

S-310-45号機の発射時の様子

天候予測から思い描いていた雲一つない青空に、日没直前の内之浦の景色は美しく、絶妙なアングルで撮影しています。煙の様子から風が穏やかであったことも想像できるくらい噴煙は直線を描いて延びていました。観測ロケット実験グループは、このフライトオペレーションにおいて不具合ゼロ目標を達成し、計画通り打上げを実施いたしました。(P4参照)



The Forefront of Space Science

宇宙科学最前線

宇宙科学データとリアリティ

学際科学研究系 助教 三浦 昭(みうら あきら)

最近ではバーチャル・リアリティをはじめとした、「リアリティ」と名のつく言葉が色々と流行っているようです。今回は可視化に絡めて、「リアリティ」に関係した宇宙科学データの話題をご紹介します。

未だ見ぬ世界: 模擬データの生成

ここにご紹介する3枚の写真(図1)の中に、小惑星のそっくりさんが混じっています。どれかおわかりでしょうか?

左はお馴染みのリュウグウの画像です。右はリュウグウに

よく似ていますが、Bennuと呼ばれる、現在NASAが探査中の全く別の小惑星でして、本物の小惑星です。という訳で、小惑星のそっくりさんは真ん中の画像です。^[1]

さてこの画像に写っているものは、「リュウゴイド」(Ryugoid)と呼ばれています。敢えて訳すなら「リュウグウモドキ」、棲息地はコンピュータの中、そして薄い皮でできていて、そこに模様を散りばめて小惑星を真似ることができます。簡単に言えば、3Dポリゴンモデルの表面を、様々な材質で包んだものです。普通のCGモデルと異なるのは、この表面材質が「は



図1 そっくりさんを探せ

やぶさ2」に搭載されている光学機器を始め、様々なフィルターを通した可視光や、赤外線での観測を模擬できるようになっていることです。最高精細度のモデルは4億近いポリゴンを使って、小規模な岩石まで限なく3Dで表現していることもリュウゴイドの特徴の一つです。

何故そのような仕組みが必要だったかというと、話は「はやぶさ2」が地球を飛び立って間もない頃に遡ります。リュウゴウがどんな小惑星なのか、事前には詳細が定かではありませんでした。一方でリュウゴウ付近に滞在できる期間は限られていますので、到着してから考え始めたのでは間に合いません。そのために様々な事前訓練が計画されました。そしてその訓練用に考案されたのが、模擬天体であるリュウゴイドでした。様々な訓練の中には、実際に搭載されている光学機器で観測した結果を模擬したデータを必要とするものもありました。リュウゴイドは、そのような要求に耐えられるように、各分野の研究者の知恵を結集して作られたのです。

このようにして考案されたリュウゴイドでしたが、訓練当初にその詳細を知っていたのは、製作者側の限られた人たちだけでした。それは何故かと言うと、模擬観測データから小惑星の形状や素性を推定してタッチダウン地点を選定すること(LSS; Landing Site Selection)自体が、重要な訓練の一つだったからです。実際のリュウゴウについては殆ど情報が無かった訳ですから、それと同じように、出題された観測データを解析してタッチダウン地点を選定する回答者側には、リュウゴイドの真の姿は知らされてはならなかったのです(もちろん後日には答え合わせをしました)。

LSS訓練がタッチダウン地点選定のための真剣勝負だとしたら、リアルタイムの運用訓練(RIO: Real-time Integrated Operation)もまた、出題者と運用者との、現実さながらの真剣勝負でした。ここにもまたリュウゴイドが活用され、運用訓練のリアリティを高めたのです。^[2]

今を知る: 取得データの再現

同じく、「はやぶさ2」が地球を飛び立って間もない頃、別のCG化の話もいくつか持ち上がりました。例えば地球スイングバイの様子をCG化しようとか、テレメトリデータから準リアルタイムで「はやぶさ2」の挙動を3D CG化できないかとか。

地球スイングバイの時は、予測された軌道情報が予め公開

されていた^[3]こともあり、JAXAから提供されたCGアプリの他にも、一般の有志の方等がCG化を試みられていたりして、盛り上がりを見せていました。^{[4][5][6]}

一方でテレメトリデータを準リアルタイムでCG化することは、NHKさんとの共同研究で実現することになりました。その目的は、探査機の挙動を可視化することで、将来的に、探査機の運用に役立てることです。

この可視化を最初にご披露したJAXA広報Webサイト曰く、「JAXAが公開している、『はやぶさ2』からの観測画像データなどを用い、NHKが持つ8Kスーパーハイビジョンに対応できるリアルタイムCG化技術を組み合わせることで、太陽光の反射までも再現した高精細な『はやぶさ2』探査機の挙動やリュウゴウに近づく様子を、まるで近くで見ているように再現しました。」^[7]

その言葉通り、高精細映像ともなると、「リュウゴウ」や「はやぶさ2」のリアリティも重要な要素であり、その詳細については、繰り返し打合せを行い、CGモデルの改良に取り組みました。その開発段階で威力を発揮したのがVR技術でした。平面ディスプレイとマウス等の組み合わせでも、それなりに形状や材質の確認はできるのですが、VRデバイスを使って形状モデルの随所を覗き込むと、目に前に「はやぶさ2」が在るといったリアリティの他に、細かいところまで自在にチェックできるという効率の良さもありました。

過去を未来に: 公開データの利用

外に目を向けると、これまでに蓄積されてきた宇宙科学データは、研究者にとっては宝の山であり、色褪せることはありません。しかしながら、それ以外の方々にとっては、これらの宝庫が広く知られている状況にはありません。一般に報道されるのはほんの一部で、それらも時間と共に忘れ去られてしまいます。

そのような中で、「月面スポーツ VR/ハッカソン」と題したイベントが開催されました。^[8]これは、JAXAと共にグリー株式会社、テックショップジャパン株式会社の3者主催で開催されたものです。

月面のリアリティと言うと、何を想像されますか? 重力が地上の6分の1、空気が無い、形状、などなど。

そんな月面ならではのスポーツをVRで具現化するとしたら、どんな競技が考えられるのか、というのがハッカソンのお題でした。

初日の冒頭には、VRや月面についてのレクチャーがあり、いろいろな小道具も用意されました。その中で重要な役割を担ったのが、DARTSで提供されている「かぐや」の月データでした。DARTSのデータを読み解くのは大変、という心配はご無用。月の形状データをゲーム環境に取り込むためのツールもセットで提供されました。

参加者は総勢53名、13チーム。たった2日間の開催であったにも関わらず、冷めやらぬ熱気の中、興味深いゲームが次々と完成したのでした。宇宙科学



図2 NHKとJAXAの共同開発「SHVはやぶさ2可視化システム」

データが、研究以外の分野にも潜在力を持っていることを実感した2日間でした。

「とは言え、自分で作るの大変」

そんな人たちのために、VR体感サイエンスツアー「ありえなLAB」なるものも企画されました。「ありえなLAB」は、何度かの関連イベントが開催されました

ので、もしかしたら皆さんの中にも体感していただいた方がいらっしやるかもしれません。イベント開催の実績を踏まえて、宇宙を題材にしたVR体感コンテンツのレンタルも始まりました。^[9]この先も宇宙科学データが皆さんのお目に留まる機会が続くのではないかと考えています。

そしてその先へ: 宇宙科学データの活用に向けて

月面スポーツ VRハッカソンを後押しすることになったものの一つが、その直前に制定された、宇宙科学研究所のデータポリシーでした。^[10]そのデータポリシーの中で、宇宙科学研究所が自ら取得・整備した公開データを利用する際のルールは、クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 (CC BY 4.0) との互換性があることが謳われたのです。CC BY 4.0は、クリエイティブ・コモンズのライセンス中でも特に自由度の高いものですので、是非とも皆さんにデータを活用していただきたいところです。

例えば図3の左にご紹介するのは、小型高性能科学衛星「れいめい」に搭載された多波長オーロラカメラが撮影した、夜の地球です。これはDARTSで提供されている公開データのみを使って表現されています。イメージが帯状に重なっているのは、「れいめい」が観測したカメラ画像をいくつも合成した

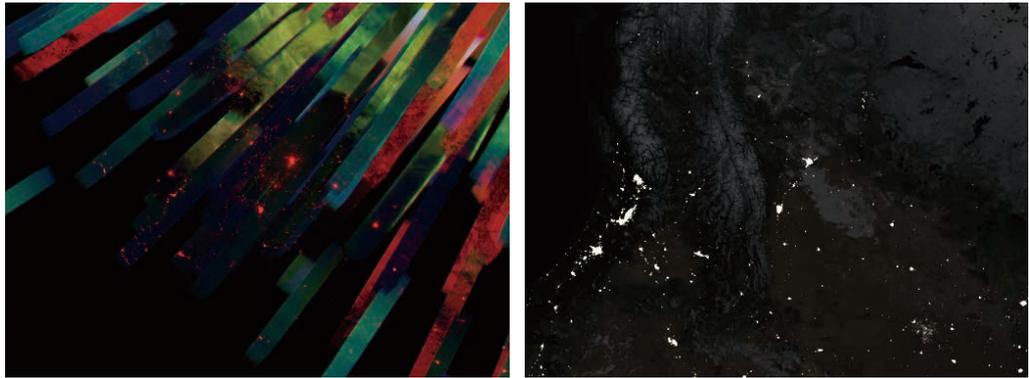


図3 「れいめい」が観測した、カナダ(カルガリー付近)の街灯り
左:「れいめい」の観測画像、右:同じ地域の夜景をNASAの地球画像で再現

からです。鮮やかなオーロラの他に、その奥に点在している赤い輝きが見えます。実はこれらは地上の夜景が映り込んだものなのです。参考までに、右側にはNASAから提供されている地球の画像を同じ座標系で加工して夜景を再現したものを並べてみました。NASAの画像も、利用の自由度が高いことで有名です。「れいめい」の軌道や姿勢のデータも公開されていますので、このようなデータを駆使すると、「れいめい」軌道上の視点で、当時の観測の様子を再現することも不可能ではありません。

おわりに

今回は最近の流行りに便乗して、「リアリティ」をキーワードにご紹介して来ましたが、宇宙科学データの活用を、そのようなカテゴリに留める意図は毛頭ありません。また、ご紹介したような技術やポリシーは、宇宙科学や探査機の運用等に大いに貢献してきたものであり、それは今後も変わるものではありませんが、さらに視野を広げると、その活用分野は、例えば日用品かもしれませんしアートかもしれません。使える素材は、DARTSやNASA以外にも、様々なところで公開されています。皆さんの創意工夫を期待しています。

図1 そっくりさんを探せ

[引用元]

左: 小惑星探査機「はやぶさ2」の小惑星Ryugu到着について 2018年6月27日
<http://www.isas.jaxa.jp/topics/001567.html>

中: 2018年の小惑星リュウグウ到着に向けて 小惑星探査機「はやぶさ2」の近況
2017年12月14日

https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20171214_hayabusa2.pdf

中央をトリミング

右: NASA's Newly Arrived OSIRIS-REx Spacecraft Already Discovers Water on Asteroid

Dec. 11, 2018 RELEASE 18-114

<https://www.nasa.gov/press-release/nasa-s-newly-arrived-osiris-rex-spacecraft-already-discovers-water-on-asteroid>

図2 NHKとJAXAの共同開発「SHVははやぶさ2可視化システム」

[引用元]

平成30年9月理事長定例記者会見、はやぶさ2の現状について

http://www.jaxa.jp/about/president/presslec/201809_j.html

内の埋め込み動画

図3 「れいめい」が観測した、カナダ(カルガリー付近)の街灯り

[データの出典](以下のデータを加工・合成しています)

「れいめい」データ: Data - DARTS/Reimei at ISAS/JAXA

<http://darts.jaxa.jp/stp/reimei/data.html>

地球画像: Blue Marble - NASA Visible Earth

<https://visibleearth.nasa.gov/collection/1484/blue-marble>

Earth at Night - NASA Earth Observatory

<https://earthobservatory.nasa.gov/features/NightLights>

未だ見ぬ世界

[1] 2018年の小惑星リュウグウ到着に向けて 小惑星探査機「はやぶさ2」の近況
2017年12月14日

https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20171214_hayabusa2.pdf

[2] 2018年の小惑星リュウグウ到着に向けて 小惑星探査機「はやぶさ2」の近況
2018年4月19日

https://fanfun.jaxa.jp/jaxatv/files/20180419_hayabusa2.pdf

今を知る

[3] 「はやぶさ2」の地球スイングバイについての情報を公開します!

<http://www.hayabusa2.jaxa.jp/topics/20151014/>

[4] 柏井 勇魚、宮崎 剛、WebGLによる「はやぶさ2」あかつきのリアルタイム軌道可視化、宇宙科学情報解析論文誌第六号、2017.

[5] 上坂 浩光、武 貴寛、「はやぶさ2」地球スイングバイ Viewer、平成27年度「宇宙科学情報解析シンポジウム」、2016.2.

[6] 【特集】PCソフト、モバイルアプリのシミュレーションで「はやぶさ2」と旅する
<https://www.astroarts.co.jp/special/2015hayabusa2/index-j.shtml>

[7] 平成30年9月理事長定例記者会見

http://www.jaxa.jp/about/president/presslec/201809_j.html

過去を未来に

[8] 月面スポーツ VRハッカソン 2018 5/19 - 5/20開催

<https://gree-xr-hackathon.com/>

[9] 宇宙を題材にした子ども向けVR体感サイエンスツアー「ありえなLAB」のレンタルパッケージ提供を開始〜VR分野における宇宙新事業の創出〜

http://www.jaxa.jp/press/2020/01/20200130-1_j.html

そしてその先へ

[10] 宇宙科学研究所のデータポリシー

<http://www.isas.jaxa.jp/researchers/data-policy/>

S-310-45号機の打上げ

2020年1月9日の17時に、S-310-45号機を内之浦宇宙空間観測所から打ち上げました。到達高度は予想より少し低い130kmでしたが、予定していた実験時間は十分に確保できましたし、機体は計画通りの落下範囲に着着していましたので、ロケットの飛翔については良好な結果でした。今回搭載した実験装置(PI)は、ISASの宇宙機応用工学研究系の福島 洋介助教が自ら開発した慣性プラットフォーム(UMS)と、同じく宇宙機応用工学研究系の三田 信助教が開発した小型プローブバス(PROBE)でした。

2019年度当初は、S-310-45号機を10月に打ち上げる予定として準備を進めていました。PIのロケット頭胴部への実装状況を確認するために行う「計器合せ試験」は計画通り7月に実施できましたので、このまま順調に進むかと思いきや、8月上旬から開始予定の頭胴部の噛合せ試験(いわゆる総合システム試験)に上記2つのPIの準備が間に合わないとの一報。計画通りに進めることの難しさを痛感しました。

2ヶ月遅れで作業が進行したため、フライトオペレーションが12月20日から開始されました。2年のブランクがありましたが、準備は順調に進みました。今年の内之浦は、暖冬の影響からか防寒着をあまり必要としない暖かな日が多かったという印象です。昼食のために内之浦の町に行き、名物マツワキラーメンをいただいた後などは、すっかり汗だくになってしま



苦労して仕上げたPI機器から、手元に貴重なデータが送られてきた時の喜び。

い、作業着を1枚減らしてちょうどよいぐらいの気候でした。

打上げ当日となった1月9日。朝は風がやや強かったものの、空は晴れ渡り澄み切った青空になっていました。表紙の写真は打上げ時に撮影したものです。夕暮れ時の発射の様子は、今回の記録写真のベストショットだと思います。

日本初の人工衛星「おおすみ」が打ち上げられてから今年でちょうど50年。S-310-45号機が飛び去った内之浦は、この写真のように50年前と変わらぬ大自然の美しい景色を残しています。そして、打上げの関係者皆さんの笑顔、握手を交わす風景もきっと50年前と変わっていないのだらうと思います。

(羽生 宏人)

第20回宇宙科学シンポジウム開催

2020年1月8日～9日にJAXA相模原キャンパスにおいて、宇宙理学委員会及び宇宙工学委員会の主催による「宇宙科学シンポジウム」が開催されました。本シンポジウムは、宇宙科学コミュニティの会合として毎年年初に開催されています。2日間のべ参加人数は約390名で、大学、研究機関、産業界などから多くの参加をいただき、35件の口頭発表と150件のポスター発表が行われ、今年も盛況な会合となりました。

特別セッションでは、宇宙科学プログラムの最新トピックスとして、打上げに向けた開発が進んでいる小型月着陸実証機SLIM・X線分光撮像衛星XRISM・火星衛星探査計画MMX・深宇宙探査技術実証機DESTINY+の4つのプロジェクトの進捗状況に加えて、国際宇宙探査の最新状況が1日目に報告されました。2日目には小惑星探査機「はやぶさ2」の最新探査成果報告と国際水星探査計画BepiColomboの軌道上での最新状況報告に続いて、赤外線位置天文観測衛星小型JASMINE・CMB 偏光観測衛星LiteBIRD・高感度EUV/UV分光望遠鏡衛星Solar-C_EUVST・ガンマ線バーストを用いた初期宇宙探査計画HiZ-GUNDAM・次世代赤外線天文衛星SPICAの5つの将来計画から検討・進捗状況が報告されました。

今回のシンポジウムでは2つの企画セッションが設けられ、まず「おおすみ50周年にこれからの宇宙科学の50年を考える」では、そもそも宇宙科学の将来構想をどのように立てていくのが良いのかについて、現状に対する問題意識や若手からの意見、海外と国内の最新状況報告を踏まえつつ、パネルディスカッション

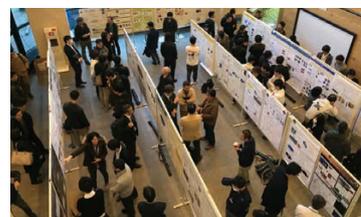
形式の議論と意見交換を行いました。「スペースからの系外惑星探査の最新状況と将来」においては、近年急速に進展しているこの分野について、海外の最新成果と地上からの観測の展望それぞれについての招待講演を受けて、現時点で提案されている将来計画と、その先の方向性についての議論が行われました。

一般セッションでは、現在発出されている公募型小型計画に応募を予定しているグループからの講演に加えて、宇宙科学を支える技術的トピックに関する紹介や、超小型衛星を含めた探査計画についての報告がありました。

シンポジウムの講演資料は、JAXAリポジトリ*にて公開予定です。

本シンポジウムの開催にご協力いただいた皆様に、この場を借りてお礼申し上げます。

(第20回世話人 国分 紀秀、松崎 恵一、坂尾 太郎、羽生 宏人)



パネルディスカッション(上)とポスターセッション(下)の様子。

*<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/>

SPICA、横のものを縦にする!

SPICAは2030年頃の打上げを目指す、大型の宇宙赤外線望遠鏡衛星です。

昨年来の日欧共同の検討の結果、ESA Cosmic Vision M-Classの第5番目のミッション(M5)の最終選抜に向けて、望遠鏡を正立させた配置で詳細検討を進めることになりました。思い起こせば20年以上前から始まったSPICAの初期検討以来、SPICAの望遠鏡は「縦置き」でした。つまりロケット機軸に平行に上向きに望遠鏡が向き、横から太陽が照射する方式で検討が進められてきました。しかしながら2014年に欧州宇宙機関ESAとJAXAがSPICAを共同で検討することになり、そのために行われた技術検討であるCDF(Concurrent Design Facility) Studyの際に、Planck衛星などで技術的に経験豊富な横置きで検討を行いました。やや専門的になりますが、太陽や地球の方向を、望遠鏡と反対の方向にとれる「横置き」の方が、極低温熱設計上も有



2014年時点の縦置きSPICA想像図。細部は現在と異なる。

利であったためです。その後、ESAのM5ミッション候補に選ばれ、引き続き「横置き」を基本としてSPICAの検討を進めてきました。しかしながら昨年後半からの欧州メーカー検討の際に、「縦置き」方式も検討対象とすることになりました。日本のメーカーにも両方式の検討を進めてもらい、慎重に考慮した結果、今後の日欧共同検討は「縦置き」を検討対象とすることになりました。つまり、最初は縦だったものが、しばらく横になっていましたが、再び縦に戻った訳です。

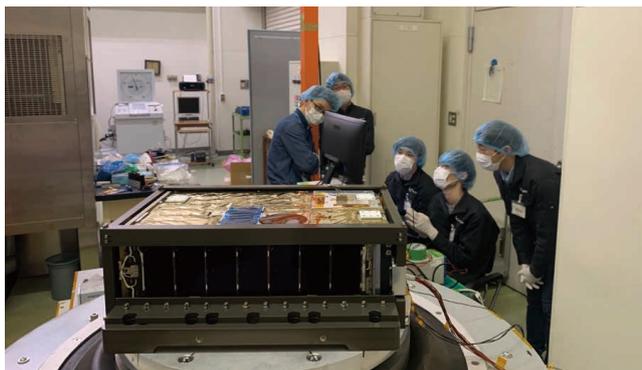
もちろん技術的にはそれぞれの方式で長所と短所が入り混じっており、圧倒的にどちらかが優れているというわけではありません。従って比較検討や決定は極めて慎重に行われました。一つだけ判断の根拠を例示しましょう。横置きの場合は、望遠鏡+焦点面装置の光軸方向の長さが、ロケット(H3を想定)フェアリングの内直径で制限されてしまい、これから詳細検討を進めていった際に、この制限が大きい問題になるかもしれないという心配があります。このように、衛星全体の設計の余裕度や設計のフレキシブルさなどが、縦置きを選択した理由の一つです。今回の選択によって、一層、SPICAの魅力が増す可能性ができたかと判断しています。

SPICAの衛星設計は二転三転(七転び八起き?)しているのではないかとご心配をかけているかもしれませんが、しかし、SPICAは日本の宇宙科学としては最大規模、最長期間のプロジェクトです。できる限り広い視野からできる限りの検討を尽くして、最後に最も良い形で実現することが、日欧チームメンバーの共通の認識です。(芝井 広)

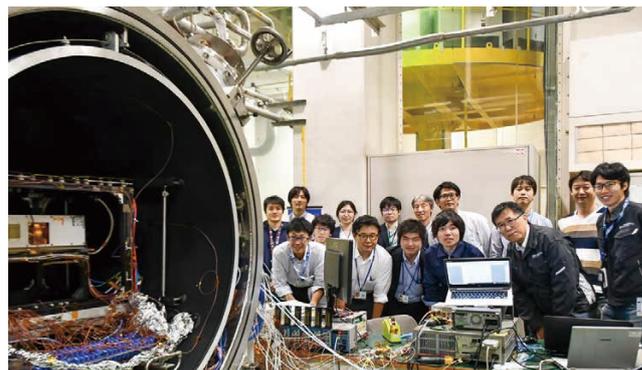
EQUULEUS / OMOTENASHI 探査機の環境試験終了

ISASニュース2019年10月号で紹介した、米国SLSロケット1号機(Artemis 1)で打上げ予定の超小型探査機EQUULEUSとOMOTENASHIは、昨年中に全ての環境試験を終えました。通常の探査機同様に、打上げ時の振動環境で故障しないか(機械環境試験)、真空の宇宙空間で各部の温度がどうなるか、機器が正常動作するか(熱真空試験)などの試験を実施しました。有人宇宙船Orion(Artemis 1は無入飛行ですが)と相乗りであるため、NASAから安全性に対する厳しい要求があります。打

上げ時の振動や急速に圧力が下がることによって探査機の一部が破壊することが無いか。真空になった時に有毒、可燃性のガスが出るが無いか。ロケットに搭載状態で誤って探査機の電源がオンにならないか。などの試験を実施するとともに、試験結果のレポートをNASAに提出する必要があります。打上げ日は未定ですが、現在は実際の運用を模擬した機能・性能試験を実施して、米国への輸送の準備を整えているところです。(橋本 樹明、船瀬 龍)



EQUULEUS探査機の振動試験。



OMOTENASHI探査機の熱真空試験。

「きぼう」搭載静電浮遊炉の状況

2016年2月に国際宇宙ステーションの「きぼう」内に静電浮遊炉が設置されてから丁度4年が経ちました。この静電浮遊炉は帯電させた試料と周囲に配置した電極との間に働くクーロン力(プラスとマイナスは引き合い、プラス同士、マイナス同士は反発する)を利用して試料を空間に固定し、高出力レーザーを用いて溶かす装置です。地上でもこの方法を用いて試料を浮かせることは可能ですが、重力に逆らうので大きな電圧が必要である上、帯電しにくい試料は浮遊しないなどの制約があります。「きぼう」では、重力がほとんどないので大きな力が必要なく、地上では難しい試料も簡単に浮遊・加熱して融かせると考えていました。



「きぼう」搭載静電浮遊炉の電極間で浮遊する溶融酸化物。

ところが、そう簡単ではありませんでした。

静電浮遊では、試料を所望の極性(プラス)に帯電させる必要があります。これが微小重力では難しいのです。地上では十分に帯電するまで試料は浮かずに静止しているので、

色々な操作で帯電させることができるのですが、無重力では試料はフラフラ動いてしまい、帯電させることができません。この問題は開発当初からわかっていて対策を立ててはいたのですが十分ではないため、実験開始時に試料をピタッと捕捉することが余りうまくできませんでした。「試料をもっと確実にプラス帯電させてから浮遊させる」ため、有人部門の協力の下改修を始めました。ハードウェアの大きな変更は困難なので、試料ホルダーと呼ばれる試料の打上げ/回収に用いる部品に工夫を凝らしました。また、試料浮遊の制御ソフトウェアを修正しました。改修を繰り返して徐々に成功確率は上昇、昨年8月のソフトウェア変更後は、ほぼ100%の成功確率となりました。

首尾良く電極間で浮遊できた試料は、加熱・溶融します。現在は2,000℃を越える超高温で融ける「希土類の酸化物」を試料とし、容器を使った通常の方法では融かすことが難しいこれらの物質の液体状態の性質を計測しています。

この装置にはまだ、試料によっては「加熱中に帯電が変化して位置制御が不安定になる」という課題が残っています。これを克服して文字通り「宇宙ならどんなものでも簡単に浮かせて融かせる」を実現したいと思っています。(石川 毅彦)

第6回宇宙科学研究所賞(外部表彰)

JAXA宇宙科学研究所は、宇宙科学・探査プロジェクトの実施にあたり顕著な功績又は貢献のあった外部機関所属の方々に『宇宙科学研究所賞』を授与しています。

第6回宇宙科学研究所賞は、特別賞を含む以下3名の方々に、2020年1月8日に授与されました。

JAXA宇宙科学研究所はこのような機構外からの協力・支援に心から感謝するとともに、この3名の方の今後ますますのご活躍を期待します。(科学推進部 総括ライン)



左から、萩野氏、榎崎氏、國中所長、木村氏。

● (特別賞) 萩野 慎二 氏 (株式会社アイネット)

【受賞件名】衛星・探査機の高度化およびシステム統合による宇宙科学ミッションへの貢献

【受賞理由】同氏は「あけぼの」、GEOTAIL、「はるか」、「はやぶさ」、「あかつき」等において、構想段階から開発・試験・運用にわたり衛星・探査機の高度化に貢献し、またシステムをとりまとめ主導されました。近年においてもIKAROS、「はやぶさ2」、MMO、ERG等に対してプロジェクトマネジメントの観点から支援をされ、これらミッションの科学成果創出に大きく貢献されました。

● (特別賞) 榎崎 勝弘 氏 (住友重機械工業株式会社)

【受賞件名】宇宙用機械式冷凍機に関する理論的アプローチと実践

【受賞理由】同氏は日本の宇宙用機械式冷凍機の研究開発を長きにわたり先導され、その冷凍機は「かぐや」、「あかつき」、「あかり」、「ひとみ」などに搭載され、数多くの世界最先端の科学的成果の創出に大きく貢献されました。この冷凍機は将来LiteBIRDにも搭載される予定であり、さらにSPICA、Athenaに向けて開発中の機械式冷凍機は、到達温度・効率・寿命において世界最高性能を達成しました。

● 木村 真一 氏 (東京理科大学)

【受賞件名】超小型カメラ技術による深宇宙ミッションへの貢献

【受賞理由】同氏はIKAROS搭載の超小型カメラ技術を發展させ「はやぶさ2」に搭載した分離カメラ及び寄付金による小型カメラCAM-Hの開発に貢献されました。特に小惑星「リュウグウ」へのタッチダウンの様子をCAM-Hが鮮明にとらえ、国民にわかりやすい映像を提供できたことは、科学的貢献のみならず国民の宇宙への関心を強く呼び起こし、この点においても大きく貢献されました。

「みお」つくし

第10回

世代も国境も越え水星へ挑むベピコロomboの物語

水星 / 「惑わない星」より



BepiColomboと付き合って20年

BepiColomboでESAと付き合いだしておおよそ20年になります。始めた当初は打上げが2010年で水星到着が2014年の予定でしたが、検討を始めてみると想像以上に問題が発生し、その度に重量の超過、それに伴うスケジュール遅延、コスト超過を繰り返すことになりました。冗談で「私の定年とミッションの終了のどちらが先か」と言っていたのが、私が山川宏助教授(当時。現JAXA理事長)からプロマネを引き継いだ2006年秋には、2013年打上げ、2019年到着となっており、「私の定年と軌道投入のどちらが先か」になり、最後の頃は「定年までに打ち上るか」となり、ESAのコストも当初想定のおよそ倍まで膨れ上がってしまいました。

理学委員会にBepiColomboを提案し、選定されたときに、亡くなられた小杉 健郎先生が「ESAと一緒にやるの。遅れるよ。」と仰られた言葉が何度となく身に沁みました。最終的には定年の1年半前の2018年10月に打ち上げられましたが、最初のスイングバイは定年後となってしまいました。コスト増に伴って何度かミッションキャンセルの危機があり、特に2008年にはESAとしてミッションをキャンセルするか継続するかを6月のSPC (Science Programme Committee:ESAの科学ミッションの最上位意思決定委員会)に諮るところまで行き、投票の結果はキャンセルに賛成が9票、反対は7票でした。キャンセルには3分の2以上の賛成を要するため辛うじて2票差でキャンセルは否決されましたが、打上げ後に何人かの方から「日本と組んでいなければあの時キャンセルされていた。本当に助かった」とお礼を言われるほどにぎりぎりだったようです。

BepiColomboに係っていて驚いた事は多々あるのですが特に印象に残っている事をいくつかを紹介します。

1. 国民性:日本人のイメージするイタリア人と北部イタリアの人とはかなり異なり、北部イタリアの人は勤勉。我々のイメージするドイツ人に近い気がします。なお、トリノやミラノの人に言わせるとローマは南イタリアで、ローマの人に言わせるとローマまでは北らしい。困みにドイツでも南北対立はあるらしいです。ただ、「じゃあババリアは?」と聞くと「ババリアはババリアで南でも北でも無い。」との事でした。

2. 文書など: ESAは文書体系がきちりと決まっています(最近のJAXAはESAの文書体系に似たものを目指している気がする)。ところが、実際に物作りをして行くと「ちゃんとしていたらそんな事起きないだろう」というような事が結構頻発します。我々がMMOの構造モデルをESA側に引渡し、ヨーロッパでの試験に供した時に現場の人から「君たちの文書は大変良く出来ている。現物と異なる点が殆ど無い。」とお褒めをいただいたのですが、これは喜ぶべきか悲しむべきか…。また、



2002年10月マトローダムにて。画面左から小川先生、笠羽先生、山川先生。皆髪が黒々。



2019年8月WPTラッチ解除運用直後。後列右端に小川先生、右から3人目に笠羽先生。小川先生の変化に年月を感じます。

構造モデルが日本側に戻って来た時に一緒に付けていたログブックが全く更新されておらず、問い合わせたら彼らが使っている別のログブックに記載をされていると…。など、文書が「アリバイ作り」と化しているところが散見されました。JAXAが同じ轍を踏まない事を切に祈ります。

3. 常識の違い: 特別な事はお互いに議論をするので実際に問題となる事は少ないのですが、お互いが「常識」だと思っている事が食い違っている事があり、「えっ」となる事が何度かありました。例えば、「FMまわりで作業をするのでも要求が無ければマスクはしない。」「射場作業で使い終わった・暫く使わないGSEはクリーンルームに残しておかず輸送用のコンテナにしまう。」等がありました。「常識」だと思っている事も忘れずに確認しておくのが大事です。

と、とりとめもなくいろいろ書いてきましたが、BepiColomboを通してESAだけでなく欧州のインダストリーとも大変良い関係を築く事が出来たと思っています。この絆が後続のミッションの役に立つことを祈っています。

BepiColombo計画 日本側プロジェクトマネージャ

早川 基 (はやかわはじめ)



宇宙科学研究所名誉教授 第4代所長
秋葉 鏝二郎 (あきばりょうじろう)

「おおすみ」打上げから 50年に寄せる思い

50年というのは途方もない時の流れです。覚えているつもりですが、記憶の闇の彼方に消え去ってしまいます。幸い過去の資料が保管されているので、それを頼りに昔を思い出しながら筆を執っています。

日本の宇宙開発を先導されたのは東京大学生産技術研究所の高木昇、糸川英夫、斎藤成文、玉木章夫、野村民也、森大吉郎の諸先生です。私は糸川先生のご指導の下大学院を終え、1960年生研の特別研究員の時、球形ロケットによる人工衛星計画を作成、それを糸川先生と共著で国際シンポジウム第2回ISRAに投稿しました。ISRAは今のISTSの前身です。それを知ったNASAの球形ロケット研究者Joseph G. Thibodaux氏が模型を携えて、そのシンポジウムに出席してくださいました。そこで西千葉の研究室にも来ていただき球形ロケットの情報交流ができました。また実験機材の製作でお世話になっていた町工場の熊取谷 博偉社長のご厚意で日光まで日帰りのドライブも楽しみました。その結果、偶然にもアポロ計画始動の年となった翌年渡米する機会を得て、NASAをはじめ活気に満ちた、よき時代の米国の宇宙開発への息吹を体感し、多大な刺激を受けることができました。そのとき、NASAのマーシャル宇宙センターで、Wernher von Braun博士と面会しましたが、博士が日本ではいつ頃人工衛星を打ち上げられるのかと質問され、いい加減に5年くらいかかると返答したら、そんなにかかると言われてしまいました。実際はそれよりもっと遅れてやっと1970年に「おおすみ」が誕生しました。

「おおすみ」の名づけ親は、玉木章夫先生です。また、それを打ち上げた機体L-4Sの実験主任は野村民也先生です。その悪戦苦闘の経緯は、今年、国立科学博物館で催された記念講演でお話ししましたのでここでは繰り返しません。これを突破口として宇宙探査の流れが形成され、惑星探査の時代を迎えています。蛇足ですが、前述国際会議の第1回ISRAにはErnst Stuhlinger博士が来日され、我が国の電気推進の研究が触発されました。そのような流れの下で「はやぶさ」の電気推進が惑星探査で威力が発揮できたのです。

「おおすみ」は2003年宇宙科学研究所がJAXAとして統合された年、大気圏に突入し消滅しました。私たちの年代は、それ



「おおすみ」10周年記念式典での野村先生。

とともに長年築き上げた宇宙科学研究所の伝統が失われたような感傷に襲われます。でも、前向きにこの変化を未来への再出発の機会として捉えたいと思います。20世紀の常識は見直さねばなりません。これからは技術が社会を変え、社会が環境を変える時代です。ほんの地球の表皮の中で蠢いている人間社会を3次元空間に開放するのはこれからの宇宙開発です。地球環境が大きく変動する今、我々は大変大きな使命を担っています。「おおすみ」は国家事業でした。そして今も宇宙探査のほとんどは、JAXAが国家予算で実施しています。しかし、これからの宇宙開発は誰もが参加できる体制へと変革が迫られています。国と地域との連携プレーの時代です。それにはそれに相応しい経済金融システムの再構築が必須です。轟音と閃光を残して飛び立つ衛星打上げロケットも20世紀の思い出になり、地表からは気付かれないほどの高空からの打上げがこれからの主流になると考えています。ロケットの多くは今という小型か中型かもしれません。輸送系は宅配便のような役割を担い、衛星や探査機は宇宙で組み立てられます。その拠点となるいくつかの宇宙ステーションも新たに必要となるかもしれません。環境試験の多くは本当の宇宙環境で実施されるでしょう。デブリへの対処は、情報通信、AIそして人知の限りを尽くしての取り組みとなります。国家間の対立や儲け話にうつつを抜かしている余裕はありません。人間社会の未来がかかっています。これが私の輸送系についての未来像です。すでに腹案は、学会などでお話ししてきましたが、これからも引き続き根柢を固めて歩みを進めていきたいと考えています。

「おおすみ」の時代を思い出すのには、野村民也先生の提唱で、当事者が残した記録「宇宙空間観測30年史」が大変役に立ちました。それから30年という今、きれいに纏めた歴史書を残すだけでなく、どうしても当事者が残した血が通い手垢のついた多数の記録を大切にしていきたいと願っています。

それにつけても、なんと多くの方たちの協力があってこのL-4S計画が実現できたのか改めて再認識する機会ともなりました。一人の着想だけでは大事業は実現できません。今の教育は競争社会で生き抜く能力の育成に偏っています。これからは多様性を認め協調して共通の目的に向け努力できる人材が求められています。研究や教育の場での重点化は無意味で有害です。自由な行動を促す場であってほしいものです。

編集後記

今月号の最前線の記事で紹介された「リュウゴイド」(Ryugoid)については私も作成メンバーの一人でした。時間に追われながら必死で作りましたが、あの時の訓練が「はやぶさ2」の成功に大きく貢献したと強く感じています。(田中 智)



ISASニュース No.467 2020年2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 生田 ちさと
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 TEL: 042-759-8008

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/>