

5. 多様な小規模プロジェクト群

欧米の基幹ミッションへのハードウェアの供給要請がある昨今の状況を踏まえ、宇宙科学・探査ロードマップにおける「多様な小規模プロジェクト群」は、欧米のフラッグシップミッションに部分参加する「戦略的海外協同計画」と多様な飛翔機会を用いた「小規模計画」との2つのカテゴリーに分けて推進している。

- 戦略的海外協同計画
 - ESA基幹ミッションである木星氷衛星探査計画(JUICE)では、JAXAは観測機器の開発等において参画すべく準備を進めている。(次頁参照)
 - はやぶさで獲得したサンプルリターン技術を生かし、複数の米国ニューフロンティア計画への提案に参画している。
- 小規模計画
 - 海外の観測ロケット・大気球、国際宇宙ステーション(ISS)などの飛翔機会を利用した計画等を、公募により幅広く提案を受けつけることを想定している。
 - ボトムアップによるミッション創出強化の為に、平成28年度の公募では、6件(総額約4億円)を選定した。(昨年11月7日に公募発出、本年1月13日公募締切、16件の応募から選定。各年度、総額2億円程度のミッション採択を想定していたが、今年度は複数の良い提案があり総額4億円を採択した。そのため今年度予定していた来年度開始の公募は行わない。)

5. 1 木星氷衛星探査計画 (JUICE) (Jupiter Icy Moons Explorer)

多様な小規模プロジェクト群「戦略的海外協同計画」の一つとして、欧州宇宙機関(ESA)の基幹ミッションである「木星氷衛星探査計画(JUICE)」に、観測機器の一部の開発・提供及びサイエンス共同研究により参画すべく準備を進めている。海外大型計画への国際協力により効果的・効率的に成果創出を目指す。

<ミッション目的>

木星周回軌道から木星系の観測(磁気圏、木星大気、エウロパ・カリストのフライバイ観測)を実施し、**世界初の氷衛星周回機**となって太陽系最大の氷衛星ガニメデの総合観測を実施することで、以下の理解・解明を目指す。

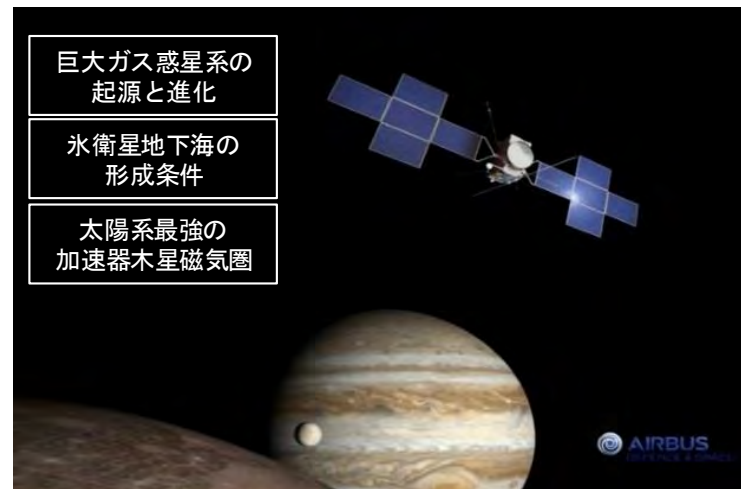
- 「惑星はいかにして作られたのか？」太陽系以外にも適用できる普遍的な惑星形成論を構築し、太陽系形成論を見直す。
- 「地球の外に水の海はあるか？」氷衛星の地下海、生命誕生につながる高分子が生成する環境が作られる条件を探る。
- 「太陽系で起きている環境の変動にはどのようなものがあるのか？」木星(JUICE)、水星(MMO)、地球(あらせ)のプラズマ過程を比較を行うことで、宇宙のプラズマ過程を理解する。

<参加形態>

JAXAは、11の搭載観測機器のうち、我が国が**実績と技術的な優位性**を持つ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)についてハードウェアの一部を開発・提供するとともに、2つの機器(カメラシステム、磁力計)のサイエンス共同研究者として参加する。

<得られる成果>

- ・外惑星探査に関わる技術の獲得、惑星・生命科学の新たな知見の創出。
- ・国際協力プロジェクトへの参画により、将来の我が国の宇宙科学研究者の人材育成に貢献。



探査機主要諸元

- ・重量：2,200kg (ドライ)、2,900kg (推進薬含む)
- ・電力：約180W

打上げ年度(予定)：平成34年度(2022年度)
打上げロケット：アリアンロケット(欧州が打上げ)

運用期間：11年間(2022~2033年)
2022年打上げ、2030年木星系到着、2032年ガニメデ周回軌道投入、2033年ミッション完了(予定)

探査機システム担当：ESA(欧州宇宙機関)
観測機器担当：各国機関(日本も一部参画)

6. 小規模プロジェクト等による人材の育成の強化

政策課題 「宇宙政策委員会 中間とりまとめ」より

X線天文衛星代替機の開発に引き続き取り組みつつ、戦略的中型や公募型小型の選定など、計画されている科学探査のプロジェクトを着実に取り組むとともに、これらのプロジェクトや多様な小規模プロジェクトを通じて宇宙科学・探査分野の特性を踏まえた人材の育成を強化する。

宇宙科学・探査小委員会での主な議論

「第6回宇宙科学・探査小委員会（平成28年6月1日開催）資料2」より抜粋

- サイエンスニーズの収集から衛星機器の開発、打上げ、データの解析といった一連のプロセスを経験し、ノウハウを蓄積していくことが重要。
- 国際的なプロジェクトへの戦略的な参加や、超小型衛星の活用も含めた実証機会の確保が必要
- 次の世代へ継承するためには、機器開発人材等を長期間安定的に雇用が可能となる環境を整える必要
- 世界最先端の成果を創出するためには、人材の流動性を確保しつつ、想定されるプロジェクトや技術力の向上等の変化に応じた人材育成が必要
- 高い専門性・技術力を有した機器開発人材が不可欠。論文数等によらない独自の評価システムで機器開発人材を的確に評価が重要。

6. 小規模プロジェクト等による人材の育成の強化(続き)

小規模プロジェクト等の機会を活用した特任助教(テニュアトラック型)(検討中)

- ・ 特任助教として、小規模プロジェクト等を5年程度担当、研究成果とともに技術力、マネジメント能力も評価するテニュア審査により、無期の教員として雇用する制度を検討中。

人材確保のための制度

育成する機会の提供

幅広く公正な評価

・特任助教

5～7年程度プロジェクトをリードして、プロジェクトと研究の両方の成果を上げる。審査の上無期の教員となるので、機器開発等の人材を安定して雇用が可能となる。

・テニュアトラック型

非常に良い人材がいる近隣分野から、特段のインセンティブにより、若い段階で人材を宇宙科学に誘導することが可能。

・小型・小規模プロジェクト参加

短期間でプロジェクトの全期間、小規模でプロジェクト全体を見通した一連のプロセスを経験ができ技術力・マネジメント能力などのノウハウの蓄積が可能。

・国際協力プロジェクト

今後求められる国際的な経験を通じた、技術力、マネジメント能力を身に着けることができる。

・テニュア審査

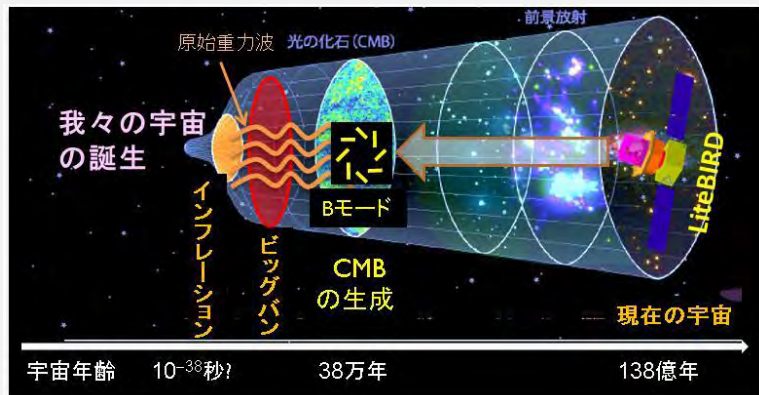
公正なテニュア審査により、無期の教員として雇用する。プロジェクトを通して、論文だけによらない、プロジェクトマネジメントや機器開発の技術力も評価も加えることが可能となる。



➡ Destiny+、JUICEから適用する

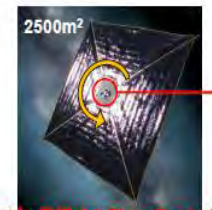
【参考】 戦略的に実施する中型計画

LiteBIRD
宇宙マイクロ波背景放射
偏光観測衛星 LiteBIRD

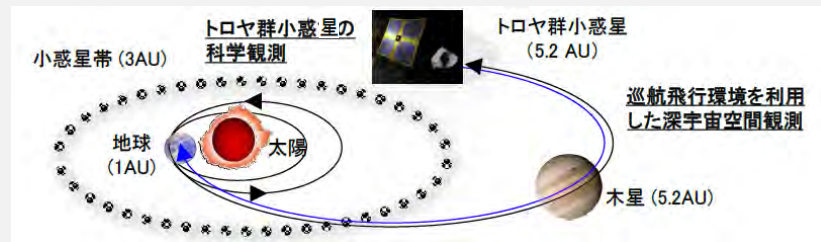


宇宙誕生の瞬間、宇宙・時空を創る法則という究極理論の答えるインフレーション宇宙仮説(熱いビッグバン以前の宇宙を記述する最も有力な仮説。)に答えるため、「宇宙最古の光」であるCMBに着目し、CMBの偏光を全天で観測し、インフレーション仮説が予言する原始重力波の痕跡を検出する。

SolarSAIL
ソーラー電力セイル探査機による外惑星領域探査の実証



スピンドル開式大型ソーラーセイル & 薄膜太陽電池



ソーラー電力セイルによる外惑星領域探査を実証することを目的として、ソーラー電力セイルによる航行、トロヤ群小惑星へ到着・滞在し、科学観測(リモート観測、その場分析)などを行う。
トロヤ群小惑星探査から、その起源を把握し、太陽系初期に巨大惑星である木星が大移動したことの情報が得られることが期待される。

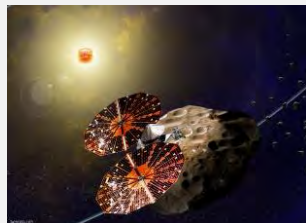
【参考】 NASA 宇宙科学・探査プログラム(主要計画)

- NASAはDecadal Surveyを踏まえ、各プログラム毎に公募によりミッションを選定。大規模ミッションでは事前に優先分野が提示されて、NASAによる決定・公募がある。

カテゴリ	NASA支出規模	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
Flagship-mission	10億-30億ドル ※ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は約80億ドル			マーズ・サイエンス・ラボラトリー 					ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 			MARS 2020 ローバー 		Europa Mission (2022?) 				Wide Field Infrared Survey Telescope(WFIRST) 			
New Frontier mission	10億ドル以下		木星探査機 ジュノー 					小惑星サンプルリターン オシリス・レックス 											New Frontier4 公募中 		
Discovery-mission ※Mission Of Opportunity (非NASAミッションへの観測機器等の提供)を含む	450百万ドル+launch以下		月探査機 グレイル 						火星着陸機 インサイト 	木星トロヤ群 小惑星探査機ルーシー 	小惑星探査機 サイキ 			ESA 木星探査機 BepiColomboへの観測機器を提供 							
Explorers mission ※Mission Of Opportunity (非NASAミッションへの観測機器等の提供)を含む	MIDEX 200百万\$ SMEX 120百万\$ 他Mission of Opportunity ※各Launch別	線天文衛星 NuSTAR 				電離層観測衛星 ICON 														MIDEX 公募選考中 	
			太陽観測衛星 IRIS 			JAXA ASTRO-H 観測機器を提供 					トランジット系外惑星探査衛星 TESS 			SMEX 公募選考中 							

【参考】 NASA Discoveryプログラム選定ミッション

木星トロヤ群小惑星探査機 「ルーシー(Lucy)」 (2021年10月打上げ)



トロヤ群の6個の小惑星を次々とフライバイし、撮像・赤外線分光等を行う(火星と木星の間にある小惑星帯の小惑星の観測も合わせて行う)。

木星トロヤ群の小惑星はもっとも始原的であると言われている。その起源は未知であるが、捕獲された小惑星、彗星、カイパーベルト天体がその候補である。6個のトロヤ群小惑星の差異に注目することにより、トロヤ群小惑星の起源を解明し、惑星系の起源と深化、地球に存在する水などの揮発性物質と有機物の起源についての情報を得る。

小惑星探査機 「サイキ(Psyche)」 (2023年10月打上げ)



火星と木星の間にある小惑星帯(メインベルト)の巨大小惑星「16プシケ(16 Psyche)」の周回観測を行う。16プシケは、通常の小惑星が岩石ないし氷より成るのに対して、鉄及びニッケルを主成分とする極めて特異な小惑星であり、かつて火星サイズであった惑星のコアが露出したものとされている。その形成プロセスは、衝突によって岩石よりなる地殻がはぎ取られ、コアだけで構成される天体が形成されたというものである。プシケの探査により、プシケの形成過程の解明、太陽系に存在する惑星の内部構造とその成因に関する情報が得られる。

※Solar Power Sailはトロヤ群を探査対象とするが、Lucyにはない着陸機を搭載し、天体表面での精密な物質特性の測定を実施する。

(参考) New Frontier 4
















公募中のNew Frontier 4では、以下のテーマに関するミッション提案に限定している。

- ①彗星表面からのサンプルリターン、②月南極エイトケン盆地からのサンプル回収、③タイタン・エンケラドス探査、④土星探査、⑤トロヤ群巡回・ランデブー探査、⑥金星探査

特に「彗星表面からのサンプルリターン」は、スノーラインの外側で生まれた天体を対象としており、日本で推進する科学探査の方向性との親和性が極めて高い。

【参考】ESA宇宙科学プログラム「COSMIC VISION」

- ESAは「Cosmic Vision2015-2025」による各分野網羅的な宇宙科学プログラムを長期計画として展開(2007年公募ミッション以降)。
- 本長期計画に基づき、規模別にミッションを公募で競争的に選定し、実施。

カテゴリ	ESA支出規模・頻度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Large-Mission	10億€ (3機/20年)		水星探査計画 「Bepi Colombo」 (前枠組みでの実施) 					L1 木星探査計画 「JUICE」 						L2 X線天文台計画 「ATHENA」 						L3 重力波観測計画 「Gravitational wave」 	
Midium-Mission	5億€ (1機/2,3年)		M1 太陽観測衛星 「Solar Orbiter」 	M2 暗黒物質計画 「Euclid」 				M3 系外惑星探査衛星 「PLATO」 	M4 選定中 					M5 選定中 				M6 予定 			M7 予定 
Small-Mission	0.5億€ (1機/3,4年)		S1 系外惑星観測 「CHEOPS」 		S2 太陽風磁気圏観測 「SMILE」 									S3 予定 					S4 予定 		
Missions of opportunity (海外主導 ミッションへの参加)	0.5億€	<div style="border: 1px dashed black; border-radius: 15px; padding: 10px; display: inline-block;"> 海外機関からの要請に基づき、適宜実施を判断。 </div>																			