

ESAにおける BepiColombo機体公開

2017年7月6日にオランダのESA試験センター（ESTEC）で行われたBepiColombo機体公開時の様子。JAXAが担当する水星磁気圏探査機（MMO、上段）、ESAが担当する水星表面探査機（MPO、中段）および電気推進モジュール（MTM、下段）が結合され打上げ時に近い構成となっている。MMOを太陽光から守るサンシールド（MOSIF、右下）は公開のため取り外してある（P.4参照）。

宇宙科学最前線

変革する太陽電池と 新しい宇宙科学ミッション

宇宙機応用工学研究系 助教

豊田 裕之（とよた ひろゆき）

長期運用というパラダイムシフト

何かひとつ、人工衛星や探査機の姿を思い浮かべてみてください。お気に入りのものでも、空想でも結構です。きっと多くの方は、太陽電池パネル（Solar Array Panel, SAP）を翼のように広げた姿を思い浮かべたのではないのでしょうか。今やほとんどの衛星に欠かせない存在となった太陽電池ですが、最初から使われていたわけではありません。人類初の人工衛星スプートニク1号（1957年、旧ソ連）や、我が国初の人工衛星「おおすみ」（1970年）の写真を見ますと、球体あるいは円錐台の本体からはアンテナが伸びるのみで、翼状のSAPはもちろん、本体を覆う太陽電池も見当たりません。実は、初期の人工衛星は一次電池で動いており、それが尽きるまでの数日～数十日しか生きることができませんでした。

スプートニク1号の翌年、1958年にアメリカ海軍研究所が打ち上げたヴァンガード1号に、初めて太陽電池の姿を見ることができます。球形の本体に、ベル研究所が開発した1辺5cmのシリコン太陽電池6枚を搭載し、約1Wの電力を発電したようです。効率にして約10%。わずかな電力でしたが、活動期間を一気に約2200日ま

で延ばし、人工衛星に長期運用というパラダイムシフトをもたらしました。その前年に打上げに失敗したヴァンガードTV-3は、回収されてスミソニアン博物館に展示されていますので、お立ち寄りの際はぜひご覧になってはいかがでしょうか。

分担し協力するというパラダイムシフト

その後50年近くシリコン太陽電池の時代が続いた後、2000年代に入ると宇宙用太陽電池の主流は多接合型へと移行します。太陽電池は光を電気に変える光電変換素子ですが、受けた光のすべてを電気エネルギーに変換できるわけではありません。最後の世代の宇宙用シリコン太陽電池の効率は約17%。むしろ大部分は変換できずに捨てています。半導体である太陽電池材料は、バンドギャップという材料ごとに決まったエネルギーよりも高エネルギーの光、波長で言えば短波長の光しか吸収できないためです。図1左に示すのは、地球大気の外の太陽光スペクトル（Air Mass 0, AM0）と、シリコン太陽電池が吸収する波長範囲のイメージです。では、より長い波長まで太陽光を余すところなく吸収する材料を使

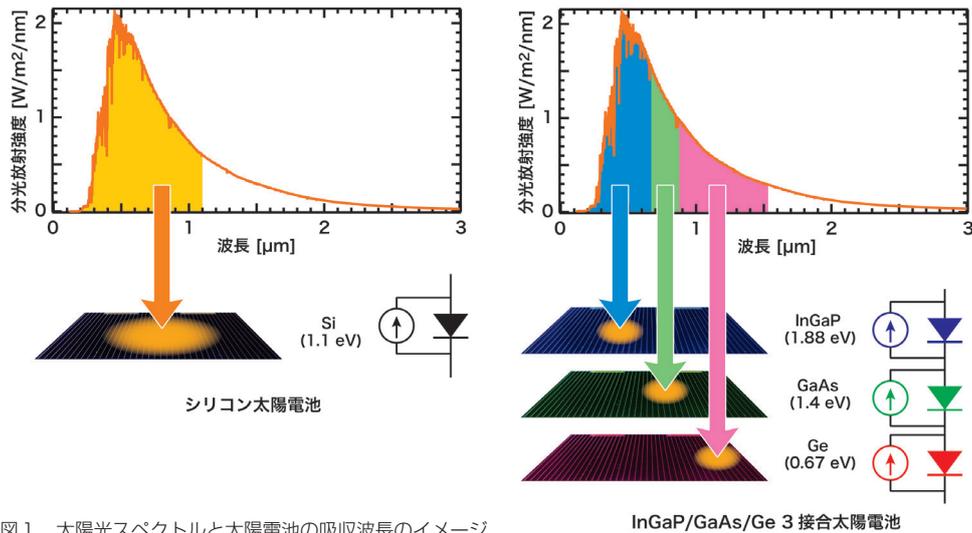


図1 太陽光スペクトルと太陽電池の吸収波長のイメージ

えばよいかというと、話はそう簡単ではありません。そうすると発生電流は確かに増えますが、長波長の光を吸収する材料はバンドギャップが小さいため、発生電圧は下がってしまいます。つまり太陽電池の発生電流と電圧は両立できない関係で、電気エネルギーは電流×電圧ですから、どこかに発電エネルギーを最大にする電流・電圧の組み合わせがあることが予想できます。実は、約6,000度の黒体放射である太陽光エネルギーを一種類の半導体で電気エネルギーに変換する場合、その最大効率は30.1%（AM0の場合）であることがショックレー・クワイサー限界として示されています。回り道の説明になりましたが、この限界を打ち破る手法の一つが、複数の半導体材料を組み合わせる多接合太陽電池です。

多接合太陽電池には様々な種類がありますが、衛星や探査機に広く採用されているのは、InGaP、GaAs、Geの3種類の太陽電池を、わずか150μm程度の厚さに積層した3接合太陽電池です。我が国では、小惑星探査機「はやぶさ」が変換効率26.0%の3接合太陽電池を初めて搭載しました。昨年12月に打ち上げられた磁気圏探

査衛星「あらせ」の3接合太陽電池は、効率29.5%にまで性能向上しています。

InGaP/GaAs/Ge 3接合太陽電池セルが吸収する波長のイメージを示したのが図1右です。シリコン太陽電池に比べると、吸収できる波長範囲の広いことがわかります。また、3種類の太陽電池は電気的に直列接続されていますので、出力電圧は各太陽電池の合計になり、シリコン太陽電池の4倍以上の2.7V程度になります。

このように、複数の半導体材料が光を分担して吸収し協力することで、変換効率はシリコン太陽電池の1.5倍以上にまで、一気に高められました。

薄くて軽くて柔らかいというパラダイムシフト

近年、日本のシャープ株式会社の世界に先駆けて実用化した逆積み格子不整合型3接合（Inverted Metamorphic 3-Junction, IMM3J）太陽電池が、宇宙科学ミッションにパラダイムシフトを起こしつつあります。

3接合太陽電池セルは、有機金属気相成長法という方法で、半導体基板の上に原子層を積み重ねて製造されますが、この時に半導体結晶の欠陥の発生を抑制するため、結晶格子の間隔が等しい材料を選択します。そのため電気的に最適化された組み合わせではなく、InGaPおよびGaAs層に比べてGe層の発生電流が過剰であることが課題でした。というのも、3種類の太陽電池は直列接続されていますから、全体の出力電流は3つのうち最小の発生電流に制限され、Ge層の過剰な発生電流はエネルギーとして取り出すことができないためです。このイメージを図2に示します。そこでGe層をInGaAs層に変更して、発生電流をInGaPおよびGaAs層に揃えたとともに、発生電圧を高めたのが、IMM3J太陽電池です。変換効率は、量産レベルで約33%、小面積のトップデータでは37.9%に達しています。しかも、図3に示すように20μm程度の薄膜部分のみを剥がして利用しますので、写真からわかるとおり非常に柔軟です。この、柔軟性を高効率と両立したところが、非常に重要です。従来型の3接合太陽電池は硬くて脆いため、頑丈なパネルに貼り付けて使う必要があります。そのため、太陽電池自体は薄くても、パネルは1cm～1インチと厚くならざるを得ませんでした。一方で、IMM3J太陽電池やそれを並べ

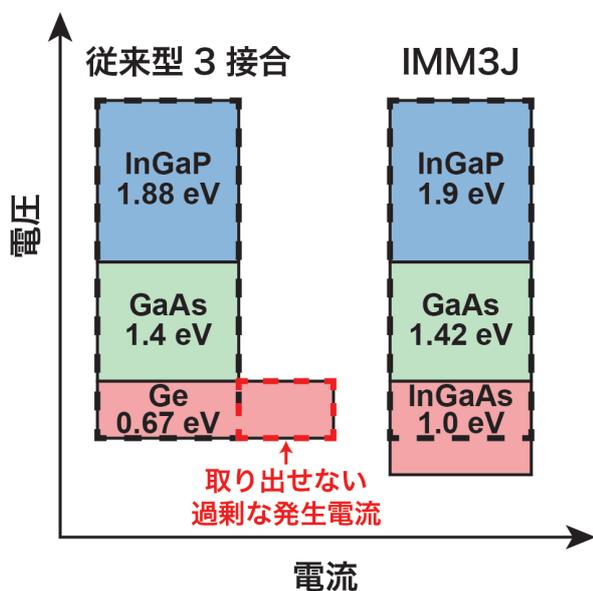


図2 従来型3接合とIMM3J太陽電池の電気出力イメージ

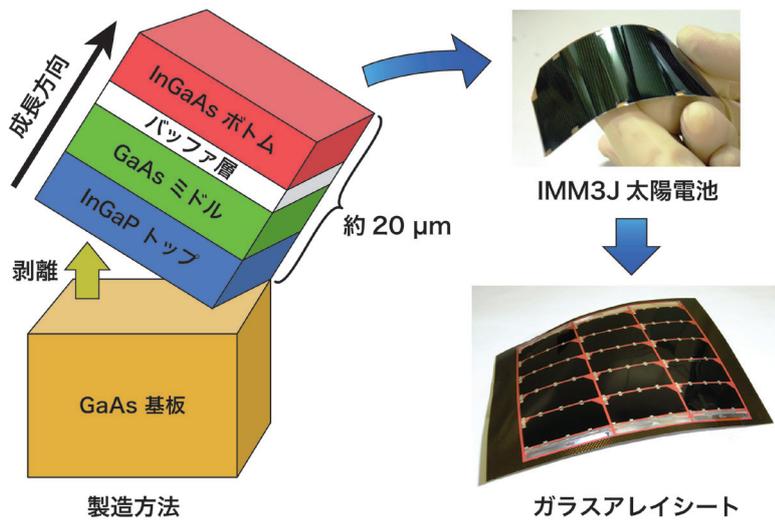


図3 IMM3J 太陽電池の製造方法と外観写真

て作るアレイシートは柔軟なため、薄く軽量で湾曲するパネルに貼り付けても破損しません。

太陽電池パネルの性能は、出力質量比 (W/kg)、すなわち単位質量あたりの発電電力で評価することができます。従来型 3 接合太陽電池を用いたパネルの出力質量比は 50W/kg 程度ですが、IMM3J を用いた薄膜軽量パネルは 150W/kg と、実に 3 倍にも向上しました。出力質量比の向上は、太陽電池の変換効率を上げて、パネルを軽くしても、達成できます。つまり、変換効率を 3 倍に高めてパネルは重いままでも、変換効率は変えずパネルを薄く柔軟にして 3 分の 1 に軽くしても、出力質量比を 3 倍にすることができます。変換効率を 3 倍に高めることは現実的にほぼ不可能ですが、そうでなくても、私は後者の手法が圧倒的に面白いと思います。なぜなら、前者は太陽電池パネルの小型化という従来の延長線上にある進歩ですが、後者は衛星や探査機の全く新しい設計を可能にするからです。具体例を見てみましょう。

図 4 に、近い将来から少し遠い未来までの、宇宙探査ミッションを示しました。OMOTENASHI は、米国の新型ロケット Space Launch System (SLS) で 2019 年に打ち上げられる予定の、超小型月着陸実験機です。寸法は 113mm × 239mm × 366mm、キューブサットの世界では 6U と呼ばれる大きさです。月着陸時には、打上げロケットによる増速分を、探査機に搭載した固体ロケット

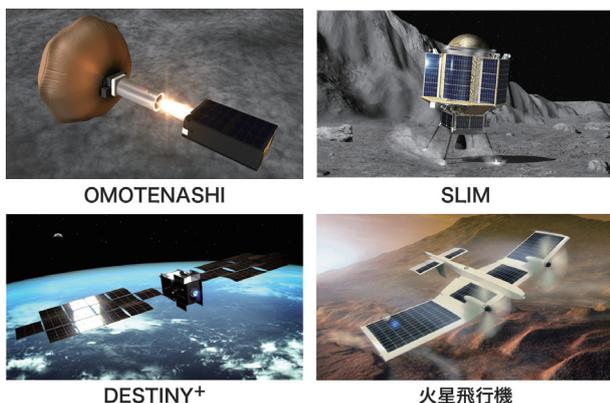


図4 IMM3J 太陽電池を利用した新しい宇宙科学ミッション

で一気に減速するため、探査機内部中央には大きな固体ロケットが陣取り、これを取り囲むように他の機器が配置されています。そのため、太陽電池パネルに許された厚みはわずか数mm。従来型の分厚いパネルを搭載することはできません。しかし、厚さ 0.5mm と極薄の IMM3J アレイシートを採用することで、成立解を見出すことができました。

SLIM は 2019 年度の打上げを目指して開発の進められている月着陸実証機です。OMOTENASHI のようにエアバッグ等を用いて高速で面に衝突するのではなく、いわゆる軟着陸する小型探査機です。SLIM は徹底的な軽量化のため、中央に配置された推葉タンク

クを主構造として利用し、通常の衛星や探査機に見られる構体パネルを持ちません。そこで、探査機表面を覆う断熱フィルムの上に、柔軟な IMM3J アレイシートを貼り付けることにしました。これも、薄くて柔軟な構造ゆえに可能になった、全く新しい設計です。

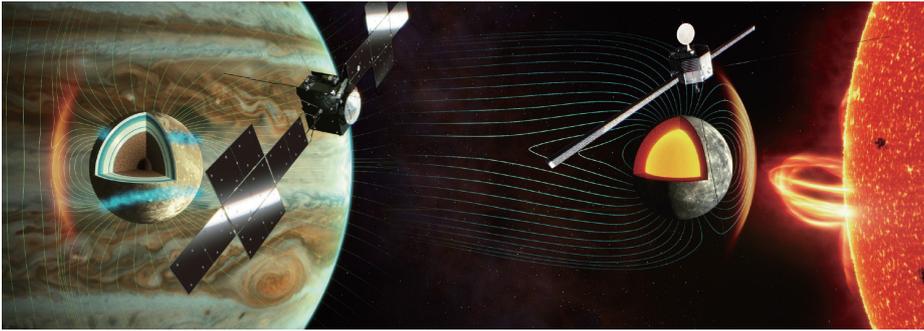
DESTINY+ は、2020 年代初頭の打ち上げを目指して開発中の深宇宙探査技術実証機で、イオンエンジンを駆使して 3200 Phaethon という双子座流星群の母天体を目指します。「はやぶさ」がロケットで惑星間に打ち出された後にイオンエンジンを使い始めたのに対し、DESTINY+ はイプシロンロケットで地球周回軌道に投入され、イオンエンジンで加速しながら高度を上げて自力で惑星間に出てゆく、低コストな深宇宙探査機です。はやぶさよりも多い 4 台のイオンエンジンを同時運転するため、ミッション初期で約 4.7 kW を発電する大型 SAP を搭載します。従来大型 SAP は折り畳んで収納する際の容積が大きく、小型ロケットで打ち上げることはできませんでした。しかし、柔軟なアレイシートを炭素繊維強化プラスチックの板に貼り付ける構造で、多数のパネルを重ねても小さな容積に収納できる薄膜軽量 SAP が実現しました。

最後は少し遠い未来の話になりますが、火星を飛行機で探査する計画 (ISAS ニュース 2017 年 5 月号参照) も進められています。飛行機である以上、表面形状は飛行に最適化された曲面になりますので、従来型の固い太陽電池を表面に搭載することはできません。しかし、薄くて柔軟な IMM3J 太陽電池ならば、空力特性に悪影響を与えることなしに、表面に実装することができます。

謝辞

どの宇宙科学ミッションも、多くの研究者、技術者の想像力やたゆまぬ努力が互いに結びつき、パラダイムシフトを起こし続けることで実現されてきました。本稿で紹介した技術やミッションも例外ではありません。長年宇宙用太陽電池の先端を走り続けるシャープ株式会社、画期的な薄膜軽量 SAP や宇宙科学ミッションを実現してきた日本電気株式会社、SLIM の着実な開発にあたられている三菱電機株式会社、そして各宇宙科学ミッションを支えるすべての方に、最大限の敬意を表します。

BepiColombo から JUICE へ : JUICE の目指すサイエンス



2025年BepiColomboは太陽風プラズマが吹き付ける水星磁気圏を訪れます(右)。そして、2032年JUICEは木星磁気圏プラズマが吹き付けるガニメデ磁気圏を訪れます(左)。

ISAS ニュース 2017 年 4 月号では JUICE ミッションの概要と、日本からの参加、現在のプロジェクトの状況などを簡単にお話ししました。今回は、JUICE の科学目的についてもう少し詳しくお話しします。JUICE の科学目的は「惑星はいかにして作られたのか?」「地球の外に水の海はあるか?」「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?」という3つの問いに答えることです。

系外惑星の観測によって木星のような巨大な惑星が太陽の近くにあるような例が見つかり、惑星系の多様性がわかってきました。巨大な木星は地球の300倍の質量を持っており、太陽系形成過程の鍵を握っています。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れば、「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?」を理解するこ

とができます。

地球のように生命の存在できる場所はどこにあるのでしょうか? 生命の誕生や存在にとっては、液体の水が必須要素の一つであると考えられています。JUICE の最終目的地であるガニメデ衛星は、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れば、「氷衛星地下海の形成条件」すなわち「地球の外に水の海はあるか?」を理解することができます。

木星の周りには地球磁気圏の10倍くらいの大きな磁気圏が広がっています。ガニメデ衛星は、太陽系の中で唯一固有磁場を持つ衛星で、木星磁気圏の高いエネルギーを持った粒子がガニメデの薄い大気に衝突してオーロラが光ります。木星 (JUICE)、水星 (BepiColombo/MMO)、地球 (「あらせ」) のプラズマ過程の比較を行うことで、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?」を理解することができます。

JUICE への日本からの参加は、水星探査 BepiColombo プロジェクトで培った日本と欧州の間の信頼関係が基礎になっています。BepiColombo から JUICE へと日欧協力が繋がっていきます。(齋藤 義文)

BepiColomboの完成形がお披露目! ESTECで探査機を報道公開



BepiColombo関係者らとの記念撮影(右から3番目が筆者)。

ESA との共同で水星探査を行う BepiColombo 計画は、2017 年 7 月 6 日にオランダの ESA 試験センター (ESTEC) において、探査機の報道公開を行いました。このとき BepiColombo は JAXA が担当する水星磁気圏探査機 (MMO : Mercury Magnetospheric Orbiter) と ESA が担当する水星表面探査機 (MPO : Mercury Planetary Orbiter)、さらに巡航中に MMO を太陽光から守るためのサンシールド (MOSIF : MMO Sunshield and Interface structure) と探査機を水星へ運ぶための電気推進モジュール (MTM : Mercury

Transfer Module) の全機結合状態で振動試験が行われた直後で、まさに探査機の完成形を目の当たりにする絶好の機会でした。当日は午前中に BepiColombo 計画についての説明、午後にクリーンルーム内で探査機見学および写真撮影という形で進められました。見学中も探査機をバックに関係者へのインタビューがひっきりなしに行われ、充実したイベントになったと思います。

JAXA からは現地に筆者のほか國中均副所長、早川基プロジェクトマネージャ、藤本正樹太陽系科学研究系主幹が参加し、ISAS や MMO に関する説明、記者からの質問対応などを行いました。他にも技術研修の一環で滞在していた第2研究ユニットの西城大さんやパリ駐在員事務所の谷口富貴さんにサポートいただきました。また日本メディア向けには同日に東京事務所において別途記者発表を行い、ESA でのイベントの様子も生中継しました。開発が長期にわたっている本計画ですが、探査機の完成形がお披露目されたことで、いよいよ打上げへの期待が高まっています。これからもまだまだ気の抜けない作業が続きますが、まずは打上げ成功を目指し、気を引き締め直して計画を進めていきたいと思っています。(村上 豪)

「はやぶさ2」、リュウグウ到着まであと10カ月



想定した小惑星リュウグウの例。現時点で運用訓練中なので、実際に訓練で使われている小惑星モデルはまだ公開できない。ここで示す画像は、訓練用の小惑星モデルを作るための検討材料として作成されたものの1つである。実際のリュウグウが探査するのにより楽なのかより大変なのかは、10カ月後に判明する。

2014年12月3日に「はやぶさ2」が打ち上げられてから、約2年9カ月が過ぎました。合計6年間の宇宙の旅の予定ですから、期間としてはもうすぐ半分になります。もちろん、ミッションの山場はまだこれから、小惑星リュウグウに到着してからになります。そのリュウグウ到着まであと10カ月となりました。

「はやぶさ2」の運用は順調に進んでいます。2016年に行った運用についてはISASニュースの2017年1月号で報告しました。その後の「はやぶさ2」ですが、スイングバイ後の第2期イオンエンジン運転が2017年4月26日に終了しました。2016年11月22日からイオンエンジンの運転を始めていましたが、合計2,558時間にわたる運用で435m/sの加速を行いました。これまでのイオンエンジンの総運用時間は約3,900時間になりました。イオンエンジンの運転は、小惑星到着までにもう1回必要です。第3期のイオンエンジン運転は2018年の初め頃から行う予定ですが、2,700時間ほど運転する必要があります。この運用が今後の鍵となる

運用になります。

ユニークな運用として、2017年4月18日に太陽-地球系のラグランジュ点L5付近の撮影を行いました。L5点というのは、地球の軌道面上で太陽-地球を1辺とした正三角形を描いたときの太陽と地球以外の頂点になるところです（そのような点は2つありますが、地球の公転方向後ろ側の方がL5です）。木星の場合にはこの位置に多数の小惑星が存在していてトロヤ群と呼ばれています。今年の4月くらいに、「はやぶさ2」がL5点付近を飛行していたので、地球のL5点付近にも小惑星が存在しないか確認するために観測をしたわけです。しかし、撮影された画像には、明確に小惑星とわかる天体を発見することはできませんでした。

探査機の運用以外に現在行っている重要な作業は、小惑星に到着したときの運用の検討です。いくつかのチームに分かれて検討が進められていますが、単に検討するだけでなく、運用訓練も行われています。訓練には2種類あります。1つはLSS (Landing Site Selection) 訓練というもので、着陸地点を選定するための訓練です。もう1つはRIO (Real-time Integrated Operation) 訓練というもので、降下運用等の小惑星近傍での探査機の運用を模擬してリアルタイムで確認する訓練です。これらの訓練では仮想の小惑星を仮定して（左上図を参照）、実際ながらの作業を行っています。手順の確認はもちろんのこと、準備しているソフトウェアが想定されたように動作するか、互いのインターフェースが取れているか、そして作業の所要時間は問題ないかなどを検証しているのです。

小惑星到着に向けて着々と準備を進めると同時に、気が抜けない運用が続いています。（吉川 真）

第16回「君が作る宇宙ミッション」開催



2日目夜、議論が白熱している頃に撮影した集合写真。

今年度の「君が作る宇宙ミッション（きみっしょん）」は7月31日～8月4日に行われ、100名を超える応募者から作文審査により選ばれた、18名の高校生が参加しました。

「きみっしょん」は、高校生が主体となって、宇宙研に所属する大学院生スタッフのサポートを受け、宇宙ミッションの提案を目指して「研究」を体験するイベントです。参加者は6名ずつの班に分かれ、宇宙研に合宿して、朝から晩まで宇宙ミッション作成に時間と思考を費やし

ます。院生スタッフは高校生に「答え」は教えず、考え方や理解の助けとなりうるコメントを与えるのみです。

筆者は事務局長として各班の議論とは少し距離のある位置にいましたが、高校生たちはきみっしょんの理念である、「自ら考え、自ら決定し、自ら作業する」を体現してくれたように思います。途中の議論では、意見の対立や論点の発散など、高校生・院生スタッフともに苦労する場面が見られましたが、最後まで投げ出すことなく真摯に、熱意を持って問題に取り組んでいました。そうした努力が実り、最終発表会では定性的な話だけでなく、定量的な検討結果まで発表することができ、またミッションの内容に踏み込んだ具体的な質疑応答が活発に行われました。発表会後も、そうした熱を冷ますことなく、議論を続けていたことが印象的です。

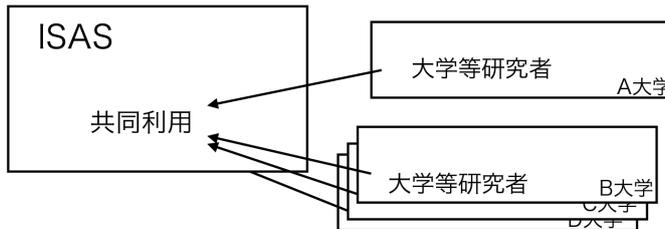
主役である高校生と院生スタッフの努力、そして様々な面でサポートをしていただいた宇宙科学振興会、JAXA職員ほかの皆様のおかげで、今年度もきみっしょんを無事遂行することができました。心より感謝申し上げます。（柏岡 秀哉）

大学共同利用連携拠点

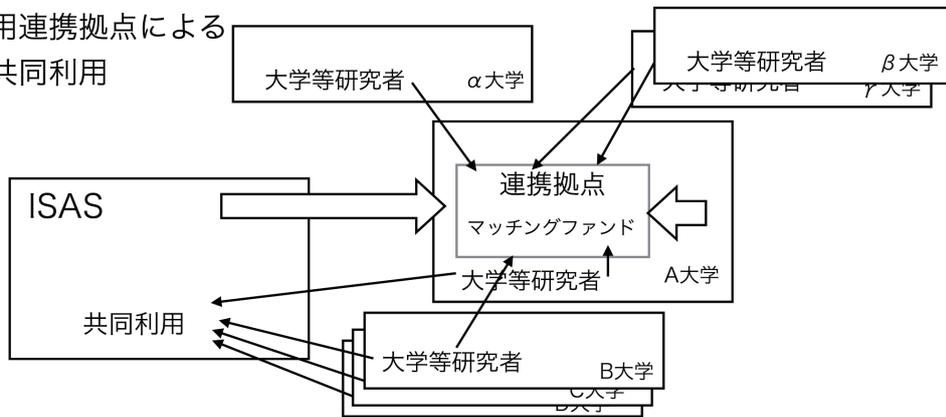
宇宙航空研究開発機構（JAXA）は大学との共同等による宇宙科学に関する学術研究をすすめています。これは大学共同利用の考え方により大学などの研究者がJAXA 宇宙科学研究所（ISAS）の様々なリソースを共同利用して研究を行うものです（図の上段）。一方、限られたISASのリソースを超えて研究を広げるために、平成22年から大学共同利用連携拠点という仕組みを立ち上げ、新しい大学共同利用の在り方を試行してきました。これは文部科学省の科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会の平成24年の答申「大学共同利用機関法人及び大学共同利用機関の今後の在り方について」にも沿っています。大学共同利用連携拠点では大学とISASが資金と人を出し合うことにより大学等の内部に、あるいは複数の大学が作るコンソーシアムとして、拠点を立ち上げ、そこで大学共同機関的な役割を果たしていただきます（図の下段）。4年間を目処に活動した後には大学によって継続していただくことも期待しています。

これまでに4つの拠点を立ち上げ成果が得られています。それを受けて今年度開始する新たな拠点を公募し3拠点を選定しました（表）。これまでの拠点の中から特徴的な2拠点について紹介しましょう。ISASはこれまで衛星データと解析ツールをDARTSを通して研究者に提供してきました。しかしERG（「あらせ」）衛星の観測データから高い科学成果を得るためには、他の衛星・地上観測・シミュレーション計算を組み合わせることが必須になっています。このためERGサイエンスセンターはこれらと同じプラットフォーム上で解析可能になるようにデータとソフトウェアを整備し、「あらせ」のデータとともに世界の研究者に提供し、自らも科学成果を生み出しています。超小型探査機による惑星探査は大学が行う超小型宇宙機研究の次の目標の一つになっています。東京大学超小型探査機開発拠点は超小型惑星探査機研究の先端を走るとともに、大学が研究開発をすすめるための研究基盤を整備しています。（満田 和久）

従来の大学共同利用



大学共同利用連携拠点による新しい大学共同利用



大学連携拠点一覧

京 都 大 学	宇宙総合学ユニット	2010-2013年度（終了）
名 古 屋 大 学	ERGサイエンスセンター	2013-2017年度（活動中）
東 京 大 学	超小型探査機開発拠点	2015-2018年度（活動中）
神 戸 大 学	惑星科学研究センター	2015-2018年度（活動中）
東 京 大 学	硬X線・ガンマ線イメージング連携拠点	2017-2020年度（新規）
北 海 道 大 学	超小型深宇宙探査機用キックモータ研究開発拠点	2017-2020年度（新規）
千葉工業大学	惑星探査研究センター 惑星探査基盤技術開発・人材育成拠点	2017-2020年度（新規）

「ノイズとの戦い～ EMC試験～」

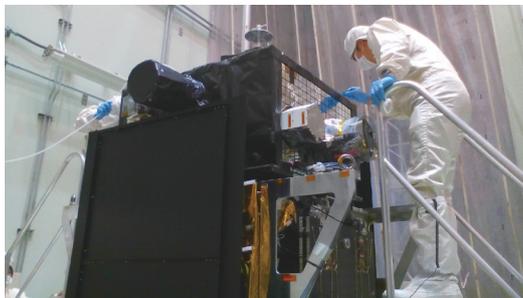
●EMC担当 三田 信

私がERG（「あらせ」）に関わるようになったとき、ある同僚と話したところ「ERGのEMCだけには関わらないほうがいいですよ」というアドバイスを頂きました。しかし、幸か不幸かそのEMCに関わることになってしまいました。EMCとはelectromagnetic compatibilityの略で電磁適合性と訳されます。単純には電磁的なノイズの影響を十分に小さく抑えられているかどうかの性能とも言えます。

ERGが計測したい信号は非常に微弱であるため、衛星本体やそれぞれの装置から出るノイズが大きいと本来計測すべき信号がそのノイズに埋もれて計測できなくなるという問題が起こってしまいます。そのためERGのEMCの基準は他の衛星に比べ厳しいものになっていました。それで文頭のアドバイスに繋がってくるわけです。しかし幸せなことに私が参加したときには問題の多くは解決されており、仕事としては主に淡々とノイズ特性を測定することだけになっていました。

日常生活する空間は多くのノイズに曝されているため、装置が出す小さなノイズを計測することができません。そのため、シールドルームと呼ばれる電氣的、磁氣的に遮蔽された部屋の中でノイズの計測をする必要があります。電氣的、磁氣的に遮蔽されているとはいえ、いろいろなところからノイズが入り込んできてしまいます。そのため背景ノイズと呼ばれる、装置を動かしていない状態で存在するノイズを除去していくことが大きな仕事になってきます。私の浅はかな電磁氣的知識をあざ笑うかのようにこの背景ノイズは中々除去できませんでした。予想していたことと反することも多く、オーディオマニアがおカルトチックなことに走るのもわかるように思いました。汗だくになりながら衛星を回して全体のノイズを計測したり、アルミフォイルを様々なところに巻きつけたり、中々減らないノイズに皆で頭を抱えたりしたことは、今となっては良い思い出となりました。えっ、音がきれいになるUSBメモリ発売？ それってEMC試験に使えるかも。

ロケット結合前の最終クリーニングの様子。



（三田から柴野 靖子さんへ）

柴野さんはERGで衛星の熱制御系を初めて主担当したかと思えます。しかもERGではミッション側からの様々な要求があったかと思えます。そうした状況で、プレッシャーややりがいを感じたことはありましたか？

「熱制御+α」

●熱制御系担当 柴野 靖子

ERGプロジェクトが立ち上がったのはJAXAに入った2012年、熱制御系に課せられたミッション要求は3つありました。1つ目は軌道上で衛星の各部位が上限下限温度を超えないように温度制御をする通常要求、2つ目はERG固有の厳しい放射線環境に耐えられる熱制御材を選択すること、3つ目は衛星表面の局所帯電を1V以下に抑えることでした。

特に帯電要求はミッション機器の観測精度のための要求であり、万が一局部的に帯電する箇所があると、低エネルギー粒子の観測に影響を与える可能性があります。ERGの構造上、最外層を覆う多層断熱材（MLI）や放熱面が機器の視野に入ってしまうため、熱制御材に対して徹底した対策が要求されました。MLIと放熱面は熱制御において必須の材料のため、観測との共存を図らねばなりません。しかも、使う予定であった導電性テープが販売中止となりこのままでは要求を満たすMLIが作れないとなった際、ERGの開発に間に合うかというプレッシャーを感じ始めました。

表面に使用する熱制御材料はすべて帯電測定を行い、帯電してしまう箇所については特殊なテープの貼り方や接着剤の使い方を検討し、施工方法の確立まで試験評価と試行錯誤を繰り返して行いました。そして製造・組立てメーカーへの作業徹底の依頼、搭載後にはテープ1枚ずつの導通検査を行い徹底的な帯電防止対策を講じました。（ご協力いただいた皆さんの「やりますよ」の言葉に何度も支えられました。本当に感謝しています。）

打上げが迫り内之浦に輸送されてからの外観チェックやロケット搭載前の最終チェックの際にも熱制御材の健全性チェックにプラスして、帯電しそうな材料の露出箇所がないか、帯電する可能性のある埃がないかなど確認を徹底しました。打上げ約4時間前に射点で最後のMLIを取り付けましたが、その際にも帯電対策テープの貼付け・検査を行った上でERGを宇宙へ送り出すことができました。科学ミッションを成功に導くための徹底したこだわりで徹底的に向き合い続けた良い経験となりました。

（柴野から風間 洋一さんへ）

ミッション機器の視野に入る衛星表面は可能な限り帯電対策を行いました。帯電に最も感度のある低エネルギーの粒子を観測している風間さん、良いデータは取得できていますか？ 新発見はありましたか？

《次号に続く》

機構プロジェクト契約を担当。 調達の専門家として、立ち上げ段階から 主要ミッションに参画していく。



調達部プロジェクト調達室 主査

古屋 国宏 (ふるやくにひろ)

2002年慶應義塾大学法学部法律学科卒。同年4月宇宙開発事業団(NASDA)に入職。総務部総務課(02~06年)、研究開発本部技術研究協力課(06~08年)、経営企画部企画課(08~09年)、有人宇宙環境利用本部(10~12年)を経て、2012年8月より契約部相模原契約課。2017年4月より同プロジェクト契約課。同年7月より調達部プロジェクト調達室。

▶ 法学部出身も、得意科目は物理・化学

—これまで15年間、NASDA、JAXAの様々な部署で、多種多様な事務・管理業務を担当されてきました。大学は法学部で刑事法を専攻されたということですが、なぜ宇宙開発という仕事を選んだのですか？

もともと理系が好きで、子供の頃は科学分野の雑誌や書籍を良く読んでいました。物理・化学や数学が得意科目だったので、大学進学時には理工学部か法学部かで迷いましたが、社会の仕組みを学びたいと考えて法学部に進学し、刑事法ゼミに入って研究をしていました。ゼミ仲間との勉強と討論は大変充実したものでしたが、自分の好きなことから少し遠ざかってしまったかなという印象はありました。就職活動の時期に入り、たまたま就職情報誌で宇宙開発事業団(当時)が目に入り、ここなら自分に向いていると直感したことを覚えています。

—今の所属「プロジェクト調達室」での仕事は？

契約部配属になって4年間、これまでは広報や宇宙教育、施設設備工事や労働者派遣など一般管理部門の契約を担当してきました。このISASニュースの制作支援も昨年度までは私の担当契約です。今年4月からは、新設された「プロジェクト調達室(発足当初は課)」に移籍し、準備段階のものを含む機構プロジェクトに関する契約の担当として、ASTRO-H(「ひとみ」)代替機、「はやぶさ2」、水星磁気圏探査機(MMO)などに関する契約業務に従事しています。

宇宙開発事業は全てがJAXA内で行えるわけではありません。ロケットや衛星の開発における設計や試験、製作はも

ろん、打上げ後の衛星運用支援や設備改修などにおいてもその都度企業との契約を交わします。契約をするには、何を調達するのかを明確にし、契約相手方を適正に選定し、より経済的な契約金額と適切な契約条件を整える必要があります。これは私たちが普段何かモノやサービスを購入する時と基本は同じですが、研究開発段階が含まれ、事業規模も金額も大きいプロジェクトの調達となると、最初の「何を調達するのか」の定義から難しく、入念に整理調整することが必要となります。開発現場で何が行われているのか知識を深めるのは当然として、開発スケジュールや企業側の体制、考え方にも熟知しなければなりません。日々研究担当部門と密に連携を取りながら進めています。

▶ 「契約部」から「調達部」へ

—7月に組織名称が「契約部」から「調達部」に変更されました。何が変わったのですか？

JAXAは昨年のX線天文衛星「ひとみ」の運用断念を契機に全社的にプロジェクト業務の改革に取り組んでいます。契約部門は従来、主要地区ごとにその地区担当の契約課を設置していたのですが、調達内容ごとに担当課を分け、その課のメンバーを各地区に配置する方式に変えて、同類型の調達に対する専門性と統一性の強化を図っています。また、新設のプロジェクト調達室はプロジェクト実行前の立ち上げ段階からの検討活動に加わり、プロジェクト全体を構成する調達方針やJAXAと企業との役割分担等の立案支援に参画しています。契約手続のみに対応する受身的なスタイルではなく、調達を通じて能動的、戦略的にJAXA事業の目標達成に参画する体制に変わったことが「調達部」への名称変更にも込められています。

—宇宙研にいられた時の感想やこれまでで印象に残る仕事は？

相模原「キャンパス」と呼ぶように学術研究・教育の拠点ですので大学院学生や外国人研究者が在籍していることと、同じ建物内に教授や准教授などの研究室が並んでいます。東京事務所や筑波宇宙センターに長いた者にとっては新鮮な驚きでした。業務外の集まりもあり、私は大学時代に合唱サークルに入っていた縁で、ISAS合唱部に所属して週1回練習に参加しています。

これまでの業務では2年目の新人でいきなり担当した宇宙3機関統合の経験が印象に残っています。JAXA設立登記を航空宇宙技術研究所の先輩職員と2名で担当したのですが、設立当日に法務局に登記申請書を不備無く持ち込む必要があることが分かり、周りからは重大任務だぞと脅かされました。JAXAにおいて事務職の役割は非常に大きいものがあります。機構プロジェクト契約担当の仕事を通じて、それをさらに認知・実証していきたいと考えています。



ISASニュース No.437 2017年8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/>)でもご覧いただけます。

デザイン制作協力/株式会社アドマス

編集後記

今年の相模原キャンパス特別公開は、8月号発刊と同時期の8/25・26に開催します。夏休みも残りわずかですので、宿題が気になるお子さん達は是非お越しください。何かしらお役にたてる様、一同お待ちしております。(竹前 俊昭)

*本誌は再生紙(古70%)、植物油インキを使用しています。



古紙/パルプ配合率70%再生紙を使用

