

資料38-1

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
宇宙開発利用部会
ISS・国際宇宙探査小委員会
(第38回)

国際宇宙探査及びISSを含む地球低軌道を巡る 最近の動向

2020年10月9日

文部科学省研究開発局

宇宙開発利用課 宇宙利用推進室



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

文科省における宇宙分野の研究開発に関する取組

令和3年度要求・要望額
(前年度予算額)

280,948百万円
154,404百万円

※運営費交付金中の推計額含む



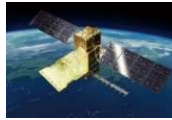
文部科学省

新宇宙基本計画等を踏まえ、「災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献」、「宇宙科学・探査による新たな知の創造」、「産業・科学技術基盤等の強化」及び「次世代航空科学技術の研究開発」などを推進。統合イノベーション戦略2020において、コロナ禍を踏まえた強靱で持続可能な社会づくりのために宇宙関係府省全体として宇宙開発利用の強化・拡大に取り組むとされているところ、必要な研究開発に取組み「新たな日常」づくりに貢献。

◆宇宙安全保障の確保／災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献 33,950百万円 (25,184百万円)

○ 宇宙状況把握(SSA)システム 3,664百万円(1,857百万円)
スペースデブリ等に対応するため、防衛省等と連携して、SSAシステムを構築。

○ 先進レーダ衛星(ALOS-4) 15,702百万円(1,317百万円)
超広域(観測幅200km)の被災状況の迅速な把握や、地震・火山による地殻変動等の精密な検出のため、先進レーダ衛星を開発。



○ 温室効果ガス・水循環観測技術衛星 4,320百万円(300百万円)
温室効果ガス観測センサと、「しずく」搭載の海面水温、降水量等の観測センサを高度化したマイクロ波放射計(AMSR3)等を搭載した衛星を環境省と共同開発。

◆イノベーションの実現／産業・科学技術基盤等の強化 84,788百万円 (47,831百万円)

○ H3ロケットの開発・高度化 20,612百万円(18,054百万円)
運用コストの半減や打上げニーズへの柔軟な対応により、国際競争力を強化し、自主的な衛星打上げ能力を確保。



○ 技術試験衛星9号機 13,376百万円(1,118百万円)
次世代静止通信衛星における我が国の産業競争力強化に向け、オール電化・大電力の静止衛星バス技術を開発、総務省開発の通信機器等を搭載。

○ 将来宇宙輸送システム研究開発プログラム 270百万円(新規)
将来宇宙輸送系を目指し、非宇宙産業を含む民間等と共に研究開発を実施。

○ 小型技術刷新衛星研究開発プログラム 600百万円(新規)
挑戦的な衛星技術の研究開発・採用機会を確保し、衛星開発・製造方式の刷新に取り組むため、小型・超小型衛星による技術の短サイクルの開発・実証を実施。

◆宇宙科学・探査による新たな知の創造 118,247百万円 (45,129百万円)

【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】
80,984百万円(7,006百万円)

○ 新型宇宙ステーション補給機(HTV-X) 61,000百万円(5,552百万円)
様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機を開発。



○ 月周回有人拠点 7,600百万円(195百万円)
月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、我が国として優位性及波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術等)の提供を通じて参画。

○ 小型月着陸実証機(SLIM) 4,704百万円(583百万円)
将来の月・惑星探査に向け、高精度月面着陸の技術実証を実施。

○ 月極域探査計画(LUPEX) 4,840百万円(193百万円)
月極域における水のデータ取得や重力天体表面探査技術の獲得を目指し、インド等との国際協力で月極域探査ミッションを実施。

○ X線分光撮像衛星(XRISM) 9,525百万円(3,815百万円)
観測可能な宇宙の物質の7割以上を占める銀河団高温ガスなどを従来の30倍以上の高い分解能で分光観測。

○ 火星衛星探査計画(MMX) 4,580百万円(2,600百万円)
火星衛星の由来や、原始太陽系の形成過程の解明に貢献するため、火星衛星のリモート観測と火星衛星からのサンプルリターンを実施。

○ はやぶさ2拡張ミッション 360百万円(新規)
令和2年12月の地球帰還運用後、はやぶさ2の残存リソースを最大限活用し、新たな小惑星への到達を目標とした惑星間飛行運用を継続。

宇宙科学・探査は、人類の知的資産の創出、活動領域の拡大等の可能性を秘めており、宇宙先進国として我が国のプレゼンスの維持・拡大のための取組を実施。また、米国提案による国際宇宙探査(アルテミス計画)への参画に関する取組を進める。

【主なプロジェクト】

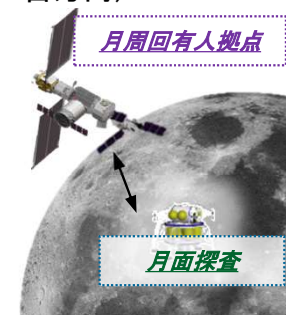
【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】

80,984百万円 (7,006百万円)

○月周回有人拠点

7,600百万円 (195百万円)

深宇宙探査における人類の活動領域の拡大や新たな価値の創出に向け、まずは月面での持続的な活動の実現を目指して、米国が構想する月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術等)を開発し提供する。



○新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

61,000百万円 (5,552百万円)

宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)を改良し、宇宙ステーションへの輸送コストの大幅な削減を実現すると同時に、様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機を開発。また、航法センサ及びドッキング機構システムの開発を通じて、深宇宙補給技術(ランデブ・ドッキング技術)の一つである自動ドッキング技術を獲得し、月周回有人拠点への補給を目指す。また、開発を通じて得られる遠隔操作 自動・自律化技術は、地上におけるリモート化社会の実現への貢献が見込まれる。



新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

【初号機:令和4年度打上げ予定】

○小型月着陸実証機(SLIM)

4,704百万円 (583百万円)

従来の衛星・探査機設計とは一線を画す工夫・アイデアによる小型軽量化(推進薬タンクが主構体を兼ねる構造)や民間技術応用(デジカメの顔認識技術による月面クレータ分布検出)等により、小型探査機による高精度月面着陸の技術実証を行い、将来の宇宙探査に必須となる共通技術を獲得する。



小型月着陸実証機(SLIM)

【令和4年度打上げ予定】

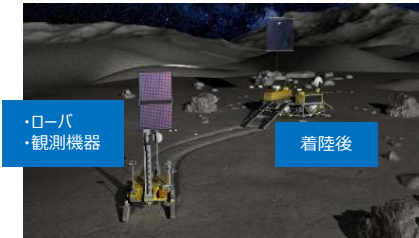
【主なプロジェクト】

○月極域探査計画(LUPEX)

4,840百万円 (193百万円)

月極域における水の存在量や資源としての利用可能性を判断するためのデータ取得及び重力天体表面探査技術の獲得を目指した月極域の探査ミッションをインド等との国際協力で実施する。

【令和5年度打上げ予定】

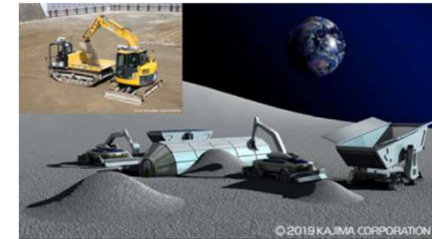


月極域探査のイメージ

○宇宙探査オープンイノベーションの研究

623百万円 (104百万円)

産学官・国内外から意欲ある優秀な研究者・技術者を一同に招集する「宇宙探査オープンイノベーションハブ」を構築し、異分野研究者間の融合や、ユニークかつ斬新なアイデアの反映、宇宙探査と地上産業(社会実装)双方に有用な最先端技術シーズの掘り起こし・集約により、国際的優位性を持つハイインパクトな探査技術を獲得する。



遠隔施工システムの実現

(宇宙探査オープンイノベーションハブ研究の一例)

○国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」の運用等

11,434百万円 (11,270百万円)

国際水準の有人宇宙技術の獲得・蓄積や、科学的知見の獲得、科学技術外交への貢献等に向けて「きぼう」の運用を行い、日本人宇宙飛行士の養成、宇宙環境を利用した実験の実施や産学官連携による成果の創出等を推進。



日本実験棟「きぼう」

○火星衛星探査計画(MMX)

4,580百万円 (2,600百万円)

火星衛星の由来を解明するとともに、原始太陽系における「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明に貢献するため、火星衛星の周回軌道からのリモート観測と火星衛星からの試料サンプルの回収・分析に向けた研究開発を行う。

【令和6年度打上げ予定】



MMX探査機(イメージ図)

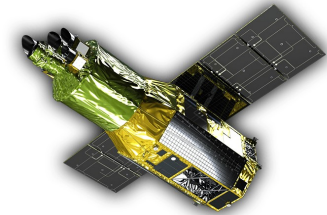
【主なプロジェクト】

○X線分光撮像衛星(XRISM)

9,525百万円 (3,815百万円)

観測可能な宇宙の物質の7割以上を占める銀河団高温ガスなどを、従来の30倍以上の高い分解能で分光観測し、現代宇宙物理の基本的課題である、宇宙の構造形成と化学進化にかかる数々の謎の解明に挑む。日米欧での国際協力ミッション。

【令和4年度打上げ予定】



X線分光撮像衛星(XRISM)

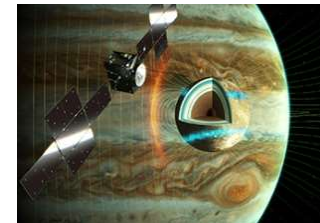
○小規模プロジェクト(戦略的海外共同計画)

1,136百万円 (502百万円)

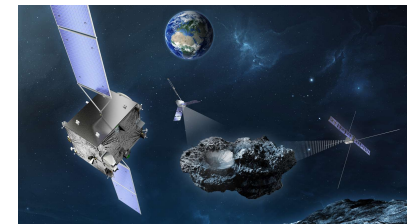
JUICEは、欧州各国をはじめ、日本や米国が参加する史上最大級の国際太陽系探査計画。木星の衛星ガニメデなどを探査することにより、生命存在可能領域形成条件の理解や太陽系の起源解明に貢献。

ESA主導の二重小惑星探査計画「Hera」は、NASAの小惑星衝突機「DART」が二重小惑星の衛星に衝突後、Heraが当該小惑星の詳細観測等を行う国際共同Planetary Defenseミッションであり、「はやぶさ」「はやぶさ2」で培った小惑星観測・解析技術や科学的知見を活用した国際貢献及び科学的成果の獲得を目指す。

【令和4年度JUICE打上げ予定、令和6年度Hera打上げ予定】



木星氷衛星探査計画
ガニメデ周回衛星(JUICE)



二重小惑星探査計画(Hera)

○はやぶさ2拡張ミッション

360百万円 (新 規)

令和2年12月の地球帰還運用後の残存リソースを最大限活用し、新たな小惑星への到達を目標とした惑星間飛行運用を継続し、将来の深宇宙長期航行技術に資する技術的・科学的知見の獲得を目指すとともに、小惑星「リュウグウ」への探査で創出した科学技術成果を最大限活用し、我が国の科学国際競争力の強化に資する活動を増強する。

【令和3年度より開始】



小惑星探査機「はやぶさ2」

野口聡一宇宙飛行士のISS長期滞在に向けた打上げについて

- NASAは、JAXAの野口宇宙飛行士が搭乗する米国初の民間宇宙船「クルードラゴン」運用初号機「レジリエンス」の打上げ目標日時を下記のとおり設定。

令和2年10月31日（土）15時40分（日本時間）

※打上げ日時は打上げの準備状況や天候等の条件を踏まえ、打上げ約一週間前に決定予定。



下記写真の出典：SpaceX/NASA



©SpaceX/JAXA

野口 聡一（55）

宇宙滞在経験2回（計176日）
今回のISS滞在は6ヶ月程度の予定



打上げ



宇宙飛行士による操作



ISSへのドッキング



フロリダ沖への帰還

米国クルードラゴン宇宙船の概要

- (1) 定員 4人乗り
(ISSへの飛行の場合)
- (2) 打上げロケット ファルコン9
(米国スペースX社製)

開発企業 (宇宙船名称)	開発		運用初号機	運用2号機
	無人飛行試験	有人飛行試験		
スペースX社 (クルードラゴン)	2019年3月 成功	2020年5月31日に 打上げ 帰還8月3日 米国人2名が搭乗	野口飛行士と 米国人3名 が搭乗予定	星出飛行士と 米国2名、欧州1名 が搭乗予定 【2021年春頃】

米国探査動向： NASAによる2024年着陸までの『アルテミス最新計画』発表

Artemis Plan “NASA’s Lunar Exploration Program Overview”

- 2020年9月22日、NASAは、アルテミス計画に関する最新情報を記したレポート「Artemis Plan」を公開。主に2024年に有人月面着陸を行うまでのフェーズ1の最新計画を記載。
- フェーズ1には、無人月飛行ミッション「アルテミス1」、有人月飛行ミッション「アルテミス2」、及び有人月着陸ミッション「アルテミス3」が含まれる。

アルテミス最新計画概要

- 多目的有人宇宙船(MPCV)「(Orion)」の開発は完了済み。
- 大型打上げロケット(SLS)は、コアステージとエンジン4基の最終試験を実施中。燃焼試験完了後、コアステージをケネディ宇宙センターに輸送してOrionと統合する。SLS/Orionを使用して、2021年にアルテミス1を、2023年にアルテミス2を実施予定。
- 2021年から商業月ペイロード輸送サービス「Commercial Lunar Payload Service(CLPS)」を年2回実施予定。
- 2024年にアルテミス3を実施予定。Orionから有人月着陸システム(Human Landing System: HLS)に直接搭乗することができるが、HLS搭乗前にGatewayにドッキングする可能性もオプションとして残す。

アルテミス計画フェーズ1に係る予算要求

- 本レポートのAppendix-5によると、アルテミス計画フェーズ1（2024年有人月面着陸実現まで）における代表的なミッションに必要とされる予算は、2021年度から2025年度までに合計約280億ドルで、うちHLSは約160億ドル。※HLSに必要とされる予算は2021年度に約32億ドル（予算審議継続中）。

\$ Millions	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024	FY2025	Total
Orion/SLS/EGS (Exploration System Development Programs)	\$ 2,894.7	\$ 2,070.6	\$ 1,487.6	\$ 919.0	252.0	\$ 7,623.9
Initial Human Landing System	\$ 3,222.5	\$ 3,553.1	\$ 4,100.4	\$ 3,571.3	1,719.0	\$ 16,166.4
Lunar Suits - <i>maintained in Gateway budget</i>	\$ 177.3	\$ 141.0	\$ 94.2	\$ 63.1	42.5	\$ 518.1
Surface Logistics - <i>maintained in ACSC budget</i>	\$ 67.6	\$ 69.2	\$ 141.9	\$ 196.0	77.7	\$ 552.4
Exploration Technologies	\$ 251.0	\$ 292.0	\$ 268.0	\$ 223.0	158.0	\$ 1,192.0
LDEP - <i>maintained in SMD Artemis Science Elements budget</i>	\$ 451.5	\$ 517.3	\$ 491.3	\$ 458.3	-	\$ 1,918.3
Total Phase 1 Requirements	\$ 7,064.7	\$ 6,643.1	\$ 6,583.4	\$ 5,430.7	2,249.2	\$ 27,971.1

Artemis Phase 1 Funding Requirements



NASAが公表した「アルテミス最新計画」



アルテミス計画フェーズ1における代表的なミッション



アルテミス計画の要となる有人月着陸システム (HLS)

月面探査に係る各国最新動向（イタリア、UAE）

米国・イタリア政府間のアルテミス計画への協力に係る共同声明(joint statement of intent)署名

- 2020年9月25日、NASAは、NASAのプライデンスタイン長官及びイタリア閣僚評議会のリカルド・フラカーロ(Riccardo Fraccaro)政務次官が、アルテミス計画における両国間の協力に関する共同声明に署名したと発表。
- イタリア宇宙機関(ASI)の同日付の発表によると、アルテミス計画におけるイタリアの貢献として両国が関心を寄せる分野は、以下のとおり。
 - ✓ 宇宙飛行士の月面居住能力、及び短期間の滞在を可能とする関連技術
 - ✓ 月面における科学実験と調査
 - ✓ 月面設備と月を軌道周回する衛星群をつなぐ通信サービスを含む
- 両宇宙機関は、アルテミス計画に係る国際協力に関する基本方針「アルテミス合意(Artemis Accords)」を締結後、両国が2013年3月に締結した宇宙協力に関する枠組み協定を踏まえながら、アルテミス計画における協働を支援するための二者による実施合意を進める予定とのこと。



米伊間共同声明署名式（オンライン）の様子
(NASA HPより)

UAEによる月面着陸・探査計画(Emirates Lunar Mission)開始

- 2020年9月29日、ドバイ政府広報室は、アラブ首長国連邦(UAE)副大統領兼首相(兼ドバイ首長)のマクトウム(Mohammed bin Rashid Al Maktoum)殿下が、UAEの月探査ミッションプロジェクト「Emirates Lunar Mission」を立上げたと発表。
- 本プロジェクトは、UAEの宇宙戦略、及びムハンマド・ビン・ラーシド宇宙センター(MBRSC)の2021-2031年戦略の一環として実施されるものとのこと。UAEは本プロジェクトにより、世界で4番目、アラブ地域では初めて月面探査ミッションを実施する国になることを目指す。
- プロジェクトでは、2024年までにローバ「Rashid」の月面着陸を目指すとのこと。着陸地点はこれまでのミッションで到達していない領域を予定。100%国産となる同ローバは、UAEの技術者らがUAE国内で開発し、3Dカメラ、外部サスペンション構造、センシングシステム、太陽電池パネル、及び通信システム等を搭載。



UAE国産の月探査ローバ「Rashid」構想
(UAE SA HPより)

国際宇宙探査及び
地球低軌道活動(有人)の各国の動向

国際宇宙探査（アルテミス計画ほか）をめぐる各国の動向

- 米国
- **アルテミス計画の具体化を促進**。2020年4月にNASAによる『持続的月探査・開発計画』、同7月に国家宇宙会議(NSpC)の探査戦略『深宇宙探査・開発の新時代』、及び同9月にはNASAによる『アルテミス最新計画』を発表。
 - **有人探査の主要領域として、地球低軌道、月、火星を設定**。技術的に密接な連携を意図。低軌道の有人運用を民間に移管しながら、ISSを月・火星探査のためのテストベッドとして活用。
 - **ISSにおける商業輸送サービスの成功を受け、Gateway各要素(PPEやHALO)や物資輸送、有人月着陸システム(HLS)、及び商業月輸送サービス(CLPS)について官民パートナーシップを活用し、民間からのサービス調達を予定**。
 - 大型ロケット(SLS)及び有人宇宙船(Orion)の無人初飛行を2021年後半、有人初飛行を2023年に予定。
 - 2024年の有人月面着陸地の検討に資するべく、月極域無人探査ミッション(VIPER)を2023年に計画。

- 欧州
- 2019年11月のESA閣僚級会合において、**ISS/低軌道(有人)、月探査(有人・無人)、火星探査(無人)を相互に関連する主要領域**と位置付け。Gateway向けに国際居住モジュール(I-HAB)、及び燃料補給システム及び展望機能(ESPRIT)の開発を了承。Orion向け欧州サービスモジュール(ESM)について、新たに3-6号機調達を了承。月近傍輸送機(CLV)又は欧州大型補給着陸機(EL3)の技術的及びプログラムの実現可能性のシステム検討を最近承認。
 - 産業界とパートナーシップを構築し、月軌道中継衛星ミッション等、高速データの月面通信サービス構築に取り組む。
 - **ISSで培った利用技術を活用し、Gateway初の科学ミッション機器(放射線計測機器)を搭載予定**。

- カナダ
- 月面技術開発、宇宙空間での実証、及び科学ミッションを支援する月面探査加速プログラム(LEAP)実施中。
 - **ISSロボットアーム技術を活かし、Gatewayに先進的な次世代人工知能対応ロボットアーム(Canadarm3)で貢献**。

- ロシア
- 月極域探査シリーズ計画を更新。①Luna25：着陸ミッション(2021年予定) ②Luna26：周回ミッション(2024年予定、低極軌道から月面観測) ③Luna27：着陸ミッション(2025年予定、ESAと共同) ④Luna28：月極域サンプルリターンミッション(2027年予定) **中国の嫦娥ミッションや国際月面研究基地構想についても協力を計画**中。

※アルテミス計画への参加意思は表明されていない。

- 中国
- 中国の月探査“嫦娥シリーズ”として、以下を計画。また、**低軌道及び深宇宙探査を見据え、新型有人宇宙船を開発中**。2030年代から40年代を目途に、**月南極域に国際月面研究基地(ILRS)の建設を構想**。
 - ①嫦娥5号：本年11月頃に長征5号で打上げ予定。中国初の月面サンプルリターンを目指す。
 - ②嫦娥6号：①が上手くいけば、2023-2024年に月南極域探査を目指す。
 - ③嫦娥7号：2024年頃に計画。(内容は①、②の結果次第)
 - ④嫦娥8号：ILRSに向けた技術実証(その場資源利用(ISRU)技術や、3Dプリンタ活用等)を予定

- インド
- 月軟着陸の再トライを目指す**Chandrayaan-3号**を2021年に予定。着陸機とローバで構成。
 - JAXAと協働する月極域探査ミッションについて、技術的・科学的観点から協力内容や実現性等の検討を推進。

国際宇宙ステーションを含む地球低軌道（有人活動）をめぐる各国の動向

- 米国**
 - 議会上院で少なくとも2030年まで、また、下院では少なくとも2028年までISSを運用延長することを含めた法案が提出され、審議中。また、宇宙政策指令(Space Policy Directive)や国家宇宙会議(National Space Council)の声明を通じ、ISSを含めた低軌道商業活動に対し政府がアンカーテナント等の関与をしていく方針が示されている。
(参考) 7/23付けの国家宇宙会議による“A New Era for Deep Space Exploration and Development”において、政府の役割として、規制緩和、知財の民間占有に加え引き続き 主要な顧客又はアンカーテナントであり続ける旨が示されている。
 - NASAは、2019年6月発表の商業活動方針の下で、持続可能な商業活動に至るまで政府支援の下で民間の利用を支え、民間移行後にNASAが一顧客(One of customers)となるべく商業化を推進中。
(参考) 商業化推進の例として、商業ポート事業者選定・契約、民間宇宙飛行士ミッション推進に係るSAA(Space Act Agreement)締結、需要喚起に資する利用テーマ選定・資金提供等が挙げられる。SAA：NASA長官に事業遂行に必要な契約を自らが妥当と考える条件で締結できる権限を付与する制度。
- 欧州**
 - 2019年11月のESA閣僚級会合において、2030年までのISS運用延長方針が示されると共に、ISSの枠組みを通じ、国、宇宙機関及び民間がパートナーシップのもと長期的な持続的可能性を高めていく旨が示された。
(次回の閣僚級会合は2022年を予定)
 - ISSにおける商業利用サービス(研究開発目的)の促進や低軌道及び月での商業活動に対する需要喚起等を見据えたビジネス創出の枠組みを構築中。
(参考) 民間参入を前提としたコロバスマジュール改修計画を推進する等、2025年以降のISS運用を見据えた動きがある。
- カナダ**
 - 2025年以降のISS運用延長に係る方針は示されていない。
- ロシア**
 - 2016年に承認した2016-2025年連邦宇宙計画において、ロシアの軌道上ステーションの構築が提案されている(ISSのロシアセグメントに新たなモジュールを取付け、2025年以降のフライトの自律性を確保するシステムを追加)。
 - また、2025年にISSへの新型有人宇宙船(Oryol)の打上げを予定するなど、2025年以降のISS運用延長も見据えた動きがある。
(参考) 今後、多目的実験モジュール(MLM)をISSへ打上げ予定。以降、ノードモジュール、科学エネルギーモジュールの打上げが予定されており、ロシアセグメントの強化・科学実験機能拡大が予定されている。
- 中国**
 - 2022年頃までの中国独自の宇宙ステーション(CSS)完成を目指し、コアモジュール「天和」、実験モジュール「問天」「夢天」、宇宙望遠鏡モジュール「巡天」を順次打上げ予定。
(参考) CSSの完成を目指し、今後2年間で有人宇宙船「神舟(Shenzhou)」の4回の打上げを含む計11回の打上げを実施予定。
2020年5月に、次世代有人宇宙船の無人試験機打上げ試験に成功。(CSS運用や将来の有人月探査ミッションに使用予定)。
 - 2020年10月1日、中国有人宇宙プログラム室は、宇宙飛行士第3グループの選抜作業を完了したと発表。
(参考) 選抜されたのは、女性1名を含む計18名で、その内訳はCSS計画のニーズに合わせ、パイロット宇宙飛行士7名、フライトエンジニア7名、パイロッドスペシャリスト4名。
- インド**
 - 2022年までの有人打上げを目指し、有人宇宙船(Gaganyaan)を開発中。また、小規模な宇宙ステーションを建設する計画を発表（一部報道によると、2020年代後半を目指すとの記載あり）

(参考)NASA新授権法案(Authorization Act Bill)概要

[米国議会上院案・下院案(ISS運用延長関連)]

上院案 (S. 2800)

2019年11月6日提出

同11月13日 商業・科学・輸送委員会通過

- 地球低軌道における有人活動プレゼンスの重要性を強調、その中でもISSは経済・産業発展の観点でクリティカル要素と位置づけ。
- ISS運用を2024年から2030年まで延長。
- 地球低軌道における頑健な商業セクター活動を奨励。

下院案 (H. R. 5666)

2020年1月24日提出

同1月29日 宇宙航空小委員会通過

- (運用継続により安全のリスクが増加しない、もしくは代替可能な低軌道プラットフォームへの移行が実現できない場合)ISS運用を2024年から最低2028年まで延長。
- 法案制定後120日以内に、2028年までの延長に際する技術的な課題やISSの代替となりうる商業宇宙ステーションの可能性を議会に報告するようNASAに要請。

(参考)米国のISS関連動向:NASA 低軌道商業化

<p>計画</p> <p>NASA Plan for Commercial LEO Development(2019/6/7発表)</p>	<p>最近の状況</p> <p>計画発表から現在まで</p>
<p>1. Commercial use and pricing policyの構築</p>	<p>NASAは、商業利用枠に対し5社からの提案を受けており、既にミッション開始された事例あり(情報は非公開)。</p>
<p>2. 民間宇宙飛行士ミッションの受け入れ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NASAはKBR社、Virgin Galactic社、Axiom Space社に対して民間宇宙飛行士ミッション(PAM)の推進に係るSAAを締結。この契約下で以下の活動が行われる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ Virgin Galactic社:新たな民間軌道周回宇宙飛行士準備プログラムを立ち上げる。ISSへの民間飛行士ミッションに関心がある候補者の特定、ISSへの輸送、軌道上/地上リソースの調達等。 ・ KBR社:NASAの施設を利用した民間宇宙飛行士の訓練を行う。SAAにより、様々な宇宙飛行タスクに関する民間飛行士の訓練を実施できるようになる ・ Axiom Space社:ISSへの民間宇宙飛行士ミッションを可能にする計画を開発する。(Axiom Space社はSpaceX社と有人宇宙船「クルードラゴン」による民間飛行士のISS輸送契約を締結)。 ● NASAは2020年6月、民間宇宙飛行士ミッションに関わる責任の枠組み案(技術的要件、保険料、免責事項等)について情報提供依頼(RFI)を発行。
<p>3.低軌道商業プラットフォーム開発のプロセスを開始</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● NASAはISSに接続する商業モジュールの開発企業としてAxiom Space社を選定 <ul style="list-style-type: none"> ・ 契約額は最大\$140M。(契約期間:5年間(+2年オプション)) ・ 低軌道商業活動を促進する取り組みの一つとして、ISSポートを開放し、商業プラットフォームの開発を支援するもの。 ・ 最終的には、ISS運用終了後の民間プラットフォームを目指す。(この取り組みは、NASA独自の施策として、NASA保有リソースの範囲内で実施) ● また、NASAはフリーフライヤーの開発に係る提案募集を実施(未選定)。
<p>4.低軌道商業への需要喚起</p>	<p>NASAは、2020年月4月、宇宙製造、再生医療に係る提案及び低軌道市場への参入障壁に対処するための行動計画に係る提案を選定(計5社)。5社に対し、2023年までに総額\$23M(最大)のシードマネーを提供し、ISS及び将来のプラットフォームにおける需要喚起を図る。</p>
<p>5. NASAの低軌道での長期ニーズの定量化</p>	<p>NASAは2019年6月に、将来NASAによるサービス購入が見込まれる分野(※)を示し、サービス提供・購入の観点で将来低軌道におけるNASAの役割を明確化した。</p> <p>※クルー滞在・訓練、有人研究、物理科学・生命科学研究、技術実証、科学、National Laboratory(クルータイム、打上げ・回収等)</p>

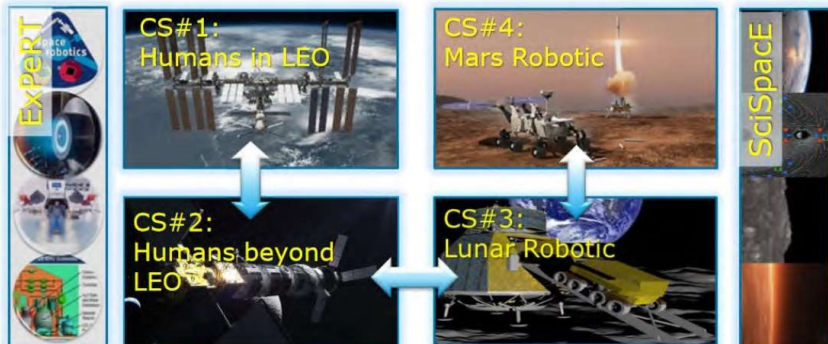
(参考)Space Act Agreement (SAA):SAAとはNASAと企業等の間における柔軟な契約形態を指し、NASAのミッションとプログラム(国際協力を含む)の目標を推進するために、様々な相手方と幅広い協定を締結することができ、マイルストーン、責任の所在、知財のあり方等、柔軟な条件を設定できる。協定のタイプは、協定パートナーがNASA設備などを有償で使用(有償型)、当事者間で金銭の授受はなくNASAおよび協定パートナーは自己の費用を負担(無償型)、NASAから協定パートナーへ資金提供(資金提供型)。

欧州のISS運用延長に関わる検討状況

- 2016年のESA閣僚級理事会で、2024年までのISS延長を承認済。
- 2019年のESA閣僚級理事会では、2030年までのISS運用延長方針が示されると共に、ISSの枠組みを通じ、国や宇宙機関、民間がパートナーシップのもと長期的な持続的可能性を高めていく旨が示された。(次回の閣僚級会合は2022年を予定)。
- ESAは、欧州探査包括計画(E3P)の枠組みの下、民間参入を前提としたコロンバスモジュール改修計画(通称:Columbus2030)を推進する等、2025年以降のISS運用を見据えた動きがある。

欧州探査包括計画(E3P)の枠組み

- 2016年のESA閣僚級理事会にて、ESAが実施する個々の無人・有人探査計画を単一の探査プログラム枠に統合した「欧州探査包括計画(E3P)」が承認。
- E3Pのプログラムは6つから構成され、「Human in LEO (ISSを含めたLEOでの研究)」や「SciSpacE (ISSやISS以外での宇宙環境に係る研究)」等の枠組みでISS利用が行われている。
- ISS関連では、今後、コロンバスモジュール改修計画(※)やISSにおける商業利用等が推進される見込み。
(※)ISSコロンバス実験棟は、完成から10年以上経過しており、民間参画を前提とした改修計画の検討が始まっている。軌道上設備・地上インフラ等を含むコロンバス改修計画について、産業界への要求のインプットと議論を目的としたワークショップが開催(2019年)された。



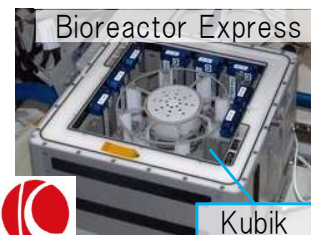
E3Pのプログラム構成(出典:欧州宇宙科学委員会[59th Plenary Meeting])

商業利用の動向

- ISSにおける商業利用サービスの促進
 - 2018年に船内利用プラットフォームサービス(ICE cube)を開始。(Space Applications Services社)
 - 2019年に小型培養装置(Kubik)を利用した実験サービス(Bioreactor Express)を開始。(Kayser Italia社)
 - 2020年に曝露利用プラットフォーム(Bartolomeo)打上げ・ISS取付け、2021年よりサービス提供を開始予定。(Airbus Defence and Space社)
- 低軌道及び月での商業活動に対する需要喚起等を見据えたビジネス創出の枠組み(The Business in Space Growth Network:BSGN)を構築中
 - 枠組みの中で、インキュベーターの役割(商業プロジェクトの促進等)を担う Implementation partnerを今後選定予定。(2020年10月に入札情報が公開される見込み)。
 - 2020年6月、ESA主催のシンポジウムにおいて BSGNのコンセプト紹介やISSでの商業サービス概要説明が行われた。



spaceapplications



KAYSER ITALIA

Kubik



AIRBUS

(参考)ロシアのISS関連動向

ロシアのISS運用延長に関わる検討状況

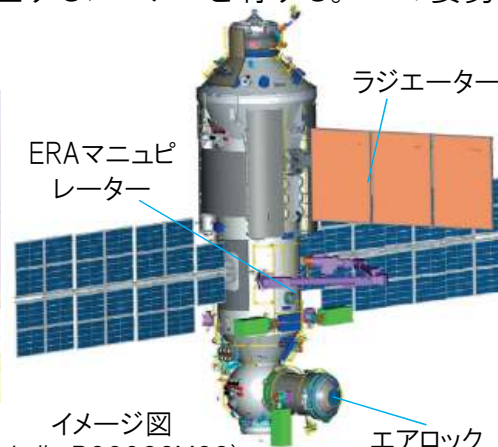
- 2016年に承認した2016-2025年連邦宇宙計画において、ISSのロシアセグメントに新たなモジュールを取付け、2024年以降のフライトの自律性を確保するシステムを追加し、それらに基づいたロシアの軌道上ステーション(Russian Orbital Station)の構築が提案されている。
- 独自宇宙ステーションでも利用が想定される多目的実験モジュール(MLM)を2021年にISSへ打上げ予定。(以降、ノードモジュール、科学エネルギーモジュールの打上げが予定。ロシアセグメントの強化・科学実験機能拡大が図られている)
- 他方、2025年にISSへ新型有人宇宙船(Oryol)打上げを予定するなど、2025年以降のISS運用延長も示唆される。

多目的実験モジュール(MLM)の打上げ

- ロシアの多目的実験モジュール(MLM)“サイエンス”は2021年にISSへ打上げ予定。
- 多くの船外操作を内部から行い、船外活動を削減可能。(ERAマニピレータと呼ばれるロボットアームを搭載)。また、3つのドッキングノードが取付けられており、船外活動用のエアロックも搭載。
- 船内には約30のワークスペースがあり、科学機器を使用した実験が可能。また船外には、約24か所の科学機器の設置場所が設計されている。
- キャビンとしても機能し、トイレ等が設置されている。他のロシアモジュールへ酸素を供給可能。また、尿から水を再生するシステムを有する。ISSの姿勢制御も実施。



地上での試験の様子(出典:ROSCOSMOS)



イメージ図
(出典:ROSCOSMOS)

新型有人宇宙船(Oryol)打上げ

- ロシアは2009年より新型宇宙船を開発。次世代有人宇宙船「Oryol (Orel)」(旧称:Federation(Federatsiya))は、無人飛行試験開始を2023年末、ISSへの飛行士輸送開始を2025年に予定している。
- また、Oryolは米国の多目的有人宇宙船(MPCV)「オリオン(Orion、オライオン)」に類似して深宇宙ミッション用に開発されており、再使用型物資輸送船の基盤としても機能。

(参考)2020年6月にOryolで使用する懸垂下降装置の試験を実施。懸垂下降装置は、宇宙船が着水した場合や捜索救助隊が即座に到着できない場合にクルーが自力で宇宙船の外に出るためのもの。(Oryolの模型を使用して実施)



懸垂下降装置試験の様子
(出典:ROSCOSMOS)



イメージ図
(出典:ROSCOSMOS)