な活動を指向してはいかがか。	JAXAシンポジウム、施設特別公開等については以前からアンケートを実施し、参加者の属性、満足度等について調査を実施し、次回のイベントへの反映を行ってきた。また、「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」において宇宙航空分野の研究開発及び主要事業分野に係る認知度、役立ち感、支持率等についての調査を実施しており、評価資料にも掲載してきたところ。FY2020は上記に加え、JAXAの広報コンテンツ（WEB記事、動画）の理解しやすさ、視聴前、視聴後での事業に対する役立ち感、支持率にどの程度変化が生じるかを測定するアンケート調査を試行的に実施し、有意な結果を得た。
○ターゲットとした20代～30代への男女に訴求ができたかどうか、今後調査・評価が必要である。	今後も「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」「広報効果測定」等を通じて、20代～30代への男女への訴求状況について調査していく。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○今後は、従来のような広い層を対象にするのではなく、広報の目的、ターゲット（たとえば、次世代の人材育成、世論形成など）を明確にし、メディアも絞り込んで活動していくことが望ましい。	FY2019に20代～30代の男女をターゲットとして明確化し、各種の理解増進活動を実施しており、今後も継続していく。なお、国民に対する説明責任を果たすため、納税者全体に対する広報活動は今後も必須と認識している。
○JAXAだけでなく、民間レベルでの宇宙開発の需要が見込まれるような人材育成計画が必要である	JAXAの宇宙教育には、社会人を対象に、宇宙を素材とした社会教育活動を実践している方々の活動をサポートする宇宙教育指導者セミナーがあり、このセミナーの要素を応用し、社会人の学び直しの機会提供に活用する手段として、今後、民間企業等との連携の拡大で対応できるか模索していく。
○デジタルトランスフォーメーションが進む中、政府としても社会人の学び直しを進めている。宇宙開発の中では、プロジェクトマネジメントやシステム開発方法論など、社会人にとっても重要なものがあり、これらを若い社会人の学び直しの機会提供に活用いただきたい	JAXAの宇宙教育は、幼児～高校生を対象に、青少年の人材育成に幅広く貢献するためのものと、社会人を対象に、宇宙を素材とした社会教育活動を実践している方々の活動をサポートする宇宙教育指導者セミナーがある。このセミナーの要素を応用し、社会人の学び直しの機会提供に活用する手段として、今後、民間企業等との連携の拡大で対応できるか模索していく。
○人材育成については、学生の人材育成もあるが、デジタルトランスフォーメーションが進む中、政府としても社会人の学び直しを進めている。宇宙開発の中では、プロジェクトマネジメントやシステム開発方法論など、社会人にとっても重要なものがある。こういったものをまだ経験年数の若い社会人の学び直しの機会提供に活用していただきたい。そういった人々も次世代を担っていくことになる。	
○JAXAの存在、事業を国民に知ってもらうことも重要であるが、税金を投入して事業を遂行している以上、その成果についても、もっと具体的に啓蒙すべきである。	従来から、JAXA事業の成果・意義・価値に係る情報発信を心がけており、その結果が「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」における高い役立ち感、支持率に繋がっていると認識している。
○国民の理解増進活動に関し、露出状況や広告費換算により実績を評価することの適切性について、他国の宇宙機関においても同様の評価基準が用いられているか調査が必要ではないか。特に広告費換算については、今後はあまり意味を持たなくなりつつあると思われ、このような評価の仕方はやめることが望ましい。	広告費換算は、当該TV、新聞における露出度合いを広告費に換算したものであり、国民に対するリーチの度合いを測る指標の一つとして使用してきたが、評価資料への出し方によっては誤解を招く可能性もあるため、今後は慎重に取り扱うようにする。
○アフターコロナを考えた新しい広報として、例えば、5Gを使ったVRの展示、体験環境の提供など、スピード感をもって新しい手法とコンテンツを提供することが必要ではないか。翌年度以降、様々な新規の取組が行われることを期待する。	FY2020の新しい取り組みとして、バーチャル会場を設営し、JAXAシンポジウムを完全オンラインで実施した。その際、筑波宇宙センターのバーチャル見学ツアーを整備した。今後も予算が許す範囲の中で新しい取り組みをしていきたい。
○デジタルアーカイブスの利便性の見直しを期待する。	デジタルアーカイブスについては、FY2021に画面デザイン変更や利用ルールの見直しによる利便性の向上を図る予定。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○グローバルで活躍できる人材の育成について更なる取組を進めていただきたい。	「宇宙教育」による人材育成の成果・効果はすぐに目に見える形で現れるものではないため、長い目で見て判断していただくとともに、正しく効果測定し、対外的に説明できるよう調査・研究とデータの蓄積を怠らずに実施していく。
○JAXAの貴重な動画がYoutubeに登録されているのは喜ばしい。講演会などの開催も難しくなっている中で、コンテンツの質や見やすさにさらに磨きをかけていただきたい。生徒や教員をターゲットとした広報活動が長い目でみて次世代の理解を得ることに繋がると思われるため、そのような企画の充実の検討や推進を希望する。	FY2020は、前年度比47％増の147本の新規動画をYouTube JAXA Channelへ公開し、総視聴回数で前年比4.75倍、総視聴時間で前年比39.6倍を達成した。
○ソーシャルメディアの重要性が一段と増す中で、常に有効なコミュニケーション方法を模索することと共に、種々のリスク対策も検討しておくべきである。	SNSは特に若手層への情報発信に有効なツールだと認識しており、SNSの動向と種々のリスクについても注視していく。
○当該項目については、増加傾向が直線的なのか、放物線的なのかでも評価が変わるため、前期だけではなく、過去複数年の時系列で提示するべきである。	広報効果を図る指標として特に重要な、宇宙航空事業に対する役立ち感、支持の割合などについては、過去複数年の時系列で提示することとしたい。
○「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」にまで発展させるためのJAXAへの期待は、宇宙航空研究開発から得られた諸々の成果に基づく専門性の高い確かな情報を教育現場に提供するとともに、学校教育における文部科学省学習指導要領の中に展開していくための取組へ繋げていくことも必要であると考える。加えて、その教育を担う大学の教員養成課程の教育内容の改訂への働きかけも必要であり、宇宙の研究成果の専門性を十分に理解し、教育現場に正しく反映できる教員を養成することを見据えた新しいカリキュラムの検討や教材の開発等に対する考慮も必要である。	「次世代を担う人材育成への貢献」は、将来の日本の技術人材育成に狭めることなく、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ことを目的として推進しているものであり、今後もこの方針を堅持していく。
○広告投資に対するリターンを回収するという点からも、広報自体の量のみならず、広報の効果（例えば、航空宇宙系学科への学生の志望割合など）をより定量的に測れるようにすることを期待する。	従来から実施していた「宇宙航空事業に関する国民の意識調査」において宇宙航空分野の研究開発及び主要事業分野に係る認知度、役立ち感、支持率等について調査しているが、FY2020はこれに加え、JAXAの広報コンテンツ（WEB記事、動画）の理解しやすさ、視聴前、視聴後での事業に対する役立ち感、支持率にどの程度変化が生じるかを測定するアンケート調査を試行的に実施し、有意な結果を得た。
○「はやぶさ２」はオールジャパン体制を謳って国内外の研究者・企業の力を結集した成果であるので、その広報に際しては、JAXAはその代表として自己評価をしていただきたい。	「はやぶさ２」はオールジャパン体制のみならず、国際協力によるミッションであることを記者説明会、WEBサイト等で常に発信しており、協力相手方機関・大学等の研究者等も記者説明会に登壇して頂いている。

Ⅲ．６．３ プロジェクトマネジメント及び安全・信頼性

2020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。 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。	① 業務プロセス・体制の運用・改善 2020年度に計画したプロジェクト活動（HTV9号機及び光データ中継衛星の打上げ、はやぶさ2のカプセル回収や野口宇宙飛行士のCrew Dragonへの搭乗、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（CALLISTO、DESTINY+、Gateway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
		① 業務プロセス・体制の運用・改善（続き） 　さらに、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新しい支援活動として、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、複数のプリプロジェクトチームとチーフエンジニアによるデイスカッション形式で、プリプロジェクト段階の計画文書を効果的・計画的に作成する取組を実施し、国際協力を伴う新たなミッションであるDestiny+及びCALLISTOのスムーズなプロジェクト移行を実現した。（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） （対象プリプロジェクト：月極域探査、Destiny+、CALLISTO、GATEWAY）	これまであまり接点がなかった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り、今後のプロジェクトの着実な推進が期待できる。 ・海外共同プロジェクトにおける検証の考え方等、各プロジェクトにおいて同様の課題や認識を有している点について、他のプロジェクトの考え方や方針を共有し議論することにより、新しい発見や対応の仕方を学び、対応方針等について認識することができた。 ・TRLや審査プロセス等において、参照すべきプロジェクト、先行事例の存在を把握することができた。 ・内容の重複や不足等、各計画書で規定すべき内容の確認・整理を行うことができた。
		② 知見・教訓の蓄積・活用 ○経験事例の取込みと活動への反映 　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。 ○実務に役立つガイドラインの作成 　業務改革を適用した活動から得られた知見に基づき、関係部署と連携して以下を制定した。 ① 調達マネジメント計画書作成ガイドライン ② リスクマネジメント計画書作成ガイドライン ③ SE/PMリーンガイドライン（SE/PMガイドライン類のサマリ。SE/PM技術WGの成果）	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
		③ 研修の実施 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期活動（20名）を2020年11月に完了し、総括を行った。成果として、SE/PMの基礎技術の習得等があった。1月より第2期活動として、新たなメンバーを募集し、活動を実施中。 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全てオンラインで開催し、研修回数、定員数、受講場所等の制約の緩和が可能となり、昨年度よりも研修受講者数は25％増（247名→306名）となった。 また、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91.7％（昨年度83.8％）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（2021年2月末時点）の受講率を35％から向上させて100％を達成し、プロジェクト強化へつなげた。	MBSE入門書やSE/PMガイドラインサマリなど技術資料の作成、WG活動期間中にプロジェクトに配属（職員4名）されるなど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（10件）及びその他の審査会（計511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。 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 (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） ・プロジェクト準備審査：DESTINY+、Gateway ・プロジェクト移行審査： CALLISTO ・計画変更審査：H3、JDRS、EarthCare、HTV-X、ETS-9 (b) 部門審査 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） ② プロジェクトの進捗確認・評価 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。 ③ プロジェクトに対する独立評価 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、18名）が技術審査（511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。 2020年度は、3件の新規ミッション候補（Solar-C、デブリ低減技術の実証、NASA ACCPミッション搭載降水観測レーダ）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。 ＜研究開発の加速例：デブリ低減技術の実証＞ 国際標準規格（ISO）適用による規制が適用され、固体推進薬を用いる宇宙機にとって重要であるスラグ排出の低減を実現するため、解明されていない部分の多い1mm 以上のスラグ排出の発生メカニズムについて、試験データ取得・解析等を実施し、プロジェクト移行前に有効性・成立性の確認を行った。	

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 宇宙活動法への対応 宇宙活動法に定める安全基準との適合性に関するJAXA内審査を実施後、 下記申請を行い遅滞なく許可を受けた。 ・H-IIAロケット及びイプシロンロケット打上げ施設の適合認定の変更 ・イプシロンロケット型式認定の変更 ・HTV9の人工衛星の管理に係る許可、及び変更 また、HTV9運用終了に伴う終了措置届、H-IIBロケット運用終了に伴う打上げ施設認定書の返納を行った。 ② 信頼性向上・不具合低減活動 プロジェクト横断的な技術課題の解決に貢献するために、不具合情報の収集・分析による課題識別や対応策の検討評価・発信や、専門家の知見を集約した不具合対策への提言を実施した。 ・地上試験ケーブル接続時に発生する宇宙機電子部品の静電気破壊の防止対策を策定し、プロジェクトに配布して共有 ・電子機器基板を固定する器具（リテーナ）の保持力の耐環境性と対応策の評価を行い保持力低下メカニズムを解明 ・鉛フリー部品の錫ウィスカ発生実験（きぼう利用実験）:軌道上3年間のウィスカ発生防止策であるコーティング剤の効果を確認 ・平成21年以降に発生した衛星不具合について、発生要因、背景等を分析した重要教訓集、不具合データリストを作成し、プロジェクトに配布して共有	① 宇宙活動法への対応 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
		③ プロジェクト業務改革の推進 信頼性確保の考え方、ルールを浸透・定着させるためのS&MAに関する研修について、コロナ渦の中Web研修によるプロジェクト要員の力量の向上を図った。 ・プロジェクトチーム員の資格要件である初級研修 ・プロジェクトのS&MA担当者を対象とした上級研修 ・受講後3年以上経過したプロジェクト要員に対して最近の動向についてのフォローアップ研修 また、「プロジェクト向けIV&Vポータル」を立ち上げ、プロジェクト早期からのリスク低減活動としてIV&V手法を積極的に活用するためのDX基盤を整備し、プロジェクトのリスク低減を図った。 ④ 技術標準類の充実化 JAXA及び関係企業・大学が協力し、地上での試験データや不具合からの知見を取り込んだ安全・信頼性に係る標準として198件制定し、そのうち90件を公開している。 今年度は技術標準類7件を新規制定、25件を改定した。 ・宇宙システム用のセキュリティ管理及び対策標準制定 ・ロバスト設計に関するハンドブックの制定 ・はんだ付け等の工程標準、ハンドブック、データ集改定 また、小規模・技術実証ミッションのための管理要求テーラーリング案作成や、大学で行われている超小型衛星開発の成功率向上のため、成功事例と失敗事例からの教訓の整理分析を大学宇宙工学コンソーシアム（UNISEC）の協力を得て実施し、「ミッション保証ハンドブック」を制定した。ISO14302EMC要求のリーダーを務め、JAXAのEMC設計標準活動での知見を反映し、改定案を取りまとめた。	③ プロジェクト業務改革の推進 計画に基づき着実に実施。 ④ 技術標準類の充実化 宇宙システム用のセキュリティ管理及び対策標準の制定により、宇宙機のライフサイクルを通じてセキュリティを確保するための要求、プロセス、対策等の活動計画が整理され、確実なセキュリティ確保の仕組みを構築できた。 JAXAで実績のある機器、運用経験、及び試験ハンドブック、教訓をUNISECと共有した。 今後、JAXAと大学の知見を相互に有効活用することで、学生の育成、ひいては大学発ベンチャが多いことを考えると、日本の宇宙開発競争力の強化に期待が持てる。

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
	金属積層造形技術の宇宙分野への適用のためのリスク低減、品質保証活動を具体化したガイドラインを制定、ETS-9等、複数のプロジェクトやメーカで活用を開始。金属積層技術でなければ実現できない、トポロジー最適化による超小型衛星の新たな構造様式の開発と、軽量・高剛性を両立する新たな構造様式であるラティス構造の試作評価を行い、ガイドラインの有用性を確認するとともに、軽量化や熱伝導特性を期待する将来ユーザに対して提示できる試作評価試験結果を得た。 ラティス構造の機械的特性の評価アプローチをJAXA独自に確立することで、AM*製造の最大手であるNTT XAM社のHPで引用され、非宇宙分野で参照されている。（試作評価の成果を他業界からの要請に基づき、外部公表済み） トポロジー最適化については、上記の研究成果を活用した早稲田大学が「ねじゼロ衛星：WASEDA-SAT-ZERO」としてプロジェクト化し、早稲田大学として革新3号機の相乗り公募に提案し採択された。	⑤世代を超えた教訓共有の取り組み 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により、効率的に自らの知識とすることを目的とした「失敗塾」を安全・信頼性推進部で企画し、新事業促進部と連携して立上げた。 ⑥ S&MA手法の革新と新規技術への対応 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。 • 金属積層造形技術の宇宙分野への適用のためのライフサイクルに沿ったリスク低減、品質保証活動を具体化したガイドラインを制定、ETS-9等、複数のプロジェクトやメーカで活用を開始。金属積層技術でなければ実現できない、トポロジー最適化による超小型衛星の新たな構造様式の開発と、軽量・高剛性を両立する新たな構造様式であるラティス構造の試作評価を行い、ガイドラインの有用性を確認するとともに、軽量化や熱伝導特性を期待する将来ユーザに対して提示できる試作評価試験結果を得た。 • 過去の不具合情報の探索や傾向分析を自然言語系AI技術により効率的、網羅的に行うアルゴリズムを構築し類似不具合の検出の試行を実施。 • 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)手法＊について品質工学ツール(JIANT)を用いて構築中で、衛星**の構体内ワイヤレス通信の設計に応用するための通信設計ツールの整備を完了。 ＊：京大生存研，奈良女子大と共同研究、2021年度末まで実施予定。 ＊＊：SDS-1,ETS-9	⑤世代を超えた教訓共有の取り組み 事務系・技術系合わせて合計160名。そのうち、任意参加にもかかわらず若手全体（入社1～7年目）の約半数の120名が参加。 コロナ禍における新たなオンラインコミュニティが自然発生的に作られた。失敗から学ぶ姿勢とチャレンジ精神を生み出し、横の繋がりの強化と知見継承が活性化された。 ⑥S&MA手法の革新と新規技術への対応 金属積層造形技術について、外部で活用された。 • ラティス構造の機械的特性の評価アプローチをJAXA独自に確立することで、AM*製造の最大手であるNTT XAM社のHPで引用され、非宇宙分野で参照されている。（試作評価の成果を他業界からの要請に基づき、外部公表済み） • トロトポロジー最適化については、上記の研究成果を活用した早稲田大学が「ねじゼロ衛星：WASEDA-SAT-ZERO」としてプロジェクト化し、早稲田大学として革新3号機の相乗り公募に提案し採択された。 ＊：Additive Manufacturing

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
		⑦スペースデブリ対応 JAXA標準に最新の国際標準を適時反映し、機構の活動がサステナビリティに配慮した国際ルールに沿って適正に実行されることを対外的に示した。 ・ISO24113「スペースデブリ低減要求」第3版の人工衛星の廃棄成功確率に係る要求等を、JAXA「スペースデブリ発生防止標準」（JMR-003）D改訂版へ反映。 国際的にも課題である新たな軌道上廃棄成功確率要求に対する評価手法について、JAXAのガイドラインを検討する一環として以下のサンプル評価を実施した。 ・GOSATの実運用時の温度条件に基づく廃棄機能信頼度評価 ・GOSAT-2、GCOM-Cの一部機器に欧米で採用が検討されている故障率データベース（FIDES）を適用した場合の信頼度評価 上記の結果、ミッション期間の設定によっては評価手法を大きく変更しなくても新要求に適合できる目処が得られた。 ⑧宇宙交通管理(STM)に関する調整 国際宇宙航行連盟（IAF）主催のSTMに係る技術委員会（TC26）における軌道データの精度向上や再突入に係る検討チームでSTMルールの原案検討に参画し、ガイドライン案の構成を検討中。 内閣府がとりまとめる「軌道上サービスに共通に適用するわが国独自のルール検討」において、安全要求検討チームのリーダとして支援し、検討に参加する民間企業や専門家等の意見をとりまとめルール案を完成した。	⑦スペースデブリ対応 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
		⑨惑星等保護審査活動 日本の民間事業者が商業的に受注した海外の惑星探査機（EMM）打上げに際し、日本のロケット上段に係る惑星保護の第三者認証が不足している懸念があったため、機構の惑星等保護審査部会が委託を受け審査を実施し、国際宇宙空間研究委員会（COSPAR）が定める惑星保護指針（PPP）に適合性を確認し、国際的な批判を浴びないようにした。	⑨惑星等保護審査活動 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。
		⑩地上用部品技術の宇宙適用性評価技術確立 • 従来部品とは異なる内部状態メモリ評価の必要性などを明確にした、AD/DAコンバータの評価用ガイドライン案作成。 • ハードディスクに変わる記憶媒体として注目されているSSDについて、従来のメモリ評価とは異なる評価方法が必要であることを明らかにした。	⑩地上用部品技術の宇宙適用性評価技術確立 計画に基づき着実に実施。
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 ロケット・人工衛星等の安全について、副理事長を長とする「安全審査委員会」(計23回開催)にて、H-IIA41号機、H-IIB9号機及び搭載ペイロードであるHTV9号機、等の安全審査を行い、打上げ・運用・帰還の安全を確保した。 ② 独立評価 担当部門から独立したS&MA総括により信頼性、品質保証の観点からプロジェクトに対する客観的・厳格な評価を行い、延べ43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。 –JDRS不具合での評価・確認、提言 –Space X社クルードラゴン安全確認チームでの評価・確認、提言 –LE-9エンジン不具合に関する評価・確認、提言 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8件実施した。	① 安全審査 ② 独立評価 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
		これまでの上記に示すような信頼性向上・不具合低減等の活動の取組みにより、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170件を大幅に下回った。	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1/2。特に軌道上での不具合については、昨年度より大幅に削減できた「ひとみ」の軌道上異常発生以降、プロジェクト業務改革に関する取り組みを開始した後、開発中の不具合の大幅削減を継続している
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。	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ベンチャー企業との知見共有の場・支援の仕組み 不具合事例や教訓などのJAXAの知見発信やベンチャ企業とのS&MAに関する意見交換促進の場として、「JAXA-ベンチャ座談会」（16社50名以上が参加）を安全・信頼性推進部で企画、新事業促進部と共催することで、幅広いコミュニティにS&MA情報を共有する仕組み作りと実践を進めた。 実際に、ベンチャ企業の要請に基づき、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、不具合対策等の支援を行う仕組みとして、「宇宙機開発経験者・S&MA人材」を新事業促進部と共同で登録し、試行運用した。 ベンチャー企業を念頭に置いた安全・信頼性に関するポータルサイトを整備し、関連する技術標準、ツールなどのアクセス性を大きく向上させた。 ②その他国内外のステークホルダーとの情報交換等 関連学会との連携（信頼性学会、品質工学会、国際宇宙安全推進協会IAASS）、宇宙関連企業や海外宇宙機関に加え新規参入企業や宇宙分野以外の業界を含む外部との多様なコミュニケーションを積極的に実施した。 ・ロバスト設計に関するワークショップ（品質工学会との共催） ・サプライチェーンの安全・信頼性に関するワークショップ ③プロジェクトマネジメント 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。	①ベンチャー企業との知見共有の場 本仕組みをQPS社に適用。JAXAのアドバイスに基づき前号機のトラブルに対する改善策や試験項目追加が実施されるなど、ベンチャ特有のチャレンジも尊重しつつ信頼性向上に大いに貢献。 小型SAR衛星2号機「イザナミ」は、2021年1月に米国ロケットにより軌道投入され、前号機のトラブルを乗り越え、0.7ｍ分解能のSAR画像の取得に成功した。QPS社のプレスリリースではCEO大西氏の言葉として、JAXAの支援に対する感謝が述べられた。 安全・信頼性の知見による宇宙ベンチャへの貢献は、宇宙業界誌から「宇宙への扉を守る門番から共創者へ、JAXA安信部の変化」と報じられ、複数の新規参入企業等から新たな支援要請が届き、活動を拡大しつつある。 今後、JAXAが蓄積してきた安全・信頼性に関する知見を有効に活用され、日本全体の宇宙企業の競争力強化に役立てられることが期待される。

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＞ ○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） ○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 ○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 ＜モニタリング指標＞ ○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 ○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

2020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D-85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、2020年度に計画したプロジェクト活動（HTV9号機及び光データ中継衛星の打上げ、はやぶさ2のカプセル回収や野口宇宙飛行士のCrew Dragonへの搭乗、ISS長期滞在の運用）全てを成功に導いた。

2020年度は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。**特に、SE/PMプロフェッショナルの育成を目的とした若手中心の技術ワーキンググループ活動を１年間実施し、人材育成のみならず有用な文書作成などSE/PM活動への成果を得たこと、金属積層造形技術など新しい技術の宇宙応用における品質・信頼性向上を実現したこと、安全信頼性の確保に係わる知見について外部機関との情報交換を推進し、リスク低減活動の共同実施による新規参入企業（QPS社など）のミッション成功に貢献するなど、顕著な成果を創出した**と評価する。具体的な活動成果は以下のとおりである。

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、初の試みとして設置した**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期活動（20名）を2020年11月に完了し、**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。また、**本活動を通じて、SE/PMガイドラインのサマリとなる「リーンガイドライン」、及びMBSE(Model-based Systems Engineering)入門書を作成することにより、JAXAのSE/PM活動に貢献した。**

また、ミッション定義段階→プロジェクト準備段階やプロジェクト準備段階→プロジェクト実施段階への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・参加促進を行うとともに、CE室主催の研修を全てオンラインで開催することにより、プロジェクトチーム員の資格要件としている研修の受講率について、**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（2021年2月末時点）の受講率を35％から向上させて100％を達成し、プロジェクト強化へつなげた**。＜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の計画文書の新たな立案支援活動として、プリプロジェクト段階の複数の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により、**国際協力ミッションに対して、立上げの加速とプロジェクトへの着実な移行を実現**した。
（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）
（対象プリプロジェクト：月極域探査、Destiny+、CALLISTO、GATEWAY）＜補足1.(2)参照＞

【評定理由・根拠】（続き）

2. 安全・信頼性の確保

（1）**【信頼性向上・不具合低減のための知見の継承・蓄積の推進】**不具合対策にJAXA内の専門家の知見を集約した提言を取りまとめ、確実なプロジェクト推進に貢献した。また従来の取り組みに加え、プロジェクト向け「IV&Vポータル」を新規に立ち上げ、プロジェクト早期からのリスク低減活動として、IV&V※手法を積極的に活用するためのDX基盤を整備し、プロジェクトの開発プロセスの改善に取り組んだ。　さらにJAXA職員が失敗経験を直接伝承し効率的に失敗体験を蓄積して自らの知識とすることを目指した「失敗塾」を今年度から開始した。若手を中心に合計160名が参加し、Webツールを活用しコロナ禍における新たなコミュニティを生み出した。これにより失敗から学ぶ姿勢とチャレンジ精神の醸成を生み出すとともに、横の繋がりの強化と知見継承の活性化を行うことができた。　＜補足2.(1)参照＞

（2）**【S&MA手法の革新と新規技術への対応】**新しい技術の宇宙分野への応用への取り組みとして、**金属積層造形技術に係る品質保証のガイドラインを制定し、トポロジー最適化による超小型衛星の新たな構造様式の開発と、軽量・高剛性を両立する新たな構造様式であるラティス構造の試作評価を行い、ガイドラインの有用性評価**を行い、それらの成果が**大学の超小型衛星の設計や宇宙以外分野でも参照・活用**された。
※Independent Verification and Validation（ソフトウェアの独立検証と妥当性確認）
＜補足2.(2)参照＞

（3）**【宇宙活動のサステナビリティ確保への貢献】**スペースデブリ対策に関する各種技術標準の検討や宇宙交通管理等に関する国内外のルール作りへの貢献、惑星保護審査活動の適切な実施を通じて宇宙活動のサステナビリティ確保に貢献するとともに、国内外のルールの調和を確保した。　＜補足2.(3)参照＞

（4）**【人工衛星の不具合件数の低減】**これまでの信頼性向上・不具合低減活動の取組みにより、人工衛星の開発及び運用での年間不具合総数を低減した。

＜補足2.(4)参照＞

3. 外部機関への支援・貢献　＜補足3.参照＞

【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推進（ベンチャー企業）】宇宙開発の大規模かつ複雑なシステム開発におけるSE/PM及び安全・信頼性の知見を取得し、課題解決の実務に適用したいという外部機関の要望に対応し、JAXAにおける方法論・実際の適用方法を提供し、**外部機関の事業改善に貢献**した。

- 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等のアドバイス**を行う**ベンチャ企業支援の仕組み**を新事業促進部とともに策定し、**QPS社**に支援を実施。前号機のトラブルに対する改善策等が実施されるなど**信頼性向上に大いに貢献**し、本活動を適用した小型SAR衛星2号機「イザナミ」は**0.7m分解能のSARによる画像の取得に成功**。QPS社のプレスリリースでは、**JAXAの支援に対する感謝**が述べられた。
- 安全・信頼性の知見による産業界への貢献は大きな関心を集め、**複数の新規参入企業等から新たな支援要請**が届き、**活動に着手**した。

4．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

① SE/PM技術ワーキンググループ

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初の試みとして、**組織横断的な若手中心のSE/PM技術ワーキンググループを設置。2019年10月から実施していた第1期活動を2020年11月に完了した。**12月より第2期活動として、新たなメンバーを募集し、活動を実施中。

・メンバー（20名）個々人がそれぞれの目的・目標等に応じて計画を設定、SE/PM のスキル・センスを磨く自主的な活動を中心に実施。

・各メンバーの目標・活動内容等で共通する点を踏まえて、6つのサブグループを設定した。（D-87頁参照）

・ミッション要求作成から企業選定（RFP）に至るまでのプロジェクト上流の活動を模擬体験する上流SE/PM実務演習を実施（6名参加）

② SE/PM研修

上流段階のプロジェクト等に対する適時の研修設定を行うとともに、新型コロナ感染症対策の一環として、これまで集合形式で実施していた**CE室主催の各種SE/PM研修を全てオンラインで開催**した。



サブグループ活動風景

得られたアウトプット：上流段階の人材育成の強化

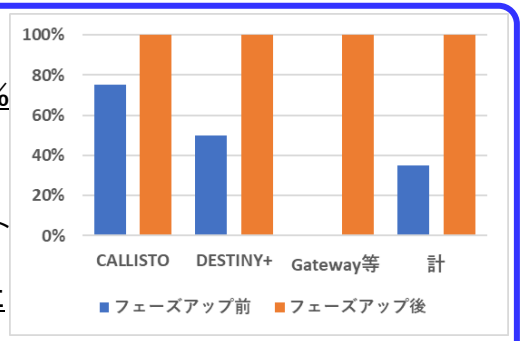
① SE/PM技術ワーキンググループ

・**実務では体系的に触れる機会の少ない SE/PM 技術の基礎をメンバーが学習し習得。**メンバーアンケート結果：**満足度85%**

・実務演習を通じて、プロジェクトの立ち上げからRFPに至るまでの上流段階の活動における SE/PM スキルを獲得できた。

② SE/PM研修

・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について、ミッション定義段階→プロジェクト準備段階、プロジェクト準備段階→プロジェクト実施段階への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・参加促進を行うとともに、CE室主催の研修を全てオンラインで開催することにより、**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（2021年2月末時点）の受講率を35%から向上させて100%を達成。プロジェクト強化へつなげた。**



得られたアウトカム

① SE/PM技術ワーキンググループ

・通常であれば接点の生じにくい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活動を通じて SE/PM ガイドラインのサマリとなる「リーンガイドライン」、及び MBSE（Model-based Systems Engineering）入門書を作成することにより、JAXAのSE/PM活動に貢献した。**

期待されるアウトカム

若手職員の意欲向上と即戦力育成などにより、将来のプロジェクト活動の活性化が期待できる。

←WGメンバー20名中11名がプロジェクト活動に従事（うち4名はWG参加中にプロジェクトに異動）（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

プリプロチームに対するプロジェクト計画立案支援活動について

・プロジェクト準備段階の活動はプロジェクトの成否に大きく影響するため、この段階に作成する計画文書の立案支援は特に重要な意味を持つ。
・その一方で、プロジェクト経験の少ない組織・メンバーには、適時適切な計画文書の作成が困難であり、上流段階の適切なプロジェクト活動における課題となっていた。
・そのため、**新たな支援活動として、プリプロジェクト段階の複数の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、以下のプロジェクト計画立案支援活動を実施**。

各チーム（※1）に計画文書（※2）作成にかかるガイドラインと過去プロジェクトの計画文書例を提示



各チームでプロジェクト計画文書案を作成



各チームの担当者と、チーフエンジニアを交えて討議。
案に至った担当者の考え方やその過程での疑問等を共有



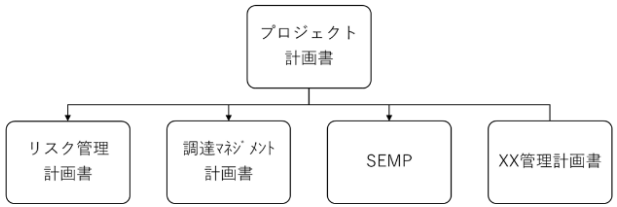
※1 対象プリプロジェクトチーム：月極域探査、Destiny+、CALLISTO、GATEWAY
※2 対象文書：プロジェクト計画書、システムズエンジニアリングマネジメント計画書（SEMP）、調達マネジメント計画書、リスクマネジメント計画書）（D-88頁参照）

得られたアウトプット：計画文書の効果的・計画的な作成の実現

体験型・対話型による計画文書作成により、以下を実現し、プロジェクトの着実な推進に貢献。

・ディスカッション形式で検討を行うことにより、これまで個別に行ってきたプロジェクトに対する支援活動に比べ、計画文書に記載すべき内容や疑問点等をより明確に、着実に整理・反映することが可能となった。
・これまで計画文書の作成が審査会の直前になるのケース等があったのに対し、より適切なタイミングでの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。
⇒**国際協力を伴う新たなミッションであるDestiny+及びCALLISTOのスムーズなプロジェクト移行を実現**

プロジェクト準備段階のマネジメント文書体系



期待されるアウトカム

これまであまり接点がなかった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り、今後のプロジェクトの着実な推進が期待できる。

・海外共同プロジェクトにおける検証の考え方等、**各プロジェクトにおいて同様の課題や認識を有している点について、他のプロジェクトの考え方や方針を共有し議論することにより、新しい発見や対応の仕方を学び、対応方針等について認識**。
・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、TRLや審査プロセス等に反映が可能となった。
・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、改善が可能となった。

評定理由・根拠（補足）

補足2.(1)：信頼性向上・不具合低減のための知見の継承・蓄積の推進

信頼性向上・不具合低減のための知見の継承・蓄積の推進

- 宇宙機の開発・運用で得られた不具合事例やその教訓は、実証機会が限られる宇宙機開発において非常に貴重な知見。
- 過去または並行して開発されている宇宙機の技術的知見を、次の宇宙機または他の開発中の宇宙機に水平展開することにより、信頼性を向上。
- 上記を踏まえ、不具合情報の収集、分析、対策検討、研修等による知見共有、知見の文書化等により、当事者以外への知見の共有を進めている。

得られたアウトプット：不具合防止策の具体化、知見の文書化、共有

a. 信頼性向上・不具合低減活動
- 不具合に対する、S&MA・専門家チームによる原因究明と対策の提言
- 地上試験時の電子部品静電気破壊防止策の策定、プロジェクトへの共有
- 「きぼう」を利用した錫ウィスカ発生防止策の効果の確認
- 不具合に関する重要教訓集の作成、プロジェクトへの配布

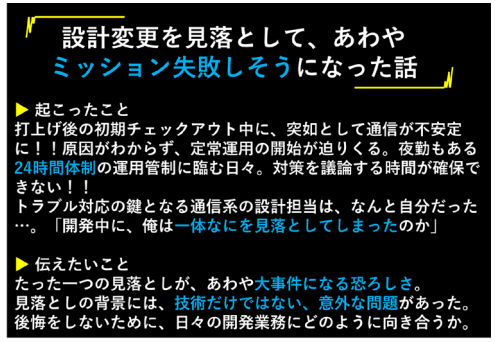
b. プロジェクト業務改革の推進
- コロナ禍の中、Web研修の実施によるプロジェクト要員のS&MA力量向上
- IV&V手法を活用するためのDX基盤を整備し、プロジェクトのリスクを低減

c. 技術標準類の充実化

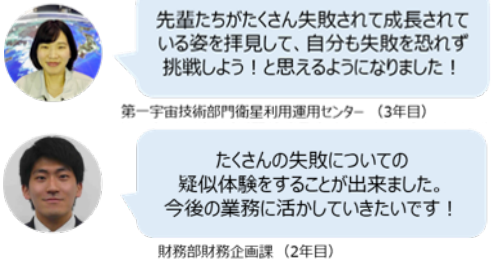
技術標準類7件を新規制定、25件を改定し最新化。
- 宇宙システム用のセキュリティ管理及び対策標準の制定
- ロバスト設計に関するハンドブックの制定
- はんだ付け等の工程標準、ハンドブック、データ集の改定
- 大学向けの「ミッション保証ハンドブック」をUNISECの協力で制定

d. 世代を超えた教訓共有の取り組み「**失敗塾**」

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により、効率的に自らの知識とすることを目的とした「失敗塾」を安全・信頼性推進部で企画、新事業促進部と連携して立上げ



解決済みトラブルを一人称で語る失敗講演



若手職員による学びの声（一部抜粋）

他機関との連携

- UNISECとの連携による大学超小型衛星の成功／失敗事例からの教訓 の整理分析

期待されるアウトカム

- JAXAと大学の知見を相互に有効活用することで、学生育成ひいては日本全体の競争力強化に貢献

得られたアウトカム：失敗から学ぶ姿勢とチャレンジ精神の醸成

- 事務系・技術系合わせて**合計160名**。そのうち、**任意参加にもかかわらず若手全体（入社1～7年目）の約半数の120名**が参加。
- **コロナ禍における新たなオンラインコミュニティ**。**失敗から学ぶ姿勢とチャレンジ精神**を生み出し、**横の繋がりの強化と知見継承を活性化。**



スタジオ配信とオンライン受講の併用

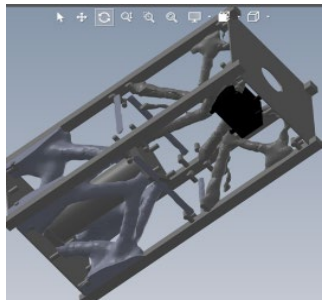
補足2.(2)：S&MA手法の革新と新規技術への対応

S&MA手法の革新と新規技術への対応

- 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手法の革新のためにロードマップを作成し、個別の課題に対する取り組みを推進中。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すすめている。

得られたアウトプット：ロードマップの作成、金属積層造形技術の確立、AI技術・品質工学の応用

- 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。
- **金属積層造形技術の宇宙分野への適用のための**リスク低減、品質保証活動を具体化した**ガイドラインを制定**、**ETS-9等、複数のプロジェクトやメーカで活用**を開始。金属積層技術でなければ実現できない、トポロジー最適化による超小型衛星の新たな構造様式の開発と、軽量・高剛性を両立する新たな構造様式であるラティス構造の試作評価を行い、**ガイドラインの有用性を確認**するとともに、軽量化や熱伝導特性を期待する将来ユーザに対して提示できる試作評価試験結果を得た。
- 不具合情報の探索や傾向分析を自然言語系AI技術により効率的、網羅的に行うアルゴリズムを構築し、類似不具合の検出を試行
- 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)手法について品質工学ツール(JIANT)を用いて構築中で、衛星の構体内ワイヤレス通信の設計に応用するための通信設計ツールの整備を完了。



トポロジー最適化構造例

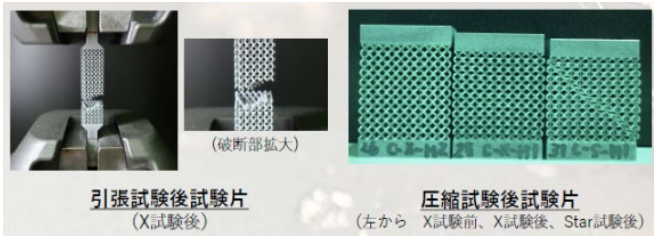


試作に用いたラティス構造3種（NTT XAM HPより）

得られたアウトカム：金属積層造形技術の外部での活用

- **トポロジー最適化**については、上記の研究成果を活用した**早稲田大学が「ねじゼロ衛星：WASEDA-SAT-ZERO」としてプロジェクト化し、革新3号機の相乗り公募に提案し採択**された。
- JAXA独自に確立した**ラティス構造の機械的特性の評価アプローチ**が、**AM*製造の最大手であるNTT XAM社のHPで引用され、非宇宙分野で参照**されている。（試作評価の成果を他業界からの要請に基づき、外部公表済み）

*:Additive Manufacturing；積層製造



非宇宙分野での成果活用された試験結果

補足2.(3)：宇宙活動のサステナビリティ確保への貢献

宇宙活動のサステナビリティ確保への貢献

- 全世界的に宇宙活動の拡大、活動主体を含む多様化が進む中、宇宙活動のサステナビリティ確保のためにスペースデブリ対策や宇宙交通管理（STM）等のルール化に向けた取り組みの重要性が国際的に高まっている。
- 上記を踏まえて、自ら率先して技術標準の制定維持や、審査活動を推進し宇宙活動のサステナビリティ確保に取り組み、また国内外のルール策定に積極的に参加し国内の宇宙活動と調和した国際ルール作りを進めている。

得られたアウトプット：国際的なルールの順守とルール作りへの貢献

a. スペースデブリ対策
- ISO24113「スペースデブリ低減要求」第3版をJAXA「スペースデブリ発生防止標準」D改訂版へ反映し、機構の活動がサステナビリティに配慮した国際ルールに沿って実行されることを対外に提示
- 新たな軌道上廃棄成功確率要求に対応するため、実運用時の温度条件や新たな部品故障率データベースを適用した信頼度評価手法を評価。ミッション期間の設定によっては評価手法を大きく変更しなくても新要求に適合できる目処を得た

b. 宇宙交通管理(STM)等に関する調整
- 国際宇宙航行連盟（IAF）主催のSTMルールの原案検討に参画、ガイドライン案を検討中
- 内閣府の「軌道上サービスに共通に適用するわが国独自のルール検討」に安全要求検討チームのリーダとして支援し、ルール案を完成。

c. 惑星等保護への対応
- 日本の民間事業者による海外の惑星探査機打上げに際し、ロケット上段に係る惑星保護の第三者認証として、機構の惑星等保護審査部会が委託を受けて国際宇宙空間研究委員会が定める惑星保護指針への適合性を確認。



ランデブ → 接近・捕獲 → 補給・修理等
軌道上サービスの一連の運用



H-IIA 42号機/
UAE火星探査機「HOPE」

他機関との連携

- IAF主催のSTMに係る技術委員会
- 内閣府「軌道上サービスに共通に適用するわが国独自のルール検討」

期待されるアウトカム

- 国際的なガイドラインと国内ルールの整合が図れるだけでなく、積極的に関与することで、日本のプレゼンスの向上が図れる。

得られたアウトカム：国際的なプレゼンスの向上

c. 惑星等保護への対応
- 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惑星保護指針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

補足2.(4)：人工衛星の不具合件数の低減

人工衛星の不具合件数の低減

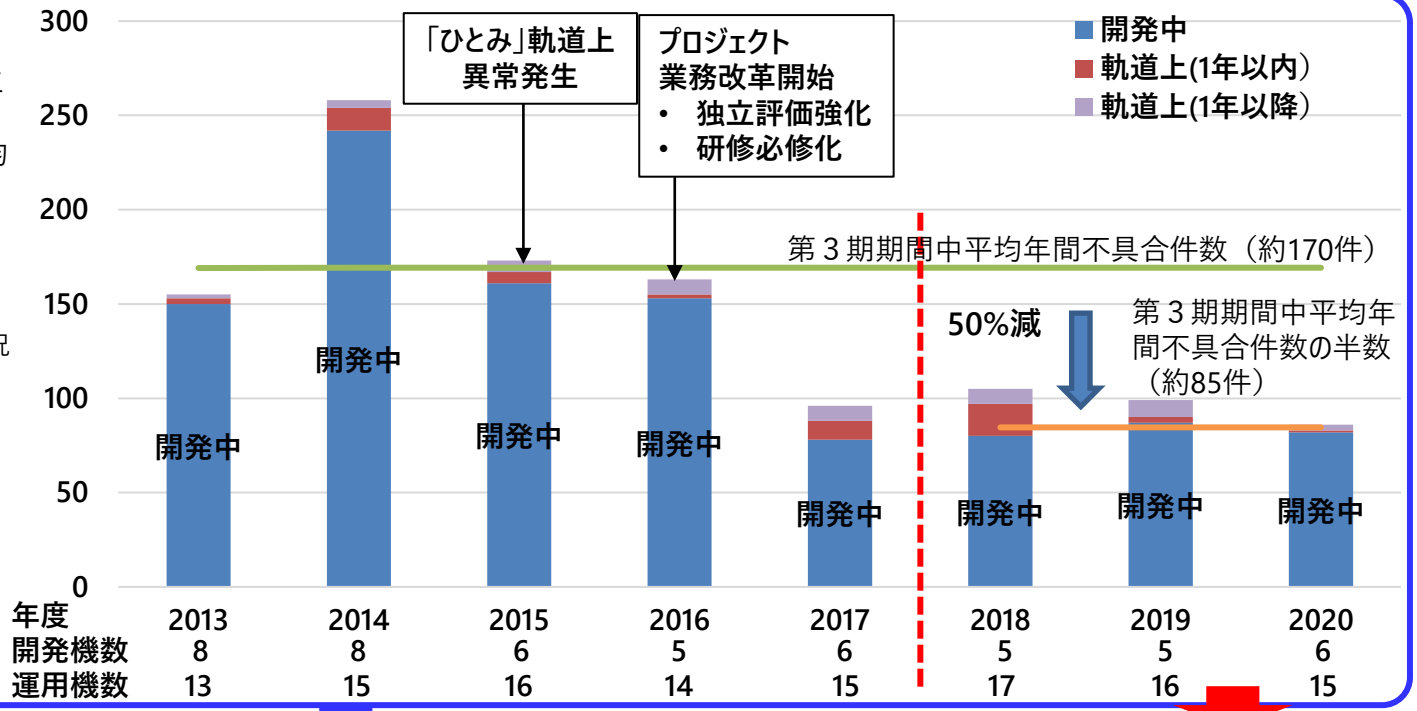
- 開発後期の不具合はスケジュールやコストに大きなインパクトを与えることが多く、軌道上での不具合はミッション期間を含むミッションサクセスへ大きなインパクトを与えることが多い。
- 個別の開発の困難さで発生する不具合は削減することは難しいが、情報の収集、分析、水平展開により類似の不具合の発生防止を進めている。

不具合件数の状況

- これまでの取り組みにより2020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170件を大幅に下回った。

出典：JAXA 安全・信頼性推進部
不具合情報システム2021年3月22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

- 2020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1/2。特に**軌道上での不具合については、昨年度より大幅に削減**できた
- 「ひとみ」の軌道上異常発生以降、プロジェクト業務改革に関する取り組みを開始した後、開発中の不具合の**大幅削減を継続**している。

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)

評定理由・根拠（補足）

補足3：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推進（ベンチャー企業）

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推進（ベンチャー企業）

- 経験が少ない宇宙ベンチャー企業にとっては、JAXAが有する技術的知見や失敗からの教訓は、ミッションを成功させるために貴重な情報
- 設計標準などの技術文書等は重要な情報源の一つとなるが、一方的な情報提供では十分に伝わらず、双方向のコミュニケーションが必要
- ベンチャー企業ならではのスピード感ある設計開発アプローチは、JAXAにとっても価値ある情報

得られたアウトプット：ベンチャー企業との安全・信頼性に関するコミュニケーションの実践

- ベンチャ企業との間で、安全・信頼性にかかる取り組みや課題を共有する双方向の仕組みとして、**「JAXA-ベンチャ座談会」（16社50名以上が参加）を開催**。
- 実際にベンチャ企業を支援する仕組みとして、**「宇宙機開発経験者・S&MA人材」を立ち上げ、そこにJAXA各部門の協力を得て必要な人材を登録**し、試行運用した。
- 安全・信頼性に関するポータルサイトを整備し、**技術標準、ツールなどのアクセス性を大きく向上**させた。



パネルディスカッション（ベンチャー座談会）



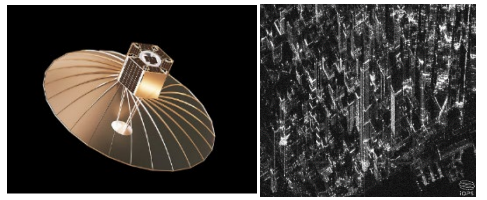
安全・信頼性ナレッジの発信HP

得られたアウトカム：ベンチャー企業のリスク低減活動を共同で実施

- **このベンチャー支援の仕組みをQPS社に適用**。JAXAのアドバイスに基づき前号機のトラブルに対する改善策や試験項目追加が実施されるなど、**ベンチャ特有のチャレンジを尊重しつつ信頼性向上に貢献**。
- QPS社の小型SAR衛星2号機「イザナミ」は、2021年1月に米国ロケットにより軌道に投入され、**前号機のトラブルを乗り越え、0.7m分解能のSAR画像の取得に成功**。QPS社プレスリリースで**JAXAへの謝辞**が述べられた。
- 宇宙ベンチャのミッション成功への貢献により、**JAXA安信部が「門番から共創者へ」転換したと報じられ**、**複数の新規参入企業から新たな支援要請**が届いている。



QPS支援を報じるメディア「門番から共創者へ」


QPS衛星「イザナミ」とその初画像

期待されるアウトカム

- これまで蓄積されてきた安全・信頼性分野の**知見を有効に活用し、日本全体の宇宙企業の競争力強化**に貢献。

参考情報

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（全てオンライン開催）

2021.3.2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	29
PM初級研修	内部研修：3回	77
PM中級研修	外部研修：2回	35
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	56
PMP資格取得研修	外部研修：2コース	30
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	4
プロジェクトマネージャ育成研修	内部研修：1回	20
人的マネジメント研修	外部研修：1回	9
上流SE/PM実務演習	内部研修：1コース	6
プロジェクトマネジメントの基礎知識	外部研修：1回	30

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

2021.3.10 現在

研修名	開催実績	受講者数 (企業参加者数)
S&MA概論	e-learning	64（0）
S&MA技術レベル1 （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：4コース 集合研修：2回×4コース	409（13）
S&MA技術レベル1　フォローアップ研修	集合研修：1回	18（0）
S&MA技術レベル2 （システム安全、信頼性、品質保証、ソフトウエア開発保証）	集合研修：2回×4コース	71（15）
EEE部品研修（基礎コース、応用コース）	集合研修：1回×2コース	102（51）
品質工学研修（基礎コース）	集合研修：1回	32（18）

＜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

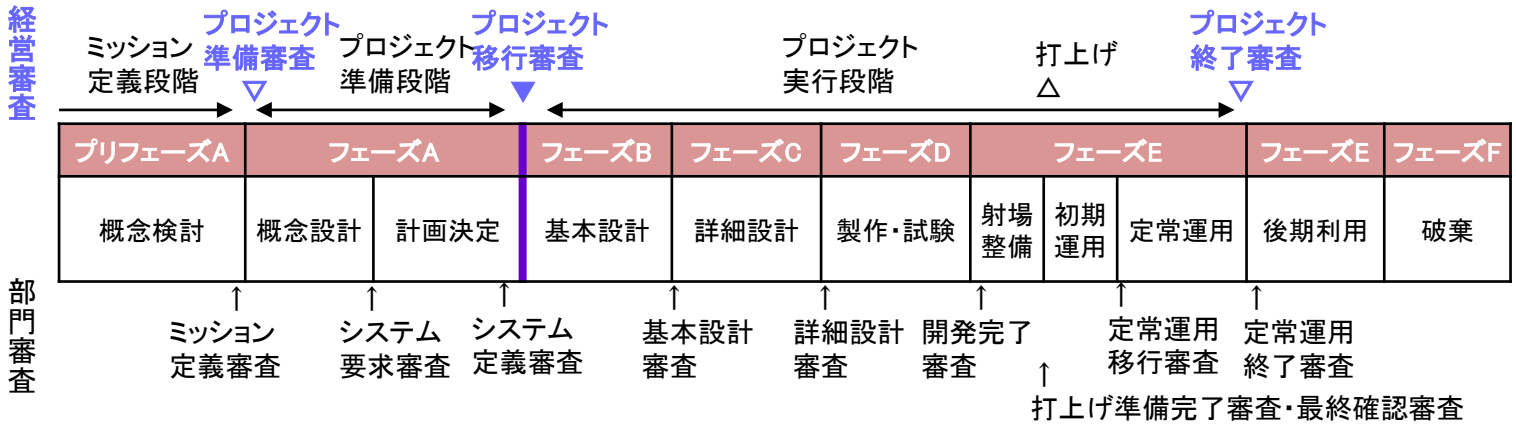
審査
4. ISAS審査／独立評価の運用の見直し

プロジェクトの確実な実施に向けた改革

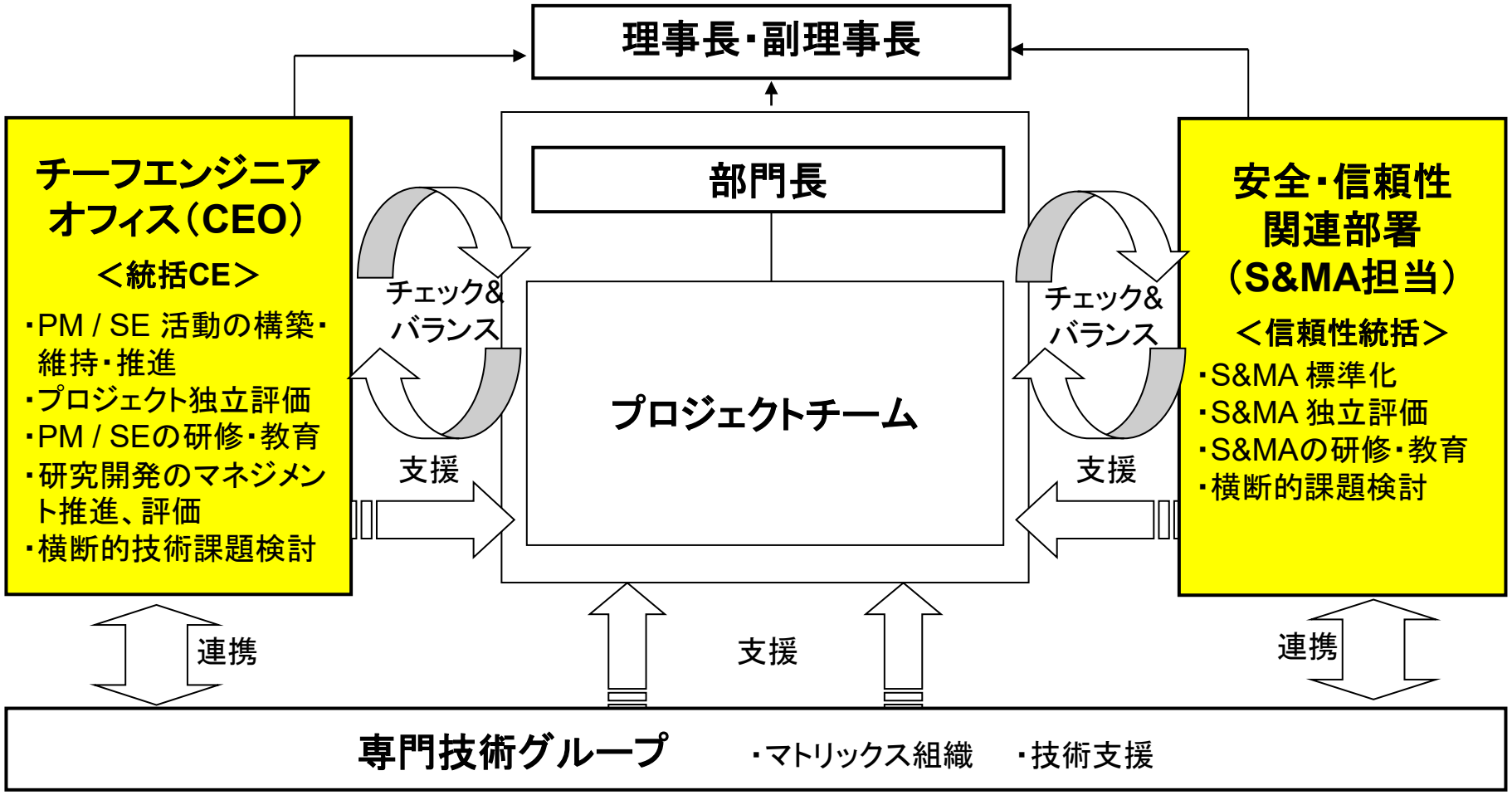
＜基本＞
- **全社共通ルールの徹底（標準化）**
  過去のPM改革を科学・探査にも浸透徹底

＜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＞

01 SE/PM勉強会
SE/PMを学問として体系的に一通り学ぶ。
MITオンデマンド講座の受講を中心に、座学とディスカッションを実施。

02 プロジェクトに関する意見交換会
メンバが本務のプロジェクトを進める上での悩みや情報共有について、
毎回テーマを決めて意見交換。メンバが趣向を凝らした企画をアレンジ。

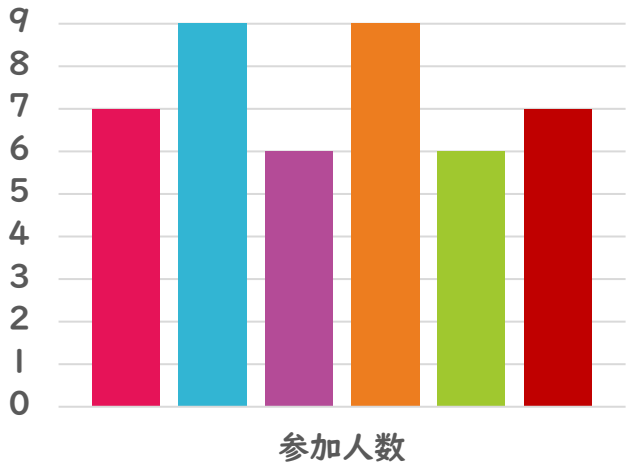
03 本務における「SEの基本的な考え方」試行
メンバの本務で「SEの基本的な考え方」に沿った検討を行い、共有＆
ディスカッション。

04 Model-Based Systems Engineering
MBSEを身につけるための輪講（Architecting Spacecraft with SysML）、外部研修による実技を経て、MBSE入門書を製作。

05 小規模プロジェクト支援サービス
実証プロジェクトや小規模研開プロジェクトの質向上に資する目的で、
小規模プロジェクト支援サービスの立ち上げを検討。

06 SE/PMガイドライン改善活動
JAXAのSE/PMガイドラインについてメンバで議論する活動を通じて、
ガイドラインに対する理解を深めるとともにその改善・普及を検討。

WGメンバ20名個別に1年後の目標設定および面談を行い、問題意識（活動の方向性）の近いメンバによるサブグループを6つ設置



メンバーは複数のサブグループに参加

参考情報

＜プロジェクトの開発プロセス：審査内容・対象文書＞

…プロジェクト計画立案支援活動の対象

	ミッション定義審査（部門審査）	プロジェクト準備審査（経営審査）	システム要求審査（部門審査）	システム定義審査（部門審査）	プロジェクト移行審査（経営審査）
審査内容	ミッション要求、資金規模及び外部機関との分担を含めた、ミッション定義の妥当性を審査	[個別審査] プリプロ候補のミッション定義の妥当性を審査 [総括審査] 年度毎に、機構全体の経営戦略の視点から全プリプロと候補を対象に審査	システム要求と検証方針の妥当性を審査。計画決定フェーズへの技術的準備、体制・計画等の準備を審査	システムの基本構成、仕様、検証計画の妥当性を審査。基本設計への技術的準備と、体制・計画等の準備を審査	プロジェクト計画、リスク識別・対処方針、プロジェクト移行準備状況の妥当性を審査し、プロジェクト移行を判断
審査対象文書	・ミッション要求書（意義・価値、目標、成功基準） ・ ミッション要求設定根拠	・ミッション要求書 －ﾐｯｼｮﾝ目的/目標の妥当性	・システム要求書 ・システム要求の設定根拠 ・利用・運用コンセプト	・ｼｽﾃﾑ仕様書(案) ・システム仕様の設定根拠 ・IF管理仕様書 ・設計基準書（案）	
	・プロジェクト計画書（案）	・プロジェクト計画書（案） －開発全体計画の妥当性 －プロジェクト全体資金総額の推算の妥当性 －プロジェクト準備段階の計画の妥当性	・プロジェクト計画書（案）	・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ計画書(案)	・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ計画書(案) －資金/リスク評価 －JAXA長期資金計画へ与える影響評価 －人員計画評価
	・ ｼｽﾃﾑｽﾞｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書（SEMP）	・SEMP（案） －技術成熟度	・SEMP（案）	・SEMP	・SEMP
	・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書(案)	・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書（案）	・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書（案）	・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書	・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画書
	・リスク管理計画書 ・リスク識別書	・リスク管理計画書 ・リスク識別書	・ リスク識別書	・リスク識別書	・リスク識別書
	・概念検討報告書	・概念検討報告書（要約）	・概念設計報告書	・予備設計報告書	・予備設計報告書(要約)
審査後ベースライン化文書	・ミッション要求書（案）	・ミッション要求書 ・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画（案）	・システム要求書 ・運用コンセプト ・SEMP ・調達ﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ計画	・システム仕様書 ・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ計画書（案）	・ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ計画書

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				
決算額 (千円)	1,816,470	1,651,493	1,778,899				
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				

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 （定常運用移行達成比率）	100%	100%	100%				
人工衛星の不具合件数* (開発および運用不具合の合計)	105件	99件	86件				
前中期期間の平均不具合件数 （170件）に対する割合	62%	58%	50%				

＊：出典：JAXA　安全・信頼性推進部　不具合情報システム2021年3月22日付登録状況

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
【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の活動の個別支援・指導として、プリプロジェクト段階に立案する計画文書を効果的・計画的に作成するための新たな取組として、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プロジェクト計画立案支援活動を実施した。その結果、プリプロジェクトの早期のプロジェクト移行が実現できた。引き続き2021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。	今年度の活動のフィードバックを行い、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。
SE/PMの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、若手エンジニアを中心とした「SE/PM技術ワーキンググループ」について、2019年10月～2020年11月に第1期の活動を終了し、数々の成果・波及効果を上げることができた。引き続き第2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。	第1期の活動のフィードバックを行い、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、引き続きJAXAのエンジニアに必要となる実践的な知識・技術を身に付けるための活動を行い、その結果を関係部署と共有するとともに、今後の人材育成活動に反映する。
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。期待は高まっているが、これにこたえるためにはS&MA業務推進のための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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○人材育成や体制構築を踏まえ、各プロジェクトの安全・信頼性に対する効果や成果を表すアウトカムKPを設定し、提示することが重要である。	ご指摘を踏まえ、安全・信頼性に対する効果や成果を表すアウトカムKPとして、以下の観点から検討を進めている。 ・人材育成の観点では人事ローテーションによるS&MA経験者のプロジェクトへの配置率の向上。 ・また、S&MA研修を契約相手方職員も受講可能とすることにより、宇宙業界全体への効果の波及（契約相手方受講率の向上） ・信頼性の観点では機器の信頼性向上によるエクストラサクセスの達成
○プロジェクトの成否の多くは、初期の企画・計画段階で決まると言っても過言ではないので、JAXAがプロジェクトの上流段階における技術力とマネジメント力の強化に取り組んでいることは高く評価できる。	2020年度は特にプロジェクトの準備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SE/PM能力を向上させる活動を重点的に実施した。引き続き、上流段階における技術力とマネジメント力の強化に取り組む。
○安全・信頼性に関する技術標準化の推進と共に、ミッション喪失を絶対に避けるため、ロバスト設計の徹底と、安全・信頼性に係る課題・リスクを漏れなく創出するしくみの構築に取り組んでいただきたい。	品質工学を応用したロバスト設計のツールやハンドブックの整備、実設計への適用準備を進めた。また「プロジェクト向けIV&Vポータル」を立ち上げ、プロジェクト早期からのリスク低減活動としてIV&V手法を積極的に活用するためのDX基盤を整備し、プロジェクトでの活用を促進した。
○無謬性が求められる宇宙開発において、優れたプロジェクトマネジメント手法の開発とそれを担う人材の育成は最重要のテーマの一つであり、研修の成果を短期で測定するのは難しいが、その効果を分析しながら来年度以降も計画的に継続することで、確実な人材育成につなげてもらいたい。	昨年度から実施しているSE/PM技術ワーキンググループについて、昨年11月までの第1期の成果を踏まえて今年1月～12月までの第2期の活動を実施している。また、今年度からJAXA職員の失敗経験を当事者が生の言葉で若手に伝承し、それらを擬似体験することで、若手が効率的に失敗体験を蓄積して自らの知識とすることを目指した「失敗塾」を企画し立上げた。引き続き人材育成に努める。
○プロジェクト型組織構築に関する外部機関への情報提供の実施は、JAXAの不断の対策が実を結んだものであり、何らかの事業化やコンサルティングパッケージ等へ展開できる可能性があると大いに期待する。	今年度から安全・信頼性及びSE/PMの知見について外部（ベンチャー企業）との情報交換を新事業促進部を窓口として実施し、外部機関へのコンサルティングや標準類の適用に着手した。引き続き、安全・信頼性及びSE/PMの成果の適用・拡大に努める。

Ⅲ．６．４ 情報システムの活用と情報セキュリティの確保

2020年度 自己評価 **A**

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅲ．６．４	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。	JAXA内で共通的に利用する情報システムについて、当初計画（職員等が利用中の約3200台の業務用端末の換装、全国にあるJAXAの拠点間を接続する基幹ネットワーク（WAN）の更新、等）に加えて、新型コロナ対策として急速に拡大したテレワーク対策として、下記について対応した。 ①新型コロナウィルス対策として急速に拡大したテレワークにおけるコミュニケーション環境としてMS-Teamsの利用拡大策を継続的に実施した。その結果、ユーザー数が急拡大（4月1800人→7月2500人→2月2600人）したが、特に大きな混乱なく、テレワーク業務を継続することができた。電子申請システムも併せて活用推進することにより、全社的な押印廃止の取り組みに貢献した。 ②新型コロナ対策のためのテレワークの実施率を踏まえ、自宅からJAXA内システムを利用するための認証システムのライセンスを追加調達した。また、コロナ前には内勤者は携帯電話の常時貸与の対象外としていたが、テレワークでも全員が変わらずに電話を使って業務が続けられるように、1600台を追加調達し、全2730台とした。これらの費用には、全国にあるJAXAの拠点間を接続するWAN回線見直し及び事業所内外兼用PHSの見直しによるコスト削減効果（2019年度評価にて見込み報告済み）をあてることで、JAXA全体としての通信費のコスト増を抑えることができた。	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大きく貢献した。また、これらの取り組みを通じて全社的なペーパレスの取り組みにも大きく貢献した。（プリンタ・複合機の半減、コピー枚数の大幅減（2016年度比64%減、2019年度比53%減））

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。	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とともに、次代の高性能計算の基盤となる情報システムとしての改善方針を踏まえ、スーパーコンピュータの定期更新を実施し、引き続き運用を行う。実施にあたっては、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。	デジタル化によるプロセス革新を推進しJAXA事業を確実に実施するため、㋐航空宇宙分野の国際競争力を強化する数値シミュレーション実施基盤、㋑大規模データ解析基盤としてのデータセンター機能、㋒新たなニーズを受け止める研究開発基盤の実現を目指し、JAXAのコアコンピタンスの一つである数値解析での研究開発事業を支えてきたスパコン*JSS2*を運用しつつ、第3世代スパコン*JSS3*への換装を行った。これにより、調達目標(性能向上10倍)を超える11倍のシステム導入に成功し、更に費用を削減、国内有数の性能を持つシステム導入を実現した（2020.11月ランキングでは、世界19位、国内3位。）。 ① コロナ禍での作業員の移動制限や資材の調達遅延により2ヶ月の延期を伴ったものの、既存スパコンを活用しJAXA事業への影響を最小限に止めつつ、感染拡大防止について事業者とJAXAで協力し、人の移動が制限される条件下での人員配置や工程を再検討し、換装を無事完了した。 ② 新旧システムとも、稼働率99.5%以上の安定した運用を提供できた。 ③ 他の研究機関や民間事業者とのデータ等の共有を推進するために、仮想化によるデータ処理環境の共有、アーカイバ基盤の拡充、衛星データワークフロー制御ツールの整備を進めた。	１．コロナ禍にも係わらず、JAXA重要業務の要求を満足する計算リソースを提供し続けることによりH3開発に貢献した。具体的には、H3ロケット1段エンジンLE-9のターボポンプ解析による改良設計を、JSSで行う全解析の中で最優先に実行させ、必要な期限までに完了させ、解析業務が打上げスケジュールに与える影響を最小化させることができた。 ２．換装直後に大規模計算の専用ノードを確保することで、次のような理学的、工学的に大きな飛躍を先導する解析を実施できた。 ①「Interface-resolved DNS による複数液滴蒸発の大規模解析」 【具体的な成果】 液滴群の蒸発を世界で初めて明らかにした。FY2023年中の高精度化モデル完成を見込んでいる。 ②「大規模フルカラートモグラフィデータの3D可視化: ヒトの網膜の解像度の突破」 【具体的な成果】 処理時のメモリ利用方法等を工夫することで、世界初となるヒトの網膜の解像度や視覚認知限界を超えた超高精細３D可視化を達成した。これにより、隕石や玄武岩など宇宙科学に関連する重要な試料の高解像度の観察や解析が可能となる。

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。	政府や内外の動向を踏まえ、対象別に適正な教育を実施（新たに対象別教育を2種追加）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。 また、暗号化通信の復号化システム導入によるセキュリティ監視強化(3~4倍の監視量)や、テレワークの拡大に伴う追加的対策を実施した。 システム所在の可視化・ガバナンス強化によりセキュリティ脆弱性への対処を効率的に迅速に行え、結果として重大なインシデント発生を防いだ。	テレワークに起因するセキュリティ事案の発生を抑止するための取組みを行ったことで、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 テレワークのセキュリティ対策・取組みを国研協情報セキュリティタスクフォースでグッドプラクティスとして紹介を実施。国内の研究開発法人全体のセキュリティ対策向上に貢献した。 また、第三者機関による監査でもグッドポイントは6件取り上げられた。政府より関係者に共有されることで、より広い業界へのセキュリティ対策向上に貢献できると期待できる。

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＞ ○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 ○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 ○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 ＜モニタリング指標＞ ○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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

新型コロナ禍でのテレワークの急増等の状況下でも、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、JAXAの各事業やプロジェクト等の成果獲得に大きく貢献した。JAXAスーパーコンピュータについて、新型コロナ禍での移動制限等数々の制約の中、計画どおり新システムへの換装を実施し、当初目標を上回る性能11倍を達成し、H3ロケットの設計妥当性確認等に大きく貢献したとともに、複数の世界初の解析でも成果を上げた。テレワーク急増等に伴いセキュリティリスクが増大する中で、セキュリティ対策の合理的な拡充により重大インシデントを確実に抑止した。

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＞

コロナ禍でも全職員と派遣職員等のパートナー（全職員等:約4500名）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。また、③と④の原資には、全国にあるJAXAの拠点間を接続するWAN回線見直し及び事業所内外兼用PHSの見直しによるコスト削減効果（2019年度評価にて見込み報告済み）をあてることで、JAXA全体としての通信費のコスト増を抑えることができた。

①コミュニケーション環境として2018年度に導入済みのMS-Teamsについて、テレワークによりユーザ数が急拡大したが（4月1800人→7月2500人→2月2600人（全職員等の約60%））、過去2年間に蓄積してきた利用者教育コンテンツと、急拡大するさなかに複数回実施した初心者向けキャンペーン等が奏功し、テレワーク時に不可欠なものになっただけでなく、副次的に、会議のペーパレス化、会議室不足の解消、会議のための移動時間の削減など、会議の効率化に関する効果が得られた。

②2016年度導入済みの電子申請システムの活用促進により、新たに約20件の申請書が電子フロー化され、テレワークの阻害要因となっていた押印廃止やペーパレスの全社的な取り組みに貢献した。（プリンタ・複合機の半減、コピー枚数の大幅減（2016年度比64%減、2019年度比53%減））

③自宅からJAXA内システムにセキュアに接続する認証システムについて、テレワークの実施率を踏まえ、同時接続数を620から1870に迅速に増強し、全テレワーク勤務者による業務システム利用を可能とした。これは、整備時点（2012年度）で2000名規模の同時接続が可能な設計としつつ、当面必要な規模に抑えていた先見性による。

④職員等に貸与する携帯電話について、コロナ前には内勤者は常時貸与の対象外としていたが、1600台を追加調達し全2730台として全職員と必要な派遣職員等のパートナーが利用できるようにしたことで、テレワーク時に電話連絡（特に外部からの着信）ができないことで生じる不利益、不便さを回避した。短時間(3カ月)で多数の端末を運用に投入できたのは、高価なPHSの公衆波サービスに代えて事業者が提供する安価な定型のサービスを採用していたため、短期間に大量に準備できたこと、追加してもPHSより安価であったことが挙げられる。

また、新型コロナによる品不足や事業所閉鎖の影響を受けつつも、スケジューリングの工夫等により、計画していた事業を以下のとおり成し遂げた。

⑤職員等が利用中の約3200台の業務用端末の換装を、2021年5月14日のサポート終了期限を見据えて、計画通りやり遂げた。モバイル型と机上ノート型の2種をモバイル型に統一することで、保守費を抑えつつ、テレワーク等で端末を持ち運ぶために生じていたモバイル型端末の不足を解消した。さらに、Office365導入後に顕著になっていた性能不足について、コロナによるテレワーク増加で端末価格が上昇する中、今後5年間で必要となるメモリ容量を考慮して増強し(4G→16G)、さらに作業性向上のために大画面液晶を採用しつつ、重量要件を1.0kgから1.5kgに緩和してコスト圧縮するなどの工夫を行うことによりトータルコストを従来予算規模に圧縮することができた。

⑥ペーパレス定着により印刷枚数は減少し（2016年度約2,283万枚→2019年度1,734万枚（24%減））、さらに新型コロナによる働き方の急変で、2020年度は819万枚程度（64%減）となった。印刷枚数減により契約更改によるコスト増（最大4倍）が見込まれたところ、国内全事業所のプリンタ・複合機について、利用実態（利用者、場所、稼働率等）を考慮の上、約450台から約240台まで削減することで、コスト増を回避した。

⑦WANの更新について、新型コロナによる事業所閉鎖や、JAXAの重要ミッションとの作業干渉により、旧WANのサービス終了を3ヶ月延長して適切なスケジュールに見直し、2020年12月に完了した。（2019年度評価にて見込み報告済み）。

【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＞

デジタル化によるプロセス革新を推進しJAXA事業を確実に実施するため、JAXAのコアコンピタンスの一つである数値解析での研究開発事業を支えてきたスパコンJSS2を運用しつつ、第3世代スパコンJSS3への換装を行った。これにより、調達目標(性能向上10倍)を超える11倍のシステム導入に成功し、更に費用を削減、国内有数の性能を持つシステムの導入を実現した。（2020.11月ランキングでは、世界19位、国内3位）。換装に際しては、次の三つの柱を主眼に置いた。

㋐航空宇宙分野の国際競争力を強化する数値シミュレーション実施基盤　　㋑大規模データ解析基盤としてのデータセンター機能

㋒新たなニーズを受け止める研究開発基盤の実現

以下の努力・工夫を行うことで、上記を主眼としつつ、コロナ禍においても目標期限内でのシステム換装と安定した運用を実現できた。

①コロナ感染拡大防止について事業者とJAXAで協力し、人の移動が制限される条件下での人員配置や工程を再検討し、また、既存スパコンを活用しつつ、JAXA事業への影響を最小限に止めた換装を実現。

㋐マネージャによるチームのモチベーションキープと細かな進捗管理への介入 ⇒H/W設置後に実施する予定だった運用設計作業を先行実施

㋑作業員を固定化 ⇒引継ぎ・教育等の時間を短縮

㋒ラック搭載やケーブリングをJAXAではなく工場で実施 ⇒JAXAでの作業時間短縮と密回避

㋓H/Wサブシステム設置の順番を再考 ⇒H/W搬入設置作業とその後のS/W設定作業を並行して実施可能に

㋔職員は最低人数の輪番出勤、作業員は少人数多数グループ化 ⇒濃厚接触者の局所化による感染予防強化

②換装作業下で、新旧両システム稼働率99.5%以上の安定した運用を提供。新旧両システムの運用や設置調整工程管理にオンライン運用開発支援システム"CODA"を活用し、テレワークでの業務を効率化し品質を維持した。(ISO9001:2015認証取得)

③データ処理環境の仮想化、アーカイバ基盤の拡充、衛星データワークフロー制御ツールの整備による、他機関との連携・協業環境を構築した。

このシステム換装と安定した運用により、次の通り基盤設備としてJAXAの多くの部署の成果創出に寄与した。

◆H3ロケット開発に貢献。

H3ロケット1段エンジンLE-9のターボポンプはJSSを利用した解析により実機試験では成し得ない多数のケースの解析を実施し設計の妥当性を確認しているが、改良設計を行うにあたりJSSリソースを最優先に割り付けて使用させることによって解析を加速し、必要な期限までに完了し、解析業務が打上げスケジュールに与える影響を最小化させることができた。(宇宙輸送技術部門/研究開発部門によるH3ロケット開発への貢献)

◆世界初となる解析をJAXA内の複数の部署で実施。

大規模計算のためのリソース確保を調整し、理学的、工学的に大きな飛躍を先導する解析をJAXAの複数の部署で実施して頂くことができた。

①「航空エンジン燃焼器解析に用いる噴霧モデルの高精度化を目的とした燃料液滴群蒸発の詳細解析」(航空技術部門)

【世界初】計測が困難な液滴群の蒸発を、大規模数値シミュレーションにより世界で初めて明らかにした。

FY2023年中に高精度化モデルの完成が見込める状況。航空エンジン燃焼器におけるフロントローディング化の促進によるエンジン開発コストの大幅な低減が期待できる。

②「大規模フルカラートモグラフィデータの3D可視化: ヒトの網膜の解像度の突破」(北海道大学/国際宇宙探査センター)

【世界初】処理時のメモリ利用方法等を工夫することで、ヒトの網膜の解像度や視覚認知限界を超えた超高精細の３D可視化を達成した。

a. 53685x83474ピクセル（45億画素）の画像データセットの処理と可視化に成功

b. 1.2兆ボクセルからなるボリュームデータのフルカラー可視化に成功

c. 隕石や玄武岩など宇宙科学に関連する重要な試料の高解像度の観察や解析が可能となり、将来の月・火星のサブサーフェスへのデジタルな潜入技術の実現等も期待される。

【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環境変化がある中で、JAXA全システム・ネットワーク形態を俯瞰したリスクアセスメント結果による客観指標に基づき、脆弱点に対するタイムリーで効果的な追加的取組みを行う等、これまでの情報セキュリティ対策を合理的に拡充した。これにより、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職員等への教育(受講率100%)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、新たに宇宙システムの管理者向けの制御系セキュリティ教育を行い、宇宙システムに対する自己点検を実施した（詳細はIII.3.4項「宇宙システムの機能保証強化」参照）。また、Web会議の注意点や流行りの不審メール事例等をタイムリーに周知し、相談窓口の浸透を図り（問い合わせ件数は昨年度の数倍）、ポータルサイトの開設を行うなど、テレワーク実施者含む職員等がセキュリティ脅威を理解した上で業務継続できるようにした。また、キャンペーン的に打出したテレワークセキュリティ教育(任意受講者は1280人)は、のちにテレワーク実施者へのWebベースでのセキュリティ点検・講習としての実施を年1回定常化させる仕組みを整備した。

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・評価を実施し、PDCAを回している。新しい働き方・外部サービス等の利用状況も踏まえ、JAXAの情報システム・ネットワークの利用形態を俯瞰したセキュリティリスクアセスメントを実施し、脆弱点に対する対策の検討・新たなシステムの導入計画を作成した。情報管理や情報システムの自己点検（**約850システム**対象、年1回）や高頻度での脆弱性診断実施（月1回）、および点検・診断結果への対処を情報セキュリティ委員会・理事会でも報告し組織的にリスク管理している。これらの**情報システム所在・管理者の可視化**及びガバナンス強化により**セキュリティ脆弱性やセキュリティ検知事象への対処を効率的に迅速**に行え、結果として重大なセキュリティインシデントの発生を防いだ。

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）、さらに暗号化通信の復号化システム導入により監視対象となるWeb通信は3～4倍に増加する中、**緊急事態宣言解除後の侵害調査を追加的に実施するも、**クリティカルな検知の発生増加はなく、5年以上に渡り重大なインシデント発生を防いだ。これは、**テレワークで新たに事業所外に持ち出す端末へのセキュリティ対策ソフトの追加導入の徹底、各職員の適切な情報システムの利用（①のセキュリティ教育の効果）と、これまでのシステム対策による防御機能の効果、さらにセキュリティ運用における工夫（不審メールや公開系サービス・クラウドサービスへの多様な攻撃に対する対応処理フローを初動時に確立）によるものである。**

これらのコロナ禍におけるセキュアなテレワークへの取り組みについて25の関連法人が集まる国立研究開発法人情報セキュリティタスクフォースで自主的に紹介し、その後10組織より資料閲覧要望がある等、反響を呼んだ。

また、政府第三者機関によるセキュリティマネジメント監査では、実質的な指摘事項はなく、セキュリティマネジメントシステムが充実しているといえる。一方、他法人にも推奨されるような取り組み数は6件抽出**され、政府の統括組織から関係者に共有される見込み。**

国内関連組織のセキュリティ対策向上への貢献が期待されるとともに、機微な情報を取扱うセキュリティ関係者の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ことが期待できる。

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：全社で共通的に利用する情報システム

背景

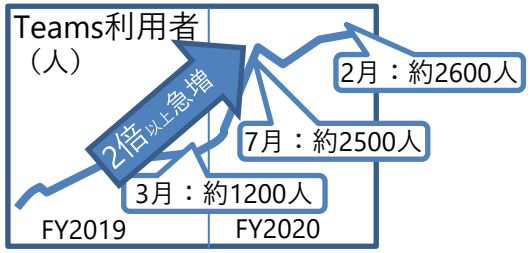
当初計画（職員等が利用中の約3200台の業務用端末の換装、全国にあるJAXAの拠点間を接続する基幹ネットワーク（WAN）の更新、等）の実施に加えて、新型コロナ対策として急速に拡大するテレワーク対策が急務。

得られたアウトプット：テレワークの拡大に対応できる情報インフラの提供

コロナ禍でも全職員等がテレワークに対応できるよう、下記の環境を整備。
2019年度報告済みのネットワークやPHSの回線費低減などの工夫により、JAXA全体のコスト増を抑えて実施した。

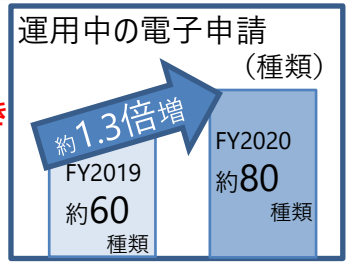
①Teams利用拡大

- **約3か月で利用者数が約2倍以上（1300人増）**
- **初心者向けキャンペーン等を展開し、大きな混乱なく定着**



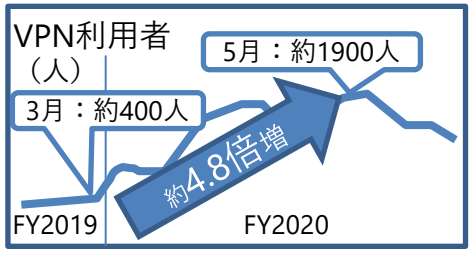
②電子申請の拡大

- **導入済みの電子申請システムを活用して、約20種類の申請を電子化**
- **全社的な押印廃止とペーパレスに大きく貢献（プリンタ・複合機の半減、コピー枚数の大幅減（2016年度比64%減、2019年度比53%減））**



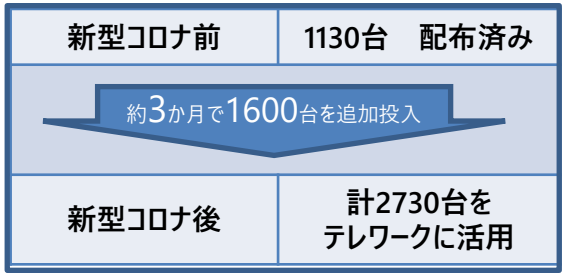
③テレワーク環境からJAXA内への認証システム（VPN）

- **テレワークの拡大に合わせて、同時接続数を620から1870に迅速に拡大**
- **当該システムは2000人程度のアクセスに耐えるよう先見性を持って2012年度に導入済み**



④電話

- **携帯電話は当初は内勤者へは未配布**
- **全職員と必要なパートナーに迅速に追加配布、テレワークに対応**



得られたアウトカム：コロナ禍における新しい働き方への移行による、各事業やプロジェクト等の成果獲得に貢献

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）

JAXA新スパコン"JSS3"への換装の背景

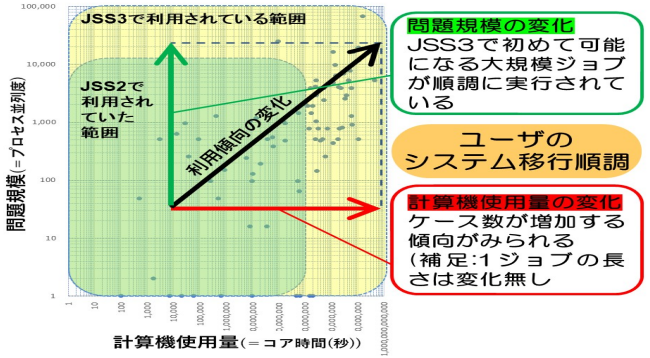
計算機能力は、①国力のひとつの指標、②研究開発能力のひとつの指標。デジタル化によるプロセス革新を推進しJAXA事業を確実に実施するため、次の３点を目指し、スーパーコンピュータの換装を行った。
㋐航空宇宙分野の国際競争力を強化する数値シミュレーション実施基盤
㋑大規模データ解析基盤としてのデータセンター機能
㋒新たなニーズを受け止める研究開発基盤の実現

スパコン安定運用の必要性

・H3開発における設計妥当性確認・改良設計に利用(タイトなスケジュール)。
・自ら所有し自在性を確保。
・利用事業に優先度付けすることにより、研究開発の戦略的な推進を実現。
・JAXA発衛星データ再処理プロダクトは全てスパコンで処理。

得られたアウトプット：順調な移行、連携・協業環境構築

①コロナ禍での作業員の移動制限や資材の調達遅延により2ヶ月の延期を伴ったものの、既存スパコンを活用しJAXA事業への影響を最小限に止め、感染拡大防止のため事業者とJAXAで協力し、換装を無事完了した。
②他の研究機関や民間事業者とのデータ等の共有を推進するために、仮想化によるデータ処理環境の共有、アーカイバ基盤の拡充、衛星データワークフロー制御ツールの整備による、他機関との連携・協業環境を構築した。
③調達目標(性能向上10倍)を超える11倍を達成し、更に費用を削減、国内有数の性能を実現した。
(2020.11月ランキングでは、世界19位、国内3位)



得られたアウトプット：高稼働率

・換装作業下において、新旧システムともシステム稼働率99.5%以上の安定した運用を提供し、左記アウトプット・アウトカムに貢献。
・JSS2は順調に利用率が上昇し、運用終了までの直近3年間は利用率が常時90%を越えた。(下図)
・オンライン運用開発支援システム"CODA"を活用しテレワークでの業務を効率化し品質を維持した。
(ISO9001:2015認証取得)

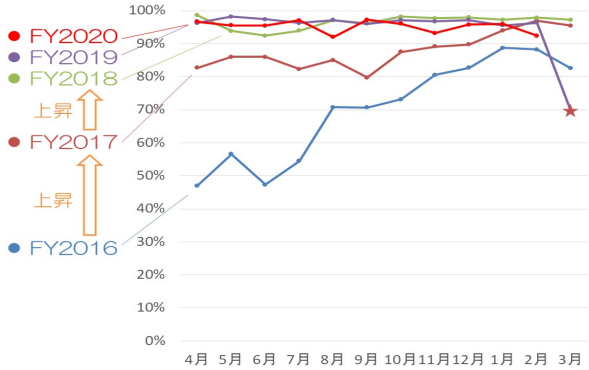


図　JSS2/MA利用率

得られたアウトカム：基盤設備としてJAXAの複数部署の成果創出に寄与

◆H3ロケットのLE-9エンジン開発において、実機試験では成し得ない多数の検討ケース数を必要とする設計妥当性確認に貢献した。
(輸送部門/研開部門)
◆理学的、工学的に大きな飛躍を先導する世界初の解析を実施した。
①測定が困難な液滴群の蒸発をシミュレーションで世界で初めて明らかにした。(航空部門)
②世界初となるヒトの網膜の解像度や視覚認知限界を超えた超高精細３Ｄ可視化を達成した。(北大/国際宇宙探査センター)

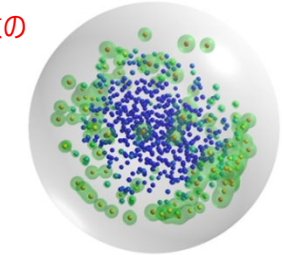


図 液滴群の蒸発

評定理由・根拠（補足）

補足３：全社的な情報セキュリティ

セキュアなテレワーク実施の背景

◆新型コロナによるテレワーク利用者の拡大
・初めてのテレワーク実施者：不安を抱えている
・業務用端末持ち出し未経験者：事業所外での業務に不慣れ
・派遣職員等のパートナー：順守すべきルールを知らない

◆働く場所・利用するシステムの変化
・セキュリティ監視対象である業務端末の所在が事業所内から事業所外へ
・Web会議やクラウドサービスの利用増加
・システムの所在場所に管理者が不在

⇒**テレワーク実施者・新たなツール(持ち出し業務用端末・Web会議等)利用者への教育、セキュリティ監視対象変化に合わせたシステム対策の必要性。**

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

JAXAへの**サイバー攻撃通信ははるかに多い中(他組織平均の約5倍)**、また、新たな働き方によるセキュリティが懸念される**環境変化がある中**で**これまでの取り組みをより一層拡大するとともに客観指標に基づき合理的に追加対策を実施**した。

①テレワーク実施者・新たなツール利用者への教育
- テレワーク追加教育(任意)の実施(1280人受講)
- タイムリーな注意喚起 (12回)
- 相談窓口の浸透、ポータルサイト開設等

⇒**新しい働き方におけるセキュリティ上の不安を解消**
各自のセキュリティ意識の醸成、初動対応の習得

②ガバナンス・しくみの活用
- **約850**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**
（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
- **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**
- 暗号化通信の復号化装置導入による監視強化
- 緊急事態宣言解除後の侵害調査をタイムリーに実施

効果的なシステム防御機能・運用工夫
- 適切な情報システムの利用(①のセキュリティ教育の効果)
- **既存のセキュリティ防御機能の効果発揮と運用の工夫**(不審メールや公開系サービスへの多様な攻撃に対し、それぞれの**対応処理フローを事前・初動時に確立**)

⇒**監視/防御機能・運用相乗効果によりクリティカルな検知の発生増加抑止/先手の措置**

他機関との連携

- 政府第三者機関による**監査において、他法人にも推奨されるような取組みが6件**抽出された。
- 新しい働き方におけるセキュリティ対策を**国研協情報セキュリティタスクフォースで紹介。**
- 詳細な確認を要する不審メール(Emotet等)の調査結果を、政府セキュリティ運用組織へ**情報提供。**

得られたアウトカム：新しい働き方含めたセキュリティ対策水準の維持向上

新しい働き方に合わせた追加的セキュリティ対策を行ったことで、**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**しただけでなく、各個人のセキュリティ**テレワークを起因とするセキュリティインシデントの発生を防いだ**。

期待されるアウトカム

・横連携強化による国内関連組織のセキュリティ対策向上への貢献
・継続的なセキュリティ関連情報交換、人的ネットワークの維持によるJAXA自身の先手の対策

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				
決算額（千円）	4,731,602	4,562,815	4,566,541				
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				

（※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				

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
2020年度は、新型コロナ対応のためのテレワークの拡大など、業務環境が大きく変化する中、これに対応するためのITガバナンス及びITシステムの維持・構築に迅速に対応した。引き続き、業務環境の急激な変化に合わせた対応が必要である。	引き続き、関連部署や、ITベンダー、セキュリティベンダーなどとも連携を密にして、業務環境の急激な変化に対応できるITガバナンス及びITシステムの維持・構築を推進していく。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○情報セキュリティに関しては、大手一流企業においてもサイバー攻撃の被害に遭い、業務の一時的な停止に追い込まれる事案が相次いでいる。最先端のハード対策の導入、全役職員の教育・訓練、外部監査、これらの繰り返しにより、研究開発法人の中でトップの情報セキュリティ管理体制を構築し続けていただきたい。	最先端のハード対策は予算要求を踏まえ段階的に実施している。FY2020は暗号化通信の復号化システム導入により監視能力を3～4倍に向上した。教育・訓練は繰り返し外部・内部の動向を踏まえて実施している。外部監査は内閣サイバーセキュリティセンター(NISC)の監査を受審した。
○国の安全保障に関与し機微な情報を扱うことが多くなる状況では、ますますサイバー攻撃などの外部からのセキュリティを脅かす事案が増加することが予想されるので、JAXA外のセキュリティの専門家との情報交換を密にして情報セキュリティの向上を行うことが必要である。	ITセキュリティの専門家だけでなく、宇宙システムへの対策のため制御システムセキュリティの専門家や海外宇宙機関とも情報交換を行っており、引き続き人脈形成を行っていく。
○セキュリティ面で重大インシデントが発生していないことは評価されるが、その手前の軽微な、あるいは重大インシデントにつながる事象の状況もモニタリングして、未然に防ぐ取組も行う必要がある。また、情報システムのコスト低減や能力向上を明確なKPIで示していることは高く評価されるが、業務効率化や働き方改革等のアウトカムKPIについても提示することを期待する。	重大インシデントに至らない事象についても原因の深堀りを行い再発防止策の実施や水平展開を行うとともに、傾向分析から教育に反映する等の未然に防ぐ取組みを行っている。 業務効率化や働き方改革等のアウトカムとして、今年度はテレワーク実施に向けた緊急的な対応を行い、緊急事態宣言下（BCP発動中）は概ね2割程度、BCP解除後においても平均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を可能とする就業環境を構築した。さらに、コロナ禍の経験を今後の恒久的な働き方に活かすべく全職員対象のアンケート調査を実施し、今後の新しい働き方の定着のための議論・調整を始めたところであり、継続改善に繋げられるよう努めている（詳細は、Ⅵ.２.人事に関する事項 参照）。
○業務をIT化するのではなく、IT実装を通して業務を革新することが重要であり、ユーザ部門や外部パートナーとのより踏み込んだ連携により業務革新を目指していくべきである。また、一般的な管理系業務はアウトソースなどを積極的に活用することにより、JAXAの管理部門のスリム化を果たしていくことも重要である。	IT実装を通して業務を革新するために、ユーザー部門も含めて全社横断的な体制で、デジタル変革の活動に着手したところであり、引き続き推進していく。従来の役務請負型のアウトソースは既に管理系業務に浸透しているため、さらに一歩進めて、2021年度の運用開始に向けた財務・調達系の定型業務の成果コミット型のアウトソース(ビジネスプロセスアウトソーシング(BPO）)化や筑波宇宙センター内の請負統合の準備を整えるとともに、総務系の定型業務の社内集約化（シェアードサービス化）を専属組織であるJAXAビジネスサポートセンター（JBSC)が推進するなど、管理部門のスリム化とリソースシフトを戦略的に進めているところである。
○他機関との協力等が拡大していることから、組織間連携等を意識したガバナンスにさ らなる注意を払っていただきたい。	組織間連携等を意識して、ITを活用した外部との情報連携についても試行評価を行うなど取り組みを進めているところ、引き続きこれら活動を推進する。
○情報システムツールを普及させ、新型コロナウイルス対応でテレワークも拡大した。一方で、技術開発という現場で伝えられる知識、ノウハウをどのように維持するかも大きな課題であり、組織として指針を作る必要がある	技術開発という現場で伝えられている知識、ノウハウを維持する仕組みの一つとして、JAXA文書管理システム(JASMINE)を運用しており、全社的な技術情報の蓄積・活用を進めているところである。テレワークの拡大により発生した課題の対応も含め引き続き改善を図っていく。

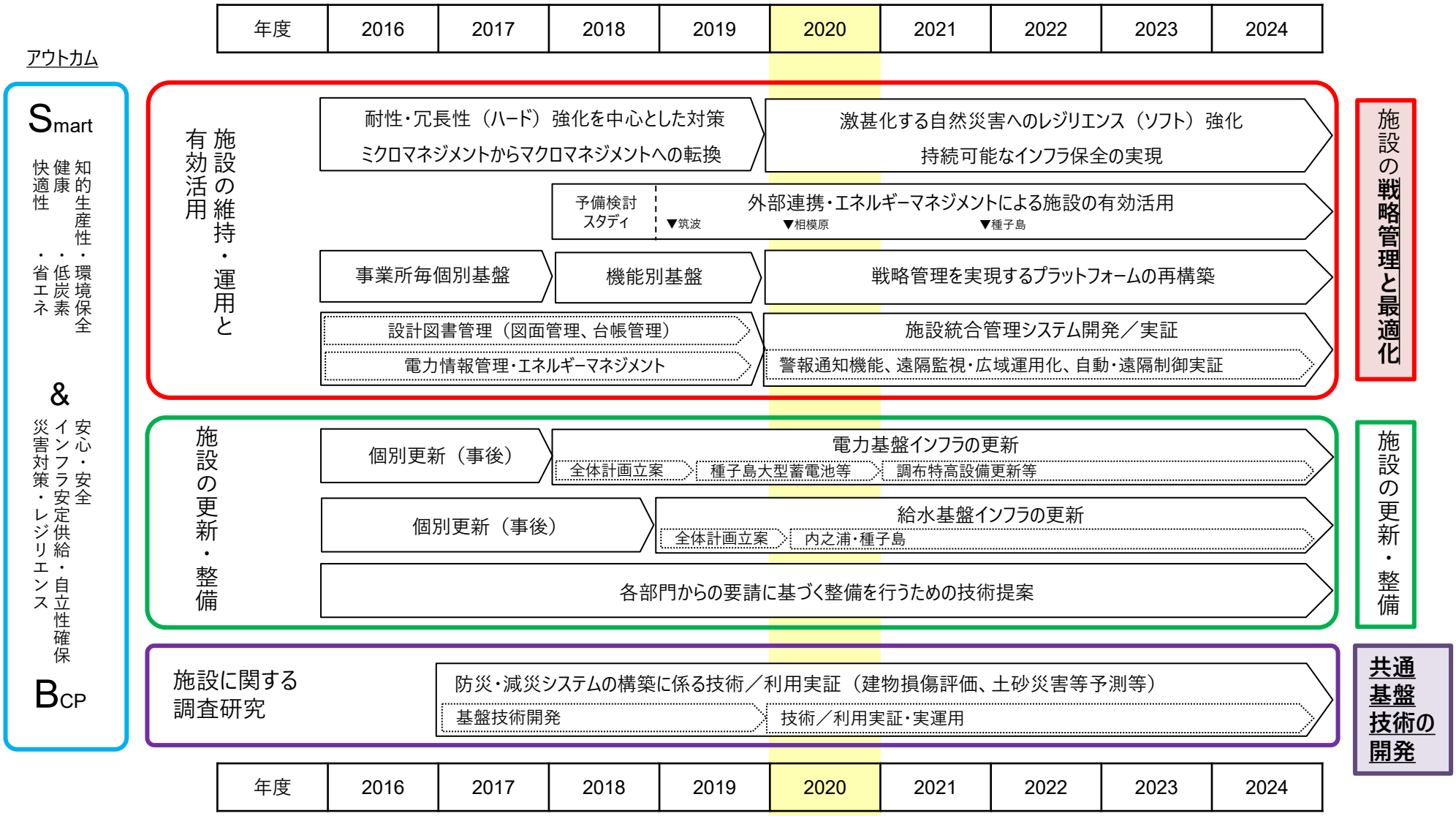
Ⅲ．６．５ 施設及び設備に関する事項

2020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。 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平成30年度に策定したため、必要に応じて当該計画を改定するとともに、当該計画の確実な実施を継続する。 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）強化に向けた取組みにも着手。更新費用平準化とエネルギー効率改善の観点から、筑波に続き、相模原においても民間資金を活用した設備改修スキーム（ESCO事業）を実現した。 電力需給がひっ迫した冬期等に常用発電設備によるデマンドレスポンスを行い、施設の有効活用を行うとともに、抑制電力を調整力として供出しインセンティブを得た。 施設の戦略管理を目指し、施設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）の再構築に着手。具体的には、小規模事業所における設備の遠隔監視化、災害への備えとしてハザード箇所の常時モニタリングを進めた。 重点施策である種子島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、調布においてアセット評価に基づく再構築計画の立案、内之浦においてソフト対策含めたレジリエンス強化策をまとめた。 衛星系施設（SFA3）について、要求された機能を適切に反映するともに、これまでの運用実績から得られた知見と施工者が有する最新技術を融合させ、安心・安全、かつ、SDGsの視点も盛り込んだ施設の設計を実現した。他、部門からの要請に基づき施設の更新等を計画通り実施した。	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。	衛星測位データに基づく変位計測の有効性の確認と受信ユニットの小型化に向けた予備検証を行うとともに、大型シートシャッター国産化開発の前倒し等の調査研究を行った。 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高度化し、土砂災害危険度情報等の配信を継続拡大した。	外部連携による災害対策・レジリエンス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＞ ○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。 ＜モニタリング指標＞ ○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） ○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

2020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、以下の取り組みを進め、顕著な成果があった。なお、年度計画で設定した業務は計画通り実施した。

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）強化に向けた取組みにも着手**した。＜補足１参照＞施設維持・更新費用平準化とエネルギー効率改善の観点から、**相模原においてESCO事業（省エネルギー改修にかかる費用を光熱費の削減分で賄う取組）を実現**。また、種子島においては今後15年間を見据えた新しいエネルギーサービス契約について一定の条件下において成立性の目途を得た。加えて、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し需要量を制御。抑制電力を調整力として市場に供出することで、約0.48億円のインセンティブを得た**。＜補足２参照＞

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）の再構築に着手**。＜補足３参照＞具体的には、**小規模事業所における設備の遠隔監視化、災害への備えとしてハザード箇所の常時モニタリング等を進めた**。＜補足４参照＞

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、種子島の一部の更新を計画通りに進めた。更に、**調布については運用実態分析や更新対象機器の劣化診断に基づくアセット評価を行い、よりコンパクトな再構築計画をまとめた。**＜補足５参照＞また、近年、信頼性が大幅に低下している**内之浦については、特にレジリエンス強化という視点でシステム全体の脆弱性評価を行い再構築計画をまとめる**とともに、同様に老朽化の著しい**給水インフラについても、緊急性の高い種子島について対策を立案した**。＜補足６参照＞

また、第３衛星フェアリング組立棟(SFA3)整備について、現在履行中の造成工事を着実に進めるとともに、供用開始までの厳しい工事スケジュールを確保するため、ECI（技術提案・交渉方式）方式を採用。これまでの運用実績から得られた知見と施工者が有する最新技術を融合させ、安心・安全、かつ、省エネを始めとしたSDGsの視点も盛り込んだ設計を実現した。

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

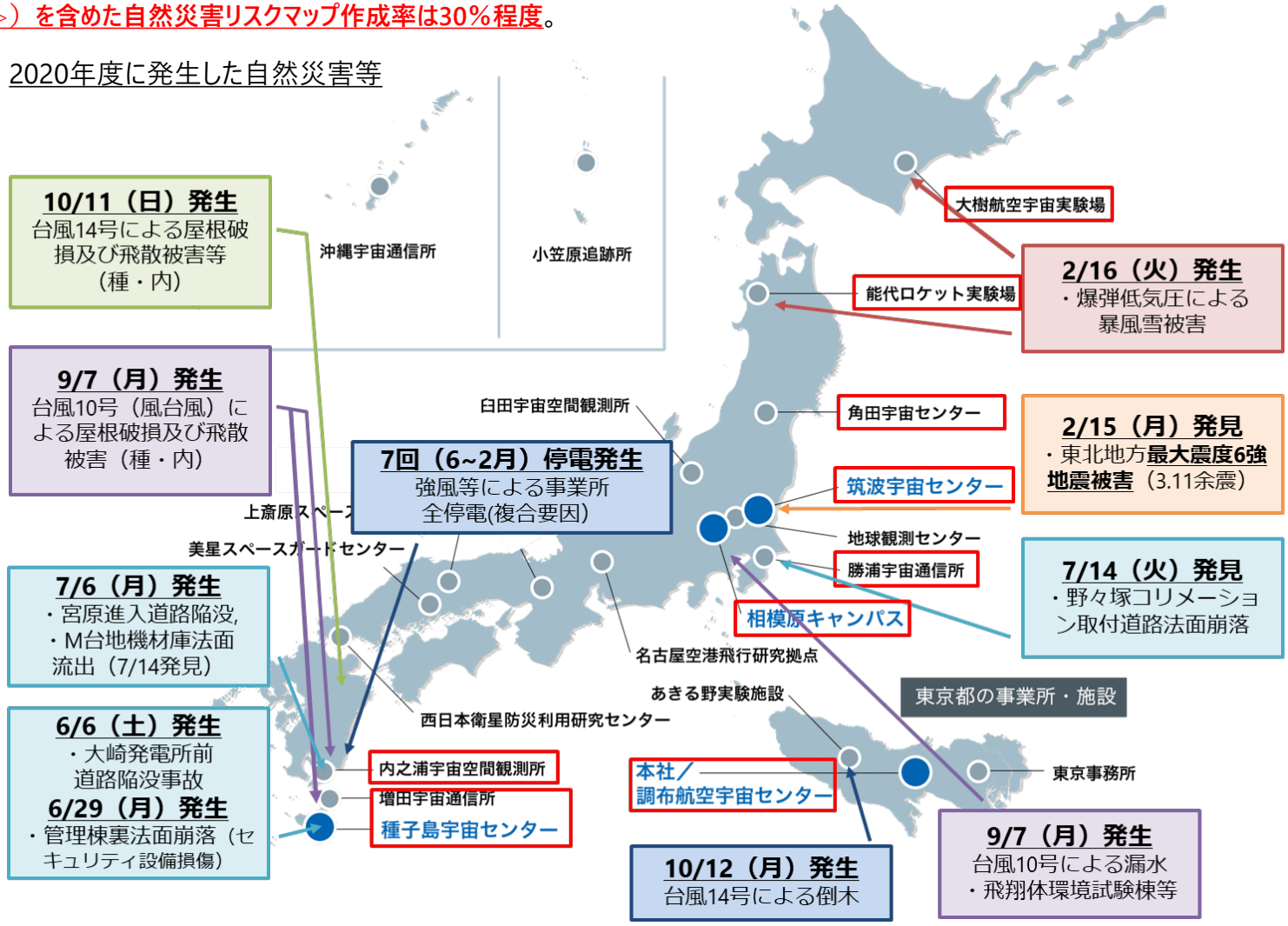
施設に関する調査研究等に関しては、各事業担当部署からの技術支援要請に応えるため、大学・研究機関・企業など外部機関と連携して推進した。具体的には、**衛星測位データに基づく応答計測システムの精度向上に関して、実際の地震時観測データに基づき性能保証範囲の評価と小型化に向けた検証を実施**。また、**大型シート製シャッターの国産化に向けた各種開発試験を行い、実建物（SFA3）に実装する見通しを得た**。更に、withコロナにおけるニューノーマルへの対応として、上述の施設運用の遠隔監視・広域運用に向けた取組や、土木工事におけるICT施工（施工DX）、非接触スイッチの開発等を推進した。＜補足７参照＞自然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、**通信所を含めた勝浦市全域における土砂災害危険度情報の実運用化や角田宇宙センターにおける危険斜面の警戒監視システムの配信を継続拡大**した。＜補足８参照＞

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**

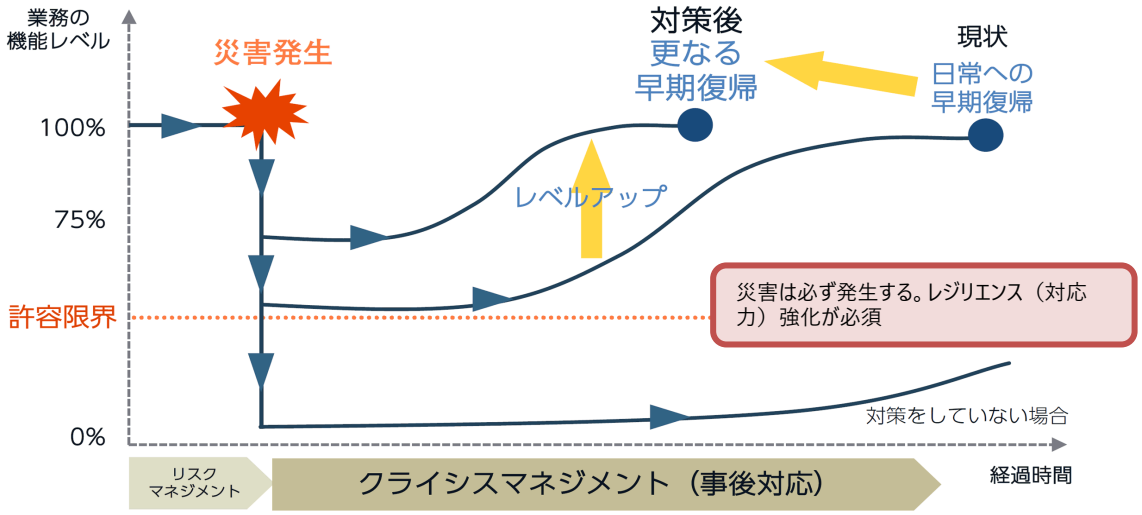
- 2020年度は多くの災害に見舞われ、約2.5億の対応費を投入。**「想定」による防災／減災力強化が必要。**
- 2018年度に内之浦にある強度不足施設６棟を解体撤去し、保有する全ての施設の耐震化は完了したが、更なる巨大地震リスクや他のハザードに対する安心・安全への対応のため、**ソフト面の対策強化を目指す。**具体的には、**保有する事業所のハザード可視化に着手。**過去に事業所内で発生した**災害情報（独自の解析評価を追加＜関連：補足８参照＞）を含めた自然災害リスクマップ作成率は30％程度。**

2020年度に発生した自然災害等



評定理由・根拠（補足）１．

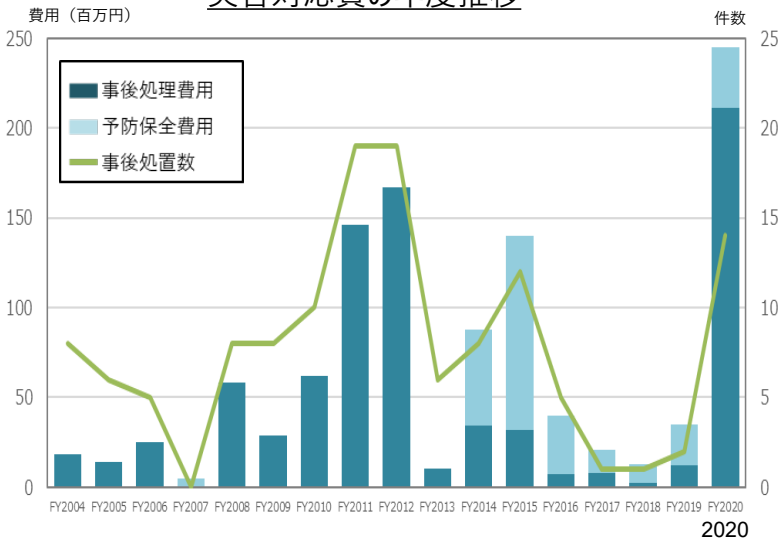
施設におけるレジリエンス（適応力・回復力）強化イメージ





GIS（地図情報システム）を用いた自然災害リスクマップ

災害対応費の年度推移



リソース管理能力向上／事前防災・減災対策

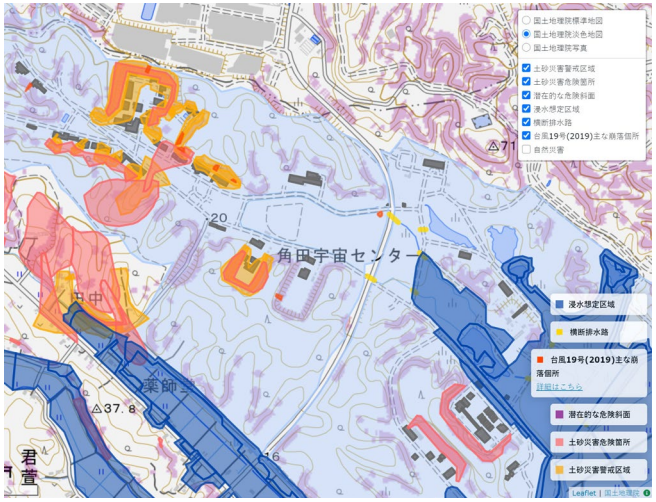
事象発生を契機に点検など確実な維持を行う
〇維持作業（現場）のミクロマネジメント強化
〇自然災害リスクマップ整備・発生予測・被害推定

平常時の維持管理など計画的かつ効率的な実施による**効果の発揮**

クライシスマネジメント／再度災害防止対策

災害復旧に併せて防災機能の強化・向上を行う
〇被災箇所の復旧（最大規模災害を想定）
〇速やかな情報把握と的確な初動対応を可能とする常時モニタリング

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**



一例：角田宇宙センターのハザード情報

評定理由・根拠（補足） 2.

■ ESCO事業の更なる推進（相模原・筑波）

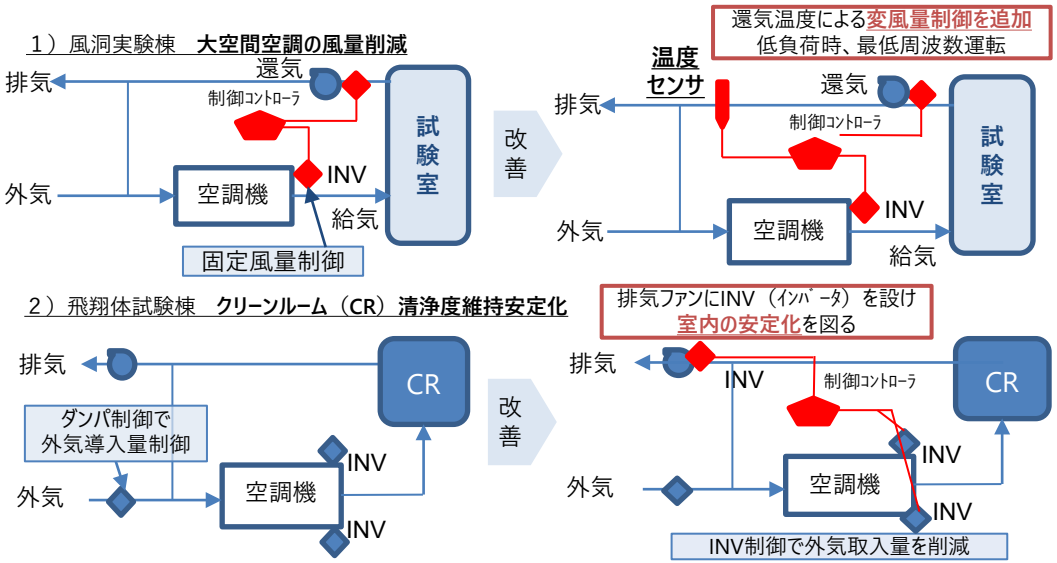
- 民間資金を活用した設備改修スキームであるESCO事業を更に推進し、基盤インフラの著しい老朽化による事業影響リスクを解消するとともに、省エネ改修を進めた。
- 相模原において、**省エネチューニングを中心とした包括型ESCO**の調達を行い、標準案（当初）よりも**省エネ保障額の増加（80⇒87％：▲1,860千円/年）及びエネルギー量の更なる削減（▼５％）が実現できる見込み。**

【2019計画案からの改善点】

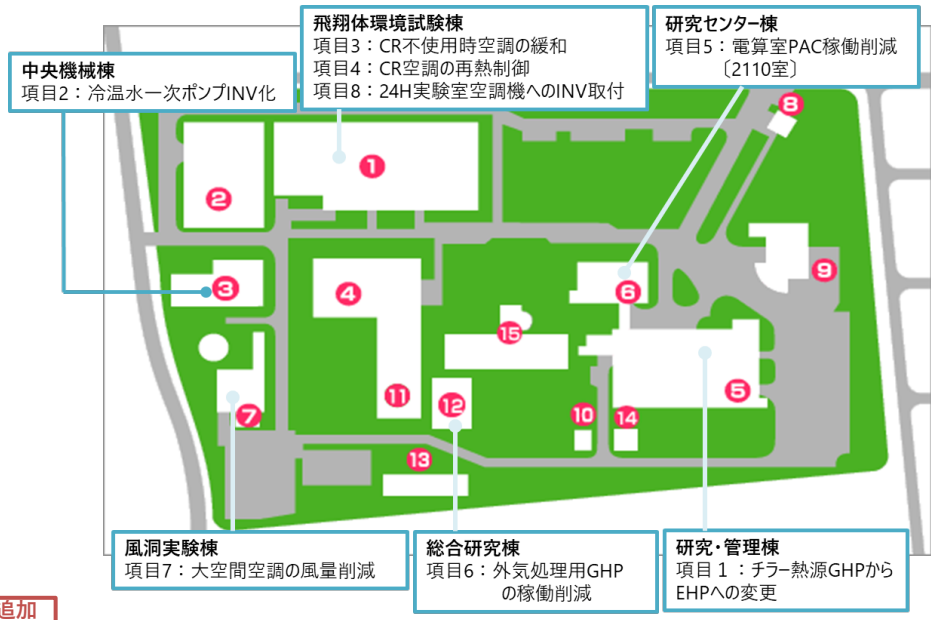
「稼働率の高い機器のみ」を抽出し、それらを重点的に更新し、**最適運用を図る複合的省エネ施策にて保証額アップを具体化**

① クリーンルーム及び大型試験エリアの空調改修に特化する計画（ムリ・ムダの徹底的な調査）立案。
② 在席率の高い執務室の空調エリアの空調改修に特化しつつ、既設配管の劣化状況を適切に評価した更新範囲を最適化。

〇更なる省エネ運用に向けて（改善例）

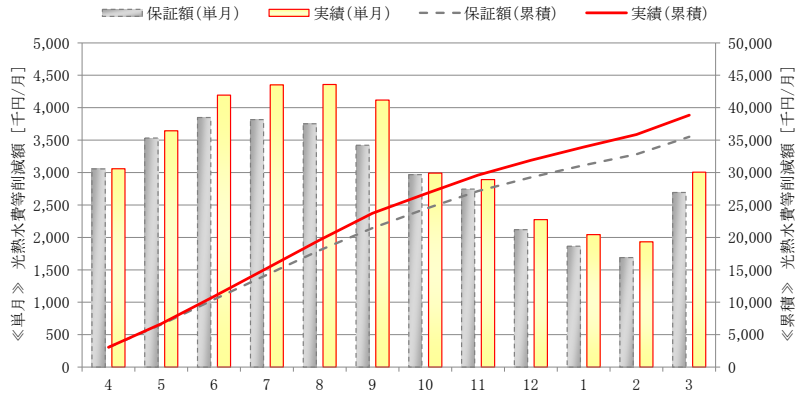


〇相模原6棟に渡る省エネ施策を包括し効果を最大化



■ 筑波宇宙センターESCO事業：サービス事業開始

- 継続的な**チューニング・コミッショニングによりベースラインに対して109％程度の省エネを達成。**（コロナ禍の影響による低減分は除く。）



評定理由・根拠（補足） 2.

■ 種子島_大崎発電所エネルギーサービス（ES）事業導入検討

➢ 環境保全といったSDGs視点を取り入れ、エネルギーの更なる安定供給（燃料の多様化）を目指し、LNG輸送、サテライト燃料タンク設置の実現性を確認し、**エネルギーサービス事業（※1）の成立性の見通しを得た**。＜補足5関連＞

※1 施設の設計・整備から維持・運用、燃料調達までワンパッケージで行うサービス事業のこと

	計画・設計	施工	資産保有	設備保守＆**燃料調達**	効果検証
一般的な省エネ改修工事	JAXA	JAXA	JAXA	JAXA	✕
ES事業	ES事業者				

発電機



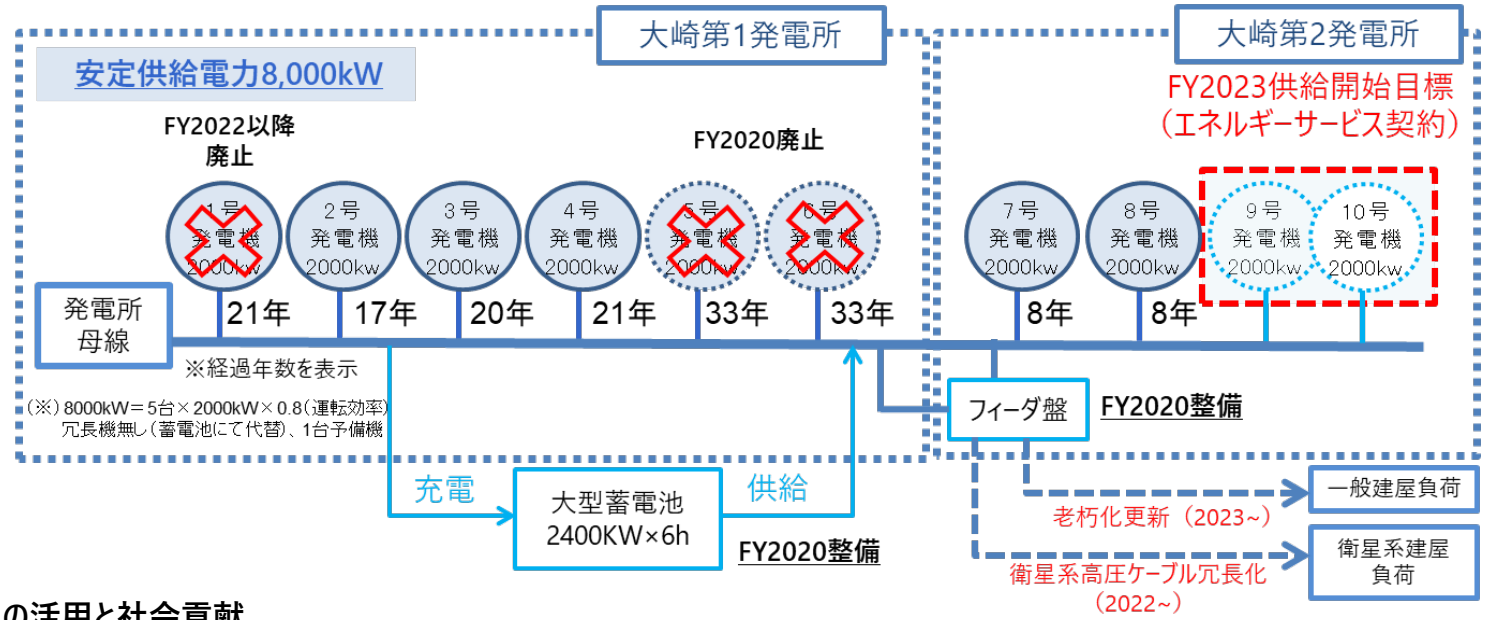






大容量電力貯蔵システム

大崎発電所電力システム概念図



■ 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し、**需要量を制御した（デマンドレスポンス）**。また、**抑制電力を調整力として市場に供出することで、約0.48億円のインセンティブを得た**。

➢ 結果、**系統側の電力需要の安定化・停電回避に寄与**した。【社会貢献】

評定理由・根拠（補足） 3.

■ **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（施設統合管理システム）を再構築**。具体的には**小規模事業所における受変電設備の遠隔監視の実現に向けて、異常時メール通知サービスを開始**。なお、コロナ禍によるテレワーク対応への有用・有効性をも確認。
- 今後、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を加速し、相互連携のためのインテグレーション（※）にも着手する**予定。

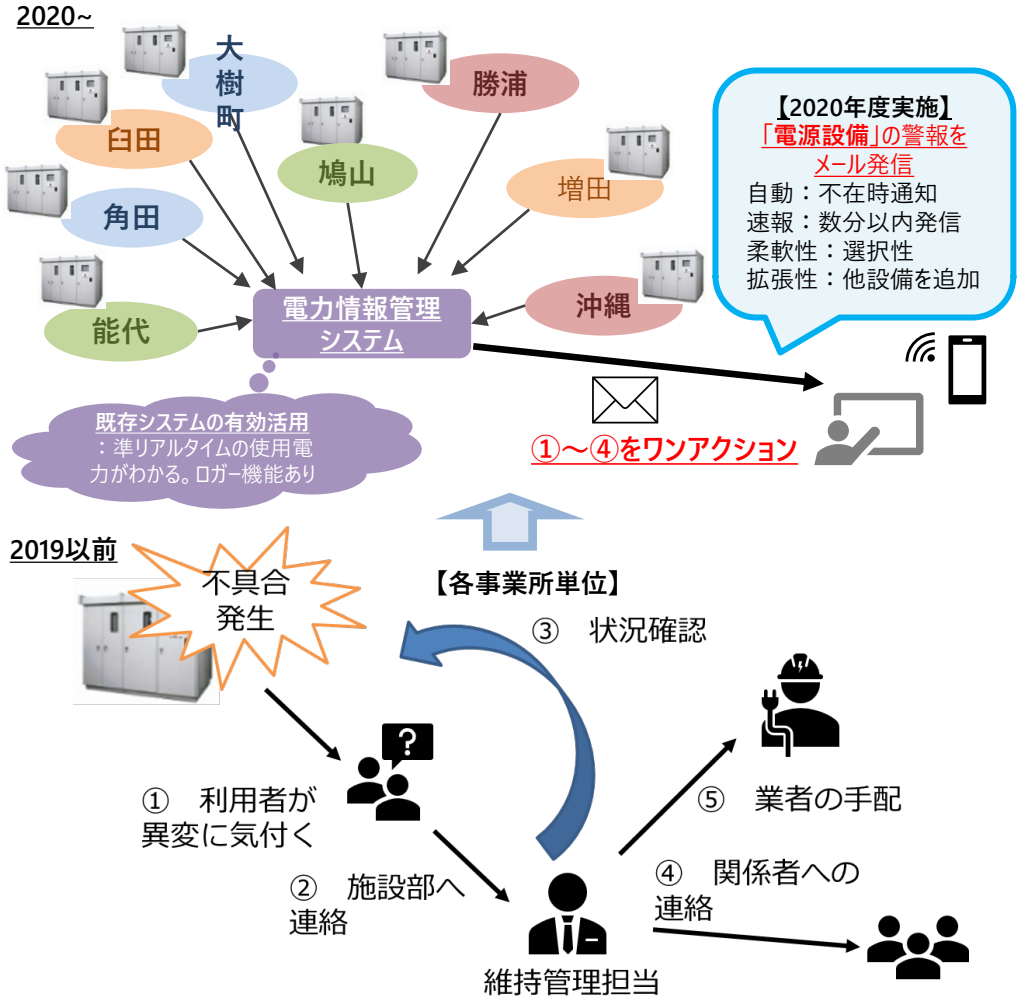
（※）施設においては３段階でDXの実現を目指しているところ。ステップ１：デジタル化、ステップ２：インテグレーション、ステップ３：トランスフォーメーション



評定理由・根拠（補足） 4.

■ 施設の遠隔監視の実現に向けて

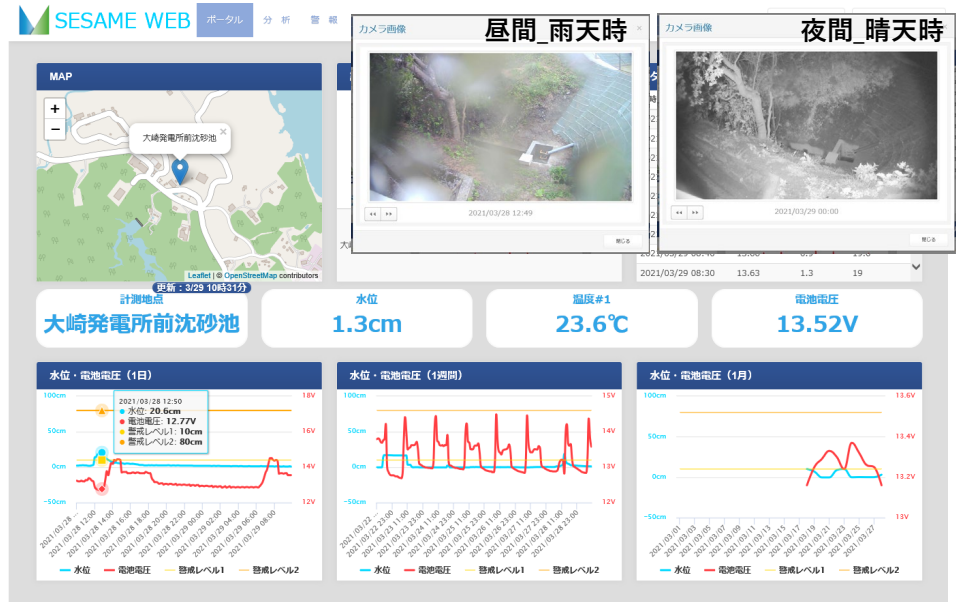
- 施設のマクロマネジメント実施のため、職員不在の小規模事業所について施設の異常状態を遠隔にて把握する仕組みを構築した。
- 今後は、施設の状態についてリアルタイムモニタリングし、維持運用の更なる最適化・省人化（技術者減少対応）を図る。



■ ハザード箇所のリアルタイムモニタリング（ソフト対策の充実）

- 災害から守るを目指し、気候変動に伴う災害リスクや地震リスクに備えるためには一人ひとりの行動対策が重要。可視化による動機付けを行うため、ソフト対策の充実に向けた取組みを開始（※1）。

※1 2020年度は種子島の１地点のみ導入。今後、過去の被災箇所近傍を中心に拡張予定。利用実証している土砂災害危険度情報など＜補足８参照＞も、今後、連携・実装することを検討している。



■ 状態保全への移行に向けた設備の劣化診断・評価

- 持続可能な共通基盤インフラ維持を目指し、アセットマネジメント手法を導入し維持管理手法の改善に着手。
- 施設の要求や特性に応じて、適切な手法を組み合わせ全体のサービス水準維持を実現させる。

BM（ビルディングマネジメント）	FM（ファシリティマネジメント）	AM（アセットマネジメント）
建物やインフラそのもの管理	施設の有効活用 ＋	資産の運用管理
建物や設備などハードそのもののサービス（アウトソース済。ミクロマネジメント）	利用状況等を見直し、より有効活用するため長期的・計画的なサポートを行うプロジェクトマネジメント	資産を俯瞰し、最適な更新タイミング、戦略を構築し資金の最適化を行う

評定理由・根拠（補足） 5.

電力基盤インフラの再編・更新_2020

■ **アセットマネジメント手法を用いた調布特高受変電設備（特別高圧受変電所）の更新基本計画の最適化**

➢ 主要構成設備である変圧器・高圧ケーブル及非常用電源である蓄電池設備について**劣化診断およびアセット評価を実施。健全性が確認できた1/4程度(系統数）の高圧ケーブルは流用する計画（TBM※1から、CBM※２へ移行）とした**。

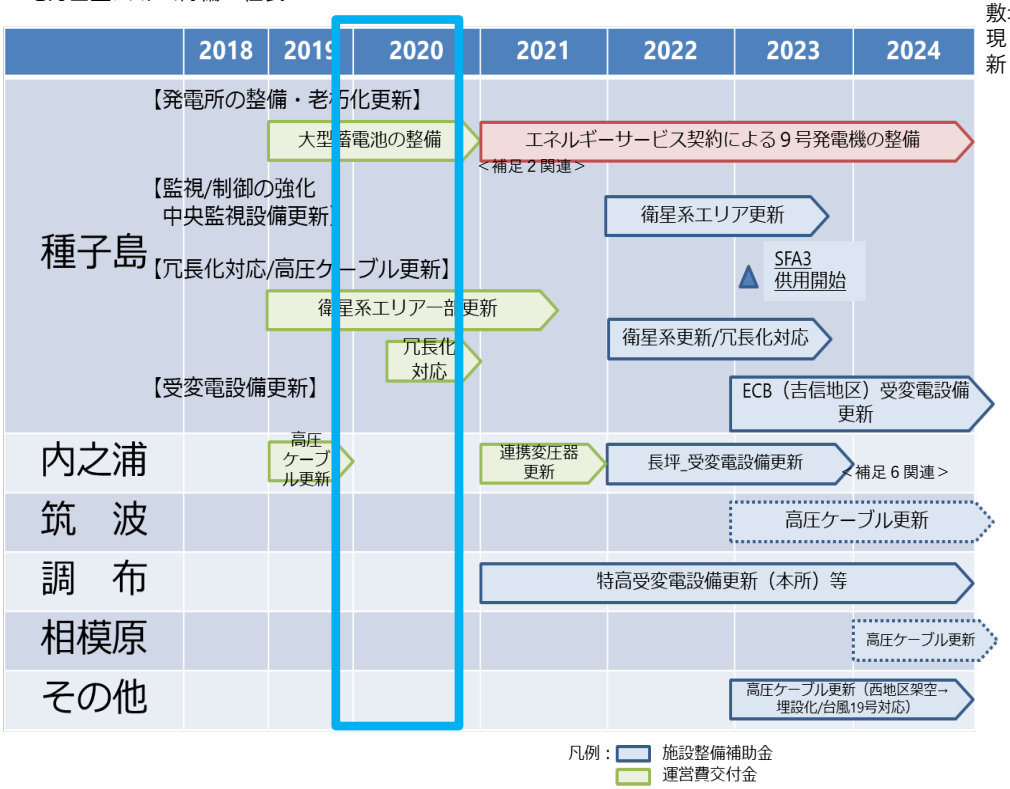
➢ **狭小な敷地に特高機器を機能的に配置し、適切なゾーニングを行うことで**受配用建屋面積縮小（▼約50%）、かつ１系統直列方式で配置していた二次変電所の統廃合し配電盤数最適化（▼3%）し、**概念計画時より一層コンパクトにした計画を立案**

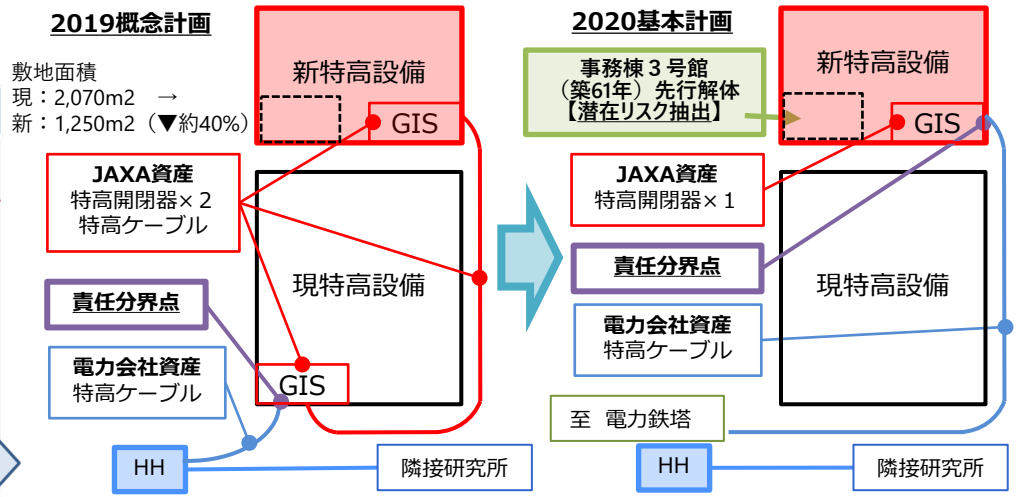
※1 TBM：タイムベースマネジメント　主に経年基準のみで更新時期を判断　※2 CBM：コンデションベースマネジメント　経年は目安程度とし、詳細な機器状態把握を行い、機器状態により更新時期を判断

① **安全性/運用性等の向上**：電力会社との綿密な調整を行い**責任分界点を移設することにより、停電日数の削減と切替手順の明確化・簡略化を実現**。
② **システム最適化とコスト縮減**：**高圧ケーブル更新範囲を精査（▼約25%）により更新費（▼約１億）を削減できる見込み**
③ **切替手順の明確化等**：既設地下ピット内の**1,000sqケーブルの切回し工法と既設地下ピットの撤去工法を確立。概算ベースで建屋の建設費を大幅削減（▼40%：約3.7億）**。

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





【概念計画時からの変更点（改善点）】

責任分界点を新特高敷地へ移設

- 責任分界点が現特高にある場合、、**特高開閉器2台と特高ケーブルの整備が必要**。
- かつ、特高ケーブルの保全は**電力会社と同等レベルの保全が必要**となり、**安全性、運用性、LCC低減の観点で課題が多い**。

電力会社と粘り強く調整を行い、移設の目途を得たことで、以下の項目が最適化。

① **特高受電盤が１台不要となり、特高ケーブル敷設がJAXA工事範囲外。**
② 設備が最適化された事により**切替手順の明確化となり工事中の安全性向上**
③ 更新後LCCの圧縮（▼5%）、工事時の隣接研究所停電10日→**最大４日**
④ 特高引込が隣接研究所と分離され、鉄塔からJAXA専用線となり、**事故時波及影響を限定化、共連れ停電解消。**

評定理由・根拠（補足） 6.

■ 内之浦の電力レジリエンス強化策及び受電室更新計画

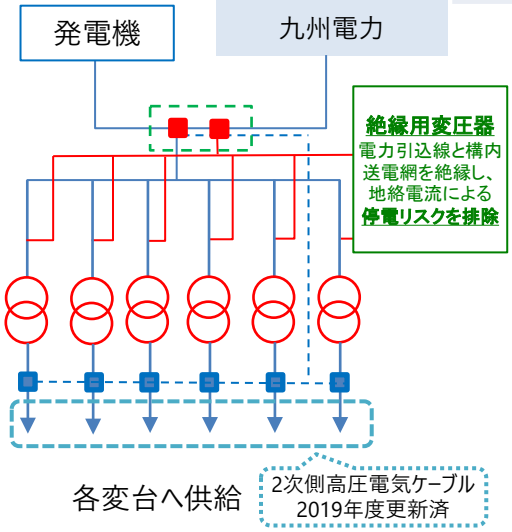
- 設置後48年経過した長坪受電室は、基幹設備の一つであるが、2020年は7回も発生し信頼性が大きく低下。また、谷地設置であることから近年の集中豪雨により室内に浸水する事態、法面の軽微な崩落も見られ土砂災害リスクも顕在化。
- 観測所全体（長坪・宮原）の**防災・減災対策パッケージを整理し**、代替設備の準備，運用改善等のソフト対策と法面防護等のハード対策など、**多層的な対策を一体的に適用した電力レジリエンス強化策をまとめた**。
- 最優先で実施する必要がある**受変電設備の更新は、発電機・給水設備などの既存インフラと集約し、徹底した運用合理化を図る計画とした**。


老朽化受変電設備

受電室全景

防災・減災対策パッケージ

	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** ○発電機等のリース対応 ○重要施設周辺の法面防護	○自家発電増設、電路の冗長化、○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 ○**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） ○停電の早期復旧に向けた取組（電源車の利用） ○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。 ○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）



受変電設備更新方針（改善点）

【ダウンタイム最小限化】

● 母線二重化（赤部分）

高圧母線を二重化することにより常時回線から予備回線に切替え、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】

● 保護継電器動作による停電対策（緑部分）

絶縁用変圧器設置による構外の地絡の影響を低減させるとともに、構内側の強風等による**地絡による系統側への波及事故を防止**する。

【参考】

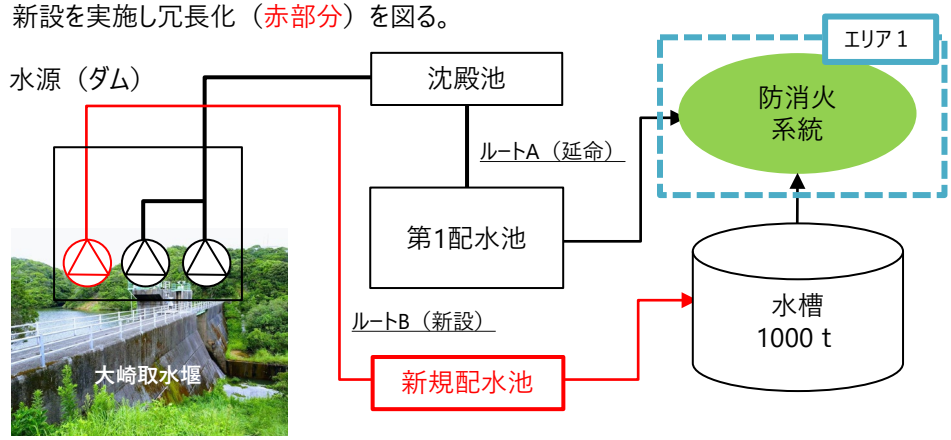
受電設備更新後は、射場としての２フェールセーフの実現（送電網のループ化・重要負荷専用の発電設備の整備など）に向けた詳細検討を行う予定。

■ 種子島の消火配管・給水配管の最適な更新計画

- 大崎・吉信地区の給水・消火配管は最も古いエリアは設置後46年経過しており、老朽化及び**電蝕等による漏水事故が増加**。
- Ｆ41号機水平展開として、配管腐食の健全性評価を実施。**打上げへの影響の最小化と漏水時の復旧を迅速化する計画を立案**。具体的には以下のとおり。
- **射点内配管は全て地上化する計画。**＜エリア１＞
- 一方、殆どが埋設である射場内既存配管は、事後保全による延命＜ルートA＞＋**バックアップ策として冗長ルートを新設する方針とした。**＜ルートB＞
- また、配管更新、冗長系配管の敷設には時間を有することから、コンテンジェンシープランとして主要施設やルート単位で給水量を常時モニタリングし、**遠隔にて漏水監視ができるシステムを構築する予定**。＜ルートA＞

冗長対応消火系統　概略系統図

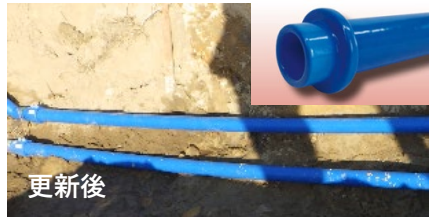
2022年からの五か年にて、消火系統の水量増強を目的にポンプ・配管、新配水池の新設を実施し冗長化（赤部分）を図る。



配管更新前後のイメージ＊打上げに関係する配管や設備等については、Ⅲ.3.9項で実施



経年劣化にて、配管からの漏水事故が増加。
内部配管の肉厚も薄くなっており、全面更新が必要。



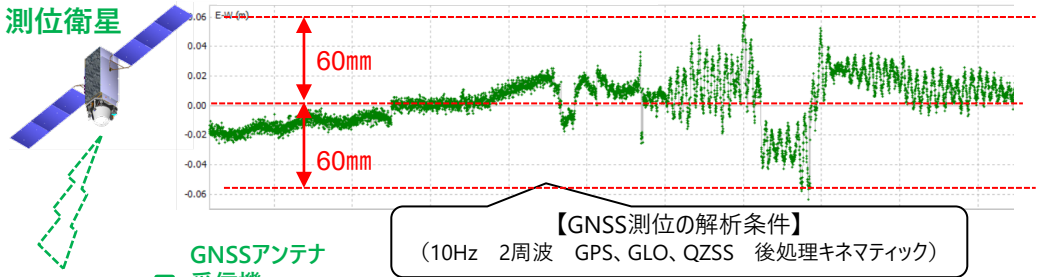
内部コーティングされたライニング管を積極的に採用し、長寿命化・破断リスクを低減。

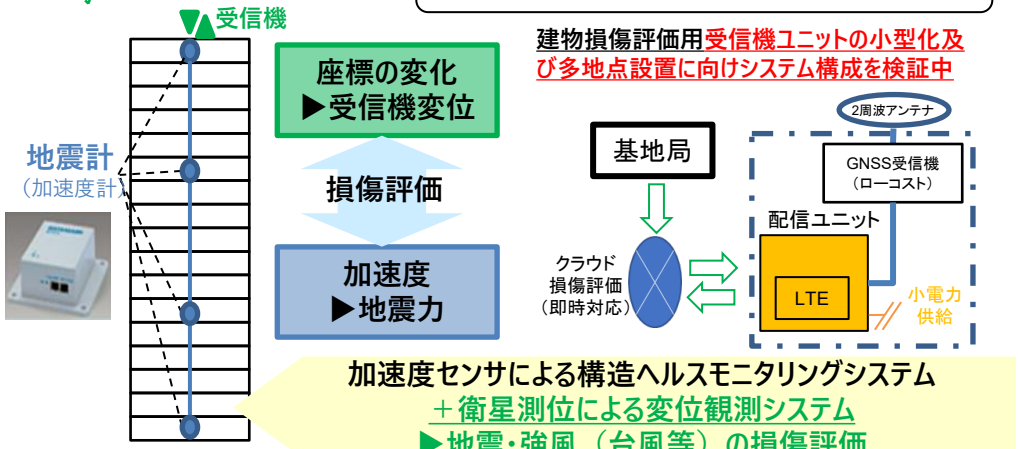
評定理由・根拠（補足） 7.

衛星測位データに基づく被災建築物の損傷性状評価のための計測精度向上に係る研究

- 加速度計＋汎用型GNSS測位システムを用いた変位計測を継続実施中。
- 2021年3月に建築研究所（本館）及び超高層の大阪府咲州庁舎での**実際の地震時の変位を同時観測（咲洲庁舎は片振幅で60㎜程度）**した。現在、データ検証中。別途、**模擬地震加振実験を実施し、変位精度の確認を行い、10㎜以上の変位においてはGNSSによる計測の有効性等を確認（定量評価）。併せて、解析の自動化、計測システムのユニット化（小型、軽量）についての検証にも着手**。
- なお、みちびきを用いた共通時刻による加速度と変位計測の時刻同期についても検証している。

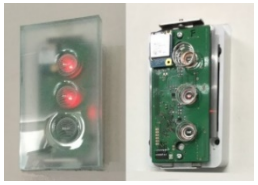
2021年3月に計測した測位データ





タッチレスIoTスイッチの開発

- withコロナ時代のニューノーマルに対応するため、既存設備と**簡単に置き換えが可能な非接触照明スイッチの開発に着手**。相模原執務室の一部と筑波広報・情報棟において実証を開始した。



■ 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。
- **フェーズ1試験（小型の供試体による動作検証）は計画通り完了し、2021年実施予定であったフェーズ2の大型試験体による耐久性確認試験を前倒し実施。第3衛星フェアリング組立棟への適用を目指し、量産設計・試作を行い開発完了時期の更なる前倒しを図る**予定。



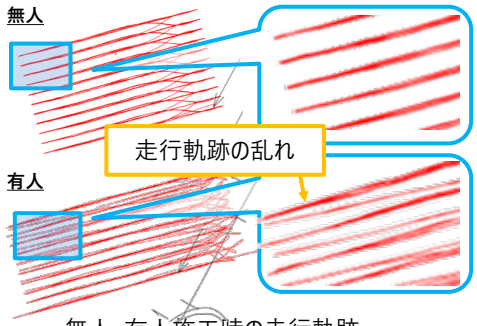




フェーズ２：大型試験体による耐久性試験

■ SFA3道路・敷地整備工事における自動化施工実証

- 建設業では**熟練技能者不足と高齢化による作業従事者の減少が課題(特に離島である種子島)**であり、**品質を確保しながら、少ない人員で施工**することが必須。**実現場の転圧作業の一部で自動化施工システム適用し、評価の結果一定の優位性を確認。**
  ①締固め度等の**品質は同程度。**
  ②施工効率に影響する**走行軌跡は無人施工の優位性を確認。**



無人・有人施工時の走行軌跡



自動化施工実証実験　全体写真

評定理由・根拠（補足）8.

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的に限界があり，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、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，利用実証で得れらた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

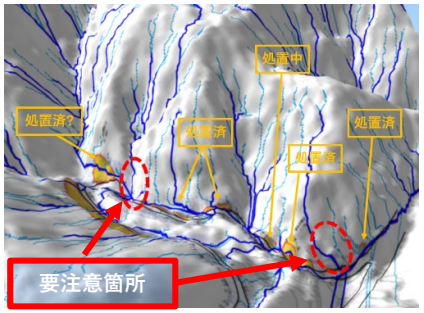
小型気象レーダ等による降雨観測を行い、一般的な防災情報を補完する**高時空間分解能と即時性を持った災害発生危険度情報を配信**。事業所管理における荒天対策，待機・避難等の判断材料として活用。併せて，**市内全域の要注意箇所を特定した情報を勝浦市役所に継続配信**。更に、逃げ遅れ防止に繋がる判断基準を構築するための実証データ等を取得・分析中。



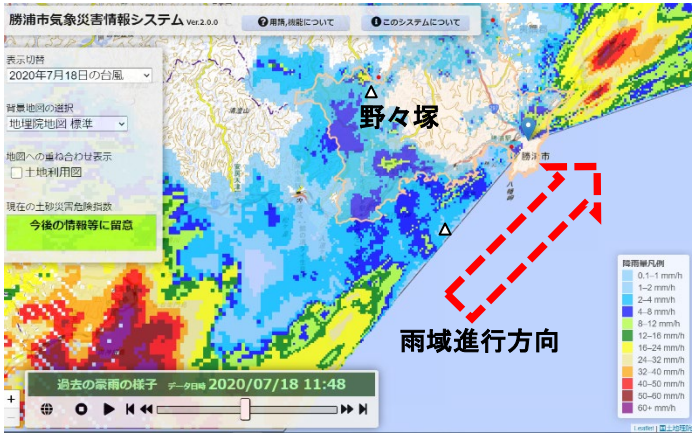
【災害発生危険度情報の高度化】

要注意箇所の特定

斜面崩壊が頻発する野々塚コリメーション取付道路について、レーダによる降雨情報と地形情報等から要注意箇所を特定.



降雨情報配信例（勝浦市全域）

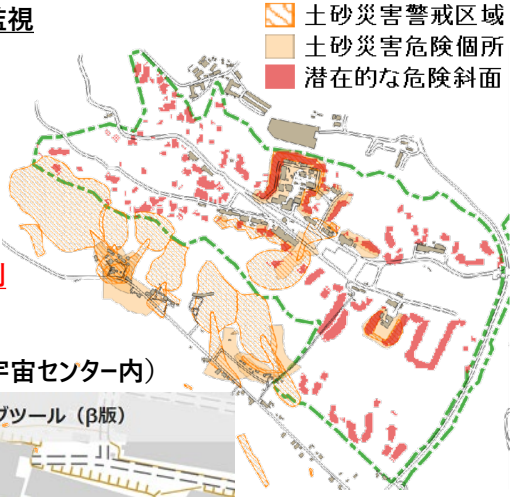


【観測例】

2020年7月18日の大雨 (日雨量124.5mm)に際し、野々塚コリメーション施設(野々塚山頂)における約20分間の弱雨時間帯、すなわち避難(下山)可能なウィンドウを検出。適切なタイミングで避難誘導を行うことにより、無理な避難行動に伴う二次災害を抑止できる可能性が示唆された。**実運用に向けた実証データを着実に取得**できた。

角田宇宙センター　危険斜面の警戒監視

角田宇宙センター内土砂災害警戒区域を中心に**傾斜計による常時監視の拡大と情報配信**を行った。
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。
より正確な発報閾値決定のため、**雨量計・土壌水分計による水文観測を開始**した。

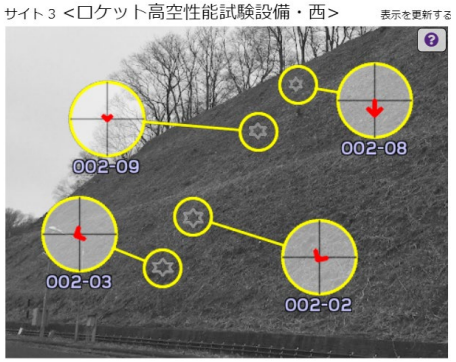


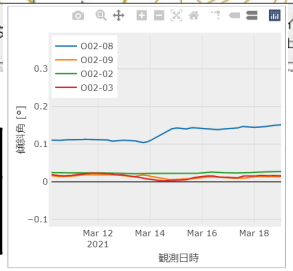
傾斜計危険度情報配信例（角田宇宙センター内）



角田（西）全体の危険斜面警戒が可能
（2019は試行的に数か所）

可視化された傾斜計情報





（参考）	勝浦地区情報配信の時空間分解能	一般的な防災情報の時空間分解能
降雨情報 斜面危険度情報	解像度　#100m / 配信間隔　1分 / 遅れ時間1分 解析単位　#100m / 配信間隔　1分	解像度　#250m / 配信間隔　5分 / 遅れ時間5分 解析単位　#1km / 配信間隔　10分

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。**

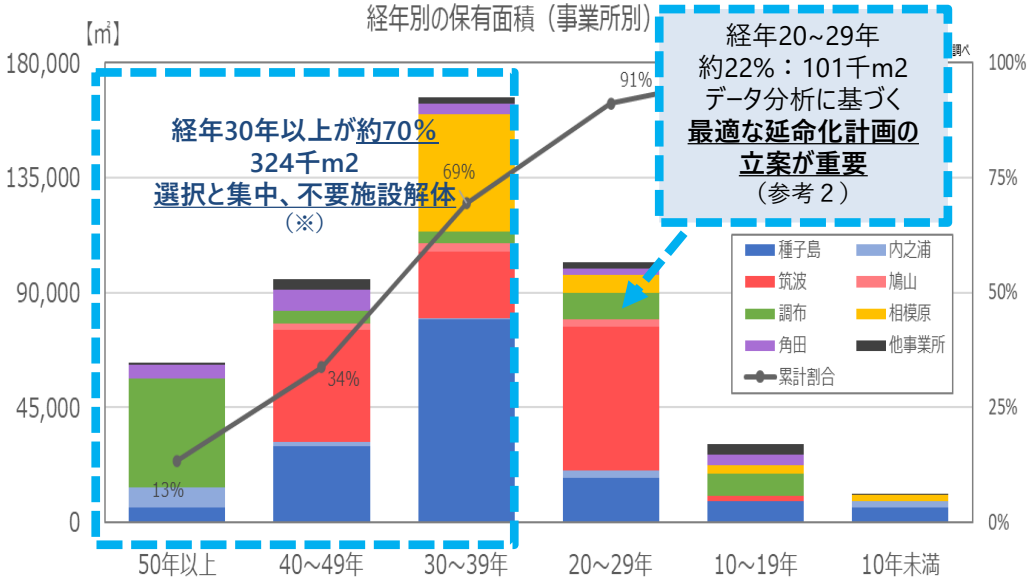
○ JAXA施設の老朽化は加速度的に進行しており、事業への影響を与えるリスクが増大するなか、特に事業への影響が特に大きいと**重要基盤インフラの老朽化対策を経営課題として位置付け**。

○ 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

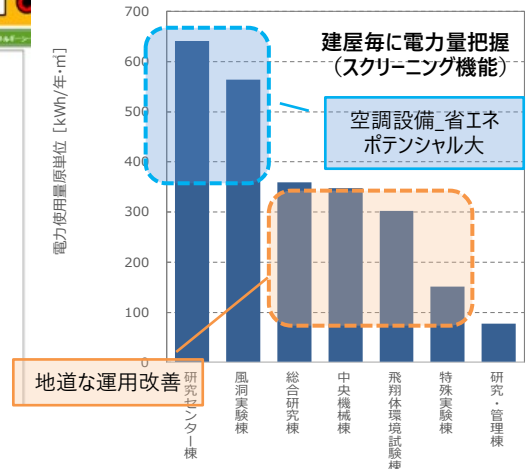


（※）FY2020は、**調布_事務棟3号館、内之浦（宮原）_ポンプ室を解体**

【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	6,329,947				
決算額（千円）	5,857,560	6,327,061	6,017,640				
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				

（※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				
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%				

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
これまで積み上げてきた施設に係る維持・運用及び整備実績からの知見（成果）を、広く社会に還元する。	先ずは、SDGsやSociety5.0 への貢献を意識した事業計画の立案、運営について検討を進める。
施設事業へのJAXA技術の活用。将来的には社会インフラサービスまで一気通貫で構築できるノウハウの蓄積	例えば、事業所の自然災害対策にGSMaPやSAR干渉解析技術等を活用することにより、JAXA技術の社会実装の一助となることを目指すとともに、最終的にはインフラ保全サービス事業として確立させる。
施設事業におけるデジタルトランスフォーメーションの実現	業務の棚卸を行った上で、IT（デジタル）化を加速するともに、複数あるシステムを統合（インテグレート）管理するプラットフォームの再構築を行う。その上で、自然災害対応力強化と持続可能なインフラ保全の実現を目指す。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○中長期目標に記載した達成目標を基準に、多年度を見越したロードマップとその中での年度目標及び目標達成に向けた定量的なKPIを明確化すること、その上で達成の可否にかかわらず項目全体の進捗状況を客観的に評価することが不可欠である。	第５期を見据えた事業構成を意識しつつロードマップを策定した。定量的なKPIについては所掌する事業所が多く妥当な水準設定が困難であること、事業との直接性のある効果を表す指標、例えば老朽インフラ更新率などが想定されるが、過半以上が耐用年数を超過しており、更新対象として抽出しても予算事情等の制約があり進捗していないと評価される懸念があることから、現時点では「災害対応強化」と「持続可能なインフラ保全の実現」を指標とし、定性的ではあるが進捗状況や成果を分かり易く記載することに努めた。定量的なKPIについては今後も継続して検討していく。
○BCPについて、統合的に計画を策定し、事前に十分な訓練をする必要があるため、災害多発時代を迎える現代社会においては、JAXA事業の社会的重要性も鑑み、全社的な観点で検討・対応を進める必要がある。	BCPは全社共通編を経推部・総務部、個別編を各部門で制定している。施設に求められる機能（人命、重要財産保全のためのインフラ等供給）については、事業計画に落とし込み全社的な観点で検討・対応を進めている。
○電力基盤以外のインフラについても、計画的・予防的に再編・更新を進めていただきたい。単に費用削減だけに着眼するのではなく、災害時などの対応を含めたレジリエントな構成を極力心がけていただきたい	電力基盤設備（発電機、特高受変電設備、配電網など）以外にも自家水道設備の更新など、自然災害被害状況等を踏まえてインフラ長寿命計画を改訂しつつ、優先度の高い個別施設計画を実行している。なお、計画策定においてはハード対策に限らずレジリエントな構成を図っている。

Ⅲ．7．　情報収集衛星に係る政府からの受託

2020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。 光学7号機は、初期機能確認を終えて政府に引渡し、目標を達成した。 同機の機能・性能等により、情報の量の増加、情報の質の向上、即時性の向上等が達成され、政府から高い評価を得ている。 また、各号機に係る政府要求の反映や実現性の高い提案、将来研究の実施なども合わせて、本受託事業全体として、政府の期待と信頼に応える技術集団として、政府から高い評価を得ている。 本事業の実施体制の確立については、コロナ禍のもとでも部門職員全てが出勤しての業務実施が必須であるところ、各種の感染防止策を早期から推進し、その徹底によって重要事業を遅滞なく完遂した。	これらの機能・性能は、政府の取組に反映され、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。 これらの実績は、政府が掲げる「確実な４機体制」及び「１０機体制の確立」という成果目標の実現に大きく貢献している。 当年度事業を遅滞なく完遂したことによって、各号機の打上げ計画に影響を生じさせず、我が国の政策に大きく貢献している。

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＞ ○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。

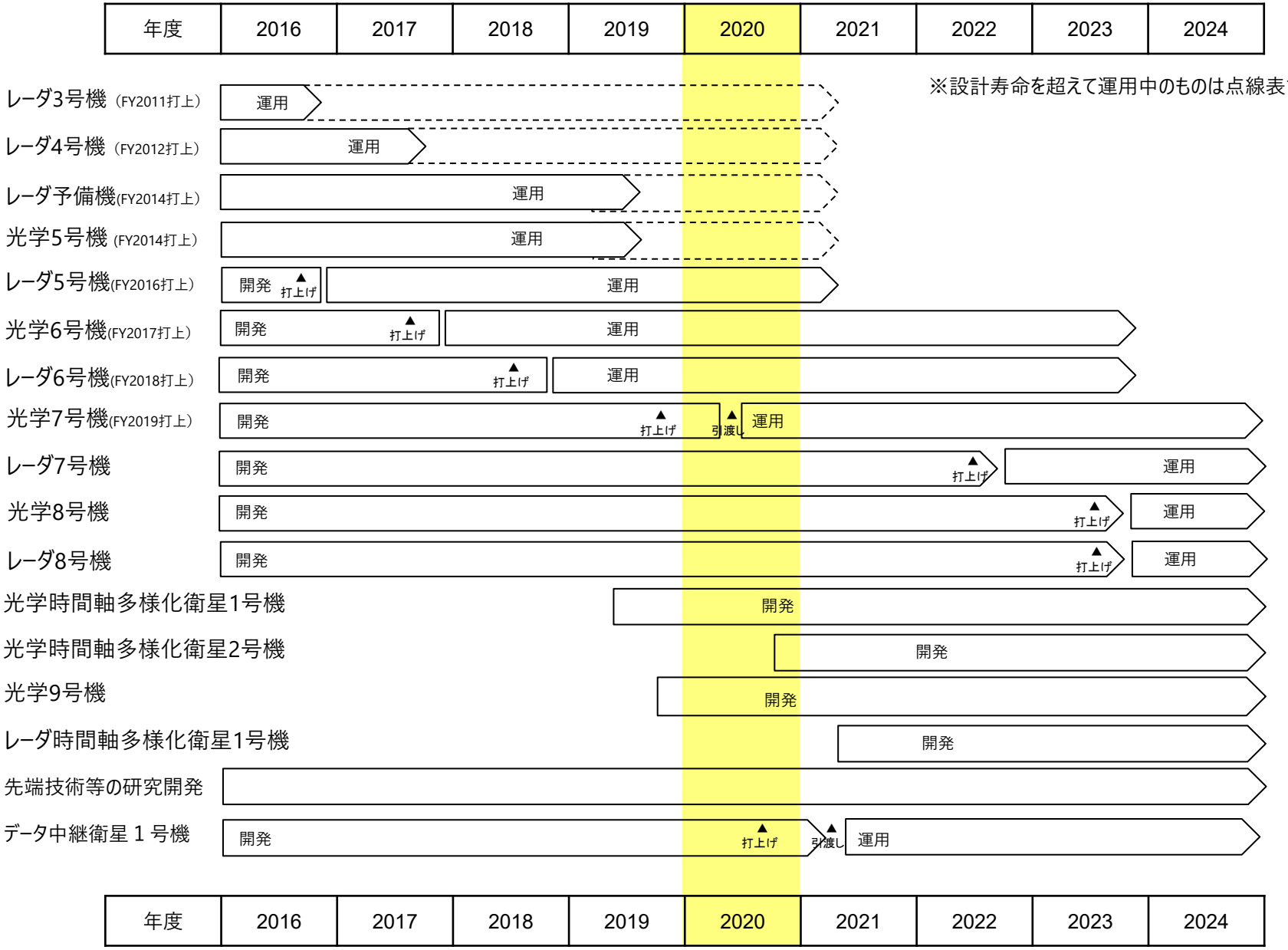
4. 宇宙政策に関する具体的アプローチ　(1)宇宙安全保障の確保　②主な取組

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、１１号機
レーダ衛星７号機（２０２２年度）、８号機（２０２３年度）、９号機、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
※設計寿命を超えて運用中のものは点線表記とする
レーダ3号機（FY2011打上）
運用
レーダ4号機（FY2012打上）
運用
レーダ予備機(FY2014打上)
運用
光学5号機（FY2014打上）
運用
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

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

政府からの委託（465億円：2020年受託額）を受けて、内閣衛星情報センター(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。

光学7号機は、初期機能確認を終えて政府に引渡し、目標を達成した。同機の機能・性能等により、**情報の量の増加、情報の質の向上、即時性の向上等が達成**され、**求められる水準を上回り、過去号機との比較においても、政府から高い評価**を得ている。

また、各号機に係る政府要求の反映や実現性の高い提案、将来研究の実施なども合わせて、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、**政府が掲げる「確実な４機体制」及び「１０機体制の確立」という成果目標の実現に大きく貢献**している。

[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2年度行政事業レビューシートより）

1．光学7号機は、姿勢駆動装置の搭載台数の増強による俊敏性の向上、データ中継機能の搭載によって、情報の量の増加、情報の質の向上、即時性の向上等を達成し、**我が国の外交・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**しているとともに、**今後も継続的に顕著な成果を創出していく強い期待**がある。

2．各号機に係る政府要求の反映や実現性の高い提案、将来研究の実施なども合わせて、政府が掲げる目標の実現のために技術的に貢献し、**１０機体制の確立に向けた活動を進展させた**。

3．宇宙システムとしての機能保証に関して、能力強化に関する取組みを推進した。

4．コロナ禍のもとでも部門職員全てが出勤しての業務実施が必須であるところ、**各種の感染防止策を早期から推進し、その徹底によって重要事業を遅滞なく完遂**し、政府の打上げ計画に影響を生じさせなかった。

※公表されている令和2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2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				
決算額（千円）	25,357,612	29,051,058	32,402,605				
経常費用（千円）	20,069,680	34,119,370	26,796,768				
経常利益（千円）	△448,974	540,277	△ 430,091				
行政コスト（千円）（※1）	434,991	35,439,530	26,796,768				
従事人員数（人）	110	106	108				

（※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。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○安全保障の観点から情報の開示がなしえないことはやむを得ないものではあるが、当該業務における法人の取組・尽力に対し、開示された情報の範囲でしか評価をすることができないことは、独立行政法人評価の目的と照らし合わせて望ましくない状況と考える。今後の課題として、中期的には評価の手法の検討が必要であることを含め、当該項目について、評価対象としてどのように扱うかを検討するものとする。	可能な範囲で最大限の情報を示せるよう、引き続き努める。

Ⅳ. 業務運営の改善・効率化に関する事項に係る措置

2020年度 自己評価 B

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
Ⅳ.	Ⅳ.		
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。	・筑波宇宙センターバンコク分室ではセンチネルアジア参加国との連絡調整や災害情報の入力作業支援などをタイ王国現地で実施してきたが、各参加機関が自律的にセンチネルアジアを運営する体制が構築されたこと、及びweb会議等を活用した会議運営に移行したことを踏まえ、2020年4月に同分室を廃止した。 ・科学技術基本法等の一部改正を受けて2021年度よりJAXAの役割に出資業務の追加が決定しているところ。JAXAにおける出資業務の基本方針及び実施方法を関係部署が統合的に検討を進めるため、2020年7月に出資業務検討チームを設置し、出資業務をJAXA産業振興施策の一つの手段として活用することを決定した。（Ⅲ.4.1項 参照）	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3年目の2020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た。一般管理費は2017 年度比で3.3％削減した。 ・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を開始（III.3.11項参照）するなど、施設・設備の集約化や高効率化の取組を行い、施設・設備維持費を削減した。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構築により光熱費を削減している。なお、ESCO事業については、相模原キャンパスへの導入も検討している（III.6.5項 参照）。 ・一方、昨年度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、2020年度からは従前までの会議事務や発議事務などに加え、定型的な取りまとめ業務などもサービスの提供を開始した。提供中のサービスについては、より広く、より深く対応できるよう、日々改善を重ねている。このような取組を行うことで、技術・研究系、事務系を問わず全職員が日々実施している内部管理業務を標準化・集約化・合理化し、それにより削減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を図ることを目指している（VI. 2 項 参照 ）。	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、「2020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。	• 2020年6月に「2020年度調達等合理化計画」を策定し、以下のとおり実施した。(F- 9 、10頁を参照） 【民間の活用促進】 • ISS「きぼう」実験枠における事業運営、月面でのロボット運用等の新たな事業推進にあたって調達方法の工夫をするなど、ベンチャー企業の参入を促す施策の検討・導入を順次進めている。 【合理的・効果的な調達】 • プロジェクトにおける契約相手方の選定に際して、これまで以上に意欲的な提案を引き出し、競争を活性化するため、選定方式（技術提案方式（RFP））のプロセスを改良した（2020年10月）。 • プロジェクトの「調達マネジメント」要員を確保しこれを強化するため、調達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）を導入した（2021年4月運用開始）。	計画に基づき着実に実施
（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。	• 2019（平成31)年度の給与水準の検証結果及び取り込み状況について、2020（令和2)年7月末に公表した。主な内容は以下のとおり。 （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108.7であった。 （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。 • 総人件費見直しについては、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＞ ・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。 ・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。 ・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。 ・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＞ ・組織体制の整備状況 ・運営費交付金の効率化に関する取組状況 ・調達等合理化計画に基づく取組状況 ・国際競争力向上に資する調達に関する取組状況 ・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

2020年度 自己評価 B

【評定理由・根拠】

新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大となっている状況を踏まえ、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計画どおり実施した。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

【出資業務開始に向けた体制検討】

- 科学技術基本法等の一部改正を受けて2021年度よりJAXAの役割に出資業務の追加が決定しているところ。JAXAにおける出資業務の基本方針及び実施方法を関係部署が統合的に検討を進めるため、2020年7月に出資業務検討チームを設置し、出資業務をJAXA産業振興施策の一つの手段として活用することを決定した。（Ⅲ.4.1項 参照）

（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3年目の2020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導入による業務自動化等の取組を継続した。一般管理費は2017 年度比で3.3％削減している。
- ただし、第 1 期から第 3 期までに一般管理費全体で約 4 割の経費削減を断行し、ぎりぎりで目標を達成してきたところであり、これまでと同じペースで、単純に一律的な数値目標のとおりに削減し続けることは極めて厳しい状況となっている。研究開発能力の一層の強化を確実に推進していかなければならない責務の中で、これ以上の無理な経費削減を進めると、結果として管理業務の遂行に著しい支障を来たす可能性もあると考えている。

【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を開始（Ⅲ.3.11項参照）するなど、施設・設備の集約化や高効率化の取組を行い、施設・設備維持費を削減した。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構築により光熱費を削減している。なお、ESCO事業については、相模原キャンパスへの導入も検討している。（Ⅲ.6.5項 参照）

【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、2020年度からは従前までの会議事務や発議事務などに加え、定型的な取りまとめ業務などもサービスの提供を開始した。提供中のサービスについては、より広く、より深く対応できるよう、日々改善を重ねている。（Ⅵ. 2 項 参照 ）

【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】

- 2020年度はコロナ感染対策を実施するための資金ねん出が必要であったところを、国内・海外出張費等、コロナの影響で使用予定の無くなった費用を集約する形で対応した。
- 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を充当する制度を検討し、2021年度から施行することとした。

（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】

- ISS「きぼう」実験枠における事業運営、月面でのロボット運用等の新たな事業推進にあたって調達方法の工夫をするなど、ベンチャー企業の参入を促す施策の検討・導入を順次進めている。（F-9頁参照）

【合理的・効果的な調達】

- プロジェクトにおける契約相手方の選定に際して、これまで以上に意欲的な提案を引き出し、競争を活性化するため、選定方式（技術提案方式（RFP））のプロセスを改良した（2020年10月）。
- プロジェクトの「調達マネジメント」要員を確保しこれを強化するため、調達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）を導入した（2021年4月運用開始）。

（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。
- 機構の人員規模は、業務効率化等の努力によって統合時に比して188人、10.2％減（2021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38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。（Ⅵ.２項 参照）

参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（１／５）	実績	アウトカム
2. 重点的に取り組む分野及び取組内容 (1) 一者応札・応募に関する取組 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。 【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。 • これまで以上に意欲的な提案を引き出し、競争を活性化するため、情報提供要請（RFI）の活用や技術提案方式（RFP）の実施に係るガイドラインを整備した。 • 開発プロジェクトを担う企業選定における競争性を十分に確保するため、「契約審査委員会」の審査対象を拡大しプロジェクト初期段階における審査を強化した。 • テレワーク環境下でも電子入札を実施するとともに、電子入札できる環境のない事業者もリモートで入札に参加できるよう手順を整備した。結果、リモート入札率(*)を80%（FY2019）から85%に拡大した。 (*)（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：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（２／５）

【2020年度のJAXAの調達全体像】

単位：件、億円

	令和元(2019)年度		令和２(2020)年度		比較増減	
	件数	金額	件数	金額	件数	金額
競争入札等	30.9% 938	16.2% 233	31.8% 996	37.5% 370	(6.18%) 58	(58.8%) 137
企画競争・公募	16.8% 511	29.8% 430	19.1% 599	24.2% 239	(17.22%) 88	(△44.4%) △191
競争性のある契約（小計）	47.7% 1,449	46.0% 663	50.9% 1,595	61.7% 609	(10.1%) 146	(△8.14%) △54
競争性のない随意契約	52.3% 1,590	54.0% 779	49.1% 1,538	38.3% 378	(△3.27%) △52	(△51.5%) △401
合計	100% 3,039	100% 1,442	100% 3,133	100% 987	(3.1%) 94	(△31.6%) △455

（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2(2020)年度の対令和元(2019)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。

【2020年度のJAXAの一者応札・応募状況】

単位：件、億円

		令和元(2019)年度		令和２(2020)年度		比較増減	
2者以上	件数	472	33.1%	621	39.2%	149	(31.6%)
	金額	443	67.5%	260	42.8%	△183	(△41.3%)
1者以下	件数	953	66.9%	962	60.8%	9	(0.9%)
	金額	213	32.5%	348	57.2%	135	(63.4%)
合計	件数	1,425	100%	1,583	100%	158	(11.1%)
	金額	656	100%	608	100%	△48	(△7.3%)

（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2(2020)年度の対令和元(2019)年度伸率である。

参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（３／５）	実績	アウトカム
(2) 物品・役務の合理的調達に関する取組 　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。 【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。】	• 調達定型業務を対象に、民間ノウハウを効果的に活用することとし、ビジネスプロセスアウトソーシング（BPO）を導入した（2021年4月運用開始）。 • 派遣契約の手続き・管理に係る業務負荷を軽減するため、3年としていた派遣契約期間の上限を廃止した。 • 調達業務の効率化やノウハウの共有の観点から、派遣契約、リース契約、共同研究等契約類型に応じた業務の集約、標準化の検討を進めている。	計画に基づき着実に実施。
(3) 調達マネジメントプロセスによる調達 の浸透・定着 　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、適正かつ効果的な業者選定を行う仕組みの構築を進める。 【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。】	• プロジェクトにおける契約相手方の選定に際して、これまで以上に意欲的な提案を引き出し、競争を活性化するため、実施計画書のテンプレート化、競争的対話におけるフリーディスカッションの導入等、選定方式（技術提案方式（RFP））のプロセスを改善した。 • プロジェクト初期段階から競争メカニズムを戦略的に導入できるよう、調達マネジメント計画を立案するためのガイドラインを策定した。	• 煩雑な調整業務を減らし、必要なリードタイムの精度が上がった（業務効率化） • 企業とのコミュニケーションの改善により、企業が提案要請内容をより正確に理解し、適切な提案を行うための環境が整った（環境整備））

参考：２０２０年度調達等合理化計画の実施状況（４／５）	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 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。 【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。】	• ISS「きぼう」実験枠における事業運営、月面でのロボット運用等の新たな事業推進にあたって調達方法の工夫をするなど、ベンチャー企業の参入を促す施策の検討・導入を順次進めている。	計画に基づき着実に実施。
3. 調達に関するガバナンス (1) 随意契約に関する内部統制 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 。 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。 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。 【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（2020年度：37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。 • 契約監視委員会（年4回開催）による事後点検を受けた。 • 契約審査委員会の運営に事前評価を入れて効率化を進めるとともに、段階的に行われる研究開発に係る契約について初期段階での審査を充実させた。	規程に基づき着実に実施。
(2) 不祥事の発生防止・再発防止のための取組 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。 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。 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。 【評価指標：規程どおりに運用すること】	• ①契約事務の留意事項について、随時周知を行うとともに社内研修を実施した。 • ②少額随意契約について、伝票決裁時にチェックリストを活用するとともに随時研修等を実施した。 • ③伝票を発議した者以外の者による検収を徹底した(内部監査も実施した)。	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（５／５）	実績	アウトカム
(3) 内部監査等 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。 【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。 • 評価・監査部の内部監査を受け、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%				
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%				

※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。）

2020年度 自己評価において抽出した抱負・課題	対応方針
一般管理費の削減については、既に、第１期から第３期までに全体で約４割の経費削減を断行し、ぎりぎりで目標を達成してきたところであり、これまでと同じペースで、単純に一律的な数値目標のとおりに削減し続けることは極めて厳しい状況となっている。研究開発能力の一層の強化を確実に推進していかなければならない責務の中で、これ以上の無理な経費削減を進めると、結果として管理業務の遂行に著しい支障を来たす可能性もあると考えている。 （７年間で21％削減目標に対して、3年経過時点で3％強削減）	数値目標の趣旨を踏まえ、国立研究開発法人としての「研究開発成果の最大化」の達成を損ねないよう、適切な業務の合理化・効率化の在り方を検討していく。
機構の人員規模は、業務効率化等の努力によって統合時に比して188人、10.2％減（2021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。 対策として、採用時期の通年化、web面接などの対策を行っているが、充足には程遠い状況である。 また、人件費財源として、受託費等の非経常収入も原資とすることとしたが、安定財源でなく、また、十分ではない。このため、運営費交付金人件費の適正化が急務である。	引き続き外部との人材交流や任期制職員の活用、非経常経費による経験者採用の増加等の人員確保施策を進める。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○ミッションをそれぞれ着実に推進し、優れた科学的成果も達成したことは高く評価できる。これは個々の現場の努力と共に、組織全体のガバナンス、個々のプロジェクトマネジメントなど一連の組織能力強化の長年の取組の成果でもある。このような状況で注意を向けたいのは、業務拡大に伴う組織内でのストレスの蓄積であり、管理の不行き届きである。したがって、JAXAの経営陣は常に現場の実態をよく把握することに努め、必要に応じて外部機関との調整、内部資源の再配分なども主体的に取り組むことで、今後も安定的な法人運営を実現することが肝要であり、継続的な法人ガバナンスの強靭化、従来とは異なる発想での組織編成や取組などが求められる。	「組織内でのストレスの蓄積」に関しては、ストレス調査の結果を組織全体のリスク管理に反映し、また、内部統制の状況を定期的に確認しているところではあるが、ご指摘の点を踏まえ、継続的な法人ガバナンスの強化に努めて参ります。
○ミッションをそれぞれ着実に推進し、優れた科学的成果も達成したことは高く評価できる。これは個々の現場の努力と共に、組織全体のガバナンス、個々のプロジェクトマネジメントなど一連の組織能力強化の長年の取組の成果でもある。このような状況で注意を向けたいのは、業務拡大に伴う組織内でのストレスの蓄積であり、管理の不行き届きである。したがって、JAXAの経営陣は常に現場の実態をよく把握することに努め、必要に応じて外部機関との調整、内部資源の再配分なども主体的に取り組むことで、今後も安定的な法人運営を実現することが肝要であり、継続的な法人ガバナンスの強靭化、従来とは異なる発想での組織編成や取組などが求められる。	
○昨今の地政学的動向を鑑みれば、安全保障の観点から、法人の研究開発の重要性は増すばかりである。予算の獲得、防衛省等関連省庁との連携を拡充する運営改革が一層強く求められる。	Ⅲ.3.4項に記載のとおり、安全保障関係機関との連携強化を進めているところであるが、ご指摘の点を踏まえ更なる連携強化等に努めて参ります。
○統合時から、一般管理費の節減が言われているが、ただ単に節約するだけではなく、その分を事業費に振り向けて効率的効果的な研究等が遂行できるようにすることが最も重要なことであると思われる。税金を財源としている以上、その執行にある程度の管理監督が必要な面は理解できるが、役職員全体に対する間接部門の割合が多いと思われるため、RPAの導入、業務のさらなる効率化をすすめて、本来の業務に予算を使用できるように努力していっていただきたい。	2020年度においては業務効率化に資する財務会計システムの改修やRPA導入による業務自動化等の取組を継続することで一般管理費の削減を行っております。 2021年度には、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を充当する制度を検討し、施行する予定です。
○間接系のコストの節減は延々に続くため、JAXAとして必要な業務及びそれに対する最小限のコストの目標を設定し、それに努力することが必要なのであり、一度達成した場合には、それ以上の節減は事業費に振り向けられる施策が必要なのではないか。また、仕事のための仕事も必ずあると思われるため、一度、業務を徹底的に洗い出す必要があると思われる。	

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○当該項目における業務効率化の戦略的計画及びその遂行、並びに一般管理費のみならず研究開発費の戦略的運用・効率化という観点について、目標値・KPIを設定し、具体的な施策及び外部資金獲得等の具体的成果について提示することを期待する。	JAXA全体の研究戦略を検討し、将来を見据えた研究費のリソース配分を実施しております。また、政府の指針に沿ってさらなる成果創出を目指し、外部資金の獲得を行うこととしております。
○競争性のない随意契約が増えている。それによって費用高騰につながっていないかどうかや、随意契約の理由などを精査する必要がある。	JAXAが随意契約を実施するに際してはJAXA内に設置した契約審査委員会により随意契約基準への適合性について審査を受けるとともに、外部有識者で構成する契約監視委員会において事後点検を行っております。今後もこれらの随意契約に関する内部統制を継続・強化してまいります。なお、JAXA の研究開発業務の特性や事業所の地域性によって競争環境が整わない等の場合、形式的に競争を行うことでかえって価格の高止まりをもたらす恐れがあることも踏まえ、調達環境に応じて適切な調達方法の選択に努めているところです。
○JAXA全体としての経営戦略が、必ずしも十分では無いと感じる面もある。研究開発や事業の全体戦略を受けたる形での広報活動、設備計画、人材整備・育成、財務計画、内部統制等の相互連携も含めた総合戦略をより丁寧に作っていく必要がある。政府と経営が密に連携した国際協力推進、情報システム/施設運営/一般業務に関するコスト削減、きめ細かく先進的な人事施策、新技術も活用した多数の施設運営の高度化等、他法人にも参考になり得る好例を中心に、機構全体としての経営戦略の立案を期待する。	ご指摘を踏まえ改善に努めて参ります。

Ⅴ．　財務内容の改善に関する事項に係る措置

2020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 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 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。 ○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。	計画に基づき着実に実施
①予算（人件費の見積りを含む。）、収支計画及び資金計画 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 別紙参照	○令和2(2020)年度予算 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。	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
		○令和2(2020)年度収支計画 　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、当期総利益187億円を計上した。 　当期総利益については、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。 ○令和2(2020)年度資金計画 　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1,024億円を計上した。 　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。	計画に基づき着実に実施
②短期借入金の限度額 　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 　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、2020(令和2)年度において、短期借入金の実績はない。	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
③不要財産の処分に関する計画 　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。 ④重要な財産の譲渡・担保化に関する計画 　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。 　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 　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。 　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。 　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。 ④重要な財産の譲渡・担保化に関する計画 　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。 ○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。 ○譲渡又は担保に供した重要な財産はない。	計画に基づき着実に実施
⑤剰余金の使途 　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 　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494億円を計上した。 　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。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。	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）自己収入増加の促進 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 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34.1億円の収入、受託収入（情報収集衛星関連を除く）については217億円の収入があった。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」 • 寄附金に関して、未公開株式の寄附などによる大口寄附獲得に向けて、証券会社や銀行などの金融機関と連携し、寄付者の傾向調査・分析を継続した。また、現行の募集特定寄附金制度については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）などの制度の見直しを継続した。新たに銀行や企業が顧客に提供する寄附プランへの参入や、売上の一部を寄付する旨の商品表示を認める取り組み、企業と連携した公開型寄附企画などを行った。 • 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）を開始しており、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。また、外部資金の獲得を促進するため、外部資金の管理体制の在り方に関する検討を実施している。 • 保有する施設・設備の利用促進の取組として、2020年度より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」を開始し、施設・設備の利用拡大を図った。（Ⅲ.3.11項参照） • 「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（Ⅲ.3.8項参照）、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）の更なる充実を継続し、自己収入の増加に貢献した。（Ⅲ.4.1項参照） • 2020年度は技術試験衛星9号機（ETS-9）に係るフルデジタル化（Ⅲ.3.10項参照）や宇宙状況把握（SSA）システムに関する業務（Ⅲ.3.3項参照）を受託した。	計画に基づき着実に実施

【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。 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。 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。 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。 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。 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。 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】 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。 ・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。 ・λ（収入調整係数）は一律 1 として試算。 ・β（消費者物価指数）は変動がないもの（±0%）として試算。 ・γ（業務政策係数）は一律 1 として試算。 ・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。 ・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。 ・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。 ［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。

【別紙（４／８）】 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

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

【別紙（５／８）】 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

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	４，５８２	０	０	０	０	０	４，５８２
施設整備費による収入	０	０	０	０	０	０	０
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							

［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

【別紙（６／８）】 年度計画：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

令和2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	151,723	105,978	18,603	8,374	14,073		4,696
うち、補正予算（第3号）による追加	33,276	27,265	6,011				
施設整備費補助金	2,844	2,458		386			
国際宇宙ステーション開発費補助金	48,235	48,235					
地球観測システム研究開発費補助金	5,450	5,450					
基幹ロケット高度化推進費補助金	6,083	6,083					
設備整備費補助金							
受託収入	31,052	2,076	109	288	26	28,552	
その他の収入	1,010	724	99	52	75		60
計	246,399	171,005	18,811	9,101	14,174	28,552	4,756
支出							
一般管理費	4,756						4,756
（公租公課を除く一般管理費）	3,731						3,731
うち、人件費（管理系）	1,897						1,897
物件費	1,834						1,834
公租公課	1,025						1,025
事業費	147,978	106,702	18,701	8,427	14,148		
うち、人件費（事業系）	15,460	8,408	3,166	2,257	1,628		
物件費	132,518	98,293	15,535	6,169	12,520		
うち、補正予算（第3号）による追加	33,276	27,265	6,011				
施設整備費補助金経費	2,844	2,458		386			
国際宇宙ステーション開発費補助金経費	48,235	48,235					
地球観測システム研究開発費補助金経費	5,450	5,450					
基幹ロケット高度化推進費補助金経費	6,083	6,083					
設備整備費補助金経費							
受託経費	31,052	2,076	109	288	26	28,552	
計	246,399	171,005	18,811	9,101	14,174	28,552	4,756

［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2年度補正予算（第3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革新的衛星技術実証プログラムの開発加速のための事業費が含まれている。

２．収支計画

令和2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	149,380	9,510	7,466	11,550	36,681	3,785	218,373
事業費	116,022	8,765	5,795	9,700	0	0	140,282
うち、補正予算（第3号）による運営費交付金の追加	15,448	0	0	0	0	0	15,448
一般管理費	0	0	0	0	0	3,741	3,741
受託費	2,651	140	368	33	36,681	0	39,874
減価償却費	30,707	606	1,303	1,816	0	44	34,476
財務費用	32	3	2	4	0	2	43
臨時損失	0	0	0	0	0	0	0
収益の部							
運営費交付金収益	68,610	8,504	5,656	9,505	0	3,583	95,857
うち、補正予算（第3号）による追加	15,448	0	0	0	0	0	15,448
補助金収益	18,140	0	2	0	0	0	18,141
受託収入	2,651	140	368	33	36,681	0	39,874
その他の収入	1,931	264	140	200	0	160	2,695
資産見返負債戻入	71,609	606	1,303	1,816	0	44	75,378
臨時利益	0	0	0	0	0	0	0
税引前当期純利益	13,529	0	0	0	0	0	13,529
法人税、住民税及び事業税	0	0	0	0	0	25	25
当期純利益	13,529	0	0	0	0	△ 25	13,503
目的積立金取崩額	0	0	0	0	0	0	0
純利益	13,529	0	0	0	0	△ 25	13,503

［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2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	146,686	11,582	7,899	12,773	25,841	4,166	208,946
うち、補正予算（第3号）による運営費交付金の追加	17,265	0	0	0	0	0	17,265
投資活動による支出	38,136	8,729	2,209	3,126	0	1,315	53,515
うち、補正予算（第3号）による運営費交付金の追加	10,000	6,011	0	0	0	0	16,011
財務活動による支出	633	69	45	80	0	34	862
翌年度への繰越金	23,443	2,549	1,709	2,922	11,900	1,236	43,759
資金収入							
業務活動による収入	168,734	18,836	8,728	14,193	28,552	4,771	243,816
うち、補正予算（第3号）による運営費交付金の追加	27,265	6,011	0	0	0	0	33,276
運営費交付金による収入	105,978	18,603	8,374	14,073	0	4,696	151,723
補助金収入	59,769	0	0	0	0	0	59,769
受託収入	2,076	109	288	26	28,552	0	31,052
その他の収入	911	124	66	94	0	75	1,271
投資活動による収入							
施設整備費による収入	2,458	0	386	0	0	0	2,844
財務活動による収入	0	0	0	0	0	0	0
前年度よりの繰越金	37,705	4,093	2,747	4,707	9,189	1,980	60,421

［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＞ ・「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。 ・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＞ ・財務情報の開示状況 ・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

2020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。

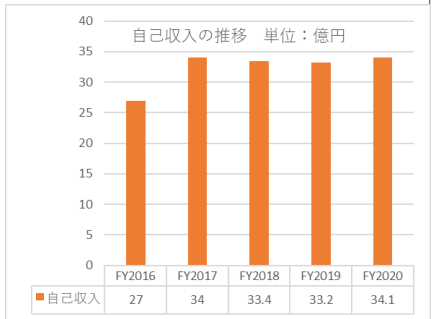
（１）財務内容の改善

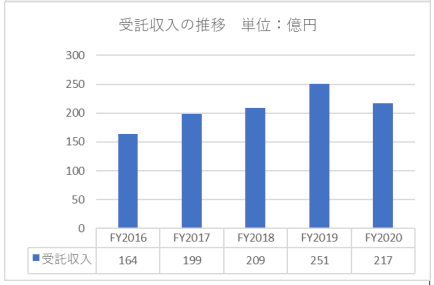
- 年度計画で設定した業務を実施した結果、収支計画において、当期総利益187億円を計上するとともに、資金期末残高として1,024億円を計上した。
- 当期総利益については、会計基準に基づき処理を行った結果、一時的に発生する期ズレによる利益であり、後年度において対応する費用が発生し相殺されるものである
- 資金期末残高については、未払金の支払い等計画的な支払いに充てるものである。
- 利益剰余金494億円を計上した。利益剰余金については、会計基準に基づき処理を行った結果発生する期ズレの利益であり、後年度において対応する費用が発生し相殺されるものである。（または）利益剰余金の発生はない。　注）損失については記載しない
- 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34.1億円の収入、受託収入（情報収集衛星関連を除く）については217億円の収入があった。
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」

- 寄附金に関して、未公開株式の寄附などによる大口寄附獲得に向けて、証券会社や銀行などの金融機関と連携し、寄付者の傾向調査・分析を継続した。また、現行の募集特定寄附金制度については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）などの制度の見直しを継続した。新たに銀行や企業が顧客に提供する寄附プランへの参入や、売上の一部を寄付する旨の商品表示を認める取り組み、企業と連携した公開型寄附企画などを行った。
- 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）を開始しており、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。また、外部資金の獲得を促進するため、外部資金の管理体制の在り方に関する検討を実施している。
- 保有する施設・設備の利用促進の取組として、2020年度より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」を開始し、施設・設備の利用拡大を図った。（Ⅲ.3.11項参照）
- 「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(Ⅲ.3.8項参照)、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)の更なる充実を継続し、自己収入の増加に貢献した。（Ⅲ.4.1項参照）





- 2020年度は技術試験衛星9号機(ETS-9)に係るフルデジタル化(Ⅲ.3.10項参照)や宇宙状況把握(SSA)システムに関する業務(Ⅲ.3.3項参照)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				
目的積立金	0	0	0				
積立金	0	0	30,676				
うち経営努力認定相当額							
その他の積立金	0	0	0				
運営費交付金債務	31,543	53,632	74,252				
当期の運営費交付金交付額（ａ）	130,694	135,260	151,723				
うち年度末残高（ｂ）	31,543	36,194	49,644				
当期運営費交付金残存率（ｂ÷ａ）	24%	27%	33%				

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○JAXAとして資金が十分なのか、不足しているのであればどこがどれだけ不足しているのか、その対応をどう考えているのかなどの明確な回答が無く、JAXA事業を踏まえた「財務戦略」が十分で無いと感じた。それがあって初めて「受託を伸ばす」等の戦術が出てくるので、ぜひ検討の上報告いただきたい。	JAXAとしては、「一般管理費」及び「人件費」について資金不足と認識しております。（「IV. 項参照）

Ⅵ．1．　内部統制

2020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。	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2464人中2302人が受講した（受講率93％）。 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。 ２．内部統制の点検状況及び必要に応じた見直し状況 （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。 （２）リスク評価・縮減活動状況 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。 ①プロジェクトのリスク管理 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。 ②事業以外の一般業務リスクの管理において、2020年度は、10の重点管理リスクを選定し、その中でも次の 3 点を上位に位置付けてリスク縮減を図った。	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
		（ア）人材不足のリスクとその対応 人的リソース不足緩和に向けて、受託費を前提とした通年での経験者採用を継続している。 また、兼業条件緩和施策を施行し、職員が自主的に多様な経験を得る機会を作ることで、職員の能力向上に資するとともに、その経験をJAXA業務に還元できるようにした。 （イ）ハラスメント等の労務トラブル発生リスクとその対応 パワハラ、セクハラ等の発生を未然に防ぐため、労使双方により実効性のある防止策を定めた。 また、長時間労働の縮減のために、基幹職が、勤務管理システムの運用を通じて勤務時間の実態を把握し適正な労働時間の管理を行うよう促した。 さらに、業務起因による健康障害の発生や症状悪化を防止する為、健康診断結果や健康相談時の健康情報また職場巡視等を活用し、問題の早期解決を図った。 （ウ）その他 2019年度末から国内に蔓延し始めた新型コロナ感染症へのリスク対応として、臨時チームを組織し、感染防止対策や国・自治体の要請への対応を行い、職員への必要な情報提供等を行った。 ③内部監査 （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。 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。 （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。 （ウ）2020年度は、通常の内部監査に加え、リスクベースの監査として、元機構役員による事案に関する改善状況のフォローアップを実施した。 2019年度内部監査において機構としての対応策の実施状況が確実に履行されていることを確認したところであるが、形骸化を抑止する観点から、2020年度はそれらの対応策がしっかりと各部署において定着しているかどうかについての確認を実施した。	

中長期計画	年度計画	実績	アウトカム
		（エ）2020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監査を遂行した。 （オ）また、2020年度は監査対象部署の精査を行い、監査の網羅性を確保した（従来、組織規程に定められた「業務の実施責任者」付きの組織が監査対象外であったため、2020年度より監査対象に追加）。 ３．研究不正対策の状況 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み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み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、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、2020年度は、2019年度までにまとめた改善策を実装した。具体的には、研究者と研究主宰者に分けたきめ細かい研修を実施し、研究倫理意識の醸成を図った。また、研究者が研究成果の発表を行う際に使用していたチェックシートについて、主著者と共著者に分けて各々の責任を認識できるようにするとともに、研究者が剽窃チェッカーを利用できるよう全社的に導入し、役職員に周知を行った。さらに、退職時の研究データの取扱について、手続きの漏れを防止するために新たに確認書の提出を求めることとした。これらの取組の導入を反映して、規程解説（技術資料）を見直し、研究者の理解増進を図った。	
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＞ ・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。 ・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＞ ・内部統制の点検状況及び必要に応じた見直し状況 ・研究不正対策の状況

Ⅵ．１．　内部統制

2020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、所期の目標を達成したと評価する。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。

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。2020年度は、10の重点管理リスクを選定し、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。2020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監査を遂行した。また、2020年度は監査対象部署の精査を行い、監査の網羅性を確保した（従来、組織規程に定められた「業務の実施責任者」付きの組織が監査対象外であったため、2020年度より監査対象に追加）。

【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み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み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、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、2020年度は、2019年度までにまとめた改善策を実装した。具体的には、研究者と研究主宰者に分けたきめ細かい研修を実施し、研究倫理意識の醸成を図った。また、研究者が研究成果の発表を行う際に使用していたチェックシートについて、主著者と共著者に分けて各々の責任を認識できるようにするとともに、研究者が剽窃チェッカーを利用できるよう全社的に導入し、役職員に周知を行った。さらに、退職時の研究データの取扱について、手続きの漏れを防止するために新たに確認書の提出を求めることとした。これらの取組の導入を反映して規程解説（技術資料）を見直し、研究者の理解増進を図った。

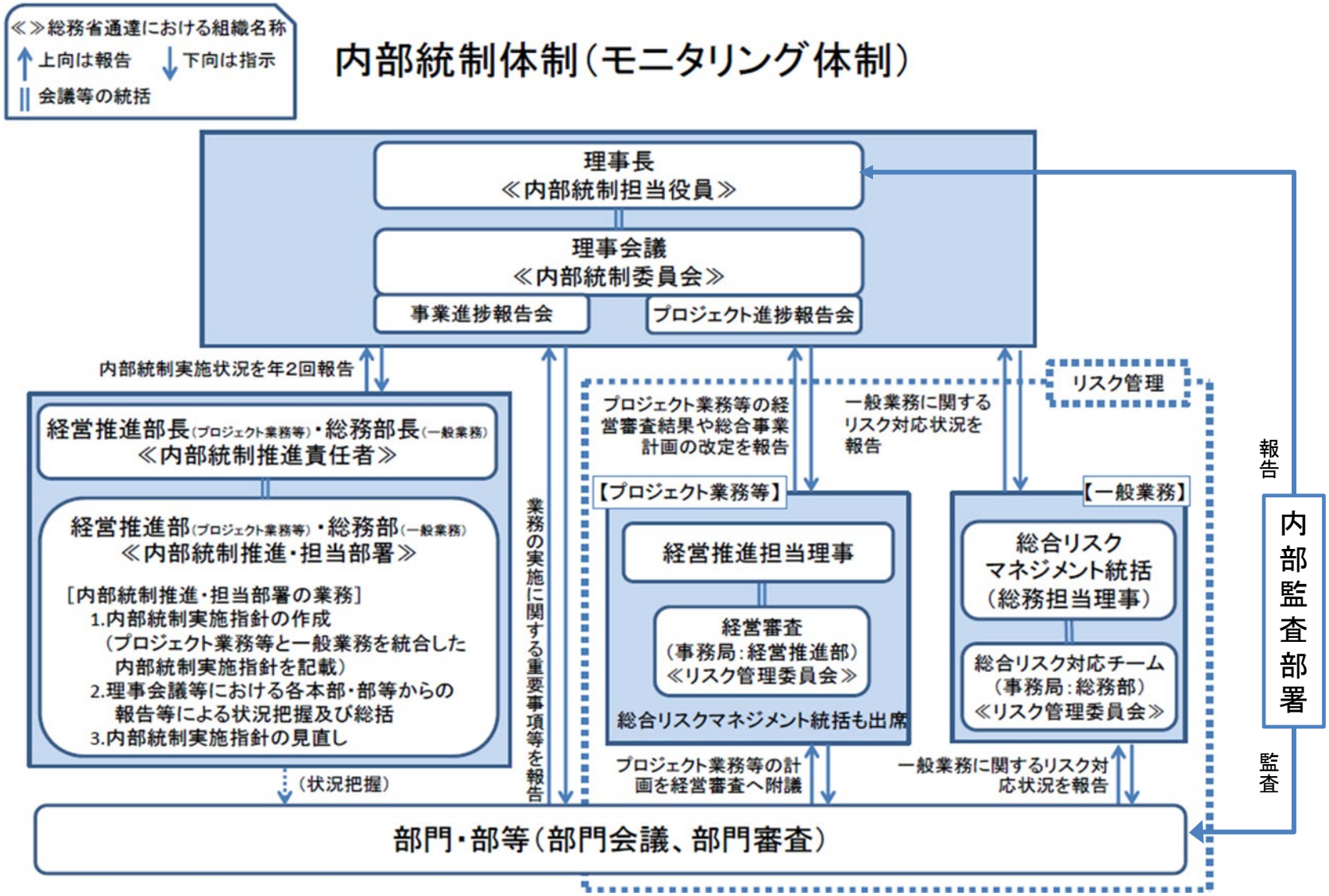
４．その他

機構元役員の収賄容疑での起訴（2018年8月）を受け、事実関係を調査するとともに、当機構の業務運営上の問題の有無を明らかにし、再発防止のための業務改善案の検討に資することを目的に、JAXAに調査検証チーム（機構及び外部有識者の合同チーム）を設置し、2018年11月末に中間まとめを取りまとめ、2018年12月11日に公表した。

2019年12月に元役員刑事裁判の判決が確定したことを受け、調査検証チームは、判決内容を基に改めて事実関係の精査を行い、中間まとめ時の提言に対する再検討と、中間まとめ以降におけるJAXAとしての対応状況について確認・評価を実施し、2020年10月に最終まとめの形で整理し、2020年10月21日に公表した。

最終まとめにおいて、当該元役員の行為は、役職員倫理規程違反及び独立行政法人通則法に定める役員の忠実義務違反があったが、判決書で指摘された事実についての本チームの再調査を踏まえても、JAXA の業務としては、当時の規程類への明確な違背等の事実は認められなかったと結論付けられた。また、今回の再調査の結果、ＪＡＸＡが中間まとめでの提言を受けて必要かつ十分な取り組みを行い、研修等にも注力していることが確認されたが、ＪＡＸＡの役職員に対し、本事例を特殊事案と整理せず、自覚をもって行動し、かつ、時を経ても本事例が広く共有され意識されるような措置を取ることが望まれるとの提言がなされた。

＜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）

2020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

2020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、通年での経験者採用による多様な人材の確保に努めた。また、地域限定勤務制度を制定し、多様なキャリアを実現できる環境の構築を進めた。	通年での経験者採用により多様な人材確保 地域限定勤務制度の制定
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（うち、5 名新規）、また機構職員を3 名出向（うち、2 名新規）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。	計画に基づき着実に実施
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。	兼業条件の緩和施策を施行、クロスアポイントメント制度による受入職員の任期上限を一部10年に拡大するなど、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。	提案力強化に資するための兼業条件緩和により、兼業申請の増加 業務越境による職員の経験値増加 受入れ任期拡大による安定的な技術力の維持

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として、フレックス制度及びテレワーク制度の拡充を進めた。制度対象者及びテレワーク回数増等の特例措置を講じ、一部の例外を除き、基本的にすべての職員・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を可能とする就業環境を構築した。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て、地域限定職員の制度の検討・構築を行い、次年度からの実施の準備を整えた。 さらに、コロナ禍の経験を今後に生かすべく全職員対象のアンケート調査を実施し、今後の新しい働き方の定着のための議論・調整を始めた。 2019年度に改正労働基準法が施行されたことに伴い、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。 コロナ対応下での、健康で活き活きと働ける職場環という観点から、職員の安全・健康面から、迅速にコロナ対応要領の作成、アップデート、電話応対など通常業務に加えた対応を行うとともに、コロナ下で起きた各種事案にも対応を行った。	コロナ対応をきっかけに、新しい働き方の可能性を実証することができ、場所と時間の制約を大幅に緩和した働き方改革の実現性を示すとともに、新しい制度に向けた道筋をつけた。 また、コロナ対応下における職場環境、職員へのフォローを適切に実施した。

主な評価軸（評価の視点）、指標等	
＜評価の視点＞ ・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。 ・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＞ ・人事に関する計画の策定及び進捗状況 ・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 ・労働環境の状況 ・多様な人材の活躍推進状況

Ⅵ．２．人事に関する事項

2020年度 自己評価　A

【評定理由・根拠】

社会への価値提案型組織を目指し、優秀かつ多様な人材の確保・育成・活躍を進めるため、第4期人材育成実施方針・実施計画に基づき、各個別施策を進め、職員が働きやすい新たな制度を構築するとともに、民間をはじめとする国内外の人材との交流により、提案力の強化、技術の継続的な維持につながる人材基盤の強化を進めた。また、コロナ禍を契機とした新しい働き方の実現性を示すとともに、一人一人の職員に寄り添った対応、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。

具体的には以下のとおり。

（１）高い専門能力等を有する優秀かつ多様な人材の確保及び人的リソース不足への対応によるプロフェッショナル集団へのシフト

① 深刻な人的リソース不足を補い、高い専門能力等を有する優秀な人材を確保するため、受託費等の非経常収入も原資とした一般職プロパー職員(経験者）の通年採用を継続している。

② ニーズの多様化に対応した技術力・提案力を強化していくため、職員が多様な経験機会を得ることを目的として、従前の原則禁止制度を廃して業務時間外での兼業を届出で実施可能する施策を施行し、職員がチャレンジしやすい環境を整備した結果、FY2019に113件であった兼業実施件数が、FY2020に279件と、約150%増となっている。

③ 職員の多様な働き方を可能とする取り組みの一環として、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て、就業規則等で定める転任義務を緩和し、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を新設し、次年度から実施の準備を整えた。

④ 内部管理業務（総務系、人事系、資金系）の再構築による人的リソース縮減及びより創造的かつチャレンジングな業務に向けた取組を目指し、資金系業務については、定型業務の成果コミット型アウトソーシング化(※1)の検討を進め、2021年度当初から順次移行する準備を完了した。総務系業務については、JBSC（JAXA Business Support Center）（※2）について、2019年10月からの定常移行後も継続してサービス実施中であるが、その取組状況について、総務省官民競争入札等管理委員会業務フロー・コストの分析・情報開示に関するワーキンググループのヒアリング対象となり、現状への取組への理解と今後の範囲拡大への期待する旨の評価を得た。また、筑波宇宙センターにおける部署ごとの既存アウトソーシング範囲の一括アウトソーシング化を2021年度当初から移行する準備を完了した。

※1 成果コミット型アウトソーシング化（業務プロセスは極力民間ノウハウを取り入れて継続的な効率化を目指すビジネスプロセスアウトソーシング (BPO)）

※2 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）

（２）民間事業者等との相互の人材交流と新たな宇宙航空事業の促進

2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（①）、及び一定期間100%相手方組織の業務に従事する出向等（②）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、外部との相互の人材交流を通じて人材基盤の強化を図った。

① クロスアポイントメントとして、新たに5 名（大学1 名、民間企業2名、その他2名）の外部専門家を受け入れ、新たに2 名のJAXA職員が外部組織に受け入れられた。（前年度からの継続を含め2020年度は合計27名受入、3 名外部受入れを実現しており、外部からの受入人数は前年比+3名、外部での受入は▲1名となっている。）

【評定理由・根拠（続き）】

②出向等として、外部の人材（609名（産業界から308 名、大学及び国等から270名、ポスドク研究員として31 名））を受け入れ、JAXAから外部組織へ43 名（省庁39名、産業界3 名、その他 1名）を派遣した。

③クロスアポイントメント制度による受入職員の任期上限を一部10年に拡大し、さらなる人材交流の促進を図っている。

④ 人材育成実施方針における人材育成の一つの手法として、新規宇宙ビジネス創出のための能力向上を狙う新事業促進部とタッグを組み、「宇宙ビジネス共創・越境プログラム2020」を実施。前年度の倍の4名を民間企業に研修派遣し、外部と連携した新たな人材育成方法を実証できた。
（本プログラムの詳細は、Ⅲ.4.1項 参照）

（３）安心して働ける職場環境の維持

① 2020年度は、**コロナ禍における働き方の変化や様々な不安要因もあった中、安心して働ける職場環境の維持を実施し、精神的な負担を軽減することに努めており、1か月以上のメンタル不調の休養数は、2019年度の33件から2020年度は26件に減少**した。

（４）ワークライフ変革の促進と生産性向上に資する制度改正

① **新型コロナウイルス感染症への対応として、JAXA全体として常勤職員出勤率50%程度を目安に、テレワーク勤務の上限制限を一時的に撤廃し、オンライン会議や電子決裁等を主体とする新しい働き方の導入・定着を進めた。緊急事態宣言下（BCP発動中）は概ね2割程度、BCP解除後においても平均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を可能とする就業環境を構築**した。さらに、コロナ禍の経験を今後の恒久的な働き方に活かすべく全職員対象のアンケート調査を実施し、今後の新しい働き方の定着のための議論・調整を始めた。

② 2019年度施行の改正労働基準法対応として、「５日年休取得義務化」について、5日間の休暇取得義務を達成した。

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実施している「キャリアメンター制度」について、現行の一般事業主行動計画の目標を踏まえ、管理職に占める女性割合を高めるための方策として、基幹職昇格候補者を対象に実施したほか、キャリアメンター研修を開催した。

赤枠外が従来の活動を
より向上させる新たな施策

宇宙・航空分野人材の更なる拡大

人材流動性向上／人材交流の促進、
チャレンジしやすい／働きやすい環境整備
に係る多様な施策を総合的に推進

個々の職員の能力向上

組織として新陳代謝しながら成長

宇宙・航空分野全体の人材層の拡大

宇宙ベンチャ等
民間企業

データ利用
主体組織

兼業数の増加
JAXAベンチャ

退職金減額廃止

社会インフラ
実装組織

職員と組織の
成長

クロスアポイントメント
の制度見直しと増加
J-SPARC/
イノベーションハブ

異分野／異業種人材

経験者採用により異分野／
異業種からの人材流入促進
（通年採用／Web面接）

非経常収入による
プロパ採用増

高付加価値業務へのリソースシフト
自主的な研究時間のエフォート確保
テレワーク／フレックス拡充
勤務地を限定制度の新設
事業所内保育園開設／WLB休暇

大学・研究
機関

国・国際機関・
NGO

安全第一　安全第一

生産性向上：

**ワークライフ変革の
促進と生産性向上に
資する制度改正**

テレワークへの迅速な
対応、オンライン会議
や電子決裁等を主体と
する新しい働き方の導
入・定着。
2-5割程度の出勤率を
維持し、業務の質や効
率を維持する就業環境
を構築
新しい働き方の提案



外部の脅威からの防護：　安心して働ける職場環境の維持

コロナ禍における働き方の変化や様々な不安要因から職場を守り、安心して働ける職場環境の維持
職員一人一人の精神的な負担を軽減に努めて（約5500回に及び対話）、コロナ禍においても、メンタル不調の休養数が減少

評定理由・根拠（補足２）

補足２：コロナ禍においても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。具体例として、

・テレワーク等迅速な特例対応を行い、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：FY2019に113件 → FY2020に279件（約150%増）
・クロスアポイントメントの充実：新たに5 名の外部専門家受け入れ、新たに2 名のJAXA職員の派遣（27名受入、3 名派遣）
・出向等を通した外部との交流（609名を受け入れ、43 名を派遣）
・安心して働ける職場環境：**全職員を積極的にケアし、3人の職員が分担し、年間5500回程度対話等**を行った（これまでは年平均4000回程度）。その結果、1か月以上のメンタル不調の休養数が2019年度の33件から2020年度は26件に減少

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強化され、JAXA事業そのものに対してもコロナの影響を最小限に留めることに貢献した。

・テレワークによる精神的な不調者も減少し、かつ、5-8割のテレワークを実現させ、コロナへの対応を含め、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、宇宙航空業界全体の基盤強化・市場の拡大に貢献

評定理由・根拠（補足3）

補足３：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	勤務免除	重症化リスクがあるまたは重症化リスク者と同居している職員でテレワークができない場合には、勤務免除とする。
2	勤務免除	遠距離通勤者・同居家族が休校・休園で自宅での世話が必要になった職員は、勤務免除
3	休暇	年休5日の取得期限、
4	休暇	永年精勤有効期限の延長
5	育児休業からの復帰	育児休業の延長回数上限（1回）を2回とする。/申請期限の短期間化（1箇月→1週間）
6	最寄り事業所での勤務	重症化リスクのある職員は最寄り事業所での勤務可能
7	フレックス	重症化リスクのある職員並びに家族がいる場合にSF適用
8	フレックス	子供の学校・園が休校休園になった場合にSF適用（高校卒業まで）
9	テレワーク	週1回の上限撤廃
10	テレワーク	入社3年以内の利用条件を撤廃
11	テレワーク	非常勤の利用条件を撤廃
12	テレワーク	申請について有効期間1年を働き方見直し終了まで延長
13	テレワーク	時間単位利用可能
14	テレワーク	規程上原則禁止としている休日・深夜・超過勤務を認める。
15	自家用車の利用	外勤・出張時における自家用車利用（用務先移動制限地域・種子島など）
16	自家用車の利用	外勤・出張時における自家用車利用（制限付き開放）
17	海外駐在員	BCP発動（海外感染症危険レベル３（渡航中止勧告））相当に伴い緊急帰国（日本への出張命令）
18	海外駐在員	家族についても、依頼出張で帰国命令。（隔離期間までを出張期間）
19	出張者	帰国。（隔離期間まで出張期間）
20	補償 金額	治療救援費用を（3000万から）無制限へと変更

No.	項目	内容
21	貸与期限の延長	宿舎退去期限が到来する職員に対し、部分的に延長
22	一時帰国者・国内勤務発令	在勤基本手当は日本帰国61日目以降支給停止、配偶者手当は配偶者が日本帰国後即支給停止となる為、61日に到達する時点をもって在勤地を本国とする発令変更を行い、「在外職員給与規程」の適用から外す。
23	一時帰国者・教育費用	一時帰国者に対し、一時帰国期間中、任地における教育費用を本人立替払い精算に基づき本人に支給。なお、課税対象となるが課税分はJAXAが負担。
24	一時帰国者・住居維持費	一時帰国者に対し、一時帰国期間中、任地における住居維持費を本人立替払い精算に基づき本人に支給。なお、非課税。
25	一時帰国者・日本住居経費	一時帰国期間中、日本国内での居宅がない者に対し、マンスリーマンションをJAXA契約にする、ホテル宿泊料実費を立替払いする、等によりJAXAが国内住居費用を負担。なお、課税対象となるが課税分はJAXAが負担。
26	勤務実績に対する特例	テレワーク勤務及び勤務免除の日を含み、月の全日数について勤務地に通勤しない場合に限り、月の初日から末日までの期間の全日数にわたって通勤しない場合でも通勤手当の返納は行わず継続支給する。
27	2020年5月以降の入社者及び事業所間異動者に対する特例	2020年5月以降の新規入社者及び事業所間異動者に限り、事実発生日（勤務地への通勤を行った日）が月の初日（各月１日）以外の場合でも、当月分（事実発生日の属する月分）から支給する。
28	テレワーク勤務及び勤務免除を含めた勤務実績に対する定期券の特例	BCP対象区域に勤務する者及び対象区域に居住者に対してテレワーク勤務及び勤務免除を含んで月の全日数を発令在勤地へ出勤しない場合においては、鉄道定期券及びバス定期券にかかる通勤手当を継続支給する。
29	2021年2月以降の入社者及び事業所間異動者に対する特例	2021年2月以降の新規入社者及び事業所間異動者に限り、当月内に通勤の事実が発生した場合は、月の初日時点の事実にかかわらず、特例として当月（事実発生日の属する月）から支給。
30	自家用車（自動二輪車を含む）を用いた通勤に関する特例	業務上必要となる場合に限り、駐車場代を支給するものとする。（駐車場代については各部署による立て替え払い）
31		高速道路を利用しての自家用車通勤への変更申請は、規程上人事異動の際に限定しているが特例期間中においては認める。ただし、認定条件は規程どおり。
32		自家用車での事業所入構に際し対面での手続きを行う必要があるが、感染リスク減少のため、新型コロナ終息の宣言が出るまでの間有効な臨時車両入構証を発行。
33	海外駐在員事務所事業継続計画(BCP)の例外措置	規程上、任地住居手当の額は家族帯同＞単身入居となるが、本人赴任後180日間は猶予がある。家族の再赴任が本人赴任後180日を超えた場合でも（当該駐在員事務所所在地のBCPが継続中である限り）家族帯同扱いの住居手当を支給する。
34		本人は赴任し、家族は日本に滞在（JAXAから国内待機を依頼）する場合において、家族が再赴任するまでの間の国内住居賃借費をJAXAが負担する。

2020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	民間企業等と協力しながら、他業種からの人員流入を促進したり、適材適所配置の人材流動性を高める、宇宙航空分野の学生に対する宇宙業界への就職支援を実施する等の施策を検討する。 また、JAXAにおける人件費確保の方策を検討する。

2019年度 業務実績評価において指摘された課題	改善内容
○非常に戦略的な人事施策を事業効果に反映させるためにも、人員構成の改善、職員の資質向上、新人材用の効果、職員のモチベーション向上等のアウトカムKPIを設定し、さらなる施策改善に反映することを期待する。	第4期人材育成方針に基づき、人材育成委員会における検討等も踏まえ、通年での経験者採用による人材の確保、育成、人員配置、職員のモチベーション向上等について、職員の意識集約やアンケートを定点観測的に実施することで施策改善に繋げるよう努めている。

Ⅵ. 3.　中長期目標期間を超える債務負担

2020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。	－	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

2020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。	－	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。