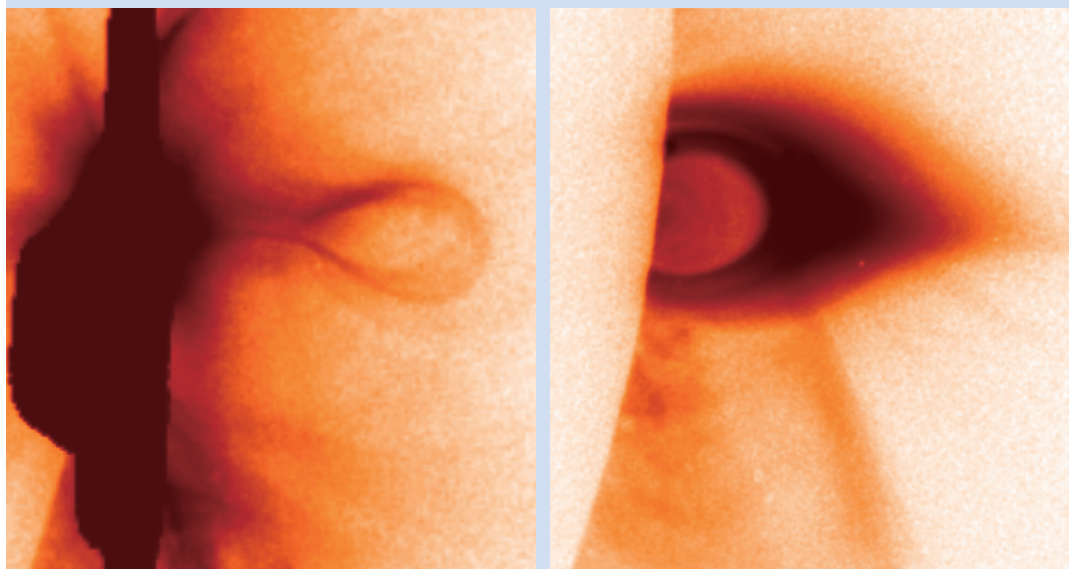




「ひので」がとらえた
大規模フレア

9月10日に太陽の西縁で発生した大規模フレアのX線画像。実際の明暗とは逆にした画像で、暗く表示されている部分がX線で明るい。フレア発生時（左図）に、反平行の磁力線が接近してできた「電流シート」とその真上に上空に向けて噴出するプラズマの塊をとらえ、その後、磁力線がつかなぎ替わってできる、くさび形（カスプ構造）をした磁力線形状（右図）をとらえた。（©MSU/ 国立天文台/JAXA）

宇宙科学最前線

EGGが拓く超小型大気圏突入探査機の世界

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
鈴木 宏二郎（すずき こうじろう）
日本大学 生産工学部 准教授
今村 宰（いまむら おさむ）

折り畳み傘型大気圏突入機と超小型衛星の出合い

私たちのグループ（略称 MAAC）では、傘のように開いて使う大気圏突入用空気ブレーキ（エアロシェル）の研究開発を進めています（ISASニュース2015年6月号）。

火星の写真を見るにつけ、地表に降りて間近に眺めることができたらなあ、と思うのですが、それには、大気圏に突入して減速し、安全に着陸できるカプセルのような大仕掛けが必要で、コストもかさみます。そこで、小型化によるコスト低下を目論むわけですが、小さな機体では、大気圏突入時に超高速でぶつかる大気が前面でせき止められてできる超高温の火の玉から受ける熱（空力加熱）が厳しくなり、また、降着装置（脚）のように小さくしても省略はできない部品もあるので、設計上不利と言えます。一方、展開傘型エアロシェルでは、小さな機体であっても、軽量で大面積の膜面状のエアロシェルを広げて使いますので、重量に比べて空気ブレーキが効きやすく、超高層大気で火の玉がまだ希薄なうちに機体を減速させることができます。傘型エアロシェルは、耐熱高強度の布を縫って製作しますので、特殊耐熱材料

でできたカプセルを発注するよりは安上がりです。折り畳み傘みたいなものですから、小さな衛星でもコンパクトに収納できそうです。宇宙用膜構造というのと、とかく大型化に目が行きがちですが、超小型衛星にも使えそうだと、気づいたわけです。

図1に本稿で紹介する国際宇宙ステーション（ISS）放出ナノ衛星実験機EGGに至る道筋と、将来の展望を時系列でまとめました。2011年の初期デザインでは、EGGは球形状バルーン型をしていました。バルーン型大気圏突入機のアイディアは、2006年の木星ブロープ、2005年の小型計画構想ODD（Orbital Decay Demonstrator）にまで遡ります。MAACでは、2012年の観測ロケット実験機sMAACの成果（ISASニュース2012年10月号）を受け、低軌道からの大気圏突入実験小型衛星TITANS（全50kg、突入部15kg）構想を立ち上げます。2011年時のEGGデザインはシンプルですが展開型空気ブレーキというシステム実証の意義が薄いと判断され、形もsMAACやTITANSを小型化したものに変更されます。これが2013年デザインで、実機の原

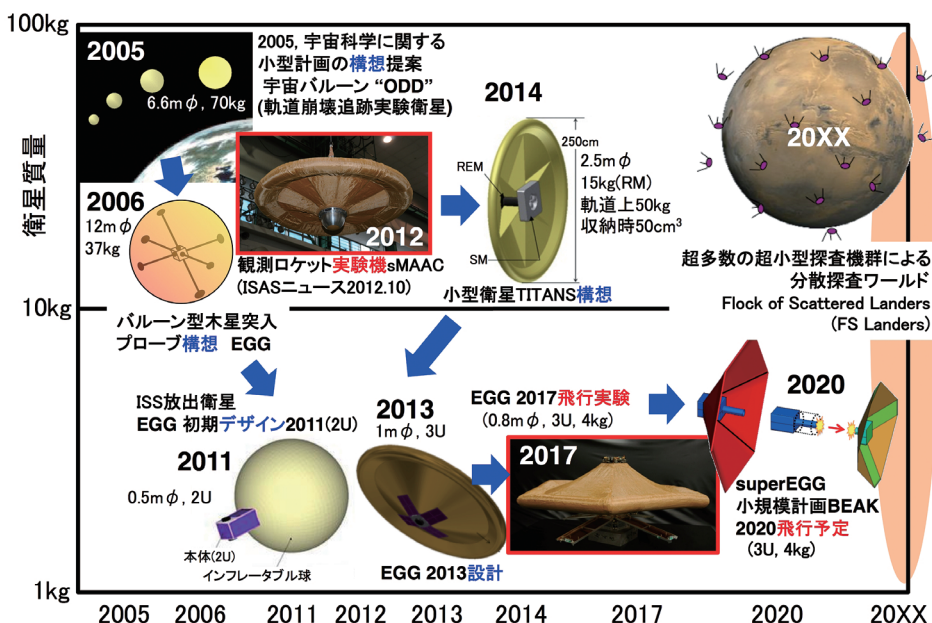


図1 EGGの来た路、行く路

型となります。ちなみに、2006年のバルーンプローブEGG (=Entry Gas-inflated Ger) の響きが言葉として捨て難く、姿は変わっても名前は継承されました。

実録 EGG 計画

2012年の観測ロケット実験機 sMAAC の後、今度は低軌道から！と大気圏突入実験を考えていたところ、ちょうどその時期に「きぼう放出超小型衛星（無償の仕組み）」の公募がありました。ISSまで超小型衛星を運搬してくれて、そこからロボットアームで低軌道に衛星を放出してくるというものでした。チャンス到来と、2013年8月に応募しました。観測ロケット実験から1年と1日後のことでした。衛星名のEGGは re-Entry satellite with Gossamer aeroshell and Gps/iridium の略で、大気圏再突入 (re-Entry satellite) のE、エアロシェル上の宇宙空間での展開を含めた機能実証 (Gossamer aeroshell) のG、宇宙空間におけるGPSとイリジウムSBD通信を用いた測位・通信システム実証 (Gps/iridium) のGと、その目的を表しています。本提案はおおよそ1年後の2014年9月25日に採択され、それ以降、本格的に開発が行われることになりました。私たちのグループの目標は、そもそも安全に大気を通して地上に着地することですが、EGGでは地上安全の観点から耐熱性能をわざと下げ、大気圏突入中に燃え尽きるような設計としています。2015年1月頃には、図2のような機体形状が決定しました。左図がISSから放出前の状態で、3Uサイズ (11cm × 11cm × 34cm、4kg) の外形です。側面の4面は太陽電池パネルとし、上下の2面はアンテナや

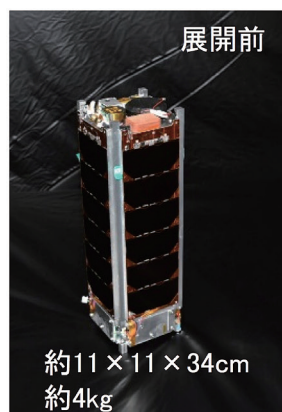


図2 EGG衛星の外観 (実物写真)

各種センサなどを搭載しました。この状態でエアロシェルは内部に格納されており、このままISSまで輸送され宇宙空間に放出されます。その後、あらかじめアップリンクされたタイムラインコマンドに沿って展開が行われます。展開後のエアロシェルは対辺間の長さが80cm、開き角が60度の六角錐台形状です (図2右)。実際のシーケンスは、最初に太陽電池パネルを展開、その10秒後に内部に持っているガスボンベをボンベオープナーで開封、さらにその65秒後に電磁弁を0.1秒間開

いてインフレーターリング (エアロシェル外縁を支える浮き輪) にガス注入、そして展開となります。

EGG計画には様々な大学の研究者、学生が関わっていましたが、人工衛星の専門家はおらず、結果として、みんなの発想を詰め込んだものになりました。電源はリチウムポリマー電池を採用しましたが、衛星用のものではなく、充放電制御回路の民生品の充電制御ICとともに宇宙実証試験を兼ねたものとなりました。エアロシェルの状態などを撮像するためのJPEGカメラ6台、エアロシェル上の温度を測定する熱電対、衛星の姿勢を測定するための加速度、角速度、磁場、光センサ、進行方向を測定するためのファラデーカップセンサ等、各種センサも満載です。欲張りすぎたためか、実際の運用ではGPSと干渉するような問題も起きましたが、みんながアイデアを詰め込んでくれたおかげで、様々な飛行データが取得できたと思っています。

2015年夏にはエンジニアリングモデル (EM) が完成しました。このEMは最後に、エアロシェル無しの状態で、ゴム気球によって成層圏まで上げられ、イリジウムSBDサービスのみによる衛星運用の試験 (B-EGG) に供されました。2015年8月22日のことです。ここで、イリジウムSBD通信について少しお話ししたいと

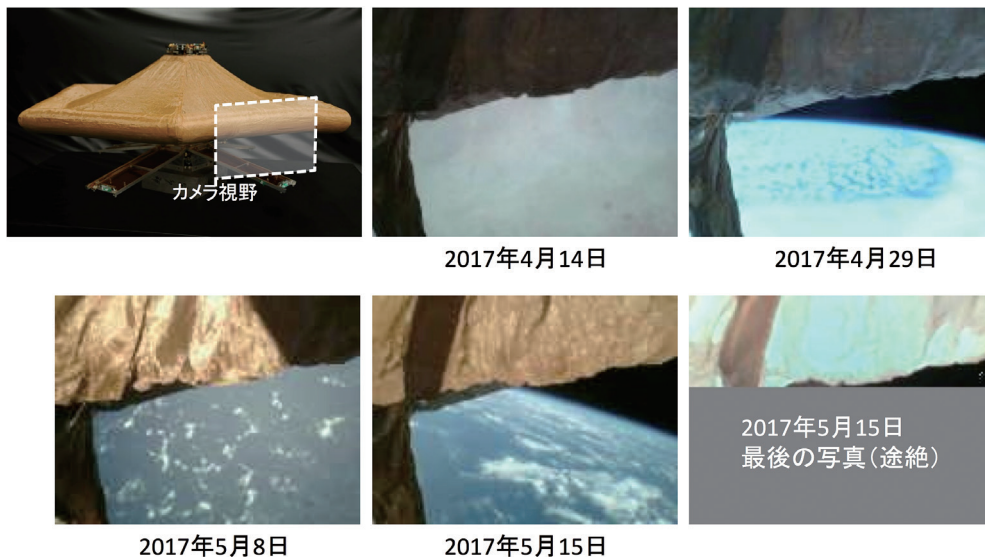


図3 EGG オンボードカメラで撮影したエアロシェルの写真

思います。イリジウム SBD 通信でのデータのやり取りは、イリジウム社の衛星通信網および地上局およびインターネットを介して行います (ISAS ニュース 2016 年 5 月号)。ユーザーからみると単に E-mail での添付ファイルをつかったやり取りとなることから、運用はインターネットにつながっている PC があれば可能となり、これは、衛星の IoT 化とも言えます。このようにイリジウム SBD 通信を宇宙で用いると、大型の地上局が不要で、新たに通信機器を設計する必要がないことや、地上局の位置にかかわらずいつでも衛星と通信できることから、宇宙における通信の敷居を大幅に下げられる可能性があると思っています。しかし、低軌道における運用について、通信頻度はおろか、可否についてすら過去に実績データがありません。EGG では、このイリジウム SBD 通信のみを用いて、約 120 日間の衛星運用を実施することができました。ISS の軌道 (高度約 400km) 近くでは、一日平均約 10 回程度の通信頻度でしたが、高度の低下に伴って、徐々に通信頻度は増加、大気圏突入直前は 1 日に 1,000 回を超える通信にも成功しました。制御基板は EGG 用に小型化 (6 cm × 4 cm) され、民生品を宇宙用に転用した小型 GPS 受信機とともに宇宙での運用実証に成功したことから、さらに改良を加えれば、リソースの限られている超小型衛星に適したシステムとして将来有望だろうと考えています。

さて、開発の話に戻ります。2015 年 8 月頃から安全審査について調整をはじめ、2015 年 12 月に初期の安全審査を完了しました。その際に、3U の衛星でもこんなにいろいろできるのですね、という感想をいただき、大変勇気づけられました。その後、2016 年 3 月から 5 月にかけて振動試験等を実施し、6 月に最終的な安全審査を完了しました。2016 年 8 月 10 日に衛星の開発にお世話になった関係者に対してお披露目会を実施することができました。2013 年の公募への応募から 3 年と 2 日後のことでした。EGG は 2016 年 11 月 4 日に JAXA 有人宇宙技術部門に引き渡されたのち、12 月 9 日に HTV6 号機に搭載され種子島宇宙センターより打ち上げられ、12 月 14 日に国際宇宙ステーションに到着しました。EGG (たまご) は、「こうのとりの」によって、「きぼ

う」に運ばれたわけです。年が明けて 2017 年 1 月 16 日の夜、EGG は ISS から宇宙空間へと放出されました。ここから約 4 カ月にわたる軌道上での運用がはじまりました。放出当日は EGG からの有意な通信が取得できず、関係者一同、気をもみましたが、日付が変わってからイリジウム衛星経由でのデータのダウンリンクが来るようになり、EGG の健全性が確認されたと、一同、安堵しました。EGG が ISS から放出されてから 26 日目、2017 年 2 月 11 日に、エアロシェルの展開シークエンスを実施しました。インフレーターリング内部の圧力履歴が上昇したことで、展開が無事終了したことが確認できました。また図 3 のような JPEG カメラからの画像データからも、エアロシェルの展開が確認され、その後、運用期間中大きな変形がないこともわかりました。EGG の運用の途中、太陽電池パネルが太陽に背を向ける姿勢が続いたことが原因で、3 度ほど電池の枯渇に陥りました。その度に EGG は、太陽電池パネルが太陽を向く姿勢に変化→E-mail 打ちまくり→復活、を繰り返すという強靱さを見せてくれ、最後まで運用を続けることができました。展開したエアロシェルに働く空気力による高度の低下から、エアロシェルが減速機構として機能していることを実証し、最後は、2017 年 5 月 15 日の日本時間の早朝、大気圏に再突入、太平洋上で焼失し、多くの成果を私たちに残してその役目を終えました。

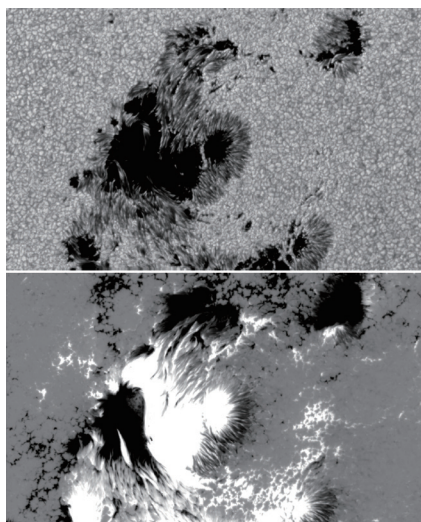
たまごの殻を破って

EGG の殻を破るのはくちばしということで、現在、2020 年の飛行を目指した小規模計画 BEAK が進行中です。サイズ (3U、4 kg) はそのままに、エアロシェルをさらに軽量化し、超小型スラスタを搭載して、EGG にはなかった姿勢や軌道の制御機能を持たせた、いわば super EGG 衛星です。その先には、どのような世界が拓けてくるのでしょうか？ そのひとつが、図 1 の右端にある超多数の超小型探査機群による分散探査ワールドではないかと思っています。もちろん、超小型衛星が惑星探査において活躍する大前提として、EGG が受けたイリジウムや GPS の恩恵に相当するような通信と測位のインフラ整備が必須なのですが。

「ひので」による大規模フレアの観測

「ひので」動画へのリンク：

<https://www.youtube.com/watch?v=JM6ZqTU-Xio>



9月6日の大規模フレア発生の少し前に撮影された黒点群とその磁場構造。白黒は視線方向磁場の極性を表す。(©国立天文台/JAXA)

太陽観測衛星「ひので」が太陽活動周期(約11年)の1サイクル分の観測を達成することをお祝いするのと、太陽表面で大規模フレアが立て続けに発生しました。2017年9月6日から10日(いずれも日本時間)に起きた出来事です。

情報通信研究機構から注意を促す報道発表が9月7日に行われたこともあり、「太陽フレア」がトレンドワードの上位にランキングされ、何でも「太陽フレアのせい」にする社会現象も起きました。

フレアは、黒点近くの太陽大気中に蓄えられた磁場のエネルギーが突然解放され、熱エネルギーやガスの運動エネルギーに変わる現象で、太陽系最大の爆発現象です。科学的な興味に加えて、私たちの生活にも影響を与える天体現象の予測のために、フレア発現の仕組みを物理的に理解しようとする研究が、「ひので」をはじめとする観測データや数値計算を用いて活発に行われています。

現在、2014年に極大を迎えた太陽活動は極小期に向

かう途中にあり、ここ最近は低調な状態が長く続いていました。そんな中で、今回大規模フレアを発生させた活動領域(表面には黒点群があり、コロナ温度が高く活発な所)が現れ、急速に発達しました。9月5日朝に「ひので」観測チームは、前日に立案済みだった米国衛星との連携観測や極域観測の予定をすべて中止して、この活動領域を集中的に観測することを決断し、9月5日夕刻から発生するかもしれないフレアをとらえることに専念した観測を開始しました。これが功を奏して、9月6日に太陽面の中央付近で発生した大規模フレアを観測視野にとらえることに成功しました。このフレアは、「ひので」が11年間に観測したフレアの中で最も大きなエネルギー規模です。図は、このフレアの発生の少し前に撮影された黒点の詳細とその磁場構造です。このようなデータから、太陽表面に分布する磁場の構造を明らかにすることができ、どのようにねじ曲げられた磁場がコロナにつくられ、大規模フレアを引き起こす引き金となったのかを明らかにすることが期待されます。

その後、フレアを起こした活動領域は太陽の自転により西側へ移動し、10日に別の大規模フレアが太陽の縁で発生しました。縁で発生したため、磁場のエネルギーが解放される様子を真横からとらえることができました(表紙)。反平行の磁力線が接近してできた「電流シート」とその真上に上空に向けて噴出するプラズマの塊をとらえ、その後、「電流シート」に押し付けられた磁力線がつなぎ替わってできる、くさび形(カスプ構造)をした磁力線形状を示唆する教科書的な画像や動画を撮ることができました。(清水 敏文)

IKAROSがIAA Laurels for Team Achievementを受賞



授賞式で受け取った表彰状を掲げるIKAROSチーム代表メンバー(左から)津田 雄一、山本 高行、森 治、川口 淳一郎(敬称略)。記念講演では、森チーム長がこれまでのIKAROSの成果と現在検討中のソーラー電力セイル探査機計画について発表した。

去る9月、アデレードでのIACに先んじて開かれた国際宇宙アカデミー(IAA)の総会で、IKAROS(Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation of the Sun)のミッション・チームに今年度のLaurels for Team Achievementが授与された。この賞は、卓抜な成果を挙げたチームに毎年1件与えられるもので、昨年度がPluto探査のNew Horizonチーム、その前がChuryumov・Gerasimenko彗星に着地を果たした

Philaeチームと書けば、この賞の格が判るであろう。日本からは、宇宙を用いた超長基線電波干渉計を世界で初めて実現した「はるか」、それにご存じ「はやぶさ」の両チームがすでに受賞しており、今回も含めていずれも宇宙研の風土が生み出した最先端に行くミッションであった。

受賞がもう少し早くても不思議はないのだが、私が本誌の特集号(2016年3月号)でその素晴らしさを再認識し、川口 淳一郎教授に応募を勧めたような経緯があって、この時期になった。賞典委員会には私と小野田 淳次郎前所長が出席し、川口教授の紹介により評議会を経て受賞の運びとなった。

太陽帆には格別の思い出がある。広大な帆を広げ、太陽光の反射によって加速を受けて宇宙空間を航行するという考えは古くからあった。机上ではあるが研究に大きな進展があったのは、1986年に太陽に最接近したハレー彗星とのランデヴーが考えられた時のことである。同彗星は太陽を周回する公転方向が地球と逆なので、普通の手順で進めると探査機と彗星の遭遇時の相対速度は70キロメートル毎秒に達する。ランデヴー(軟着陸)

「あらせ」による宇宙嵐の観測

それは多くのプロジェクトメンバーが台湾を訪問していた時のことでした。9月5～8日に第3回 ERG 台湾ワークショップが開催され、台湾と日本からの多数の参加者による、宇宙嵐時の放射線帯観測データを含む初期観測結果についての議論が盛り上がっていました。丁度、9月4日にフレアが発生したことから、「あらせ」の準リアルタイム観測データ配信の情報を片目で睨みながら、宇宙嵐の発生に期待をしていた矢先、9月6日にX10クラスフレアの知らせが飛び込んできたのです。

X10 クラスフレアの発生は現在の太陽周期では初めてのことです。同規模のフレアが前回地球に影響を与えた2003年の秋には、北海道でオーロラが見えたりするなど、非常に強い宇宙嵐が発生したこともあって、私たちの期待も最大値になりました。9月6日のフレアの影響が地球に到達するのは日本時間の9月8日の夕方から夜と予想されたため、宇宙嵐時に備えた観測計画の議論がはずみしました。

9月4日のフレアの影響は予想より早く、9月7日の8時頃（以下、日本時間）に地球に到達し、宇宙嵐が始まりました。さらに、9月6日のX10 クラスフレアの影響も予想より早く9月8日の8時頃に到達しましたが、その後の推移はやや複雑でした。宇宙嵐は発達を続け、9月8日の10時頃に発達のピークに至り、一旦治まり始めるものの、同21時頃から再び発達をはじめ、9月9日2時頃に再びピークを迎えました。その後、宇宙嵐は緩やかに終息に向かいました。

14年ぶりの大きな太陽フレアであったために社会的にも注目された現象で、私たちも強い宇宙嵐の発生を期待しましたが、残念ながら宇宙嵐としては2003年の1/3程度の規模で、それほど強く発達しませんでした。

を果たすにはこの相対速度をゼロにしなければならず、電気推進系を用いてもこれは問題外で、唯一の可能性は推進剤を必要としない太陽帆だったのである。

この時は実現しなかったが、その後も研究は続けられ、アメリカ発見500年に当たる1992年に3つのグループによる太陽帆を用いた月までのレースが企画されたことがある。アメリカのJPLに近いWorld Space Foundationのグループ、U3Pと称するフランスのCNESのグループ、それに宇宙研のグループである。3グループとも所属する組織の正式な計画としてではなく、有志としての活動であった。当時はその程度の扱いであった、ということでもある。我が国では、私の先輩である長友 信人教授が牽引者となって三浦 公亮教授をトップとするグループが作られ、計画実現の暁には私が日本チームのスキッパーになる予定であった。この計画も頓挫するが、帆そのものの準備もさることながら、最大の障壁は打上げロケットの手当の目途が立たなかったことである。この度、IKAROSが副ペイロード（主ペイロードは金星探査機「あかつき」）として打ち上げられたことには、ロケット側の状況も含めて深い感慨がある。

長い雌伏の期間があってIKAROSが実現するわけであ

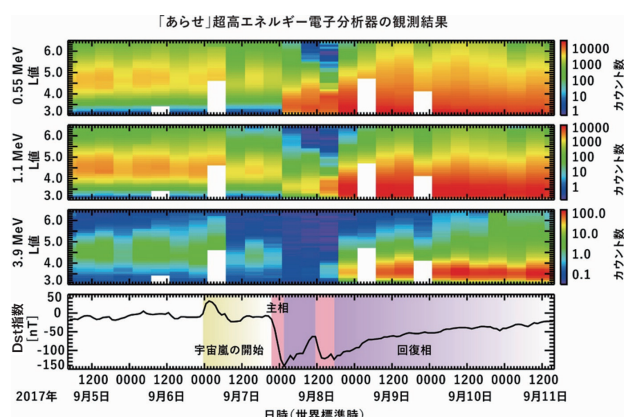


図 「あらせ」衛星の超高エネルギー電子分析器(XEP)の観測結果とDst指数。詳しくは <http://www.isas.jaxa.jp/topics/OO1127.html> をご覧下さい。

実は、太陽フレアの大きさと発生する宇宙嵐の強さは、必ずしも対応があるわけではありません。これはフレアの影響がどのように地球に伝わってくるか、など、様々な要素が複雑に絡んでいるからです。地球が太陽活動の影響をどのように受けるのか、正確に理解するためには、太陽とジオスペースの観測、両方が必要だということを今回の現象からあらためて認識した一件になりました。

とはいえ、「あらせ」は宇宙嵐が最も発達したと思われるタイミングで放射線帯外帯の消失を、その後宇宙嵐による乱れが鎮まる時期に放射線帯外帯が再形成され、再形成された放射線帯の電子フラックスが、宇宙嵐が起こる前よりも大きくなっていることを観測するなど、貴重な観測データを得ることができました。プロジェクトチームでは詳細なデータ解析研究を進めています。

(ERG プロジェクト／研究開発部門 XEP 担当)

るが、この間アメリカの Planetary Society（惑星間飛行の推進を目的とする民間団体で、議会に対する強力なロビー活動も実施している）が熱心にこのテーマを追求し、寄付を募り挫折を乗り越えて、2015年に小型の帆の展開に成功している（帆の面積は32㎡、IKAROSは約200㎡）。

会期中の Highlight Lecture で、Planetary Society 会長の Bill Nye が講演をした。惑星探査のカリスマ的応援者として熱狂を以て聴衆に迎えられたが、自らの計画に加えてどうしても IKAROS の成果に触れざるを得なかったのは少し気の毒であった。空気抵抗が気になるような低高度での展開実験と、実際に惑星間空間を航行した IKAROS とを比較するのは酷であろう。

開発中の若手に「何が一番大変か」と訊ねたところ「絶対に失敗するな」と斜め上の方から言われること、との答えであった。こうなるとご当人は激励のつもりかもしれないが、滑稽でしかない。

アカデミー晩餐会で、チームの代表たちが表彰のため壇上に並ぶ姿を眺めるのは嬉しかった。太陽帆が惑星間空間を巡航する牧歌的な光景を想像するのが私は好きだったが、有用性をも証明した今後が楽しみである。

(松尾 弘毅)

新大型パラボラアンテナの開発状況

本誌 2016 年 3 月 (420 号) にてご紹介した新大型パラボラアンテナのその後についてです。

昨年度、建設地である長野県佐久市の国有林野内の造成を終え、図 1 のとおり「竹花組」殿によるアンテナ基礎及び電力棟の工事が完成目前です。

一方、「三菱電機」殿担当のアンテナ開発も進んでいます。図 2 に紹介した写真は製造中の部材の一部です。右側は「日立造船」殿が製造するアンテナを水平回転させるための部材です。

左側はアンテナ主鏡を支えるリブと呼ばれる部材で「姫



図 1 ドローンで撮影された 10/10 時点の敷地内の様子。敷地のすぐ横を蓼科スカイラインが走る。

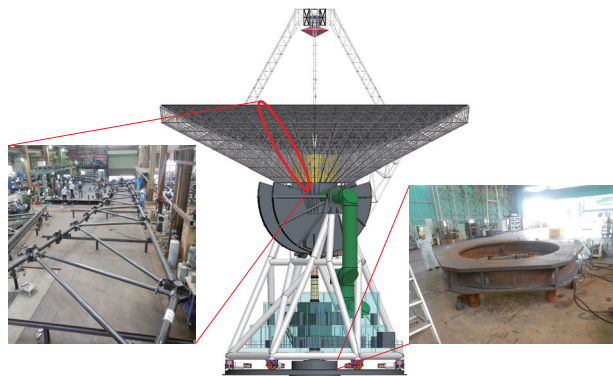


図 2 アンテナの製造状況

島金属」殿が合計 40 台製造します。主鏡直径 54 m ですので、その 1 台の長さは 23 m 強になります。

この大型のリブを次々と製造するためには場所の確保も重要です。今回はご縁があって「三栄建設」殿の工場敷地をお借りしています。

作業は順調に進んでおり、来年度からはアンテナの現地組立てが本格化します。引き続きご支援をどうぞよろしくお願い致します。

(深宇宙探査用プロジェクトチーム 沼田 健二)

第 4 回「あかり」国際研究会開催



会期中はほぼ雨のなか、集合写真の撮影時のみ奇跡的に晴天となった。

10 月 17 ~ 20 日に、東京大学伊藤謝恩ホールにおいて、国際研究会「The Cosmic Wheel and the Legacy

of the AKARI archive: from galaxies and stars to planets and life」を開催しました。本研究会は、「あかり」のデータプロダクト作成活動が今年度で終了するのに伴い、「あかり」データを用いた最新の研究成果について議論し、また「あかり」データの価値を再認識することを目的として行ったものです。参加者は約 120 名、うち海外からの参加者(日本人含む)が約半数を占めました。「あかり」が観測していた 10 年前に大学院生、ポスドクだったメンバーが現在研究指導する若手など、最近になってアーカイブから「あかり」データを使い始める研究者が増えてきたことを実感します。一方で打上げ前から「あかり」を支えてきたベテランの何人かが、今回都合が付かずに参加できなかったのは寂しくもあり、また時の流れを感じました。

「あかり」データプロダクト作成活動は、「あかり」データを利用する際に障害となるデータ処理・校正作業をあらかじめ施し、科学的な解析がすぐに出来るデータを作成、アーカイブすることを目的に、2013 年度より 5 年計画で行っています。前回 2014 年に英国で行った研究

会以降、多くの「あかり」データが公開されました。それを受けて、データの使用方法も変化が見られました。遠赤外線全天マップの利用はもちろんのこと、ヨーロッパの遠赤外線〜サブミリ波天文台 Herschel、アメリカの中間赤外線全天サーベイ衛星 WISE などを含むさまざまなアーカイブデータを相互補完的に用いた多波長解析が盛んに行われています。また、「あかり」カタログなどから選別された天体を、すばるや ALMA 等で詳細なフォローアップ観測を行うなど、「あかり」データ自体を中心とした研究からより広がりが見られるようになりました。

講演中の壇上から、またポスターセッションや休憩中の議論を通じて、「あかり」データの有用性が強調されました。研究成果に加え、地上あるいは将来ミッションの観測計画のためのインプットとして、また将来の高感度ミッションでは明るすぎて観測出来ない天体の参照データとして今後も価値を維持していくであろうということです。一方で、現在リリースしているデータ、アーカイブへの要望や、さらなるデータプロダクト作成のリクエストなど、「あかり」データをより価値のあるものにしていくための努力を継続するようとの声を聞きました。「あかり」チームとして、これまで進めてきたことを確信するとともに、責任の重さを感じました。

最後になりましたが、本研究会は東京大学 IIRC 会議として開催され、東京大学、宇宙科学研究所、天文学振興財団、宇宙科学振興会からの助成を受けました。関係各位に篤く御礼申し上げます。(山村 一誠)

「XEPを開発するにあたっての数々の言葉」

●XEP担当 東尾 奈々

私がERGに関わり始めたのは、JAXAに入って2年目でERGがまだプロジェクトになっていないときでした。それから今年でもう9年目。XEPと共に成長してきたと言っても過言ではありません。宇宙開発自体初めてだった私の状況を例えると、プロのオーケストラ（メーカーのプロ集団）を前に、一度も指揮棒を持ったことない私が数年後にサントリーホールコンサートで指揮を振る、そんなイメージだと思います。担当した当時は現在の状況など全く想像できず、ただ成功を信じて暗闇の中をがむしゃらに進んできた感じです。そんな中、開発を行っていく上で背中を押してくれた宇宙開発の先輩方のいくつかの言葉があります。

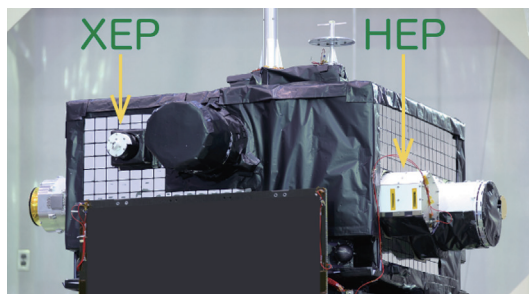
一つ目、開発に取り組む前にかけて頂いた早川先生の「メーカーに頻繁に足を運び、一緒にやること」は、今でも開発・研究を行う際の私の姿勢の基礎となっている言葉。

二つ目、切羽詰まって言い訳ばかり並べていた際にかけて頂いた向井先生からの「世界は結果しか見ません」は、世界で戦うことの厳しさと真剣に向き合い、覚悟を決めるきっかけとなった言葉。

三つ目、スケジュールぎりぎりの中、不具合が起きて落ち込んでいた際にかけて頂いた山中ユニット長からの「今でよかったじゃないか」は、宇宙開発の本質と冷静に地上で対処することの大切さを教えてもらった言葉。

四つ目、初期チェックが終わってホッとしていた際にかけて頂いた高島先生の「やっとスタートラインに立ったところだよ」は、ミッション部の戦いはこれからだということを忘れかけて緩んでいた気持ちを引き締めさせられた言葉。

他にも書ききれないぐらいの沢山の人からの言葉に背中を押してもらえたからこそ、ここまで来ることが出来たと思います。何よりも乗り越えられたのは、メーカーの方、先生方、またJAXAの事務の方が一緒に悩み、悔しがり、喜び、戦ってくださったからだと思います。ひたすら「感謝」です。少しでもXEPに関わってよかったと思ってもらえるように、これからも一步一步進んでいきたいと思っています。



衛星システム振動試験の様子。XEPとHEPは異なる面に搭載されているので、ダストカバーを被らない状態で2つが同時に写っているのは珍しい。

（東尾から三谷 烈史さんへ）

どういった状況にも動じない三谷さんの精神力に何度も救われました。どうやったら身につくのでしょうか？

「ドキドキのHEP開発」

●HEP担当 三谷 烈史

動じていないと思われることが多いのですが、生来、入力に対して応答する速度が人より遅いだけのことで、70keVから2MeVの電子を観測する高エネルギー電子分析器（HEP）の開発を担当したなかで、顔には出なかったかもしれませんが、私が困ったぞという状況だった3事例を紹介します。

1. プロジェクトに参加したとき

私はERGがプロジェクト化した2012年から参加しましたが、その際に言われたタイトなスケジュールに驚きました。とは言っても、できることから着実に実施していくのが一番近道だという信条から、目の前のことから片付けていきました。ただ、この時点で検討すべき事項にもう少し時間を費やしたかったです。じっくり検討結果を眺めて、自分の納得いくまで深掘りして理解するところまで達せられる状況ではありませんでした。

2. フライトモデル（FM）の引き渡し前の最後の5カ月

考え得る段階をきちんと踏んでFMを組み上げたのに、結果としてセンサのノイズレベルが高かったのには焦りました。最初、原因には皆目検討がつかず、FM引き渡しまでの時間が限られているなかで、最終的にはノイズを低減できましたが、その調査と対応策を検討する日々はかなり辛かったです。

3. 軌道上での初期チェックアウトを待つ日々

HEPの順番は最後の方でしたので、各機器が何事もなく立ち上がっていく中、HEPには何か想定外の事象が起きるのではないかとヒヤヒヤしていました。蓋をあけてみれば、さほど苦勞することなく定常観測に入れたのでホッとしました。打上げ前に行ったミッション部総合試験で、かなり柔軟に各機器の試験を実施させてもらいましたので、軌道上での運用はとてもスムーズに進めることができました。

総じてみると、どの時も自分一人では解決困難で、プロジェクトメンバ・粒子機器開発者の皆さんの協力に加え、同種の開発をしてきた方々、特にASTRO-H HXI/SGDチームから助言をいただけたことはHEPの開発を完遂するためには不可欠でした。ありがとうございました。

（三谷から笠原 慧さんへ）

EMまでは機器2つの設計を担当されていた笠原さん、短期間での2機器の開発で工夫したことはありましたか？

《次号に続く》

お帰りなさい。 2度目の宇宙研は、ファミリーの 一員として熱く迎えてくれた。



宇宙科学プログラム室 室長

三保 和之 (みほ かずゆき)

90年、九州大学大学院工学研究科修了。宇宙開発事業団（NASDA）入社後、宇宙輸送系部門、文部科学省、管理部門（人事・産業連携）等を経て、16年10月に宇宙科学研究所へ異動（2回目）。宇宙科学プロジェクトのシステムズエンジニアリング業務などに従事。

▶ 多様な JAXA

——宇宙開発に興味を覚えたのはいつ頃ですか？

小学生の頃ですが、NASAの惑星探査機ボイジャー1・2号がきっかけとなったと思います。木星の環や衛星イオの火山についての新発見があったり、土星の鮮明な写真を見て触発されました。当時、テレビで放映していた惑星探査特集なども大好きでした。高校に入るとすぐスペースシャトルの初飛行があり、これに感銘を受けて進路が決まりました。大学では「航空宇宙」を学びました。

——いろいろな部署・仕事を経験されていますが。

少数派かもしれませんが事業所も職種もいくつか経験していて、ある意味で財産になっています。採用後の初任地は筑波でしたが、次の調布は航空部門が中心で、ここには10年ほど居ました。当時は宇宙往還機の研究開発が行われていて、エンジニアとして熱・構造・空力などを担当しました。このプロジェクトは残念ながら中止されてしまって、実際に飛ぶことはできませんでしたが、そういう終わり方も貴重な経験になりました。その後文部科学省に出向したのち、2004年に宇宙研に異動しました。M-Vロケットの6号機・8号機・7号機（打上げ順）で、ロケットと科学衛星のインターフェイスを担当。科学衛星プロジェクトの先生方にいろいろ教えていただきながら行うという、大変恵まれた仕事でした。そのM-Vロケットも残念ながら中止が決定し、プロジェクトの別の終わり方を体験しました。M-Vロケットの後継である次期固体ロケットのプロジェクト立上げの仕事をしましたが、イプシロンという名前が付いた直後に人事部（東京）に異動となりました。由来の異なる複数事業所の経験は、JAXAの多様性を理解したうえで人事業務を行うという点で、とても助けになりました。その後はしばらく管理部門にいましたが、昨年10月に再び宇宙研に戻ってきました。

▶ 今も忘れない「ひので」と小杉先生の一言

——最も印象に残っている仕事は？

3つの打上げの最後、M-Vの7号機と太陽観測衛星「ひので」（SOLAR-B）ですね。この時、プロジェクトマネジャーを務めておられた小杉健郎先生（故人）に大変お世話になりました。打上げが迫って衛星側が多忙なときでも、本当に丁寧いろいろと教えていただいたのですが、宇宙研の食堂で行われた打上げ成功祝賀会の一コマが忘れられません。「ひので」の観測画像を流しながら杯を傾けたのですが、「まだ誰も見たことのない現象がここに映っているんだよね」と、かみしめるように話してくださいました。残念ながら先生は、その数日後に急逝されたのですが、宇宙研で働くすばらしさを最も感じさせられた瞬間でした。

——2度目の宇宙研の感想、そして現在の仕事は？

正直に言いますと、最初に宇宙研に来たときは少し違和感を覚えました。JAXAとして統合された直後ということもあって、宇宙研以外の人に対する距離感のようなものを感じたんですね。もちろん、それから長くお仕事をさせていただくなかで、宇宙研らしい熱さや濃さを共有できるようになりました。そして宇宙研を離れてしばらく経って、昨年また戻ってきたときは、今度はファミリーの一員かのように温かく迎えていただきました。何人かの人に「お帰りなさい」と声をかけてもらい、とてもうれしく思いました。

1度目はロケット側でしたが、今度はどちらかという衛星・探査機側の仕事です。現在は宇宙科学プログラム室の室長をしていますが、プロジェクトの卵のチームが行う技術的な検討をサポートする仕事です。これから大きなプロジェクトに発展していこうとするチームたちですが、初期には担当する人も少なく技術的サポートも十分ではないので、お役に立てればと思います。こういうサポートは宇宙研らしい特徴だと思いますし、それぞれのチームの活動が前に進んでいくのは私としてもとてもうれしく思います。

——宇宙研の魅力、そして抱負を。

世界で初めてというような衛星・探査機ミッションをつくる宇宙研で、出来上がっていく過程と一緒に悩み・過ごせるというのは光栄です。ただ、どのプロジェクトもそうですが、結実するまでには長い時間がかかります。打上げのころには現役ではなくなるメンバーも少なくないですが、それでも皆さん大変な熱意をもって取り組んでいます。そういう人たちと同じ熱さで、プロジェクトをお手伝いしたいと思います。火星や木星に行く探査機とか、ビッグバン現象を解明する科学衛星とか、壮大なプロジェクトをお手伝いできるのは非常に刺激的ですね。子供の頃にきっかけをもらったボイジャー1・2号は、いまでも稼働中で飛び続けていて、太陽系の外に出たと言われています。そんな仕事が出来たらいいなと、あらためて思っています。



ISASニュース No.440 2017年11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

編集作業にほとんど関わらず申し訳なく思いつつ、今月号表紙の太陽フレアの観測画像はきれいで興味惹かれるものでした。地球上では注意喚起を受けて、「太陽フレア来るぞ」関連のツイートの影響で通信障害が起きたみたいでした。（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。

R70
古紙/パルプ配合率70%再生紙を使用

**VEGETABLE
OIL INK**