

他国の着陸技術の動向などについて

- 我が国は、小天体への高精度着陸は実現しており、その点では優位性を持つが、一方で重力天体への着陸は未達成である。重力天体への高精度着陸技術は、将来の深宇宙探査の基本インフラであり、自在性確保の観点からも我が国として早期に獲得すべき技術である。
- 諸外国で実施済みの重力天体着陸は、基本的には地上からの軌道決定と慣性航法を使用しているため、精度はkmオーダーに留まる。これに対して、SLIMでは、天体の地形を撮像した画像を利用することで位置推定精度を高め、1桁以上良い精度の実現を目指している。
- 同様の精度を目指す着陸技術については、米国の民間ベンチャーでも検討がされている。しかしながら、現実的に宇宙で使用できるロバスト性や軽量化を考慮しているという観点で、現状、SLIMが唯一の計画と自負している。

探査機名	実施国	打上年	着陸精度	質量(打上時)
過去の計画(抜粋)				
サーベイヤー1号	米国	1966	(アポロ実証機)	995.2kg
サーベイヤー7号	米国	1968	(アポロ実証機)	1039kg
アポロ11号	米国	1969	誤差楕円20km(downrange) x 5km(crossrange)	司令・機械船: 28.8t 着陸船: 15.2t
アポロ12号	米国	1969	誤差楕円13km(downrange) x 5km(crossrange) 結果は163m(ターゲット: Surveyor III)	司令・機械船: 28.8t 着陸船: 15.2t
ルナ9号	ソ連	1966	(“Luna-9,13はシンプルなナビゲーションだった”、	1538kg
ルナ13号	ソ連	1966	エアバッグによるランダ軟着陸)	1620kg
ルナ20号	ソ連	1972	(“Luna-18クラッシュ地点から1.8km”)	5727kg
嫦娥3号	中国	2013	(“予定していた虹の入江ではなく、やや東にずれ た雨の海北西部に着陸”)	3700kg
将来の計画(把握分)				
Astrobotic Griffin Lander (Google Lunar XPRIZE)	米国	2017(予定)	100m	2360kg
Resource Prospector Mission	米国	2019(予定)	100m(ミッション要求精度)	(不明)
ルナ25号(Luna Grob Lander)	ロシア	2016(予定)	30km	1450kg
ルナ27号(Luna Resurs Lander)	ロシア	2018(予定)	3km	2200kg
嫦娥4号	中国	2020まで(予定)	(不明)	3700kg
嫦娥5号	中国	2017(予定)	(不明)	(不明)
チャンドラヤーン2号	インド	2017(予定)	誤差楕円30km(downrange) x 15km(crossrange)	3200kg

注: ミッション内容、ロケット/IFが同一ではないため、単純な比較は困難であるものの、ロケットで月遷移軌道まで投入されず、その分の推薬が追加で必要となるSLIMが最も軽量であるのが特徴的。

国際宇宙探査シナリオ上の位置付け

- ISS・国際宇宙探査小委員会において、我が国が「主体的に貢献」する方針の下、「我が国のポストISSとしての国際宇宙探査の進め方」が議論されている。
- 我が国が主体的に参加するためには、技術的優位性が必須であり、重力天体への着陸経験がない我が国にとって、SLIMにより月面着陸を実証することが有効である。
- 他国に比べてより技術難易度の高い「ピンポイント着陸」を実証することで、我が国のプレゼンス向上につなげる。

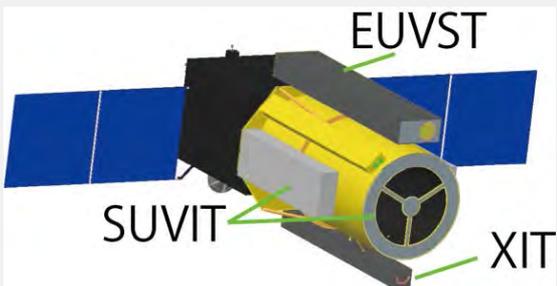
①-B) 戦略的中型計画の検討状況(1/2)

- 平成26年12月26日公募発出、平成27年2月16日締切。応募件数は5件。
- 本年2-5月にかけて、研究委員会(理工学委)による1次選定を進めた。その結果、理学委分(3件)は「次期太陽観測衛星SOLAR-C」を1位に、「LiteBIRD」を2位で選定、工学委分(2件)は「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」を選定し、各々を宇宙研所長に答申した。
- 今後、宇宙研支援による技術検討を進める予定である(期間等は未定)。

次期太陽観測衛星 SOLAR-C

太陽表面から太陽コロナおよび惑星間空間に繋がるプラズマダイナミクスをひとつのシステムとして理解するとともに、宇宙プラズマに普遍的に現れるプラズマ素課程を解明する。

このため、(I) 彩層・コロナと太陽風の形成機構の解明、(II) 太陽面爆発現象の発現機構の究明とその発生を予測するための知見の獲得、(III) 地球気候変動に影響を与える太陽放射スペクトルの変動機構の解明、の3課題を行う。



宇宙マイクロ波背景放射 偏光観測衛星 LiteBIRD

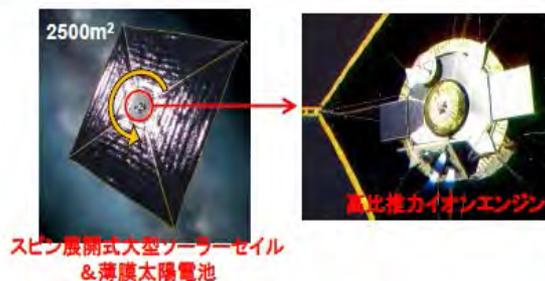
宇宙ビッグバン以前に存在したと考えられるインフレーション宇宙仮説を徹底的に検証することを目的とする。インフレーション宇宙は原始重力波を作り出し、その痕跡がCMB偏光マップの中に指紋のようにB-モード揺らぎとして残っていると予測される。前景天体による強い信号を避けて最も原始重力波による偏光B-モードの信号が強くなる全天スケールの観測を宇宙空間から実現する。



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

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探査機の開発」、「トロヤ群小惑星とのランデブー」、「子機着陸による表面・内部試料の採取、その場分析」を行う。

これらにより、外惑星領域での航行技術と探査技術を実証・獲得し、「より遠く、より自在な、より高度な」宇宙探査活動を実現する。



①-B) 戦略的中型計画の検討状況(2/2)

- 【次世代赤外線天文衛星(SPICA)】国際共同ミッションとして調整中。2020年代中期の打上げを目指す。
 - － 平成20(2008)年に宇宙理学委員会における競争的プロセスの結果、ミッション選定され、日欧の国際協力で実現すべく計画準備を進めている。
 - － より確実な計画実施のための先行技術検討や、日欧の開発分担についての国際調整を進めている。この状況は宇宙理学委員会で報告するなど、適宜コミュニティとも情報共有を図っている。
 - － 今後は、計画決定に向けた研究段階として、衛星全体として整合性の取れた概念検討をESAジョイントスタディで行うなどの活動を進めていく予定。

①-C) その他の検討状況

●【木星氷衛星探査計画(JUICE)】

- 欧ESAが主導する木星氷衛星探査計画(JUICE:平成34(2022)年打上げ・2030年木星系到着の予定)に、「多様な小規模プロジェクト」の一つとして観測機器開発に国際参画することで、「氷衛星地下海の形成条件解明」等の科学的成果創出に日本が深く関与する。
- 国際協力関係を更に発展深化させて日本の宇宙科学の存在感を高めることにより、ESAと共同実施中の水星探査計画BepiColomboと並んで、今後のESAやNASAの大型ミッション(欧ATHENA・LISAや米WFIRST等)への経常的参入を確実なものとする。
- 平成25年度の小規模プロジェクト公募の結果、宇宙理学委員会においてミッション意義は高いと評価された(平成26年9月)。その後、平成27年5月に宇宙研としてミッション選定した。現在は、宇宙研において、より詳細な技術検討を実施するとともに、計画の精査を実施中である。

●【「公募型小型2・3」の検討状況】

- 工程表に基づく確実な実現と早い段階での技術検討充実とを目的として、平成27年夏ごろの公募発出について検討中。その際、プログラム化も想定し、2機同時公募発出・選定についても検討中。

木星氷衛星探査計画 (JUICE)

(Jupiter Icy Moons Explorer)

(イメージ) 木星氷衛星探査計画
ガニメデ周回衛星

施策の概要・目的

- 欧州宇宙機関(ESA)が2012年5月に選定したLクラス計画である木星氷衛星探査計画「JUICE」に我が国も参画し、系外惑星の中でも普遍的な存在である「巨大ガス惑星系の起源・進化」と、その周囲に広がる「生命存在可能領域としての氷衛星地下海の形成条件」を明らかにする。
- 木星周回軌道から木星系(磁気圏, 木星大気, エウロパ・カリストのフライバイ観測)の観測を実施し、太陽系最大の氷衛星であるガニメデ周回軌道投入後はガニメデ精査を実施する計画。
- 日本は、11の搭載観測機器のうち3つの機器(RPWI, GALA, PEP/JNA)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(JANUS, J-MAG)のサイエンスCo-Iとして参加。宇宙科学・探査ロードマップにおける小規模プロジェクトとして、海外の大型ミッションにジュニアパートナーとして参画することで、効果的・効率的に実施。

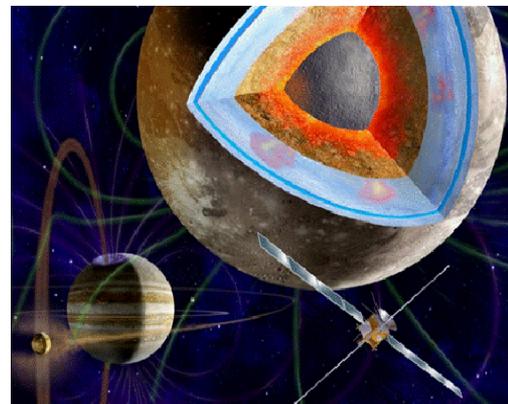
期待される効果

【プロジェクト全体の成果・効果】

- 系外惑星の形成の理解につながる普遍的惑星形成論の確立
- 地球外生命探査につながる生命存在可能領域形成条件の理解
- 太陽系最強の加速器木星磁気圏を用いた宇宙粒子加速の理解

【我が国が参加により得られる成果・効果】

- 日本の惑星科学分野からハードウェア提案を含めて国際協力計画に参加することにより、外惑星探査に関わる技術を獲得し、かつ、日本の惑星科学コミュニティが「巨大ガス惑星系の起源と進化の理解」や「氷衛星地下海の形成条件の解明」等の科学的成果を獲得できる。
- 科学的成果創出に日本の研究者が深く関与することで、惑星・生命科学の新たな知見創出において、世界的に見て主導的役割を果たすことができる。



JUICE

巨大ガス惑星系
の起源と進化

氷衛星地下海の
形成条件

基礎データ

探査機主要諸元

- ・重量: 1,800kg(ドライ)、2,900kg(推進薬含む)
- ・電力: 約120-150W

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)

日本からの参加形態(予定)

<ハードウェア提供>

RPWI(プラズマ波動)、GALA(レーザー高度計)
PEP/JNA(プラズマ粒子)

<サイエンス参加>

JANUS(カメラ)、J-MAG(磁力計)

②太陽系探査のプログラムの実行 に向けた検討状況

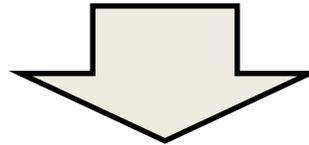
- 「宇宙科学・探査ロードマップ」の具体化検討を行うため、今後20年を見据えた宇宙科学・探査の長期的戦略について理・工・宇宙環境利用の3研究委員会に宇宙研所長より諮問し、コミュニティの意見の聴取を行った。
- 太陽系探査科学においては、(1)長期にわたる継続的な工学技術の開発が必要であること、(2)我が国で実績のある小惑星探査に加えて、探査対象天体として月や火星の科学上の重要性が増していることから、重力天体の着陸技術の獲得について傾注する必要のあることを、第16回宇宙科学・探査部会(平成26年9月30日)にて宇宙研所長から報告した。
- 新宇宙基本計画の工程表の具体化のため、研究領域ごとの将来ビジョン・戦略及び戦略に基づいた将来計画について、宇宙研より各分野に情報提供の依頼を行い(平成26年12月26日公募、平成27年2月2日締切)、天文学や工学分野も含む約40分野から研究計画が提出された。
- 各分野から提出された研究計画は、内容集約・分析中である。

太陽系探査科学のプログラム化に向けた戦略策定

■宇宙科学コミュニティ*1に研究領域・分野の目標・戦略提出を依頼(RFI *2)

(*1: 宇宙理学, 宇宙工学, 宇宙環境利用科学)、(*2: RFI: Request for Information)

- RFIで各分野, コミュニティに依頼した内容
 - 10-20年の世界のサイエンスの動向と日本の戦略
 - 具体的なプロジェクト(あるいはプロジェクト群)の提案とその準備状況
- RFIへの回答から獲得すべき事
 - 各コミュニティの戦略の理解
 - 目的の先鋭化状況、準備状況と技術的見通し



■太陽系探査科学のプログラム化の戦略策定

- 太陽系探査科学におけるRFI提案から導出される戦略と目標設定の抽出
- 工程表との整合性/技術的難易度/国際協力の可能性の評価
- 国際宇宙探査の中でのJAXAの役割と位置付けへの留意