


**強化型イプシロン
打上げ成功**

イプシロンロケット2号機は、2016年12月20日午後8時（日本時間）に、内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられ、搭載していたジオスペース探査衛星ERG（「あらせ」と命名）を無事、所定の軌道に投入した。

（P4、5参照）

● 所長年頭挨拶
2020年代は宇宙研の飛躍の10年

宇宙科学研究所 所長

常田 佐久（つねた さく）

昨年は、2月のX線天文衛星ASTRO-H（「ひとみ」）の打上げ成功から始まり、衛星の運用断念、その後の総点検、プロジェクト推進体制の見直しと宇宙研にとっては大きな節目の年となりました。そのような激動のなかであって、「はやぶさ2」は小惑星Ryuguに向けて順調に飛行を続け、金星探査機「あかつき」の観測運用も順調でした。「ひさき」、「ひので」、GEOTAILもそれぞれ観測成果を上げました。そして、年の瀬も押し迫ったなか、ジオスペース探査衛星「あらせ」（ERG）が、満を持してイプシロンロケット2号機で無事打ち上げられ、初期運用が順調に進んでいます。さらに、昨年は2020年代の宇宙科学を彩る新規ミッションの立上げが進展しました。

新年にあたり、「2020年代から2030年代初頭に向けて、我々はどのような戦略とミッションを持つのか？」について俯瞰し、また、「今後20年間の宇宙科学を見据えて、今からどのような準備を行っていくべきか？」について、皆さんとできるだけ具体的に考えてみたいと思います。

まず、2020年代から30年代にかけてのH-IIA/H3で打ち上げる中型ミッション（図1）、イプシロンロケットで打ち上げる小型ミッション（図2）、外国ミッションへの参入（図3）の状況を見ていきましょう（候補を含む）。

2020年代の戦略的中型ミッションは、X線天文衛星代替機に始まります。この代替機は、天体から届くX線のエネルギーをこれまでにない高精度で測定します。国際的な潮流においては、代替機の成果は、2020年代後半に欧州宇宙機関（ESA）の大型X線天文台Athenaに引き継がれます。Athenaの特徴は、代替機の高い分光性能に加え、高い空間分解能をもつことです。すなわち技術的にもサイエンスにおいてもAthenaが成立する鍵は代替機の成功にあるといえます。

Athena計画の遂行には日本の冷凍機技術が必須です。宇宙物理学研究系ではJAXA研究開発部門・フランス国立宇宙研究センター（CNES）と協力して、50mKまで冷却可能な長寿命冷凍機システムの開発を3年計画で進めています。この冷凍機システムは、次世代赤外線天文衛星SPICAやLiteBIRD（後述）でも必須です。2020年



図1 中型衛星シリーズ

代の JAXA の天体物理ミッションは、「極低温冷却技術」が共通のキーワードとなっています。冷凍機システムでは日本は一日の長があるかもしれませんが、それだけでは国際的なプレゼンスを保つことはできません。冷凍機に留まらないキー技術を育てる必要があります。

さて、これからの NASA と ESA のフラッグシップミッションのコストは、軒並み 1 千億円を超えています。最先端の宇宙科学を切り開く上でミッションの大型化・複雑化が進んでおり、日本の宇宙科学研究がこの事態に対応し成果を出していくためには、これまでの創意工夫による尖鋭化はもちろんのこと、それに加え、新たな戦略が必要です。①外国の大型ミッションに参入し貢献をしていくこと、②イプシロンで打ち上げる小型ミッションで短期に特徴あるミッションを実現していくこと、の2つが大事だと思っています。

2020 年代の後半の打上げを目指している SPICA は口径 2.5 m の冷却宇宙望遠鏡により、赤外線宇宙をこれまでより二桁 (!) 上回る感度で観測するという難度の高いミッションで、日欧が協力して開発する計画です。その開発や試験は容易ではありませんが、2030 年代に日本が外国の大型天文ミッションにメジャーパートナーとして参画していくには、通らねばならない道でもあります。昨年は ESA の支援により SPICA の技術的検討が急進展し、ESA M クラス公募への応募が行われました。公募提案書は、これまでの SPICA 検討の集大成となる良いもので、今夏の ESA 一次審査を通過できると信じています。

次に、太陽系科学の 2020 年代のミッションを見てみましょう。火星衛星サンプルリターンミッション (Martian Moons eXploration, MMX) が「はやぶさ 2」に続く主力ミッションです。MMX は、火星の衛星フォボス・ダイ

モスの探査、フォボスからのサンプル回収により、火星衛星の起源を解明し、さらに生命の発生に重要な水や有機物の太陽系内での輸送を明らかにすることを目的としています。NASA、ESA、CNES が参加する方向ですが、NASA は特に熱心で、その理由を、“The science goals of MMX are consistent with the strategic goals of NASA, … MMX will also provide answers to questions articulated in the United States National Research Council’s 2012 Decadal Survey.” としています (NASA グランスフェルド科学局長 (当時) からの 2016 年 5 月の書簡)。このように MMX 計画への国際的支持が高い理由は、3 点あると思っています。①火星「衛星」の探査ミッションが、その重要性にもかかわらず、欧米で計画されて

おらず、それへの参入は学術的に千載一遇のチャンスと見られていること、② JAXA が、リモートセンシング機器やランダーについて、科学目的に照らして世界最高の機器を求める姿勢を明確にしていること、③広い意味での「はやぶさ」の技術の延長で、JAXA が確実に本ミッションを実現すると考えられていること、です。

このように、日本の太陽系探査は、「サンプルリターン」がキーワードとなっています。実際、MMX の科学目的を達成するためには、サンプルリターンが必須です。宇宙研の工学研究者の培ってきたサンプルリターン技術が、外国の協力を呼び込む形になっています。サンプルリターンの学術的重要性は当面揺るぎなく、この技術をさらに発展させていく必要があります。

一方、火星以遠の惑星・小惑星等でサンプルリターンを行うことは当面現実的ではありません。特色ある観測装置を持ちその場分析を行うことが大事だと思います。欧米が圧倒的にリードしているこの分野で、日本は今後何をすべきでしょうか？ ここにも戦略が必要です。一



図2 小型衛星シリーズ



図3 外国宇宙機関の大型ミッションへの参入

例を挙げると、現在の惑星科学の主要テーマに貢献していくには、高分解能の質量分析装置が重要です。現在の世界標準では水素同位体の分析だけが可能です。しかし、木星以遠の小天体・衛星の主成分は氷なので、炭素・水素・酸素・窒素同位体の同時分析が、太陽系の起源と進化を探る鍵となります。また、どれだけ大きな有機分子が存在しているのかを決定するのも重要で、これらが可能な質量分析装置はまだ実現されていません。産業界と連携するなど日本の高い分析技術を活用した観測機器の戦略的開発があるのではないのでしょうか。また、残念ながら中止となったLUNAR-A計画で宇宙研が多大な開発努力を行ったペネトレーター技術は世界のどこにもないので、その完成と具体的なミッションの適用も今年の大きな検討課題です。

惑星探査は今後も輝かしい将来性が見込まれます。JAXAの探査機は、宇宙研の工学研究者のたゆまぬ努力により、金星・月・火星・地球近傍小惑星など、地球近傍の天体にアクセスできるようになっています。MMX計画やソーラー電力セイル計画に見られるように探査領域の拡大を目指しつつ、それ以遠のターゲットでは、水星探査計画 Bepi-Colombo や木星氷衛星探査計画 JUICE のように外国の大型ミッションへの協力によりアクセスしていくことも有効な手立てです。どこまでを JAXA で行い、どこを国際協力で委ねるか、ここにも長期ビジョンが必要です。

近い将来の具体的なミッション計画の策定に話を戻すと、現在の我々の課題のひとつは、X線天文衛星代替機と SPICA に挟まれた 2020 年代中盤から後半に打ち上げる戦略的中型 2 号機がまだ空欄なことです。宇宙背景マイクロ波の持つ微小な偏光を全天精密観測することでインフレーションモデルの検証を行う LiteBIRD 計画、電気推進により木星トロヤ群小惑星に到達・その場観測を行うソーラー電力セイル計画が候補となっています。両ミッションは、期間約 2 年のフェーズ A1 と呼ばれる課題解決のためのフロントローディングに入っています。両ミッションへの国際的期待も高く、検討が進

展し実現に近づくことを期待しています。また、イプシロンで打ち上げる小型衛星では「ひさき」、「あらせ」に続き、小型月着陸実証機 SLIM の開発が本格化しています。SLIM の「次」は何なのか？ 地球への有機物の主要供給源である惑星間ダストの輸送経路の解明や工学技術の実証を目的とする DESTINY+、月の地震を検知して月の内部の構造を知るペネトレーターミッション APPROACH、精密位置天文学による銀河系中心部の力学構造の解明に挑む小型 JASMINE 計画などの検討が継続されており、さらなる検討の充実を経て、その具体化を強く期待したいところです。

ここで紹介したミッションが実現できれば、2020 年代が宇宙研の飛躍の 10 年となるのがイメージできると思います。そのためには、宇宙科学コミュニティと一体となつてのビジョンの共有と具体的戦略の作成を進めることが重要です。今年は特に、2020 年代初頭から中盤にかけて打ち上げられるミッションの立上げと 2020 年代後半から 2030 年代初頭にかけて宇宙科学の新たな展開に必要な仕込みを並行して行う大事な年となります。

さて、ASTRO-H の喪失は痛恨事でした。現在、X線天文衛星代替機が実現の方向に向かっていますが、政府および NASA をはじめとする国際機関の代替機への支援、ひいては上で述べたような今後の宇宙科学ミッションへの支援は、宇宙研が、ASTRO-H 喪失の原因究明、あるいはその背景となった事象についての深い自省と宇宙科学推進の原点の確認を踏まえて、宇宙機の開発・運用についての改善を真摯に行う、という条件のもとで得られることを肝に銘じる必要があります。

昨年、JAXA が政府に提出した調査報告書の改革案に基づき、所内プロジェクトマネージャ経験者等が中心となってアクションプランが作成されました。今回の改革案は、衛星が大型化・複雑化するなかで、今までの成功例の延長では対応できない状況を制度的な補強で維持しようという試みと捉えていただきたいと思います。また、メーカーとの関係についても、従来は宇宙研とメーカーと一体となって衛星を作ってきましたが、責任や分担のあいまいさが今回の事態をもたらした面は否めません。プロジェクト初期は研究者が中心となってメーカーと一緒に構想を練り、設計が固まればものづくりはメーカーが中心となっていく。今回の改革の骨子は、今まではっきり定義されていなかったこのような分担をきちんとしようということで、メーカーにとっても力量を高める機会となることを期待しています。

今回の事故を真摯に受け止め、それを次のステップに生かし、結果的に日本の宇宙科学が強くなり、国際的にもより信頼されるようになるべきです。宇宙科学が今後も一層の発展を続けていくには、この道しかないと思っております。「あらせ」の成功がその口火を切ることを期待して、新年の所感を終わりたいと思います。

強化型イプシロン打上げ成功



USCからはるかに望む太平洋に心が和む。(撮影：加藤洋一)

3年がかりで手塩にかけて育てた強化型イプシロンは、イプシロンロケット2号機として12月20日に予定どおりに内之浦宇宙空間観測所から発進、ERG（「あらせ」）を所定の軌道に投入することに成功しました。この打上げはイプシロンがさらに発展していくための大事な一歩です。既に進行中の強化型オプション形態や革新プログラム対応の開発、さらにはSLIM向けキックステージやH3ロケットとのシナジー開発など、目白押しのイプシロン発展計画に大きな弾みがついたと言えるでしょう。固体ロケットの遺伝子はチャレンジ精神です。伝統をふまえながら常に技術の革新に挑戦し続ける。これこそが未来を拓くたった一つの鍵です。試験機の華々しい成功に甘んずることなく、勝って兜の緒を締めた強化型イプシロンは見事だったと言えるでしょう。

イプシロン開発のコンセプトは、高性能でコンパクトなロケットを作って宇宙への敷居を下げることにあります。試験機では世界一コンパクトな打上げ方式や世界最高レベルの乗り心地（振動・音響）と軌道投入精度を実現しました。一方、強化型イプシロンでは第2段ロケットを一新するなどしてロケット本体の大幅なパワーアップを図り、今後想定される本格的な小型衛星の打上げに対応できるようになりました。とは言っても、ロケットの魅力は性能とコストだけではありません。衛星にとっての使い易さや乗り心地などの付加価値をどんどん高め、トータル設計で世界と勝負していきたいと考えています。イプシロンロケット3号機に向けて低衝撃タイプの衛星分離機構の開発を進めていますが、これが完成すると、イプシロンの乗り心地は振動・音響・衝撃の3拍子すべてが世界最高レベルに揃うこととなります。こんな魅力的な強化型イプシロンを使って、内之浦から小型衛星をばんばん打っていきたいと思っています。

物理的には、大型でも軽量のロケットを作るために、設計・製造技術の粋を集めてモーターケース（本体構造）を極限まで薄くするというチャレンジを試みました。燃

焼試験のときに温度が少し上がり過ぎるとい苦勞がありました。みなで頑張つてよく乗り越えたと思います。一方、最新の部品を使って電子機器の小型軽量化を図るというチャレンジもありました。点火系という一番信頼性を要求される部分で行いましたので検証試験等で大いに苦勞しましたが、これも見事に形にしてくれました。それから、B1PL（第1段ロケットの計器部兼接手）を金属製の複雑な組み立て構造からCFRPの一体成型にしたことは、ロケット構造の抜本的改革という、明日につながる大きな一歩と言えるでしょう。

私のイプシロン開発の原動力は、学生時代に初めて参加した打上げ実験（ハレー彗星探査ミッション）での大きな感動です。

あの感動が私をここまで連れてきた。今回の打上げはそれを上回る美しさであり、涙が滲むほどでした。私のロケット人生の集大成とも言うべき強化型イプシロンの初飛行によって情熱の原点に回帰できたとは思えない巡り合わせですね。今回も学生さんがたくさん参加してくれました。この感激を目蓋に描き、自分たちの夢を実現してください。

内之浦・肝付の人々との交流も心温まるものがありました。恒例の千羽鶴の一つひとつは胸にしみるものがありましたし、あのダブルアロー（肝付町名物の流鏑馬の矢と未来に向かって飛翔するイプシロンをモチーフにした二重の矢のデザイン）は町のみなさんの企画です。私が定宿としている出水田荘のおばさんの体調が思わしくなかったのですが、互いに支え合って最後まで二人三脚で頑張りました。イプシロンは宇宙への敷居を下げるだけではなく、多くの人に支えられ、見守られ、応援される「みんなのロケット」なのだと思います。地元のみなさんや疲労困憊の隊員のみなさんの喜ぶ顔が早く見たい。ぜひともきれいな打上げで決めたい。絶対決めるぞ、イプシロン。そう思って臨んだ打上げだったので、成功を確信した瞬間に思わず涙が滲んだのかもしれない。

今回の打上げにあたって、唯一気がかりだったのは天候でした。前日の天気予報は最悪。私たちは、みんなで念力をかけて雨雲をぶっ飛ばそうと語り合っていました。当日は朝から雨でしたが、発射の瞬間はまさかの星空。そうして、遥かに高く、遥かに遠く飛んだイプシロンはオリオン座の一つとなりました。人智を尽くしたロケット開発には人智を越える何かがあった。これが120パーセントの自信と言うことかもしれません。

ロケット開発の素晴らしいところは継続性にあります。すぐに新たな開発が始まる。だとすると、今回の一番の成果はJAXAもメーカーさんも新しいチーム作りに成功したことでしょう。試験機ときはM-V開発を引っ張ってきた超ベテランがまだぎりぎり残っていましたが、強

化型はタスキを受けた中堅と若手が中心になってやってきました。彼らが教わったことを自分たちなりの形にして開発を進めてきたわけです。だから、この成功は大きい。黄金時代の始まりです。さて、イプシロン2号機の成功には感動のエピローグがあります。打上げの翌日、私は糸川先生の銅像のすぐ上でぼんやりと海を眺めていました。そこが私の一番のお気に入りの場所なのです。ふと

気が付くと、メーカーさんのエンジニアがそばに立っていて、私にこう言ったんです。「未来を拓こうという森田先生の言葉に後押しされて新たな挑戦（上記のB1PLのCFRP一体構造化）をやり遂げた。会社の中では慎重な考えの人も多かったが、負けないで頑張った」。

技術を人で伝えるイプシロン。でも、あんまり俺を泣かせるな。
(森田 泰弘)

ERG星になる



荒瀬川・轟の滝にてポーズをとるプロジェクトサイエンティストの三好先生と筆者(左)。

雲の低く垂れ込めた小雨の朝でした。天気予報で予想されていたことではありましたが、残念な気持ちになります。贅沢な願いかもしれませんが、冬の澄んだ夜空の中に旅立ってほしかったからです。打上げ当日朝の天候判断会議で報告された天気予報も、打上げ時刻前後の天気は曇りまたは弱い雨。それでも打上げが延期されるような条件ではなさそうなので、打上げ準備作業が開始されることとなります。小さな「がっかり」を抱えつつも、気持ちを切り替えてイプシロン管制センターの衛星管制室へ向かいます。

朝8時前に管制室に集まったプロジェクトチームのメンバーには適度な緊張感と自信が感じられ、とてもよい雰囲気です。ERG チームははとすると「緊張感がない」ように見えるようですが、ここまで幾多の困難を乗り越えてきたことからくる逞しさの表れなのです。「うまくいかないはずはない」という想いを各々の胸に秘めながら、朝8時から打上げ当日のシーケンスをスタートします。イプシロンロケット2号機と共同で実施したY0シーケンス点検、Y0リハーサルと重ねたお陰で本番の作業は順調に進みます。作業進行を見守りながら気象衛星「ひまわり」のリアルタイム画像を横目でのぞくと、内之浦の西側に広い晴天領域が広がっている様子が見えます。未練がましく「この晴天領域が打上げ時間に内之浦上空に到達しますように」と願います。

午後に入ってイプシロン支援センターの控え室での休憩時にふと窓の外を見ると、なんと晴れ間がのぞいて日

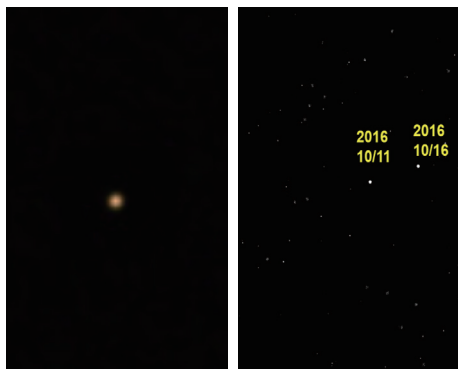
射しが雲間からのぞいているではありませんか。願いが届いたのか、夕方に入ってロケットのランチャ出しが行われるころにはすっかり晴れ間が広がります。カウントダウンの合図とともに日本時間20:00:00にイプシロンロケット2号機に連れられて、ERGは宙へと飛び立ちます。モニターに映し出されるオレンジ色の光はどんどん小さくなりますが、いつまでもいつまでも見ることができます。衛星分離時刻は打上げ13分27秒後ですから、まるでこのまま衛星分離まで見え続けるのではないかと思います。ERGの日本語愛称は「あらせ」と名付けられました。ヴァン・アレン帯という宇宙の「荒瀬」に漕ぎ出すことと、肝付町

に流れる「荒瀬川」にちなんだものです。奇跡のように快晴になったことは、荒瀬に漕ぎ出すERGの輝かしい探査の行く末を祝福してくれているのではないかと、感謝の気持ちで一杯になります。

打上げを外で直接目撃してきた方々は、「美しい打上げだった」と声をそろえます。オレンジ色の灯が満天の星の中に吸い込まれて、まさに「ERGが星になった」ように思われたそうです。翌日お会いした内之浦の地元の方々からも「ロケットの打上げを50年ぐらい見ているが、こんなに綺麗な打上げは見たことがなかった」などとおっしゃっていただき、誇らしく、幸せな気持ちになります。ERGは本当に運がいい！

打上げから約37分後にサンティアゴ局で衛星からの電波が受信されます。しばらくして、太陽電池パドルが展開したこと、続いて太陽捕捉を完了して姿勢が安定していることが確認されました。大きな一山を超えたことに少しか安堵しつつ、衛星運用の主力である相模原部隊に合流するために帰り支度を急ぐ人、翌日からの撤収作業に備えてお宿に戻る人、衛星状態を翌朝の国内可視まで見守り続ける人、それぞれの時間を過ごしながら、長かった内之浦での打上げの日は終わりました。一方、その頃、相模原では衛星運用の主力部隊がサンティアゴ局第一可視から始まる「待たなし」の24時間運用を始めていました。しかし、相模原でのクリティカル・フェーズ衛星運用の奮闘の様子についてはまた別の話なのです。
(篠原 育)

「はやぶさ2」準備と蓄積の2016年



左図：搭載カメラONC-Tで撮影した火星の疑似カラー画像(2016/6/7 4,100万km)
 右図：搭載スタートラックで撮影した火星の連続撮像画像(2016/10/11、16)

2015年12月3日に極めて高い精度で(2016年1月号に掲載)地球スイングバイを成功させた後、2回にわたって長期のイオンエンジン

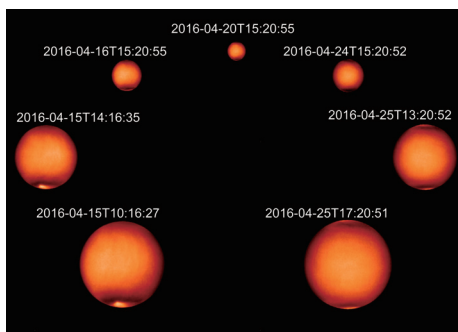
本格運転を実施しました。これまでの累積運転時間は約2,300時間。打上げ前に、イオンエンジンの性能と、軌道設計、探査機の電力管理を精密にチューニングしてきた甲斐があって、これまでのところほぼ全域をフルロットルで航行できています。到着までのあと2年間で、イオンエンジンをさらに4,800時間稼働させ、2018年5月頃には小惑星を搭載カメラで捉えて、光学航法により、到着のための最終アプローチに入る予定です。

2016年の「はやぶさ2」は、イオンエンジン休止の間も軌道上技術試験で大忙しでした。5～6月には探査

機が火星に最接近する機会を利用した火星観測を実施し、小惑星到着後すぐに本格観測体制に移るため、搭載機器の較正を行いました。7月にはESA アルゼンチンにある深宇宙局でKa帯ダウンリンクを受信する通信適合性試験を行いました。これで「はやぶさ2」が小惑星フェーズで使用する全通信路の準備ができたこととなります。6月と11月には、NASA 深宇宙局と臼田局を使用したアップリンクトランスファー試験を行いました。これは、場所の異なる2つの局からコマンドアップリンク電波を中断なく送し続けられる技術で、日本のミッションとしては初めて実現しました。さらに10月には、搭載スタートラックで火星を撮影し、小惑星到着時の光学航法を模擬した技術試験を行いました。

このように私たちは、貴重な深宇宙航行の機会を、「はやぶさ2」に限らない探査運用技術の向上に積極的に活かすよう心掛けてミッションを進めています。その一方、プロジェクトチームは、“行ってみるまでわからない”小惑星 Ryugu に到着してすぐ、貴重な滞在時間を無駄にすることなく本格運用に取り掛かれるよう、膨大なケーススタディをエンジニアリングとサイエンスの協働で実施してきました。2017年は、それらの検討を踏まえた「訓練」の年と位置付け、実戦に臨む準備を十分整える計画です。(津田 雄一)

「あかつき」近況



LIRにより1周回の中で連続的に取得された金星画像。明るい領域ほど暖かいことを示す。「あかつき」から見える金星の大きさは楕円軌道の周回位置によって大きく変化する。南極や北極の局所的に暖かい領域と、それを取り巻く冷たい領域が日々変化していく様子が捉えられている。

「あかつき」は、一昨年12月7日に金星の周回軌道投入に成功し、それから約1年がたちました。探査機は、現在、全

ての観測機器が予定された観測モードに入っており、日々素晴らしい金星大気データを地球に送ってきています。これらのデータに我々一同わくわくしていますが、一方で、それを支える探査機の日々の運用は、実はとても大変です。この点を少し説明しましょう。

探査機は、金星を観測するときはカメラの装着面(−X軸)を金星に向け、地球にデータを降ろすときは高利得アンテナの装着面(+Z軸)を地球に向けます。これを日々繰り返すわけですが、当初の計画では、探査機は金星のほぼ赤道面内に投入され、遠金点も8万kmと近い予定でした。この場合は、軌道面に垂直にセットされたY

軸の周りにリアクションホイールを使って探査機を回転させるだけで、この2つの状況をつくれるはずでした。ところが、当初予定していた軌道制御エンジンが使用できず、非力な姿勢制御エンジンを使って投入することになったため、一昨年の軌道投入では探査機の遠金点が40万km程度と当初計画より遠くなりました。このため、長時間の日陰が発生するケースがあることから、それを避けるために軌道面を赤道面からずらしてあります。こうなると探査機の−X軸を金星に向けて金星を観測し、Y軸周りに回転させると…残念なことに、そのとき高利得アンテナは正確には地球を向きません。このため、探査機のY軸の方向を頻繁に変えて、その時々姿勢において、カメラの画角内のどこかに金星を捉え、さらに地球と通信するときには高利得アンテナのビームの範囲内に地球を捉える(必ずしもビームの真ん中でなくてもよい)という運用を行う必要があります。探査機の燃料は残りわずかとなっているので、基本的にリアクションホイールだけでこれを行うわけですが、このための姿勢制御の計画を立て、それを検証し、探査機にこれを実装しなければなりません。

このようにチームのメンバーは、華やかなデータ取得の陰で日々奮闘しています。探査機の力の尽きるまで頑張る所存です。どうか、これからも皆様の温かいご支援をお願いします。(中村 正人)

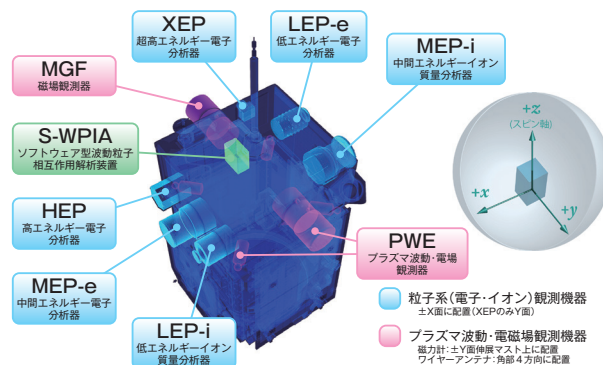
第2回 九つの頭(九頭龍)で目標に挑む!

● ミッションマネージャ 高島 健

ERG衛星の打上げは、相模原の運用管制室で迎えました。カウントダウンが進み、打上げに向け熱気があふれる中、私はERG衛星がこれまで開発に携わった方々の思いに応えてくれることを確信し、静かな心でその瞬間を待つことができました。強化型イプシロンで放射線帯という厳しい環境へ向かうERG衛星は、大航海時代にまだ見ぬ大陸を目指した偉人たちのチャレンジ精神を間違えなく引き継いでいると思っています。打上げ後、第一可視を待ち受けたサンティアゴ局にERG衛星から電波が届き、想定通りの動作結果を確認。生みの親たちの心配をよそに、しっかりとした子でした! 軌道上で産声をあげたERG衛星は、「あらせ」と命名されました。

「あらせ」には8つの観測機器(ハード)と1つの観測装置(ソフト)が搭載されています。「観測したい現象がどのような過程で起こっているのか?」を詳細に理解するためには、広い計測範囲を持った観測機器群がどうしても必要でした。小型衛星に8つの観測機器を搭載するには、互いの視野干渉も避けられません。機器開発担当者同士により、サイエンス達成のために「どこを優先してどこを諦めるか」を深く議論した結果が搭載位置に反映されました。単なる紙上の機械的なインターフェース議論ではなく、“face to face”の真摯な議論がミッション観測チームとしての意識を高め、一丸となってここまでたどりついたのでと思います。そしてもう一つの装置がコーラスと電子の相互作用を世界で初めて直接観測することを目指すソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置(S-WPIA)です。検出される一つ一つの電子と波動の関係を調べていく計算装置です。九つの頭(観測機器・装置)を持ち、放射線の謎に挑む姿を九頭龍になぞらえて、開発中のクリーンルームには九頭龍社社の御札が置かれていました(というか私が勝手になぞらえて置いていたのですが)。

「あらせ」には目標達成のために新しい技術が導入されています。ミッション部の大きな特徴の一つが、大量のデータをオンボードで効率よく扱うために新規開発・実装された「ミッションデータレコーダ(MDR)」です。大量に発生するデータをそのまま地上に下ろすことは通信レートの制限から不可能なため、S-WPIAに必要な観測データのみを選択的に取り出し、効率よく処理する必要があったためです。その実現には二つの技術開発が必要でした。一つ目は大容量の記録領域です。20~30ギガバイトの容量が観測からは必要でしたが、小型衛星バス部には2ギガバイト程度の記録領域しかなかったのです。そこでUSBメモリや音楽レコーダに使用されているフラッシュメモリを用い、放射線耐性のあるデバイスを



ERG衛星の観測機器・装置の搭載場所

使用することで、32ギガバイトの記録容量を持ちA5サイズで5cm程度の厚さにおさまるものができあがりました。さすがに、ポケットには入りませんが、従来品に比べれば記録容量は16倍でサイズは1/5以下ぐらいになっています。二つ目は時刻検索機能です。現象は発生している時刻(UTC)で観測者には認識されます。これまでの記録装置とは異なり、MDRでは地上から必要な観測データの時刻を指定すると、その時刻にデータが記録されていればそのデータを自動的に抽出し、なければデータ無しという返事(テレメトリ)を返してくれる機能を組み込みました。この機能により、必要なデータを素早く効率的に取得できるようになったのです。その他にも、担当者や担当メーカーの絶え間ない努力と不屈の精神が“びりりと辛い”「あらせ」を作りあげてきました。この後のリレートークで紹介していきますので楽しみに!

「あらせ」の成果を広く世界に示していくことが、開発に携わっていただいた多くの方へのお礼になると思っております。引き続き応援・支援をよろしく願います。

最後になりますが、「あらせ」の開発途中、私自身が成果を報告できないままお見送りすることとなってしまった先生方がいらっしゃいました。ERGプロジェクトの提案者であり、メンバーの心の支えでもある東北大学・小野高幸先生、名古屋大学時代に公私ともにお世話になった名古屋大学・山下廣順先生、そして研究の厳しさ・苦しさ・結果を掴んだときの喜びを教わった早稲田大学・道家忠義先生。師たちとの出会いがなければ、荒瀬を乗り切ることではできなかったと思います。師匠! 成果と酒をぶら下げて墓前でゆっくりと語れる日までもう少しお待ちください。

(高島から中村揚介さんへ)

海外からいきなりERGプロジェクトへと合流することになってしまいましたが、科学衛星プロジェクトでの良い驚きや悪い驚きがきつとあったと思います。そのあたりを率直に教えてください。また、ERG開発を通じて今後のプロジェクトに伝えたいこともあればぜひ!

《次号に続く》

スウェーデン・エスレンジ実験場50周年記念式典

学際科学研究系 教授

吉田 哲也 (よしだ てつや)

2016年5月、スウェーデンの宇宙機関であるスウェーデン宇宙公社(SSC)からSSCエスレンジ実験場50周年記念式典への招待が届きました。エスレンジ実験場はスウェーデン最北の「市」であるキルナから車で30分程度の北極圏内に位置し、EU諸国の科学者による観測ロケット実験および大気球実験の拠点となっています。実験場に隣接して南北100km、東西100kmの菱形の立入制限区域が設定され、また上空に航空路がないこともあって、陸上回収が可能な観測ロケットや大気球の打上げが行われてきました。日本の科学者もエスレンジから観測ロケットを用いた微小重力実験や北極圏周回飛行気球による天文実験などを実施し、JAXA航空技術部門は衝撃波発生を軽減する超音速機体設計の実証実験D-SENDを実施してきました。また、人工衛星の地上追跡局としても有名で、ISASの「あけぼの」の追尾受信でも長い間お世話になってきました。

エスレンジ実験場は当時の欧州宇宙研究機構によって1966年から運用が始まり、今年50周年を迎えました。記念式典では観測ロケットや大気球に関するラウンドテーブルセッションが企画されるとのこと、欧米だけで議論が行われて日本のプレゼンスが皆無なものか、ISAS稲谷芳文副所長にパネルディスカッションに参加していただくよう画策したうえで、10月22日の式典に出かけました。

エスレンジ実験場のツアーのあと、キルナ市庁舎で催された式典にはスウェーデン政府ヘルマルク・クヌーツソン高等教育・研究担当大臣、ヴェルナー・ESA長官、エーレンフロイントDLR長官ほか200名余が参加して、エスレンジ実験場が貢献する小型飛翔体と地上ネットワークを念頭に「宇宙利用」、「観測ロケットと気球」、「超小型衛星打上げ」の3テーマで基調講演とパネルディスカッションが行われました。稲谷副所長には「観測ロケットと気球」のパネルディスカッションで日本のアクティビティをご紹介いただいたのですが、なにより印象的だったのは、そのパネルの他の登壇者であったCNES本部、NASA本部、スウェーデン政府の方が、観測ロケットや大気球の活動をそれぞれの宇宙活動のプログラムとして語り、多くの参加者が欧州全体の宇宙プログラムの一部

として熱心に議論に参加していたことです。日本では、政府やJAXAのハイレベルの方が観測ロケットや大気球といった小型

飛翔体の活動や将来について人材育成という観点で触れることはあっても、一国の宇宙活動の一部として具体的なプログラムを語ることはまずありません。欧米の宇宙機関の「懐の深さ」の一端をしみじみとうらやましく感じた瞬間でした。

こうした欧米の「懐の深さ」は政府や宇宙機関のハイレベルに限った話ではありません。日本で私たちが大気球実験キャンペーンを実施している時期に、しばしば大気球に関する国際シンポジウムが開かれます。私たちは実験運営に集中しなければならず、そもそもシンポジウムに出かけること自体がたいへん難しいのですが、どういうわけか同時期に気球実験を実施しているはずの海外の関係者はちゃんとシンポジウムに集ってきます。実は海外の宇宙機関では、気球実験の戦略やプログラムを司る面々と、実際に気球実験を実施するメンバーの役割分担が整然となされるだけの人的リソースを有しており、実験実施時期であっても気球実験の戦略や将来像を議論することが可能なだけの奥行きを現場も備えているというわけです。日本のように小さなグループで戦略作りとその実現の両方に携わり、ハイレベルから現場までのすべてを相手に大気球実験のプログラム全体を転がしていくというのも醍醐味なのですが、世界と協調しながら独自性を維持していくためには日本の小型飛翔体ももう少し懐を深くする必要がありますのではないかと思います。

式典は、市庁舎ロビーでのディナーで来たる50年に向けての活力を得て閉会となりました。ここでお詫びがあります。大気球の実験記録を見ると、日本の大気球実験の初号機が茨城県大洋村から1966年に放球されており、実は日本の大気球も昨年50周年を迎えていたのです。日本でも50周年をお祝いすべきだったのですが、日々の仕事に追われてそのことに気が付かないままとなってしまいました。2066年の100周年では、エスレンジ実験場とともに盛大にお祝いできるように、51年目以降も大気球実験の成果を積み重ねていきたいと考えています。



ラウンドテーブルセッションの様子
写真提供：Kevin Mortensen / SSC



ISASニュース No.430 2017年1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

〒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

昨年の11月から12月にかけて鹿児島から3基の衛星が打ち上げられました。1月にも控えています。今回の原稿からも、ロケット・衛星関係者がそれぞれの開発にかける熱意を強く感じました。(八木下剛)

*本誌は再生紙(古70%)、
植物油インキを使用しています。



古紙/ハルバ配合率70%再生紙を使用

