



水星から木星まで配した深宇宙船団や、X線からマイクロ波までを包含する宇宙観測網を完成した暁には、次にどこへどのようにして宇宙理工学の触手を伸ばすか、一緒に考え、ともに解決してください。新たな技術研究開発の成果を礎に、世界とは一線を画した宇宙研ならではのキラッと煌めく新機軸にて、未踏領域に進出しましょう。

(所長年頭ご挨拶より)



所長年頭ご挨拶

宇宙科学研究所長

國中 均 (くになか ひとし)

皆様、明けましておめでとうございます。JAXA 宇宙科学研究所（以下、宇宙研）所長の任に就き、約 10 カ月が経過したところですが、たいへんにスペクトル幅の広い課題を突きつけられながらも、日々邁進しています。そのような中で、2019 年の年頭のご挨拶としてぜひ聞いていただきたいことがあります。

2018 年は「はやぶさ 2」を首尾よく小惑星リュウグウに送り込み、現在活動中です。搭載したロボット、ミネルバ 2 とマスコットは小惑星上に降り立ち、移動しながら表面の詳細画像を伝送してくるといって、世界を先導する素晴らしい成果を収めてくれました。2019 年はいよいよ探査機本体が着陸に挑み、その勢いのまま 2020 年に地球帰還を目指しています。日欧研究者の努力の結晶である「みお」と ESA の MPO をギアナ宇宙センターからアリアン 5 で水星に向けて発進させ、88 億 km の旅の後 2025 年に到着予定です。「あかつき」は金星を引き続き観測中です。地球周回ではこれまでの達成に基礎を置きつつ、

紫外～可視光～赤外線～マイクロ波からの観測結果を統合し、地上の天文台も巻き込んで、宇宙 138 億年の歴史の解明に挑みます。

さて、これからが本題です。宇宙研のその次の「企て」にぜひ手を貸してください。水星から木星まで配した深宇宙船団や、X 線からマイクロ波までを包含する宇宙観測網を完成した暁には、次にどこへどのようにして宇宙理工学の触手を伸ばすか、一緒に考え、ともに解決してください。それは、木星以遠の外側か、はたまた重力天体表面への着陸か。例えば、土星到達、これは難しい目標です。まず太陽から遠く 10 天文単位で、木星の 2 倍の距離です。そのため、太陽光は地球の 100 分の 1 と弱く電気が起こせず、とても寒冷です。地球からも遠いので通信や軌道決定もひと苦労です。日本の限られたロケット打上げ能力の範囲内で、また厳しいコストキャップを満たすことが必須です。これらの難題を解決するためには新たな研究開発成果に頼らざるを得ません。より具体的には例えば、宇宙エネルギー問題として低照度太陽電池や新電源、搭載機器として間欠運転や待機電力不要性／冷凍機／軽量光学、衛星運用として探査機搭載型高精度時計による One Way Ranging や編隊飛行、新たな概念の乗り物システムとしての再使用ロケット／多用途上段キックモーター／小型衛星／柔軟エアロシェル／惑星ドローン／ローバ……などなどです。新たな領域への進出を実現させるため、皆様とともに新たな研究開発を実

践し、その成果を宇宙に実装することは、大勢を魅了して止まないでしょう。難しければ難しいほどこれを解決することに闘志が湧いて、大学コミュニティの叡智を集結し大学共同利用システムの機能を発揮させる絶好の契機です。国内に閉じこもるだけでなく、宇宙研主導のプロジェクトに海外から貢献を供出させたり、外国宇宙機関のミッションに相乗りする機会を戦略的に利用したりと、国際交渉力を発揮し宇宙研の活動に世界を巻き込むことも肝要です。NASA・ESA・ロシア・中国・インドといった世界の宇宙列強国に対して、同じ方式で勝てる訳がありません。ありとあらゆる創意工夫を凝らして、世界とは一線を画した宇宙研ならではのキラッと煌めく新機軸にて未踏領域に進出したいのです。

ここで得た技術や科学的知見を宇宙科学でのみ使う訳ではありません。積極的に機を捉え地上実装や民間企業への技術移転にも努力する所存です。新進気鋭を糾合し、宇宙理工学的重要性や意義を未来の研究者や技術者・科学者に刷り込み、人材育成しながらサステナブルに進捗させます。取得した科学データや宇宙サンプルを科学コミュニティに流布し利用を促すことはもちろん、一般の方々に向けた研究成果のアウトリーチや広報にも力を注ぎ、宇宙科学の普及に努めます。監督官庁や財政当局に粘り強く予算措置を求めていきます。引き続き宇宙研の活動にご高配

はやぶさ2サイエンスチームも奮闘中

2018 年もあつと言う間に終わって、いよいよ 2019 年です。今年、「はやぶさ2」はタッチダウンというミッション最大の山場を迎えます。さらに、世界初の試みである衝突装置（インパクト）の実験も行います。そして年末には、小惑星リュウグウから地球に向けて出発することになります。波瀾万丈になる（かもしれない）前に、2018 年についての最後の報告をします。

6 月にリュウグウが見えてきてから、リュウグウの観測が本格的に行われてきました。通常は高度 20 km のホームポジションからの観測ですが、何回か降下運用を行いましたので、解像度の高いデータもかなり取得できています。サイエンスチームは精力的にデータ解析を進めており、年末には最初の成果論文が投稿されました。

■国際的な学会での発表

論文作成と平行して、国際的な学会で成果発表を行いました。最初に「はやぶさ2」の成果が多数報告されたのは、DPS と呼ばれている学会です。DPS とは Division for Planetary Sciences of the American Astronomical Society（米国天文学会の惑星科学部門）のことで、DPS が開催している会合は惑星科学の分野では世界最大のものの一つになります。この会合のことも単に DPS と呼んでいます。2018 年は、10 月 21 日から 26 日にかけて、米国のノックスビル（Knoxville）で開催されました。

DPS では、10 月 25 日と 26 日に「はやぶさ2」に特化したセッション（ポスターと口頭）が行われ、合計 22 件の発表がありました。さらに、「はやぶさ2」のプレスコンファレンス（記者会見）も行われました（図1）。「はやぶさ2」の記者会見を海外で行うのはこれが初めてです。多くのマスコミ関係者の参加があり、海外でも「はやぶさ2」への関心が高いことがわかります。

続いて、AGU という学会でも「はやぶさ2」のセッションが開催されました

新大型パラボラアンテナの開発状況(その4)

本誌 2018 年 8 月 (449 号) にてご紹介した新大型パラボラアンテナの開発状況第4弾です。

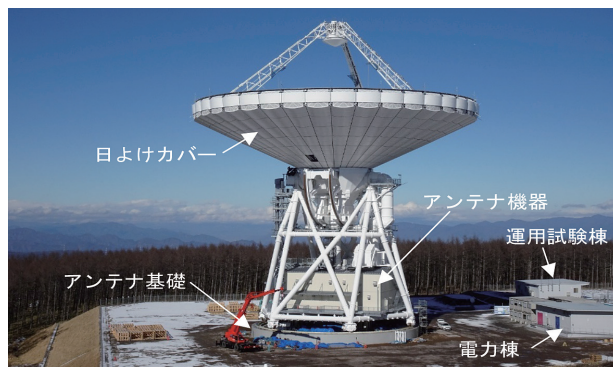
前は AZ (Azimuth; 方位角) 回転構造部、EL (Elevation; 上下角) 回転構造部の組み立てと主反射鏡部の背面構造の地組および調整状況をお伝えしました。

その後の工事もほぼ順調に推移し、予定どおり昨年末までにアンテナは図1のとおりの直径 54 m の主反射鏡を含む雄姿を見せてくれています。図2から図4にはその経過を示します。

64 m アンテナの場合、主反射鏡の背面構造がむき出しですが、今回 54 m アンテナでは熱変形による性能劣化を抑えるため、この部分への日射入熱を小さくし、かつ排熱するために「日除けカバー」により覆われているのが特徴のひとつです。また、アンテナを支える基礎も 64 m の運用経験から、2 m の高さとする事で積雪による影響を回避するとともに、今後 AZ レール部分にはスノーカバーも設置する予定です。

アンテナ外観およびこれと並行して今年度新たに建築された「運用試験棟」(施設部+竹花組)が予定どおり完成したことを受けて、今後送受信機、高安定基準信号および各種制御装置の搬入を行い、「はやぶさ2」地球帰還開始時にはその信号を試験的に受信する計画です。

(沼田 健二)



リュウグウの乙姫殿、お宝をいただきます。
近日参上
「はやぶさ2」
 HAYABUSA2

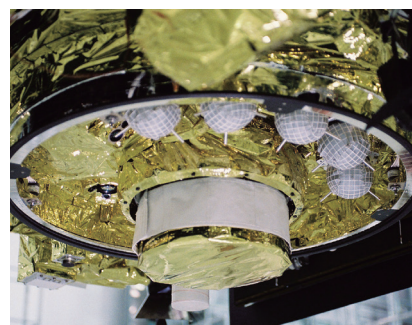


ついにこのときが

2014年5月のISASニュースの中で、「はやぶさ2」の搭載型小型衝突装置（SCI：Small Carry-on Impactor）のことを紹介させていただきました。その頃はまだ打上げ前で、実際の運用はまだまだ先のことだと思っていましたが、あっという間に時が過ぎ、ついにSCIの運用が間近に迫ってきました。私自身も、SCIの開発担当から、探査機システム全体をみる立場に変わりました。

探査機運用の立場で言わせていただくと、このSCIは非常に“厄介”なものです。SCIは衝突体を加速するために爆薬を使用していますが、その威力が“半端ない”ため、爆薬を起爆すると、衝突体が飛び出すとともに、SCI全体が破壊され、ありがたくない多くの破片が四方八方へものすごいスピードで飛び出てきます。この破片に当たってしまうと、探査機そのものを喪失する危険性があります。そのため、探査機は、SCIを小惑星上空で分離した後に、破片が小惑星そのもので遮蔽されるであろう小惑星の裏の“安全領域”に、全速力で退避する必要があります。この退避は、小惑星にぶつかることなくその脇をスレスレで通り過ぎ、数キロメートル先に逃げるもので、極めて高い位置・速度制御精度が要求されます。この退避の前に行うSCIの分離についても、非常に高い

精度で探査機の位置・速度の制御が要求されます。精度が悪いと、SCIが小惑星表面に落下してしまったり、衝突体が小惑星に当たらないということが起こり得ます。このように、SCI自



中央が「はやぶさ2」の衝突装置（SCI）。種子島宇宙センターにて「はやぶさ2」PAF結合作業中に撮影されたもの。

身が正しく動作するとともに、探査機側についても極めてアクロバティックで正確な運用が求められます。

このような探査機にとっては危険な運用が目の前に迫ってきており、緊張感が高まってきました。色々な所で言っていますが、小惑星にクレータ（穴）をあける前に、私の胃に穴があきそうですが、その前にこの困難な運用をやり遂げられるよう、チーム全体で最後まで準備をしっかり行いたいと思います。

「はやぶさ2」プロジェクトエンジニア 佐伯 孝尚（さいき たかなお）

カプセルと帰還準備

タイトル「近日参上：リュウグウの乙姫殿、お宝をいただきます」は、浦島太郎より石川五右衛門感满满ですが、カプセルの役目は言わずと知れた最後のフェーズ、回収したリュウグウのサンプルを秒速約12 kmの高速地球再突入における過酷な空力加熱から護りつつ、無事に地上まで届けることです。玉手箱を開けると煙もくもく、あっという間に100年の時が流れてしまう「浦島太郎」。揮発気体を含むであろうサンプルにそのようなリーク（漏れ）が無いよう、「はやぶさ2」カプセルには初号機の基本設計を踏襲しつつも、いくつかの改良が加えられ、より信頼度が向上しています。例えば、パラシュート開傘トリガーのタイマーの冗長性を向上させる改良などです。軌道飛行中の今すべきことは、いかに母船から分離して飛ばすかを、リュウグウからの帰還計画、着地点誘導を反映して正確に解析し、回収計画に反映すること、現地政府から着地許可を得ることです。母船ではタッチダウンに向けて着々と計画が進められている今日この頃、まだまだ先と思っていても、実際に帰還までになすべき項目は、結構スケジュールぎりぎりであることに気づき慌て始めます。軌道の摂動を考慮した詳細解析に、カプセルの熱環境（今度は斜め前から太陽光が当たる予定）を考慮して飛行姿勢と時間の関係の整理。パラシュート非

開傘の場合も、再突入時の火の玉から軌道を再構築して着地点を求めること、開傘／非開傘によらずレーダーにて飛行中のカプセルを捕捉することなど、あってはならないことですが、不測の事態への



3,000メートル級の台地から見下ろす、回収の可能性調査中の平野。着地点分散楕円のサイズを完全に包含する、安全な場所があるかが鍵。

対応策も、種々の機関と協力の下に進めています。

帰還軌道上、近地点近くでのみ再突入が可能ですので、そちら側の半球での回収ということになりますから緯度は必然と決まってしまうのですが、経度には自由度があり、昨年来いくつかの候補点を調査して回り、ほぼここぞと思う所で詳細調査・調整が開始された昨今です。近々皆様にもお話できるようになるとと思いますので、その節はどうぞご協力よろしくお願い致します。

「はやぶさ2」リエントリカプセル担当 山田 哲哉（やまだ てつや）

オランダ～南米ギアナ～ドイツ

宇宙飛翔工学研究系 教授

小川 博之 (おがわ ひろゆき)

「みお」に付き添いお世話をするお役目を仰せつかり、2018年4月23日朝オランダ・ノルドヴァイクにあるヨーロッパ宇宙技術研究センター（ESTEC）を訪れた。朝の会議で急遽、道路上で使うディーゼル発電機（レンタル）と「みお」輸送コンテナの空調の噛み合わせ試験をおこなうことになった。27日は「王の日」で祝日、28、29日が土日になったので、26日までに確認すべしとのこと。予定では30日に発電機をレンタルすることになっていたが大混乱したが、なんとか期日までに対応した。

5月1日未明、「みお」はAriane5ロケット発射場（Centre Spatial Guyanais : CSG）がある南米ギアナに向け3年以上滞在したESTECを後にした。出発時、気温は約5℃で風が強く雨。数人の関係者だけの寂しい出発だった。

輸送機はロシアのアントノフ（AN-124）で、ESAの電気推進モジュール（MTM）との混載。貨物室の上に搭乗スペースがあった。ESA側の人たちと良いシートを選んで着席。飲食はセルフサービスで、飲み物はソフトドリンク、空港でケータリングした食事が提供された。アントノフ搭乗員は大きな鍋にミネストローネスープを作って食べていた（これが絶品！）。トイレはきれいで乗り心地はとても快適だったが、窓がなくお酒がないのが残念だった。

途中、給油のためサンタ・マリア島に立ち寄り、翌2日フランス領ギアナのカイエンヌ空港に到着。気温は約30℃で蒸し暑かった。筆者は空港から「みお」輸送コンテナを積んだトレーラーに同乗してCSGまで付き添った。

CSGはほぼ平坦で広大な熱帯雨林のジャングルの中にある。熱帯モンスーン気候で雨は降るが襲雷はほとんどなく、天候は安定していて地震がない。北緯5度で赤道に近く、東が海でロケットの打上げには絶好の場所である。射場面積は約700平方kmもあり（種子島は約10平方km）、その中にAriane 5, Vega, Soyuzの発射場・組立設備があり、固体燃料の製造設備、液体水素・液体酸素の製造プラントがある。衛星整備のためのクリーンルーム施設がいくつもあって、同時にいくつもの衛星が整備することができる。まさに



近くのモンキーマウンテンから Ariane 5 ロケット打上げ（Galileo）を見た。ジャングルの中に CSG の施設が見える。

宇宙港である。

CSG到着後、「みお」は推進剤充てんと最終組み立て・最終チェックがおこなわれ、ESAに引き渡された。最終仕上げを十分に行い、最終状態が設計通りであることを確認した。ESAに引き渡した後もESA側の「みお」関連作業に立ち合って最終確認をする必要があった。「みお」に係るところでESA側には様々な注文をつけたが、ESA側は快く（？）柔軟に対応してくれた。

CSGで探査機整備作業が進む中、ドイツにあるヨーロッパ宇宙運用センター（ESOC）では打上げ訓練が何回もおこなわれた。想定されるさまざまな事象に対して適切な対処ができるよう訓練することが目的だ。筆者は5月末と9月中旬の2回CSGからESOCに出張し訓練を受けた。訓練は1日だが、往復で5日間。時差もあり大変だったが、打上げに向けて万全の準備ができた。

10月9日から11日にかけてBepiColombo探査機はAriane 5ロケットに結合され、フェアリングに収納された。フェアリング収納前の「みお」周りの最終仕上げは2日間にわたり早朝から夜中まで大変だったが、筆者は思い残すことなく「みお」を見送ることができた。

その後ESOCに移動、15日のドレスリハーサルに臨んだ。BepiColombo打上げはドイツ現地時間で20日午前3時45分。打上げ前日の夜、24時間特別営業のESOCの食堂で恒例の「LEOP Steak」を食べて気合を入れてから、探査機を運用するProject Support Team（PST）の一員として打上げに臨んだ。PST専用室でカウントダウンを緊張して見守った。リフトオフ時に歓声が沸き起こった。緊張の中衛星分離。拍手が巻き起こった。続いて太陽補足、太陽電池パドル展開が確認された。皆ドキドキしていた。筆者は「みお」にヒータ電流が供給されステータスに問題ないことを確認して、ほっとした。その後「みお」の温度制御がほぼ予測通りで問題ないことを確認した。肩の荷が少し軽くなった気がした。

10月25日に一旦日本への帰途に就いた。8月末に初めて1週間帰国して以来だった。



ISASニュース No.454 2019年1月号
ISSN 0285-2861

発行 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 生田 ちさと

編集責任者／ISAS ニュース編集委員長 山村 一誠

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1 TEL: 042-759-8008

本ニュースは、インターネット(<http://www.isas.jaxa.jp/>)でもご覧になれます。

デザイン制作協力／株式会社アドマス

編集後記

新年早々からNew HorizonのUltima Thuleフライバイ、嫦娥4号の裏側への着陸と大きなニュースが続きました。我々も大きな成果を出せるよう頑張りたいと思います。今年もよろしくお願いします。（小川 博之）

*本誌は再生紙（古70%）、植物油インキを使用しています。

