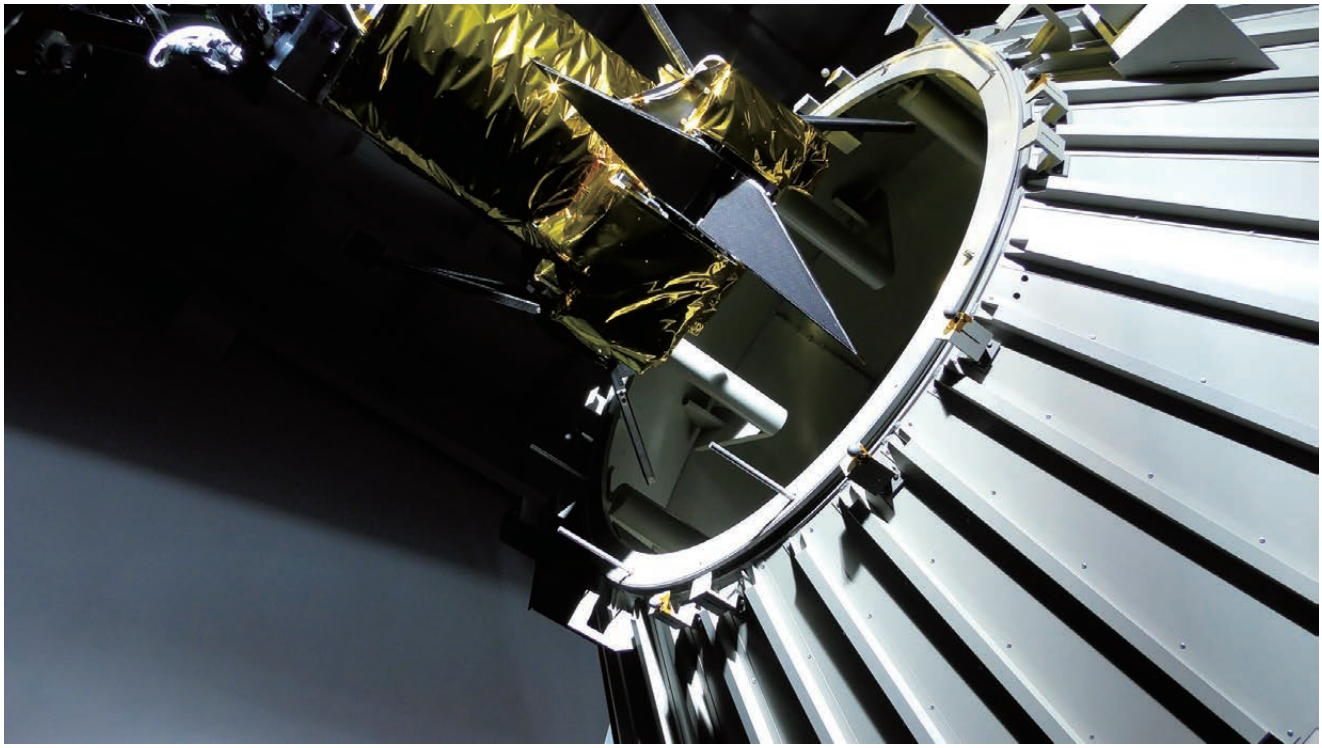
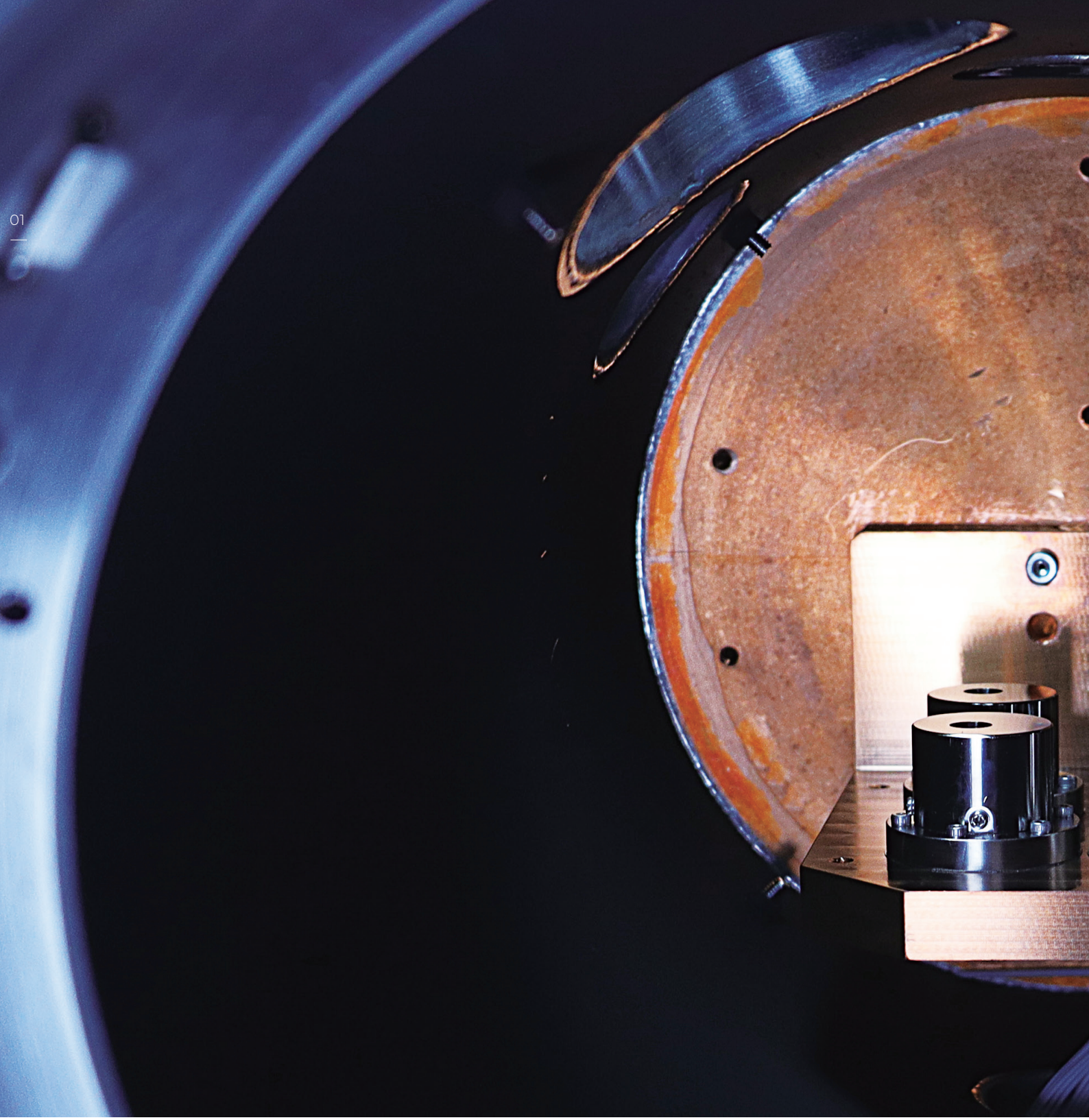
JAXA
Explore to Realize

研究開発部門

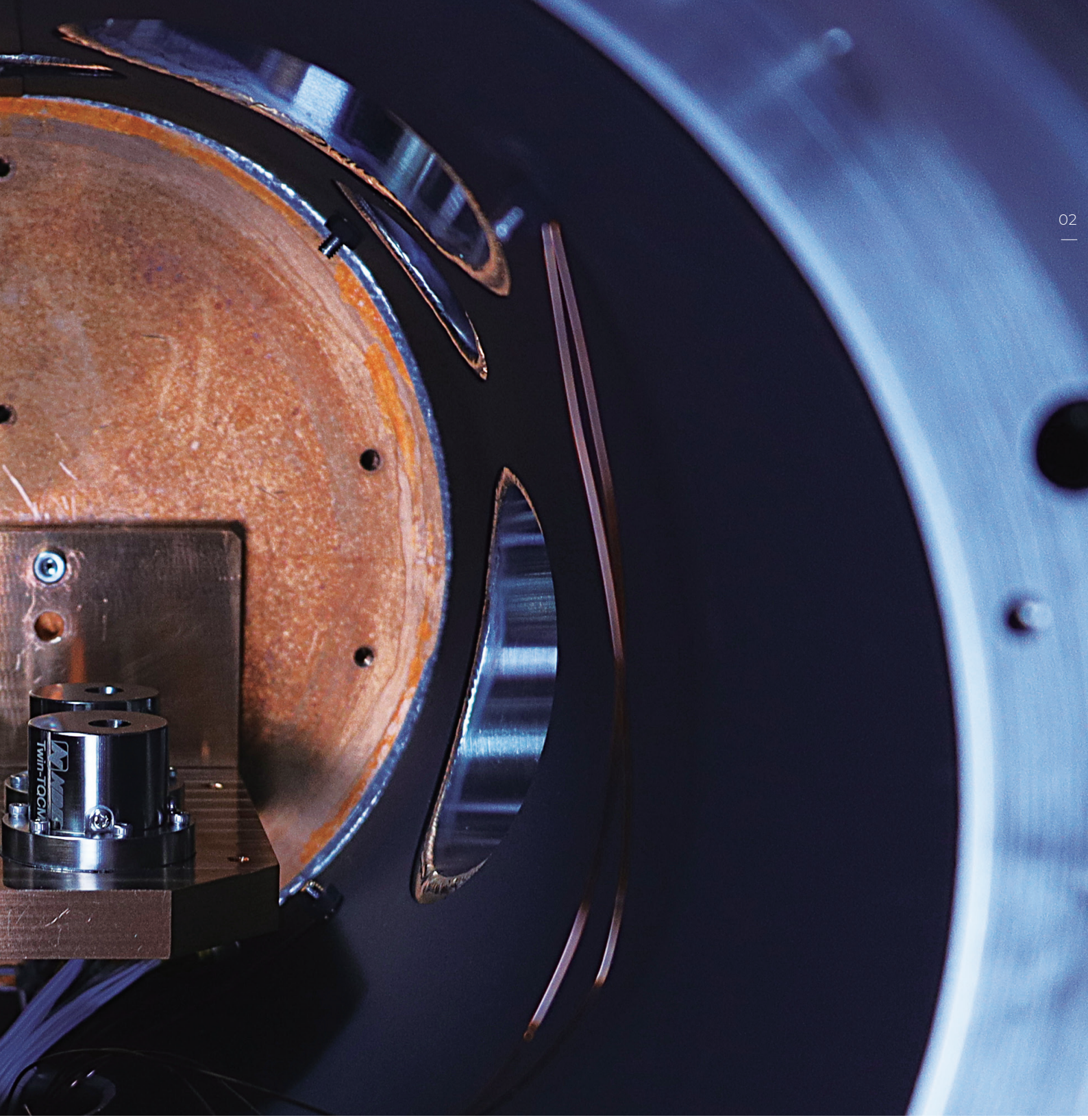




想像を超える世界がここから

— JAXA 研究開発部門が目指すもの —

JAXA 研究開発部門は、斬新な「アイデア」と高い国際競争力を持った
「技術」の創出に取り組み、宇宙を用いた豊かな社会の実現に挑戦します。



「未来」をつくる　— 先導する研究 —

新たな価値を生み出す先進的な宇宙ミッションやシステムの実現に向けた
先導的な研究開発を推進し、宇宙から「未来」をつくります。

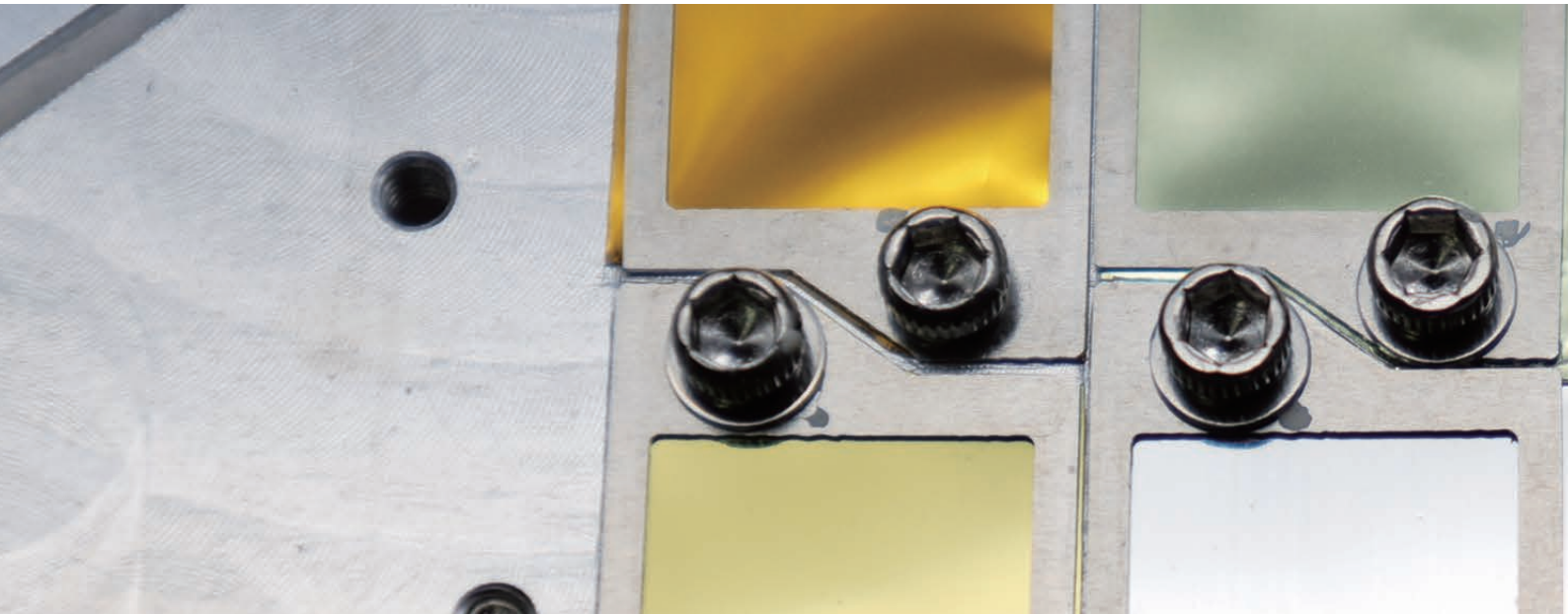
「今」を「未来」につなげる　— 支える研究 —

宇宙産業やプロジェクトが直面する「今」の課題解決を専門技術で支えます。

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
研究開発部門長
佐野 久

組織図

- 部門長
  - 研究戦略部 ——— 知的財産課
  - 研究推進部 ——— 角田管理課
  - 第一研究ユニット ｛ 軌道・航法・誘導・制御、通信、電源、電子部品、宇宙環境、材料領域等の主に電気系技術を専門とするユニット
  - 第二研究ユニット ｛ 熱、構造、機構潤滑、衛星推進、ロボティクス、有人宇宙環境制御領域等の主に機械系技術を専門とするユニット
  - 第三研究ユニット ｛ プログラム、数値シミュレーション、情報工学領域等の主にソフト系技術を専門とするユニット
  - 第四研究ユニット ｛ 輸送系に関係する技術を専門とするユニット
  - システム技術ユニット
  - 超小型・小型衛星宇宙実証研究ユニット
  - センサ研究グループ
  - 1段再使用飛行実験（CALLISTO）プロジェクトチーム
  - ISS搭載ライダー実証（MOLI）プリプロジェクトチーム
  - 商業デブリ除去実証（CRD2）フェーズII プリプロジェクトチーム



研究方針

国立研究開発法人であるJAXAが取り組む、10年先を見越した付加価値の高いミッションや競争力のあるシステムを生み出す価値創出活動における、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の拡大・発展により、異業種を含む産業等と共同で研究開発・技術実証を推進します。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します。特に第4期中期計画における重点課題として以下のテーマを設定し、JAXA内の各部門や広く関連各機関等と連携して、解決に向けた研究開発に取り組みます。

［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ます。

2 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・実証を推進します。

3 JAXAの強みであるシミュレーション技術や高信頼性ソフトウェア技術、高い国際競争力を有する搭載機器や部品、先進的なロケットエンジン等の分野を中心に、JAXAが中核となって産・官・学の連携強化を図り、高度化する宇宙プロジェクトの競争力強化や課題の解決に貢献します。

4 宇宙航空以外の分野とも交流、連携を深め、我が国の広範な知見を宇宙技術の強化に取り込むとともに、宇宙の技術をさまざまな分野の課題解決に活かすことで、我が国全体としての成果の最大化と波及拡大に貢献します。また、今後、宇宙利用の拡大に応じて、より拡充・強化すべき分野については、競争的資金の活用や民間資金の導入、人材の流動化に取り組み、スピード感を持った研究開発を推進します。

［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 世界に先駆けて宇宙デブリ対策の事業化を目指す民間事業者等と連携し、新たな宇宙市場の創出に挑戦するとともに、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します。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目指します。さらに、事業化に向けて、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宇宙デブリ対策の国際ルール化の早期実現に貢献します。

2 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の開発、実証を行うことにより、世界に先駆けた利用サービスや高い国際競争力を持つシステムの創出を目指します。

3 新たなフロンティアである国際宇宙探査において、我が国が欠くことのできない国際パートナーとして、優れた技術と構想で計画をリードするために、環境制御・生命維持、放射線防護、重力天体等への効率的なアクセスや天体上での探査・分析において高い優位性を持つ独自の技術をさらに磨き上げる研究開発を行います。

基幹ロケットの再使用化による打上げコストの低減

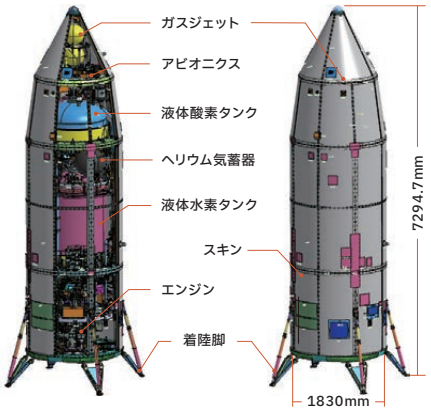
地上燃焼試験

将来の基幹ロケット再使用化に向けて、現在 JAXA-CNES*-DLR**間にて共同開発中の１段再使用飛行実験（CALLISTO）のフロントローディング研究活動として小型実験機（RV-X）を用いた研究を実施中です。

スペースシャトルの反省から、将来の再使用型ロケットには、使い捨てロケットとは異なる同一の機体を用いた短時間での繰り返し運用が求められます。RV-Xは垂直姿勢で打ち上げられた後、高度百メートル程度まで到達した後に垂直姿勢を保ったまま着陸する予定です。

我々はこの一連の垂直離着陸のシーケンスを短時間の間隔で高頻度に実施するための機体運用方法の確立を目指します。

*CNES：フランス国立宇宙研究センター
**DLR：ドイツ航空宇宙センター

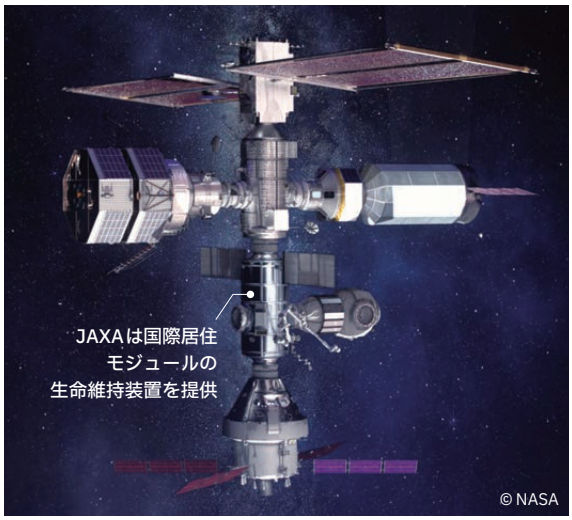


機体概略図

アルテミス計画に向けた宇宙探査技術の研究

2020年12月、日本政府は米国との間で、Gatewayに関する了解覚書を取り交わし、正式にアルテミス計画への参画を決めました。また、2020年7月には文科省とNASAとの共同宣言を発出し、与圧ローバの共同検討や日本人の月面探査機会の調整を含む月面探査の協力についても合意しました。そのような国際約束を実行するためにも、JAXAは引き続き① 重力天体着陸技術、② 重力天体表面探査技術、③ 有人宇宙滞在技術、④ 深宇宙補給技術の研究開発を進めます。

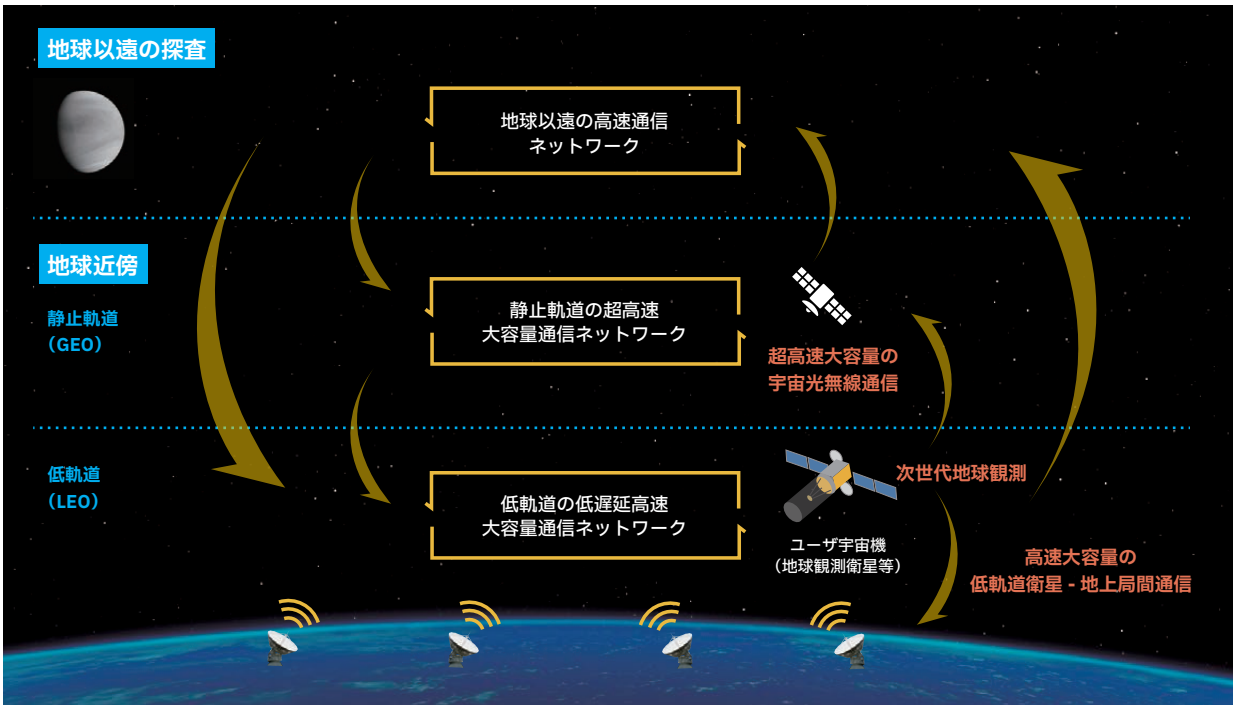
具体的には、JAXA 国際宇宙探査センターで作成・更新を継続している「日本の宇宙探査全体シナリオ（案）」の中で整理した研究目標や技術ロードマップに沿って、日本の強みが生かせ、かつ国際宇宙探査への貢献度の高い技術の研究開発を進めています。



月周回有人拠点（Gateway）

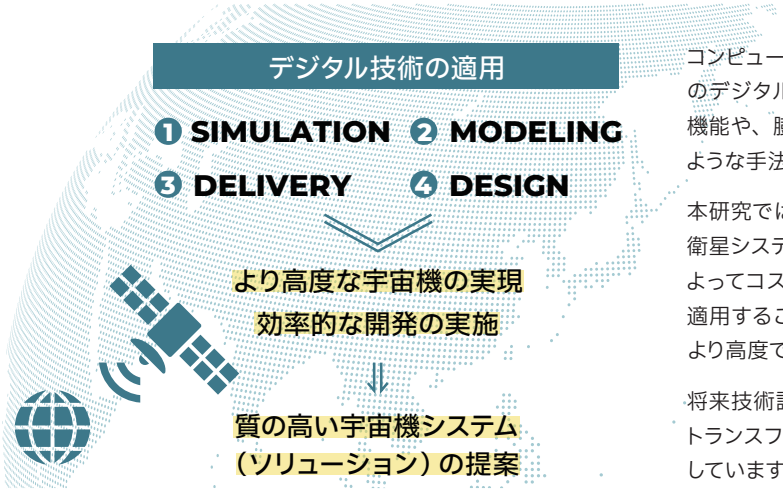
Society5.0に向けたシームレスで自律的な宇宙通信システムの研究

狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続く、経済社会を表す Society 5.0 では、空や海を含むより広範な活動領域におけるブロードバンド環境や、大規模災害時における情報伝送、フレキシブルで可能性の高い通信が必要となります。地上ネットワークとシームレスに接続する宇宙通信ネットワーク、静止・非静止通信／地球観測／データ中継衛星の通信回線高速化の重要性は増しています。
本研究では、シームレスで自律的な宇宙通信システムを実現するために、デバイスレベルからシステムレベルの広範囲にわたる研究を行っています。



地上ネットワーク、宇宙通信ネットワークをつなぐ高速大容量でセキュアな光・電波通信インフラ

デジタル革命を牽引する将来技術試験衛星の研究



コンピュータの圧倒的な処理能力の向上を背景とし、AI、IoT、ICTなどのデジタル技術を駆使する事によって、従来の技術では不可能であった機能や、膨大なデータを短時間に処理することで新たな価値を生み出すような手法が社会に登場し、目覚ましい発展を遂げています。

本研究では、非常に高いポテンシャルを有するこれらのデジタル技術を、衛星システムの開発から運用までのライフサイクル全体へ適用することによってコストの低減や開発期間を短縮し、また、システムの機能設計へ適用することによって、用途に応じて柔軟に仕様を変更できる機能や、より高度で複雑な機能を実現するための研究をしています。

将来技術試験衛星においてこれらを可能とする技術を検証し、デジタルトランスフォーメーションという改革を進める社会に貢献することを目指しています。

航空機・将来宇宙輸送機への水素燃料の適用技術研究

高速二地点間輸送機

有翼宇宙輸送機

カーボンニュートラル社会の実現を目指して、航空機と将来宇宙輸送機に水素燃料を適用するための技術開発を行っています。

これまでのH-IIAロケットやH3ロケットの開発で培われた液体水素燃料の供給技術、安全管理技術を航空機に適用することで、二酸化炭素を一切排出しない水素航空機の実現を目指しています。また、従来のロケットよりも推進剤の消費量を低減できる水素燃料の空気吸込式エンジンの研究開発に取り組んでいます。

将来は、空気吸込式エンジンを搭載した有翼宇宙輸送機を開発することで、地球上の高速二地点間輸送や高頻度の宇宙輸送を実現することを目指しています。

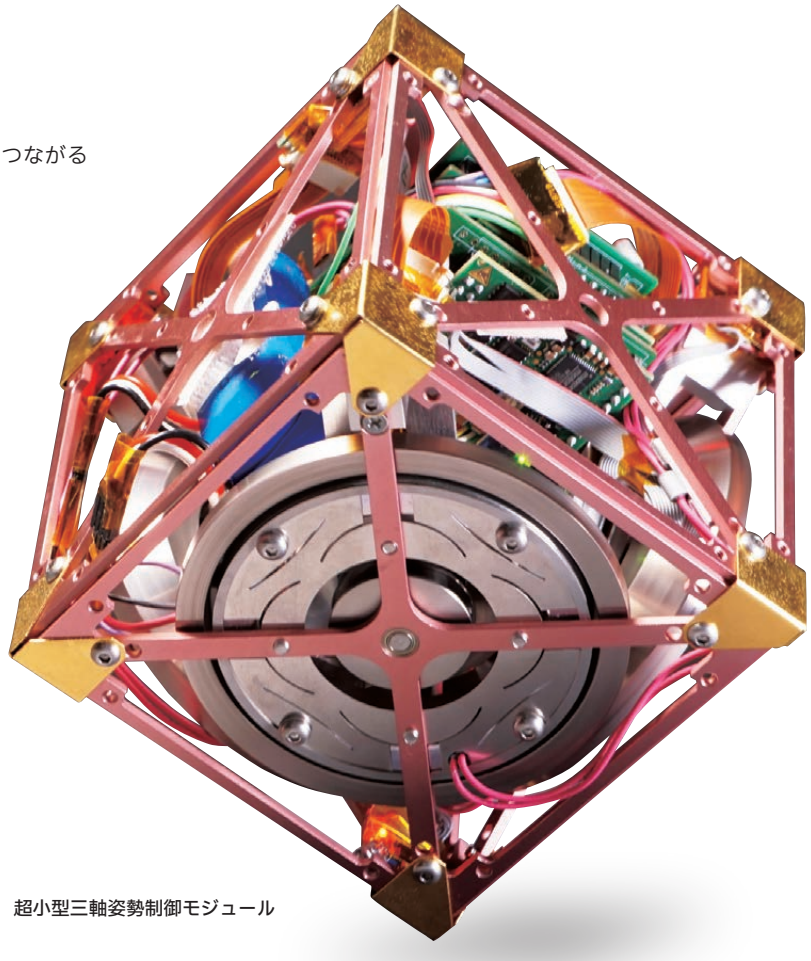
競争力を高め新たな宇宙利用分野を開拓する宇宙機刷新のための分野横断技術

宇宙機の国際競争力を高めることを目指し、技術刷新につながる革新的なテーマの分野横断的研究を行っています。

- ワイヤレス化の研究
- 地球観測衛星データのオンボード処理技術の研究
- 環境適応宇宙ロボティクスの研究
- 宇宙用 GNSS 受信機技術の研究

搭載用画像化装置FLIP

©JAXA／アルウェットテクノロジー株式会社



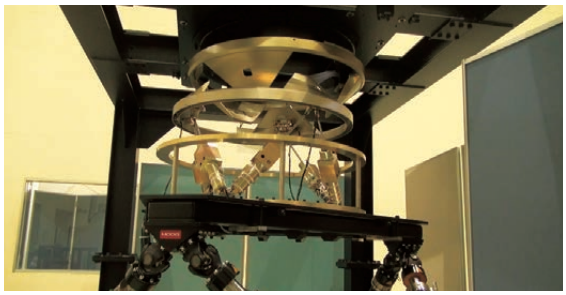
超小型三軸姿勢制御モジュール

宇宙システム解析検証技術の研究

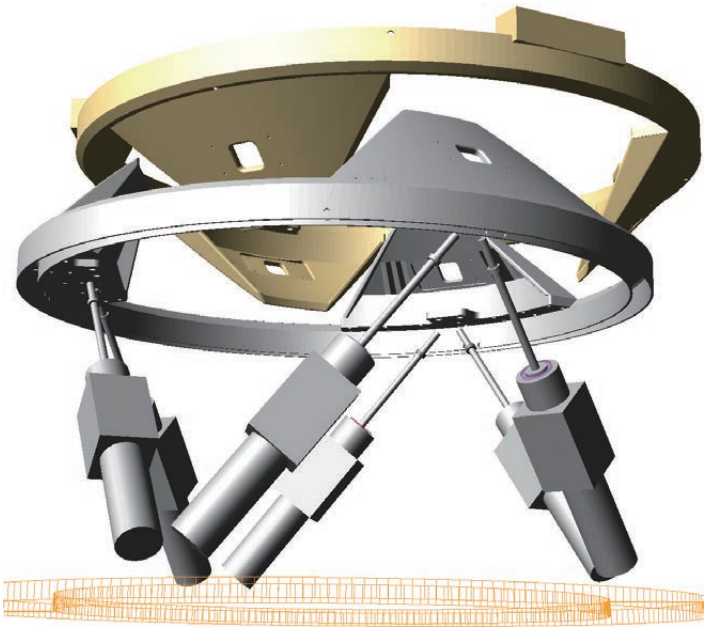
本研究は、世界最高レベルの情報･計算工学技術の研究･開発･利用により、ロケットや宇宙機等のミッションの成功と開発期間・コストの低減を両立させるエンジニアリングを確立することを目標としています。

このエンジニアリングの確立により、現状では実現不可能な開発期間・コスト規模となるミッションを適切な規模で実現可能とします。またそもそも地上では困難な、極限の宇宙環境下でのシステム等の検証が実現できるという強みを獲得できます。

現有技術を活かし、新型ロケット H3 や HTV 等のプロジェクトの確実かつ効率的な実現を進めつつ、これと並行して、将来衛星や再使用輸送系等に向けた中・長期的な研究を行います。

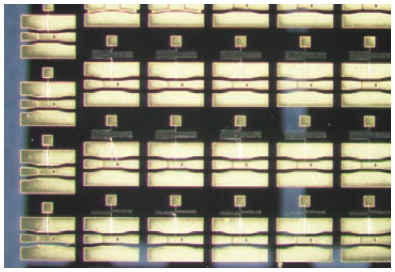


［宇宙機ドッキングシステム　ドッキング機構］　地上試験

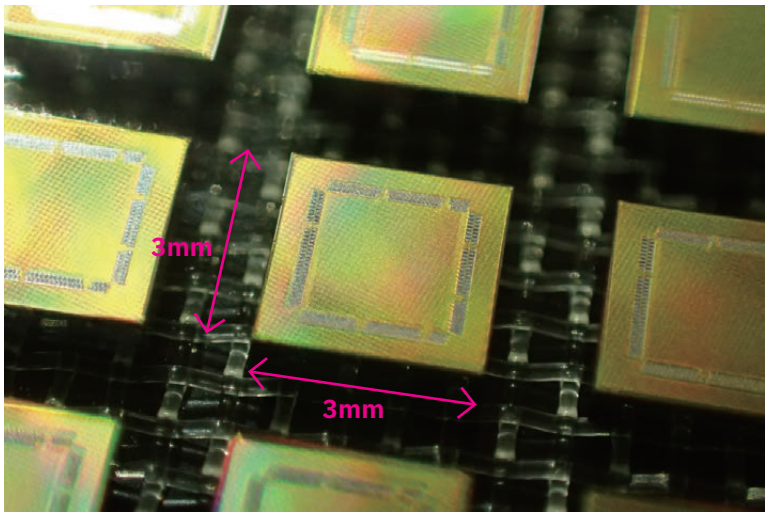


［宇宙機ドッキングシステム　ドッキング機構］　再現解析

宇宙用部品の戦略的研究開発



ミニマルファブで試作したRF-MEMSスイッチ群

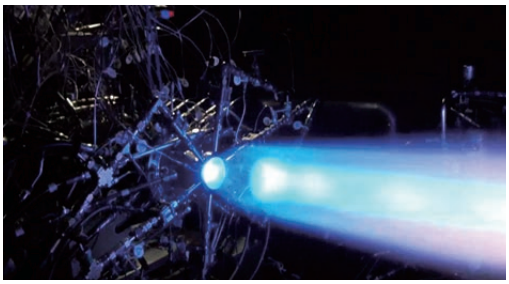


耐放射線強化回路を搭載した16nm FinFET 半導体試作チップ

宇宙で人工衛星が長期間安定的に動作するためには、宇宙環境に耐える部品（宇宙用部品）が必要です。人工衛星開発に不可欠な宇宙用部品の研究開発を進め、自在な宇宙活動を継続できる能力を維持するとともに、将来の人工衛星の競争力強化をねらいます。

宇宙用部品の研究開発にあたっては長期的視点にたち、有望な国内技術を研究機関、民間企業との協力の下に発掘し、将来の衛星システムを効果的に刷新すると考えられる部品を優先的に研究開発し、研究成果の還元を早期に実現することを目指します。

革新的将来宇宙輸送システム技術研究

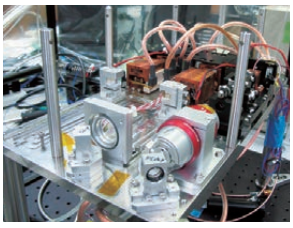


推力10kN級 金属3D造形燃焼器 メタン燃焼試験

革新的将来宇宙輸送システムの実現に向け、JAXA で設定した技術ロードマップに従い、宇宙輸送の抜本的な低コスト化をはじめとして性能・信頼性・安全性の向上の研究を進め、我が国の自立的な打上げ能力の拡大、および打上げサービスの国際競争力の強化に資することを目的としています。

本研究では、革新的将来宇宙輸送システムを実現するうえで必須なボトルネック技術を早期に獲得するために、LNG（Liquefied Natural Gas：液化天然ガス）エンジン、熱防護技術等の要素技術の研究開発を実施します。

観測センサ研究

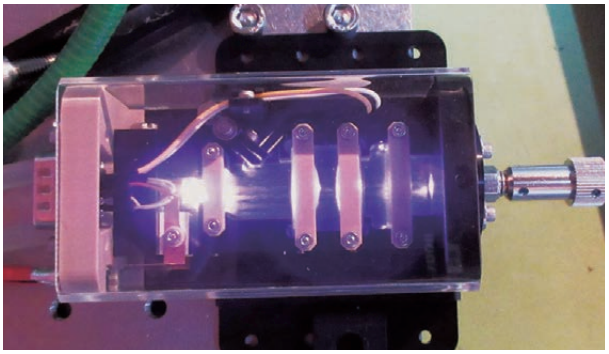


Qswパルスレーザ
（与圧筐体封入前の振動試験モデル）

地球観測センサシステムは、使用する電磁波の領域（光／電波）および観測方式により、種類が多岐にわたります。

本研究では、JAXA における網羅的なセンサシステム設計技術の蓄積を踏まえ、10～20 年後を見据えて、必要な要素レベルの技術研究、センサシステムの研究と、そのセンサシステムを利用したミッションをJAXA 内外と協力して検討しています。

そして、研究成果を今後の地球観測ミッションとして実現していくことを最終的な目標としています。

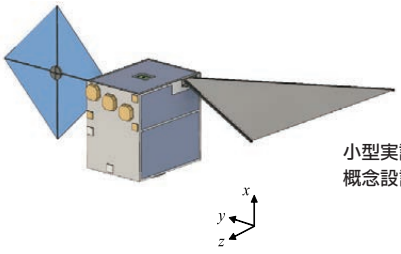


パルスレーザ励起用ファイバーカップリングLD

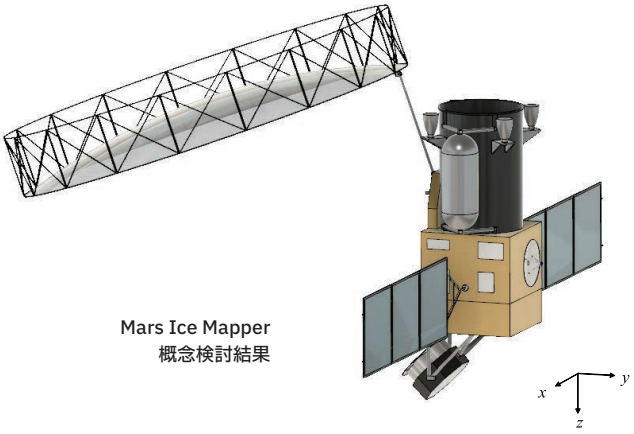
システム技術研究

ロケットや人工衛星は、たくさんの部品の組み立てだけでなく、地上設備なども含め様々な要素を複雑に組み合わせることで、宇宙システムとして求められる機能を発揮します。本研究では、このような要素の適切な構成を検討し、全体としてより優れた宇宙システムを作り出すとともに、その際のシステムズエンジニアリングのデジタル化を進め、開発プロセスを効率化することを目指しています。

また、内外の各組織と連携し、システムレベルのミッション初期検討を行うことにより、我が国の知恵・技術を統合して国際競争力のある技術開発、社会課題解決、また、将来の産業育成につながるプロジェクト提案を行っていきます。



小型実証衛星3号機
概念設計結果

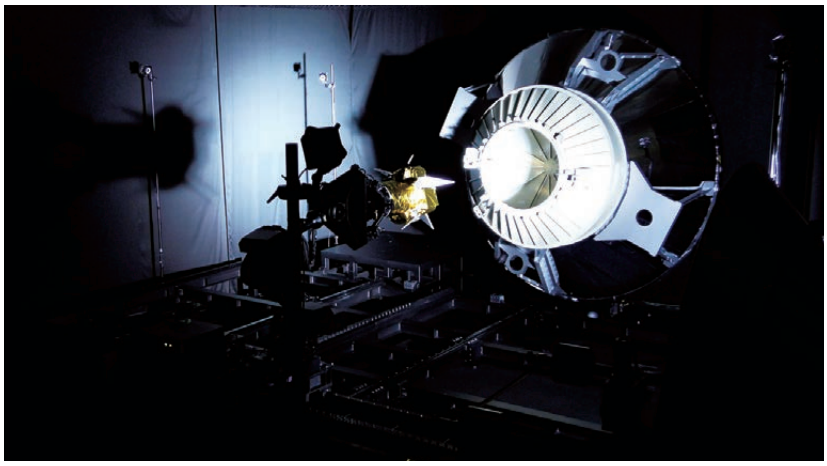


Mars Ice Mapper
概念検討結果

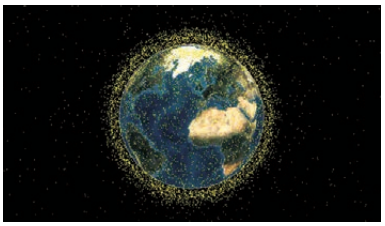
宇宙活動の安全確保

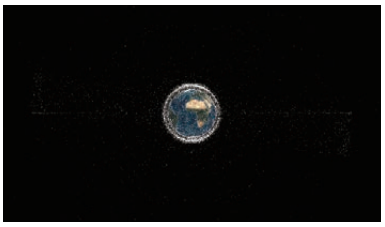
軌道上の宇宙ゴミ（スペースデブリ、またはデブリ）は、年々増加の一途をたどっており、将来的には人類の宇宙活動の妨げになると予想されます。

JAXAは、宇宙活動の安全を確保し、持続可能な宇宙開発を将来にわたって進めていくために、政府・内外の関係機関との連携強化を進めるとともに、スペースデブリに関する様々な研究開発に取り組んでいます。



デブリ除去捕獲機構試験風景





軌道上のスペースデブリ（イメージ）

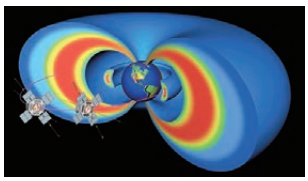
宇宙活動拡大のための機構マテリアル基盤技術の高度化

粉塵用シール

リチウムイオン電池

本研究は、より自在で、より広範囲かつ長期間の宇宙活動を可能とするために、宇宙環境を正確に知り予測するための技術の構築と、それら環境に対応できる材料、機構、構造等の基盤技術およびバッテリや姿勢制御アクチュエータ等の共通利用機器の確立を目指す取り組みです。

真空複合環境試験

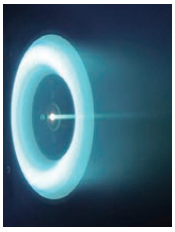


放射線帯

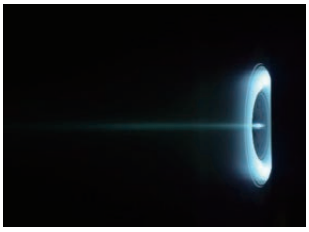
転がり軸受

減速機

ホールスラスタの競争力強化



大型ホールスラスタ



小型ホールスラスタ

人工衛星等の軌道や姿勢を制御するために、いろいろな推進装置が使われています。

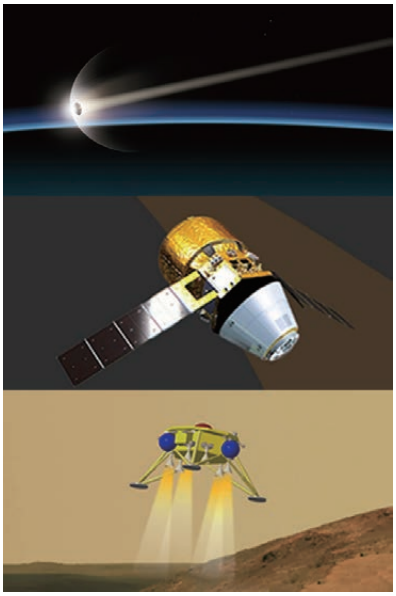
その中で、主に電気や磁気の力を利用して推進力を得るものを電気推進と呼びます。電気推進にも多くの種類がありますが、ここではホールスラスタと呼ばれるタイプの電気推進を中心に研究を進めています。

本研究は、電気推進技術によって日本の産業競争力の強化に貢献することを主題としており、以下の3つのテーマが現在の活動の柱となっています。

① 大型ホールスラスタ　② 小型ホールスラスタ　③ 新しい技術の創出

大気突入・降下・着陸および回収（EDL&R）技術の研究

本研究では、大気突入システムや月惑星探査に用いる離着陸システムに関わる課題に対して、JAXA 横断的な体制を構築して知見を共有し、課題解決スキームを提供し、現在開発中のプロジェクトを技術面で支えます。また、将来の先進的なサンプルリターンミッション、高頻度で継続的なフライト実証機、火星探査ミッション等に必要不可欠な共通基盤的技術を強化し、新しい価値を創造する宇宙ミッションを創成することを狙います。



［上］サンプルリターンカプセル
［中］有人帰還機
［下］火星着陸技術実証機

宇宙システムを進化させるパワーマネジメント

これまで衛星電源系の研究は、電力制御器、バッテリ等のコンポーネント単位での高効率化や小型軽量化を中心に成果を創出し、社会実装を実現してきました。一方で、宇宙利用の拡大により、衛星ミッションが多様化する中で、必要な電力をいかに確保するかが課題となっています。

本研究では、電源系コンポーネントの開発に加え、熱制御も含めたシステム全体のエネルギーサイクルを考慮したパワーマネジメント技術を確立することで、軌道上での効率的な電力運用を目指します。

リチウムイオン電池

バッテリ充電器「GaN_BCR」

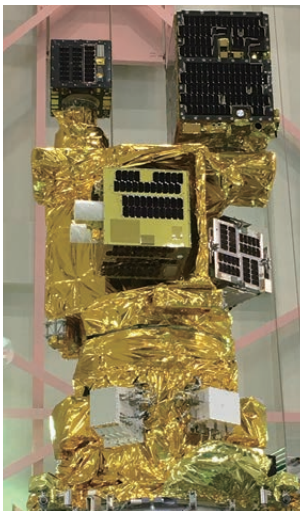
革新
INNOVATIVE
SATELLITE TECHNOLOGY
DEMONSTRATION PROGRAM

革新的衛星技術実証プログラム

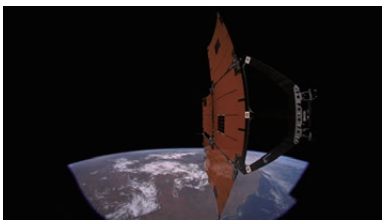
本プログラムは、宇宙基本計画で示された「衛星開発・利用基盤の拡充」の衛星開発・実証プラットフォームにおけるプロジェクトの戦略的推進の一環として、大学や研究機関、民間企業等が開発した部品や機器、超小型衛星、キューブサットに宇宙実証の機会を提供するプログラムです。

また、JAXA として、このプログラムを通じて以下を実現することを目指しています。

1．民間事業者、大学等の新たな知見を獲得・蓄積し、将来ミッション・プロジェクト創出や民間事業者による宇宙実証ビジネス確立に繋げる。
2．更には、新規技術を反映して我が国の政策課題解決の省庁ニーズをより高度かつ効果的に実現することや国際市場でのシェア拡大等に繋げる。



複数衛星搭載構造
［革新的衛星技術実証２号機］



小型実証衛星１号機（RAPIS-1）
TMSAP展開

小型実証衛星２号機（RAISE-2）
フライトモデル

革新的衛星技術実証２号機を搭載した
イプシロンロケット５号機打上げ

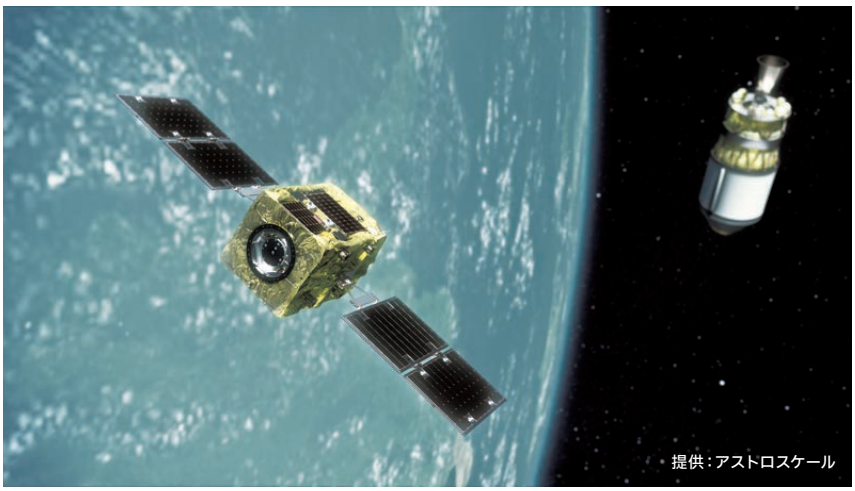
JAXA
CRD2
Phase I
COMMERCIAL REMOVAL OF DEBRIS DEMONSTRATION

商業デブリ除去実証

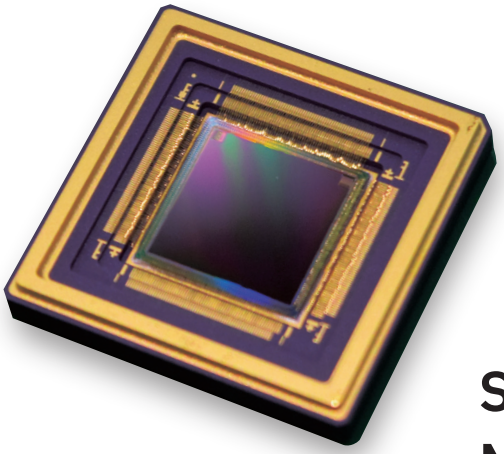
デブリ除去を新規宇宙事業として拓き、民間事業者が新たな市場を獲得することを目的として、スペースデブリ対策の事業化を目指す民間事業者と連携し、世界初の大型デブリ除去等の技術実証（CRD２*：商業デブリ除去実証）を実施しています。
* Commercial Removal of Debris Demonstration

動画はこちら

「大型スペースデブリ除去への挑戦」
動画で解説しています。



CRD2 フェーズI のミッションイメージ



試作品
チップをパッケージに組み立てた状態

SOI-SOC MPU開発

情報通信技術の進展は、ネットワークでの「モノ」と「モノ」との自律的情報のやりとりを可能にし、世界はいっそう繋がりつつあります。今後このネットワークは宇宙にまで広がると考えられています。ネットワークの中心にあって情報の制御を担う核となる半導体部品がMPU（Micro Processing Unit）で、次世代の宇宙機には、これまで以上に高機能・高性能な宇宙用のMPUが求められています。また、宇宙用のMPUは民生用と異なり、宇宙の厳しい放射線環境に耐えねばなりません。

本開発では、耐放射線性に優れるSOI（Silicon on Insulator）半導体製造技術と、複数の機能を1つのチップに搭載するSOC（System on Chip）設計技術を核にして、多様化・高度化する宇宙ミッションに貢献する高機能・高性能なMPUを開発します。

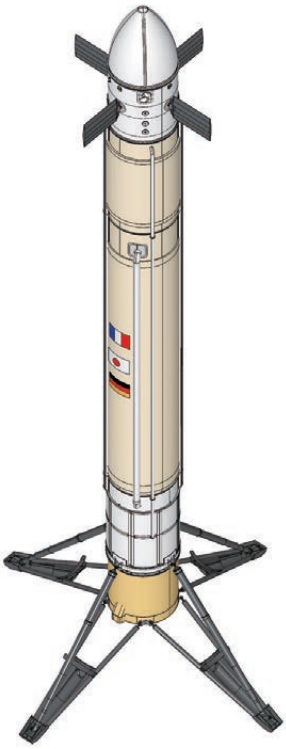
試作品の試験ボード搭載状態

1段再使用飛行実験（CALLISTO）プロジェクト

宇宙への輸送コストを効果的に下げる方策のひとつとして、今まで使い捨てだったロケット第1段の再使用化を目指した研究に取り組んでいます。

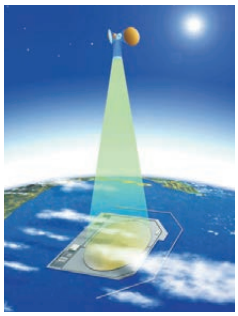
取り組んでいる技術の中で、打上げから着陸、再使用までの一連の運用における重要技術（キー技術）として、誘導制御技術、推進薬マネジメント技術、エンジン再整備技術を識別し、CALLISTO（カリスト）と呼ばれる再使用可能な小型実験機の開発と飛行実験を通じて、これらの技術に関する知見を蓄積します。

このような日本独自の優位な技術を取り込みつつ、仏・独の宇宙機関との国際協力によって効率的に飛行実験を進めることを計画しています。



CALLISTO実験機の
着陸時の形態

宇宙太陽光発電システム（SSPS）の研究



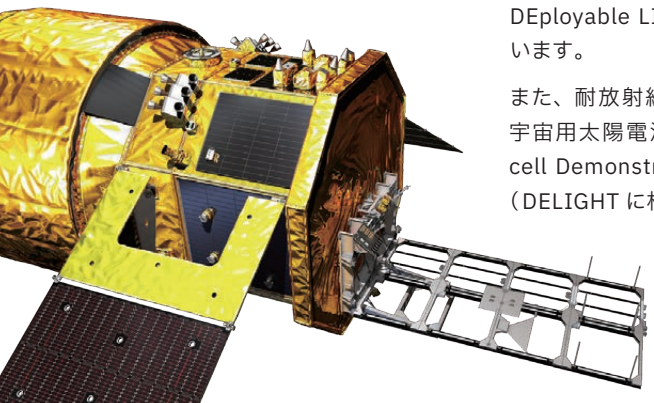
宇宙太陽光発電システム
（SSPS）イメージ

宇宙太陽光発電システム（SSPS：Space Solar Power Systems）は、静止軌道にとても大きな太陽光発電所をつくり、そこでできた電気エネルギーを「マイクロ波」または「レーザー光」に変換して、無線で地上に伝送します。地上では、それを再び電気に戻して、私たちの生活で利用するという、新しい発電所です。地上の太陽光発電と異なり、SSPSは天気にかかわらず、昼でも夜でも発電することができ、将来のベース電源として期待されています。また無線で電気を送ることから、送電先を柔軟に変えることが可能です。

JAXAでは、21世紀半ばの実現を見据え、マイクロ波やレーザー光による無線エネルギー伝送技術の研究、大型宇宙構造物構築技術や宇宙太陽電池技術などのシステム共通技術に関する研究を行っています。

現在、新型宇宙ステーション補給機（HTV-X）1号機をプラットフォームとして利用し、将来の大型宇宙構造物構築を見据えた展開型軽量平面アンテナに関する軌道上実証（DELIGHT：DEployable LIGHtweight planar antenna Technology demonstration）」の準備を進めています。

また、耐放射線性や低コスト化等が期待できる次世代宇宙用太陽電池セルの実証装置（SDX：Space solar cell Demonstration instrument on HTV-X）の開発（DELIGHTに相乗り搭載予定）も進めています。



DELIGHTのミッションイメージ

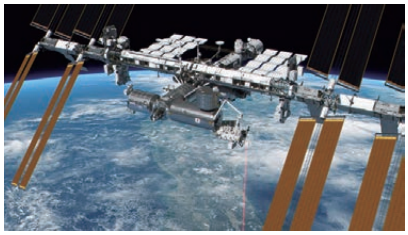
展開型軽量パネル微小重力実験

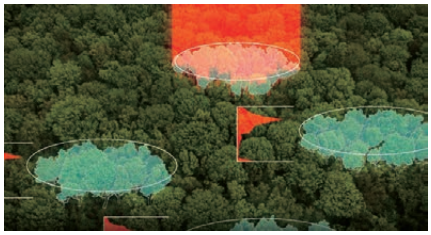
ISS搭載ライダー実証（MOLI）プリプロジェクト

国際宇宙ステーション（ISS）において、ライダー観測技術の技術実証を行うプリプロジェクトです。
ライダーは光を使ったレーダーのことで自分で光を照射して対象からの反射を受信することで、対象までの距離を高精度に測定することができます。
本技術により、通常のカメラでは観測できない鉛直方向分布の観測が可能となるため、森林の高さや、地面の高さを正確に観測することで、森林の量（体積）の把握や、高精度な3次元地図の作成に寄与することが期待されています。

動画はこちら

ISS搭載ライダー実証（MOLI）
ミッション紹介動画

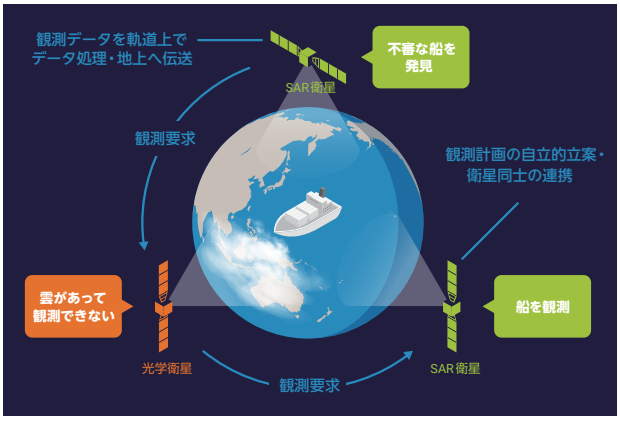




ISS搭載ライダー実証（イメージ）

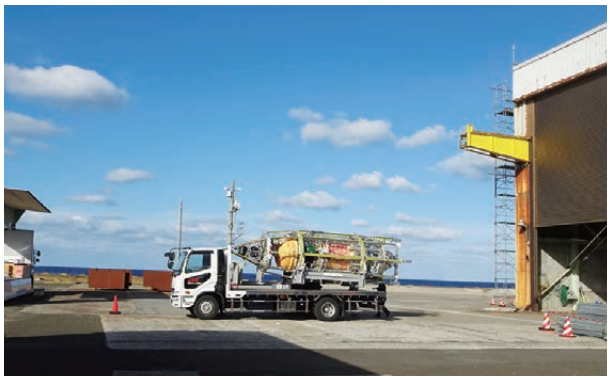
小型技術刷新衛星研究開発プログラム

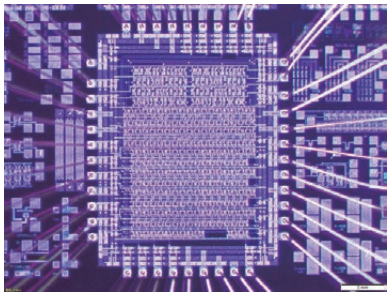
本プログラムは、衛星利用サービスや開発プロセスを刷新する技術を、小型・超小型衛星等を活用して、アジャイルに開発・実証を行うプログラムです。
本プログラムでは、官民で活用可能な革新的・基盤的な衛星技術を早いサイクルで実証し、我が国の衛星利用サービスの競争力向上や新たなユーザニーズの創出を目指します。
また、衛星システム開発・製造方式について、デジタル技術も活用して刷新することに取り組み、衛星の短期開発・低コスト化を目指します。

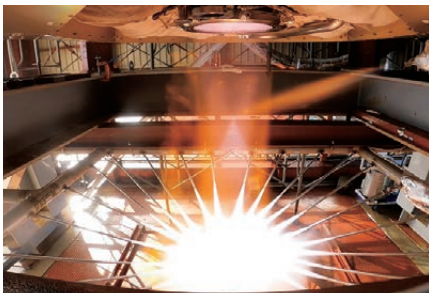


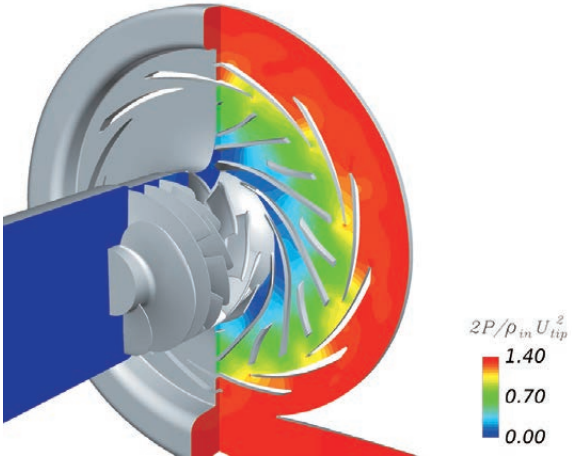
革新的将来宇宙輸送システム研究開発プログラム

文部科学省が策定した「革新的将来宇宙輸送システムロードマップ」に基づき、大幅な低コスト化を目指す「基幹ロケット発展型宇宙輸送システム」の実現、および民間主導による「高頻度往還飛行型宇宙輸送システム」の実現を推進します。
本プログラムは、計画が適切に実行されるように「海外動向や事業成立性の調査」・「システム検討による技術課題の識別と技術ロードマップの設定及び更新」・「宇宙産業と異業種産業のオープンイノベーションによる共創体制の構築」を技術研究の動向も踏まえて毎年実施します。









JAXA　研究開発部門　@KENKAI_JAXA

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構
研究開発部門

〒305-8505　茨城県つくば市千現２-１-１
JAXA｜https://www.jaxa.jp
研究開発部門｜https://www.kenkai.jaxa.jp

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

2024.01