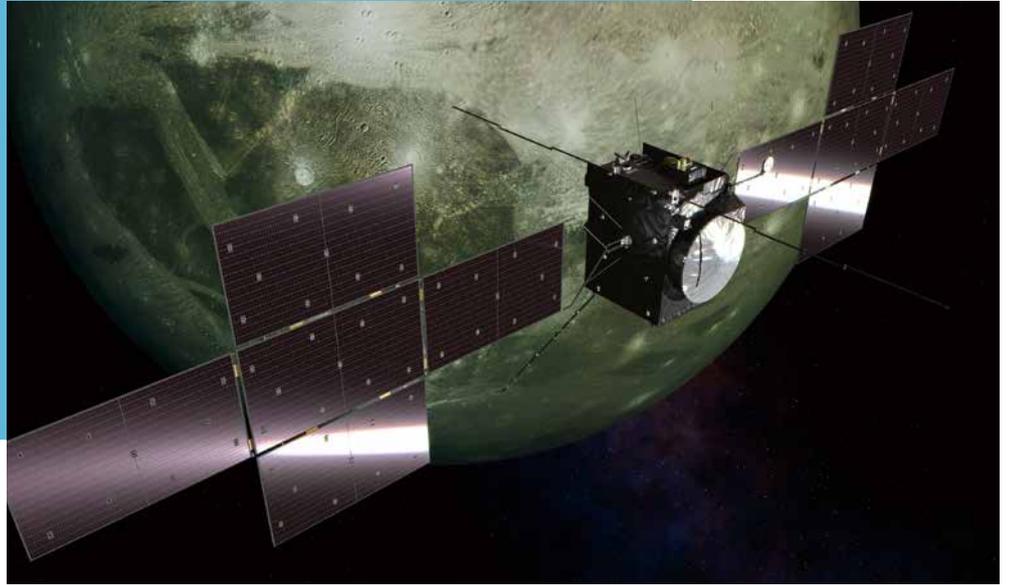


ガニメデ周回衛星JUICE

木星のガリレオ衛星の1つガニメデを周回するJUICEの想像図です。JUICEは2022年にアリアン5で打ち上げられ、2031年に木星周回軌道に投入、2034年にガニメデの周回衛星となる予定です。JUICEには、国際公募によって選定された11の観測機器が搭載されており、ミッション終了の2035年まで世界初の氷衛星周回衛星として約9ヶ月間観測を行います。©JAXA



The Forefront of Space Science

宇宙
科学
最前線

木星氷衛星探査計画 JUICE

太陽系科学研究系 教授 / JUICE 所内チーム長 齋藤 義文(さいとう よしふみ)

はじめに

ガリレオ・ガリレイが今から約410年前に発見した木星のガリレオ衛星。それがJUICEの目的地です。4つのガリレオ衛星：イオ・エウロパ・ガニメデ・カリストの発見は「天動説」から「地動説」への大転換をもたらし、人類に多大な影響を与えました。JUICE (Jupiter Icy Moons Explorer) はESA (European Space Agency: 欧州宇宙機関) が2012年5月に選定した第1号Lクラス(大型)探査機計画で、木星の成り立ちや宇宙における生命存在可能性に迫ることを目指して、エウロパ・カリストのフライバイ観測と最終目的地であるガニメデの周回観測を行う、史上最大級の外惑星探査ミッションです。

JUICEミッションの概要

2021年5月現在の予定で、JUICEは2022年8月から9月の間にアリアン5で打ち上げられ、2031年7月に木星周回軌道に投入、2034年12月にガニメデの周回軌道に投入されて世界初の氷衛星周回衛星となり、ミッション終了の2035年9月まで約9ヶ月間観測を行う計画です。

JUICEには国際公募によって選定された11の観測機器が搭載されますが、そのうち3つの機器、RPWI(プラズマ波動及び電波観測装置)、GALA(レーザー高度計)、PEP/JNA(粒子環境パ

ッケージ/非熱的中性粒子分析器)に、日本はJAXA宇宙研からハードウェアの一部を提供して参加し、2つの機器、JANUS(カメラ)、J-MAG(磁力計)に、サイエンスメンバーとして参加する他、SWI(サブミリ波観測装置)にNICT情報通信研究機構からハードウェアの一部を提供して参加します。

日本がJUICEに参加する目的

日本のJUICE参加にあたっては、日本が強みを持っている太陽系形成論や宇宙プラズマの比較惑星研究から、独自に3つの研究テーマを掲げ、サイエンス目標を設定しました。

1つ目は「惑星はいかにして作られたのか?」です。地球の約300倍の質量を持つ木星は、太陽系形成過程の鍵を握っています。JUICEが訪れる木星の衛星には、木星形成当時の材料物質が“化石”のように残っていることが期待されており、JUICEで木星の氷衛星を調べることで、「巨大ガス惑星系の起源と進化」すなわち「惑星はいかにして作られたのか?」の理解を目指します。

2つ目は「地球の外に水の世界はあるか?」です。JUICEの最終目的地であるガニメデは、木星の周囲を周ることによって生じる潮汐力によって加熱され、内部に生命の誕生や存在にとって必須要素の1つである液体の水が存在する可能性があります。JUICEで木星の氷衛星を調べることで、「氷衛星地下海の

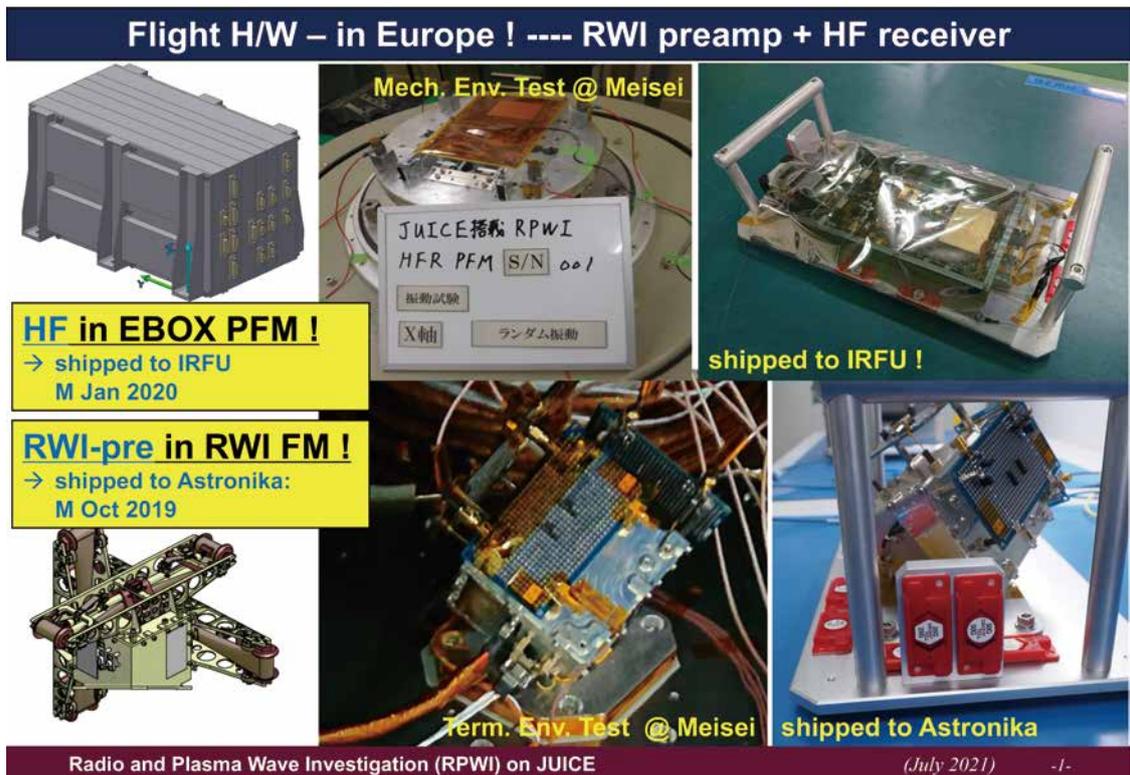


図1 RPWIのフライトモデル。上段左：RPWI電子回路BOXの外観図。上段中央：環境試験中の、日本担当部分である高周波受信器回路基板の写真。上段右：輸出直前の高周波受信器回路基板の写真。下段左：RPWIのRWIアンテナ伸張機構部分と日本担当部分であるRWIプリアンプの外観図。下段中央：環境試験中のRWIプリアンプの写真。下段右：輸出直前のRWIプリアンプの写真。

形成条件」すなわち「地球の外に水の海はあるか?」の理解を目指します。

そして3つ目は「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?」です。ガニメデは、太陽系の中で唯一固有磁場を持つ衛星で、巨大な木星磁気圏の中の高エネルギー粒子がガニメデの薄い大気に衝突してオーロラが光ることが知られています。JUICEによる木星での観測結果を、JAXAが現在運用している衛星によって得られる、水星(ベビコロンボ/「みお」)、地球(「あらせ」)のプラズマ過程と比較することで、宇宙のプラズマ過程すなわち、「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?」の理解を目指します。

JAXA宇宙研から参加する5つの機器

それでは、JAXA宇宙研から参加する5つの機器についてもう少し詳しく紹介します。

RPWI (Radio & Plasma Wave Investigation) は、木星・ガニメデ周回軌道でDCから45 MHzまでの電場・磁場を測定する他、プラズマの密度・温度を測定します。スウェーデンのウプサラにある王立宇宙科学研究所 (IRF-Uppsala) がRPWIを取りまとめるPI機関です。日本はこの中の80 kHz-45 MHzの電場を計測する部分のハードウェアを担当し、東北大学が主導して機器の開発を進めてきました。図1は、日本担当部分のフライトモデルの写真です。木星周回軌道上で木星起源の電波を受信することで、木星磁気圏の活動や、活動に伴って電子が加速されるメカニズムなどを明らかにする他、エウロパ・ガニメデ・カリストのフライバイの際には衛星周辺のプラズマの密度分布を導出します。また、ガニメデ周回軌道でも木星起源の電波を受信することで、電波掩蔽による衛星電離圏のプラズマ密度分布を導出するのに加えて、電波反射による衛星表面電気

伝導度・地下海の検出も試みる予定です。

GALA (Ganymede Laser Altimeter) は、主にガニメデ周回軌道で探査機と天体表面間の距離を測定しますが、エウロパ・カリスト・ガニメデフライバイの際にも観測を行う予定です。距離の測定は、レーザー光を打ち出して、それが天体表面で反射されて戻って来るまでの時間を測定することで行います。ドイツのベルリンにあるドイツ航空宇宙センター (DLR) 惑星研究所がGALAを取りまとめるPI機関です。日本はこの観測装置のうち、ガニメデ表面から戻って来た光を検出する部分を担当し、宇宙研、千葉工業大学と国立天文台が主導して機器の開発を進めてきました。図2は、日本担当部分のフライトモデルの写真です。ガニメデの地下に液体の海があるかどうかで、木星から受ける潮汐力によるガニメデの変形の大きさが異なるため、GALAの観測によって地下海を検出することができます。また、GALAの観測によってガニメデの全球にわたる様々な地形とその分布を知ることによって、氷衛星の地質活動に関する

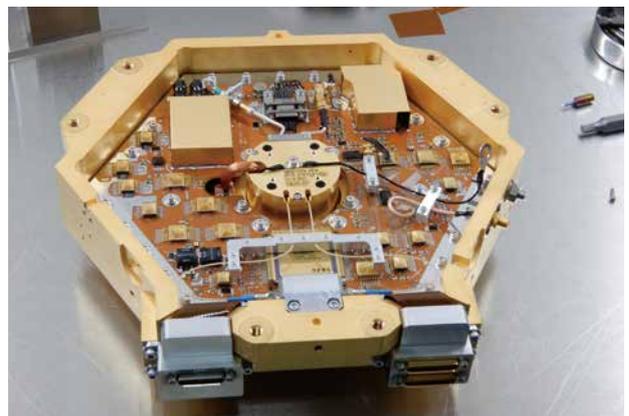


図2: GALAのフライトモデル。日本担当部分である、受信光学系・検出器・プリアンプを含むBEO/FPAとアナログエレクトロニクスAEMの写真。

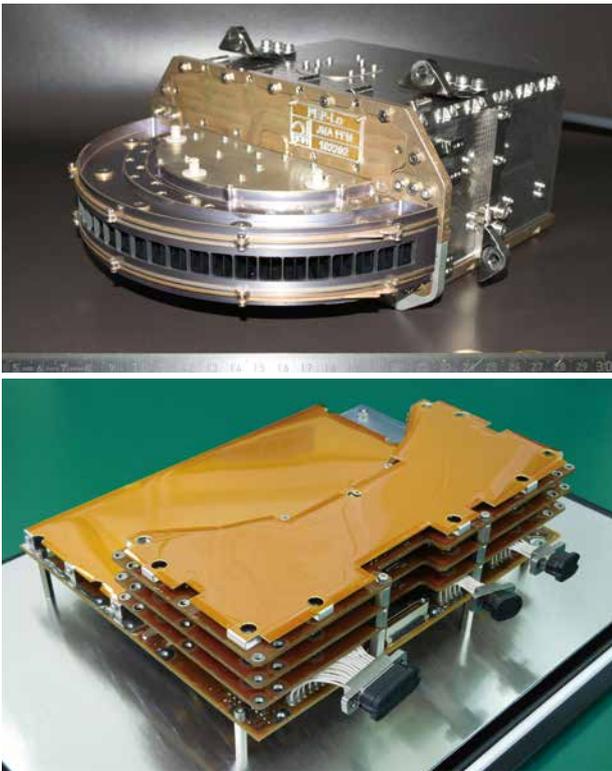


図3: PEP/JNAのフライトモデル。上図: PEP/JNAフライトモデル全体の写真。下図: 日本担当部分である、検出器からの信号を処理する電子回路部PEEの写真。

多くの情報を得ることができると期待しています。

PEP (Plasma Environment Package) は、電子、イオン、中性粒子を観測対象とした6種類のセンサーで構成されています。スウェーデンのキルナにある王立宇宙科学研究所 (IRF-Kiruna) がPEPを取りまとめるPI機関です。日本はこの中の高速中性粒子の観測装置であるPEP/JNA (Jupiter Neutrals Analyzer) の電子回路部分を担当し、宇宙研が主導して機器の開発を進めてきました。図3は、日本担当部分のフライトモデルの写真です。木星磁気圏の高エネルギー粒子がガニメデ表面に衝突すると、一部は中性化されて表面から戻って来るほか、表面の物質を叩き出します。これらの粒子の飛来方向、質量、エネルギーを計測することで、PEP/JNAはガニメデ磁気圏の構造や、木星磁気圏とガニメデ表面との間の物質のやりとりなどを明らかにすることを目指します。

JANUS (Jovis, Amorurum ac Natorum Undique Scrutator) は、木星衛星の地表を、過去の木星探査機より1桁高い解像度で観測するマルチバンド分光カメラです。イタリアのナポリ・パルテノペ大学がJANUSを取りまとめるPI機関です。一方、J-MAGは、“JUICE Magnetometer Package”の略で、木星の衛星の磁場を詳細に測定します。英国のインペリアル・カレッジ・ロンドンがJ-MAGを取りまとめるPI機関です。日本からはJANUS、J-MAGへのハードウェアの提供はありませんが、JANUSでは木星の雷の観測を日本から提案するなどして共同研究者として参加し、科学観測運用計画の策定などに貢献しています。J-MAGについても共同研究者として参加し、日本の月周回探査衛星「かぐや」に搭載された磁力計LMAGで使用したアライメントコイルの経験を元に、JUICEに搭載されるアライメントコイルの設計や試験計画の策定などに貢献しています。

図4に、日本が参加する6つの観測装置が、日本独自の3つのサイエンス目標のどの部分に貢献するかを示します。

日本がJUICEミッションに参加する科学的意義

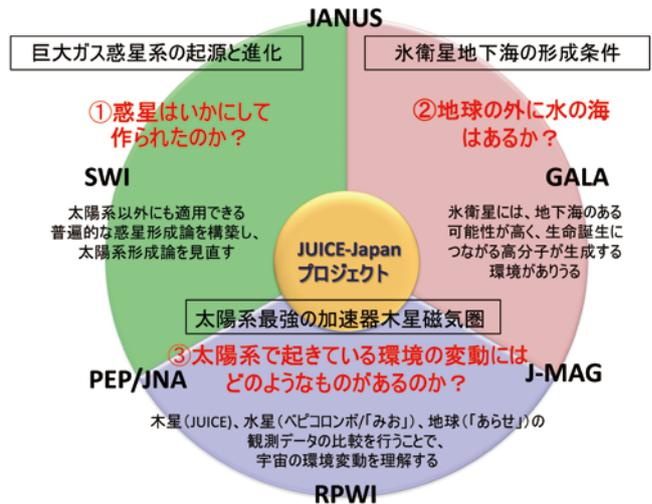


図4: 日本が参加する6つの観測装置 RPWI、GALA、PEP/JNA、SWI、JANUS、J-MAGが日本独自の3つのサイエンス目標のどの部分に貢献するかを示した図。

JUICEの現状と今後の予定

JUICEは宇宙研の所内チームとして、大学等との協力のもとハードウェアの開発を進めてきましたが、現在までに宇宙研からハードウェアの一部を提供する3つの機器の全てについて、フライトモデル (FM) の欧州の取りまとめ研究機関への納品を完了しています。日本の担当した各機器は欧州の取りまとめ研究機関が主導して欧州が用意する部分に組み込まれ、機器単体としての試験が行なわれた後ESAに納品されて探査機に組み込まれます。現在までに探査機への組み込みが終わり、探査機の環境試験が始まっています。フライトモデルの納品が終わると、後はフライトスペア (FS) の納品です。フライトスペアというのは、探査機の試験中にフライトモデルに問題が発生した場合に交換するための、フライトモデルと同等の品質のモデルです。3つの機器のうち、RPWIとPEP/JNAについては、2020年度中に既にフライトスペアの欧州の取りまとめ研究機関への納品も完了しています。残るGALAについても、2021年度中にはフライトスペアの製造・試験を完了して欧州の取りまとめ研究機関へ納品する予定です。

幸いこれまでのところ欧州へ納品した物に大きな問題は発生しておらず、まずは順調に進んでいると言えます。ただ、打ち上げまでにはまだいくつかの試験を経なくてははいけませんので、まだまだ安心するわけにはいきません。

惑星探査には非常に長い時間がかかります。ミッションが選定されてから探査機が打ち上がるまでに10年近くかかり、打ち上がってから目的地に到着するまでにまた10年近くかかります。私自身がJUICEに関わり始めたのは、2012年頃でしたので、それから10年近く経ったこととなります。JUICEが木星系に到着して、ガニメデの周回軌道衛星となり、最後はガニメデに衝突してJUICEミッションは終了となりますが、ミッション終了は2035年の予定ですので、まだまだこれから先の長いミッションです。惑星探査は、若い世代に技術と情報を引き継ぎながら進めていくことが重要であると実感しているところです。

コロナ禍での「たんぽぽ2」地球帰還と、たんぽぽシリーズの継続

「たんぽぽ」計画は、日本初のアストロバイオロジー宇宙実験として2015年から4年間で合計36枚の捕集パネルと3枚の曝露パネルを国際宇宙ステーション (ISS) にて宇宙空間に曝露し、その後地球に回収しました。その結果、微生物が地球から火星へ到達するまで生存していることを見出したり*、宇宙塵や微小デブリの衝突痕が数百個確認されました。

これらの実績を継承してISS曝露部を利用する日本のアストロバイオロジー宇宙実験を、我々は「たんぽぽX」と名付けてシリーズ化することを提案し、後続プロジェクトである「たんぽぽ2」がきぼう利用有償利用テーマに採択されました。「塵から生命へ」というテーマのもと、2019年8月19日から2020年10月23日までの14か月間、6つの科学実験と技術実証を行いました(図)。2枚の曝露パネルを使った、星間塵・小惑星・彗星を想定した窒素含有炭素質物質・模擬小天体有機物・アミノ酸等の曝露実験、ラン藻の宇宙生存実験、ペプチドの宇宙生成実験と、3枚の捕集パネルを使った、内部海を有する氷衛星から放出される有機物を含む微粒子の捕集を目指して新たに製作した親水性エアロゲルによる宇宙塵採取です。

「たんぽぽ2」パネルの軌道上回収は、2020年10月27日に行われました。折しもその日筆者は、「はやぶさ2」カプセル回収の豪州出張に先んじた隔離期間中で、相模原の某ホテルに缶詰めでした。科学機器PIがISS運用へ参加する場合、通常は筑波の宇

宙ステーション運用棟に赴きます。しかし新型コロナウイルスのパンデミックの最中である今回は特例として、クルー作業の映像ストーリーミングと、運用棟と運用参加者を結ぶウェブ会議システムを併せて、情報セキュリティを担保しながらのリアルタイム遠隔運用が実現しました。回収試料を搭載した「ドラゴン」カプセルの地球帰還は、12月6日に「はやぶさ2」カプセルに追い抜かれて、1月13日になりました。2月24日にISASへ返還された試料は現在初期分析中で、今秋までに第一回試料配分を開始する予定です。

ISSでは今も「たんぽぽ3」実験と、MITとの国際共同研究である「Space Skin」実験が進行中です。今秋には、Space BD社の民間サービスである「簡易材料曝露実験ブラケット (ExBAS)」の第一号ペイロードとして、「たんぽぽ4」実験を開始します。このように日本のアストロバイオロジー研究コミュニティは、毎年更新される「たんぽぽX」シリーズを通じて経験を積み、次世代を育てつつ、近未来の「ゲートウェイ」時代の飛翔機会も見据えています。(矢野 創)



図：「たんぽぽ2」プロジェクト公式デカール

*「微生物の塊は紫外線を浴びても数年、浴びなければ数十年生存—「たんぽぽ」微生物宇宙空間曝露実験結果報告—山岸 明彦 (ISASニュース、475号、2020年10月)
https://www.isas.jaxa.jp/outreach/isas_news/files/ISASnews475.pdf

S-520-31号機噛合せ終了

S-520-31号機は「深宇宙探査用デトネーションキックモータの宇宙実証試験」ということで、名古屋大学が開発した爆轟現象 (デトネーション) を利用した軽量高効率のロケットエンジン DES (Detonation Engine System) の宇宙空間での実証と、その燃焼中の計測データでテレメータでは送り切れない部分を回収するためのカプセルRATS (Reentry and Recovery module with deployable Aeroshell Technology for Sounding rocket、開発はISAS) を組み合わせた実験となっています。機体構成としては、SS-520の第2段ロケットモータに相当する部分にDESが、ノーズコーン (NC) 内の先端にRATSが搭載されており、その間にバッテリーやテレメータ等の機器が搭載されています。通常のS-520と同様にNC内にDESを配置しようとすると、頭胴部全長が軽く3mを超えてクレーンの揚程の問題等で内之浦の頭胴部調整室では組み立てられなくなる事や、RATSの搭載スペースにも困る事などから、SS-520と同じ構成にしてDESを2段目扱いするという工夫をして問題を解決しました。そのため、S-520としては歴代最長で、SS-520より10cm程度短いだけの全長になっています。

SS-520では噛合せに2段モータは登場しないのですが、本機では当然登場してくるため、写真にある様に非常に巨大な機体を扱う必要があります。機体の背が高すぎて一体の状態ではNCを閉めるためには高さ4m以上の所で作業する必要が出てきて危険なため、適宜機体を分割した状態で動約合 (Dynamic Balance) 試験や振動衝撃試験を行ったりして噛合せ試験を進め、スケ



動約合試験待機中のS-520-31頭胴部 (NCを除く)、直径520mmに対する背の高さに注目。

ジュール通り完了しました。振動試験で搭載カメラが1つ不調になる不具合が出ていますが、概ね原因は特定できており対策も見えているため、打上げに向けてほぼ準備が完了した状況です。打上げ前にはDESに燃料のメタンガスを充填するなど、まだまだ注意を要する作業が多々あるため、このまま気を抜かずフライトオペに臨みたいと思います。(竹内 伸介)

連載

超小型探査機

EQUULEUS と OMOTENASHI

世界最大のロケットで
打ち上げる世界最小の探査機

第 7 回

小さな躯体でシスルナ空間の ダスト環境を解明

宇宙空間に存在する宇宙塵(ダスト)や微小スペースデブリを統計的に有意なレベルで計測するためには通常、検出装置のセンサ面積が大きいほど有利です。ところがEQUULEUSのような超小型宇宙機は、外壁の総面積が小さいため、数百cm²以上の表面積を占有する従来型のダスト計測器を搭載することが困難です。

そこで私たちは発想を逆転させて、専用の観測機器を搭載する代わりに、外壁を覆って宇宙機内部を適切な温度に保つ多層断熱材(MLI)に、圧力が加わると電圧を生じる性質を持つポリフッ化ビニリデン(PVDF)フィルムを挟み込むことで、温度・電流・電力値などと同様のHK(ハウスキーピング)データとしてダスト衝突も検出する、「スマートMLI」を発明しました。PVDFによるダスト衝突検出は、2010年にIKAROS探査機に搭載したALADDINセンサで実証済みです。

スマートMLIは軽量・省電力であるのに加えて、形や面積も自由に設定できます。熱制御材にこれを採用するだけで地球周回から深宇宙まで、爆発的に増えているキューブサットや小型衛星も含めて、機体の大小や形や姿勢を問わず、あらゆる宇宙機が自らの軌道上のダスト環境を把握できるようになります。これにより、例えばデブリによる衝突リスクの変化を評価して、成長分野である地球周回軌道を使った経済活動の持続

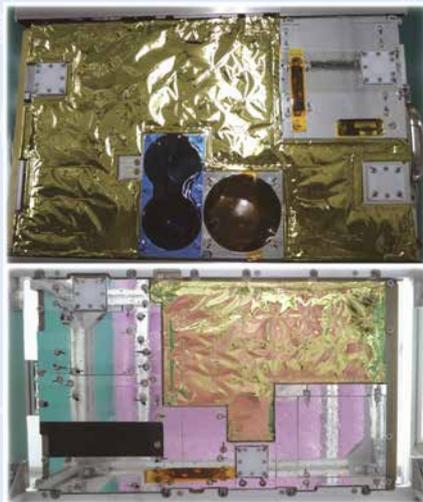


図1: EQUULEUS探査機FM外壁二面に配置されたCLOTH(金色のMLI部分)

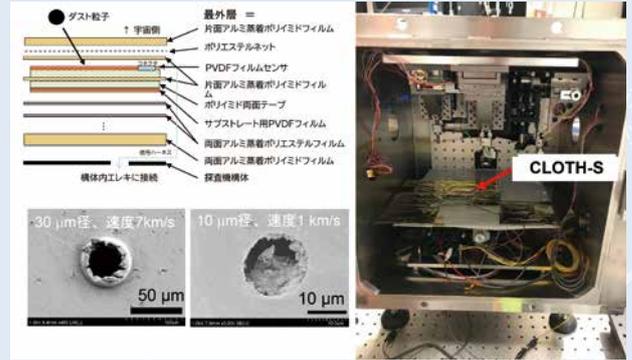


図2: CLOTHの断面図(左上)、MITレーザー加速微粒子衝突校正実験(右)と最外層に1-7km/sで衝突した模擬微粒子の貫通孔の電子顕微鏡画像(左下)。

可能性に貢献できます。

日米で特許出願済みであるスマートMLI技術を宇宙で初めて実証するのが、「CLOTH(Cis-Lunar Object detector within Thermal insulation)」の第一の目的です。MLIをEQUULEUSがまとう「金色の衣服」に見立てての命名で、地球から月軌道周辺までの領域(シスルナ空間)のダスト環境を連続的に計測する装置です(図1)。

CLOTHは、ダストが衝突すると信号を出力するセンサ部と、出力信号を処理する回路部から構成されます。センサ部の有効面積はEQUULEUSの表面積の約2割を占める435cm²と、過去の専用ダスト計測器と遜色ないのに、ハーネスも含めた総質量は100g未満です。超高速で衝突するダストがMLIの最外層を変形したり貫通して、第二層に設置されたPVDFフィルムまで到達すると、圧電効果により電圧信号が出力されます。回路部でこの信号を処理し、ダストの衝突時刻、センサチャンネル、センサ温度と一緒に、質量と衝突速度の関数である波高値が記録されます。地球へ送信された検出データは、地上衝突実験の結果や数値解析モデルと併せることで正確に解釈され、ダストの運動量や空間分布を導きます(図2)。

CLOTHの第二の目的は、シスルナ空間、特に月の裏側に位置する「地球・月系第二ラグランジュ点(EML2)」領域のダスト環境の科学的解明です。従来、地球に到達する数ミクロン以上の宇宙塵の分布は、国際宇宙ステーション上の「たんぼぼ」捕集実験や地球大気中の流星観測などにより調査されてきました。さらに大きな数cm以上の隕石の分布は、地球大気での火球や月面衝突閃光の観測によって調査されています。EQUULEUSには、前者のためにCLOTHが、後者のためにDELPHINUSカメラが搭載されており、地球で計測されたデータとも比較しながら、シスルナ空間の固体物質を俯瞰的に調査することが期待できます。例えば、彗星や小惑星起源の宇宙塵の分布モデルから予想すると、打上げ後半年間でCLOTHに1回以上衝突するダストの粒径はおよそ17マイクロメートル以下で、検出限界は5マイクロメートル程度です。もしこれらの予想値を超えた衝突検出があればCLOTHは、一時的に地球・月系に捕獲された小天体(TCOs)を起源とする二次放出ダストや、月面から放出されたレゴリスなど、未知のダスト成分に遭遇する可能性があります。

第三の目的は、将来の深宇宙港の設置が期待されるEML2領域での世界に先駆けたダスト分布計測を通じて、有人深宇宙探査に向けた環境調査に貢献することです。その成果は、月周回有人基地「ゲートウェイ」の安全性評価にも、重要な基礎データを提供するでしょう。

矢野 創(やのはじめ)

宇宙・夢・人

》「はやぶさ2」はつながっていく

「映画をつくらせない」という思いで

——「はやぶさ2」プロジェクトには立ち上げから携わっているそうですね。

「はやぶさ」が満身創痍で地球に向かっていったころ、私は月周回衛星「かぐや」プロジェクトの真っ最中でした。正直に言うと、たくさんの人に応援されている「はやぶさ」をうらやましく思い、勝手にライバル視していました。映画がいくつもつくられ、宇宙に興味を持ってもらうきっかけにもなりましたが、エンジニアとしてはドラマはいりません。「はやぶさ2」は映画がつくられないくらい完璧にやろう、と思っていました。その思いは達成できたかな。

——主任を務めたカプセル回収では、どのようなことを感じましたか。

探査機については、初号機でさまざまなトラブルがあったので、どこをどう改良すれば同じ失敗を繰り返さないかヒントがありました。一方、カプセル回収については、トラブルがなかったのが改良点が分かりません。帰還場所はオーストラリアのウーメラ砂漠と同じですが、初号機は6月、今回は12月と季節が逆。新型コロナウイルスの影響もある。数年前から万全の準備をしてきましたが、やはり不安でした。だから、カプセルを発見できたときはうれしかったですね。しかし、次はヒートシールドを探して回収しなければならないので、気を抜けませんでした。回収されたカプセルが現地本部に到着したときは、2階のコントロールルームから階段を駆け下りて見に行きましたが、う〜ん、何を感じたかな。次はガスの採取をしなければ、と考えていたように思います。今にして思えば、感動すればよかったですね。

——ほっとしたのは、いつですか。

カプセルを積んだ飛行機が日本に向かって離陸したときです。想定していた最短の時間で回収し、日本に送ることができました。しかし、ほっとしたのは一瞬です。撤収作業がありましたから。実は、いまでもまだ完全にはほっとしていません。「はやぶさ2」の成果は、初号機の情報をもっていたからこそ達成できたものです。情報をもろうことで、次のミッションはそこをスタートラインにして先ことができます。「はやぶさ2」の情報をまとめ、検証し、次に渡すまでが、私たちの責任です。

「はやぶさ2」の機体は健全で、燃料も残っていることから、

「はやぶさ2」プロジェクト サブマネージャー

中澤 暁 (なかざわ さとる)

1969年生まれ、茨城県出身。名古屋大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻博士課程修了。博士(理学)。2000年より宇宙開発事業団にて、月周回衛星「かぐや」の開発・運用に従事。2017年より現職。



カプセル分離後に新しいミッションができないかと検討されてきました。そして「はやぶさ2」は今、小惑星1998KY26に向かう拡張ミッションに挑んでいます。高速自転する微小な小惑星を初めて接近観測する計画ですが、減価償却が終わった探査機だからできるミッションでしょう。到着予定は2031年7月です。打上げからカプセル帰還までが6年。それより長い旅路になるので、慎重に運用しなければいけないと気を引き締めています。

マネージメントに王道なし

——現在参加しているほかのプロジェクトは？

2018年に打ち上げられ2025年に到着予定の水星探査計画BepiColomboでは、ミッション機器インターフェースに加えて、資金や契約管理などを扱うマネージメントも担当しています。技術開発の場合、ゴールが決まったら、やる手順は決まっています。1本道のことが多いように思います。一方、マネージメントの場合、さまざまな組織、人、分野に関わるチーム全体を見なければならず、問題が生じることもしばしばです。まだ、こうすればいいという王道を見つけれられていません。心掛けているのは、チーム全体がうまく回るように、みんなが気持ちよくできるように、ということ。そのためには、楽しいだけでは駄目です。でも、楽しくないとできません。バランスを見ながらやっています。マネージメントに王道なんてないのかもしれない。

——子どものときは、どのようなことに興味がありましたか。

土器や考古学が好きでした。あそこは古墳だったらしいと聞くと、多少遠くても自転車で出掛けて行き、草をかき分け土器のかけらを探したものです。考古学は趣味にしておこうと大学は理学部に進みましたが、文学部の考古学の講義を聞きに行っていました。

——趣味は？

8年ほど前に再開した剣道です。中学生のときに部活でやっていたころは、相手の隙を見つけ、いかに素早く打ち込むか、速さを競っていました。今は違います。「理合」といって、自分がこう動く相手もこう動く、だからここを攻める、という動きの法則があります。それを読み合うのが面白いのです。剣道場の大先生は、80歳を超えていて力や速さはありません。しかし、私の動きは全て読まれ、パンパン打たれてしまう。それも痛快です。

編集後記

将来計画でNASAが2つの金星探査ミッション(DAVINCI+, VERITAS)を選定したのに続き、ESAも金星探査ミッションEnVisionを選定しました。我が国は現在「あかつき」が金星の観測を続けており、BepiColomboも今年の8月のフライバイ時に観測を行います。金星の様々な謎が解明されるのが楽しみです。(小川 博之)



ISASニュース No.483 2021年6月号

ISSN 0285-2861

発行/国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
発行責任者/宇宙科学広報・普及主幹 藤本 正樹
編集責任者/ISAS ニュース編集委員長 山村 一誠
デザイン制作協力/株式会社アズディップ
〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1
E-mail: isasnews@isas.jaxa.jp FAX: 042-759-4251

ISASニュースはインターネットでもご覧いただけます。▶ <http://www.isas.jaxa.jp/>