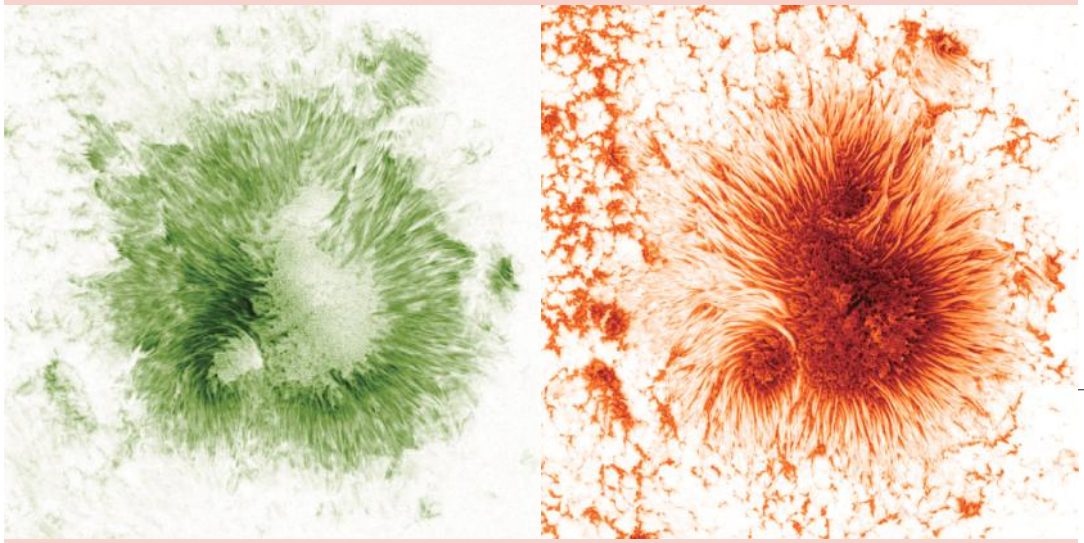
ISSN 0285-2861

# ISASニュース

JAXA宇宙科学研究所

2016
10
No.427



**「ひので」が取得した太陽黒点の偏光度マップ**

宇宙科学最前線記事の図２に対応するもの。左は直線偏光の大きさで太陽表面に水平な磁場成分の度合いを示す。一方、右は円偏光の大きさで太陽表面に垂直な磁場成分の度合いを示す。このような偏光データを用いて、太陽表面に存在する磁場の強さや向きを知ることができる。

## 宇宙科学最前線

# 高分解能の偏光分光計測によって太陽大気を理解する

宇宙航空プロジェクト研究員
カルロス･キンテロ-ノダ（Carlos Quintero Noda）

### 太陽の磁場

太陽大気は、太陽表面で散発的に出現する数キロメートル規模の小さな現象から数千キロメートル規模の大きな現象（図１の黒い部分）まで、様々な規模のエネルギー活動に支配されている。これらの活動現象の本質はまだ完全に理解されてはいないが、常に太陽大気にあまねく存在する磁場に関係しているという点で科学者たちの見解は一致している。この磁場は、太陽表面のほとんどの場所で単純な形状をしているが、活動領域のなかで観測される太陽黒点では、磁場が非常に複雑になっていて、磁場の強さも 3000 ガウス（0.3 テスラ）を上回ることがある。この磁場の強さは、強力な電磁石の磁場に比べて強くないが、サイズが地球よりもずっと大きいことを心にとどめておくべきだろう。この巨大な太陽黒点は通常、丸みを帯びた形状をしていて、暗部とよばれる暗い中心部を持ち、暗部よりも明るい半暗部とよばれるフィラメント状構造に取り囲まれている（図２）。太陽表面に黒点が観測される時、黒点の周辺ではフレアとよばれる爆発現象が発生して、太陽プラズマを宇宙空間に放出する場合が多い。フレアの規模によっては、放出されたプラズマが地球を周回している衛星に搭載された電子機器を損傷させる可能性もあり、これらの現象の本質を理解することはきわめて重要である。

### 空間デコンボリューション法

今日の太陽望遠鏡は、太陽を観測し、スマートフォンに内蔵されているものとよく似たデジタルカメラで光子を集める。これらの光子は太陽大気中で生成され、私たちに届くまでに存在する太陽プラズマと相互に作用し合う。したがって、光子は太陽大気に関する情報をもたらすことができ、例えばプラズマの温度やプラズマの移動速度、プラズマがどのように磁化されているかといったことを私たちに教えてくれる。ここで、太陽の磁場に関する情報を得るには、太陽光の偏光の度合を測定する必要がある。「ひので」衛星に搭載された可視光磁場望遠鏡のスペクトロポラリメータは、太陽表面で生成される光の偏光度を波長の関数として繰り返し測定する分光装置である。この装置が取得するデータはたいへん優れていて、太陽の物理に関して私たちの知識を大きく進歩させている。そのことも私をスペインから極東へと旅立たせ、「ひので」チームに参加する一因となった。私が夢にまで見た機会が現実のものになったのである。

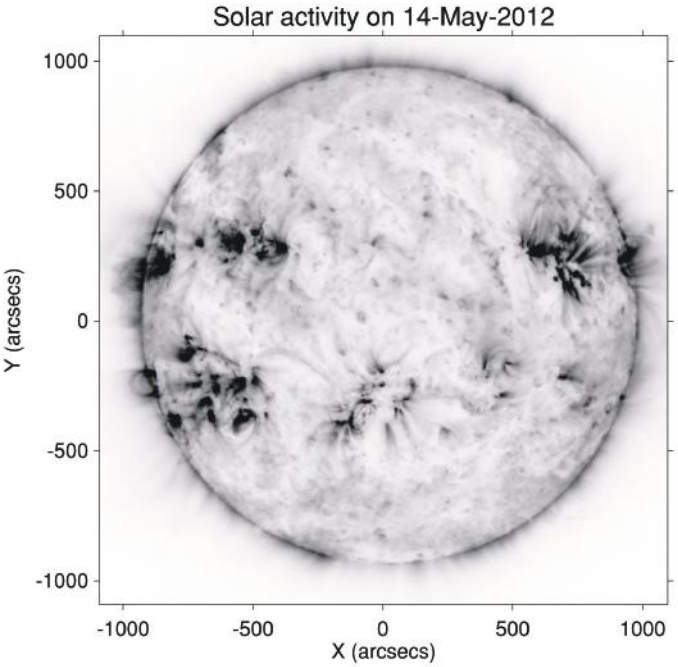



**図１　太陽コロナに見られるエネルギー活動の構造。この EUV 画像は PROBA ２ミッションにより、太陽極大期と呼ばれる時期に撮られたもので、複数の活動領域（色が黒い部分）が存在することが特徴的である。1arcsec は太陽表面上の約 725km である。**

「ひので」のような宇宙望遠鏡は地球の大気の影響を受けずに太陽を観測することができる。とはいっても、観測装置のなかで光が散乱を起こして、いわゆる迷光とよばれる影響が少なからず存在する。この影響を補正して偏光分光観測の品質を向上させるために、空間デコンボリューション法とよばれる新たな数値手法がこの 15 年の間に培われてきている。これらの手法の１つは、スペインで活動する若い太陽物理学者、アセンシオ・ラモス博士によって最近開発された。私の論文（Quintero Noda et al. 2015）で詳しく説明しているこの手法を、この２年間「ひので」データに対して幅広く適用して試験してきた。これによって、私は様々な物理現象を研究して、ISAS で働き始めた最初の年に、４つもの査読論文を刊行することができた。

図２の例を見ると空間デコンボリューション法の威力がわかる。画像左部分は元の観測データで、迷光による影響を受けている。それに対し空間デコンボリューション法を適用した画像右部分は、暗い部分と明るい部分のコントラストが強調され、微細な構造がより明確になって、データの質が明らかに向上している。その結果として、複雑な磁場構造が微細な構造スケールで急速に変化する様子を的確にとらえることができるようになった。例えば、表紙写真や図２のように、今まで不鮮明だった黒点半暗部をつくるフィラメント状構造のすがたを明瞭にとらえている。

空間デコンボリューション法は、望遠鏡の迷光によってぼやけた構造でも可視化でき、望遠鏡の空間分解能に近い小さな構造についての物理的な理解を深めることができる。図３の例では、空間デコンボリューション法で処理した右写真では、対流セルの間にある暗く狭い間隙領域に明るい輝点（赤矢印）を容易に認識することができる。これらの輝点は、左の原画像では非常に不明瞭で区別できない。これらの輝点は、太陽表面で微細な構造として太陽磁場が集積した領域に対応し、Quintero Noda et al.（2015）で偏光分光データにおいて初めて適切に検出できたものである。なお、この手法のプログラムは使いやすく、地上の望遠鏡も含むどんな望遠鏡からのデータにも使用でき、また、一般に公開されたフリーソフトウェア（無料ソフト）になっているため、興味のある人は誰でも使用できることも付け加えておきたい。

## インバージョンプログラム SIR

インバージョンプログラムは、観測された光子に含まれる物理パラメータを抽出することを目的としている。これらのプログラムは、偏光の放射伝達方程式（RTE）を解いて、観測されたスペクトルと合致する合成スペクトルを生成する。その意味では、プログラムは最も良くフィットするスペクトルが得られるまで RTE で使用される物理パラメータを繰り返し変更する。この作業は複雑なもので、初期のインバージョンプログラムはプロセスや演算時間を単純化するいくつかの理論的な近似を前提とする必要があった。その点で、ほとんどのプログラムは太陽大

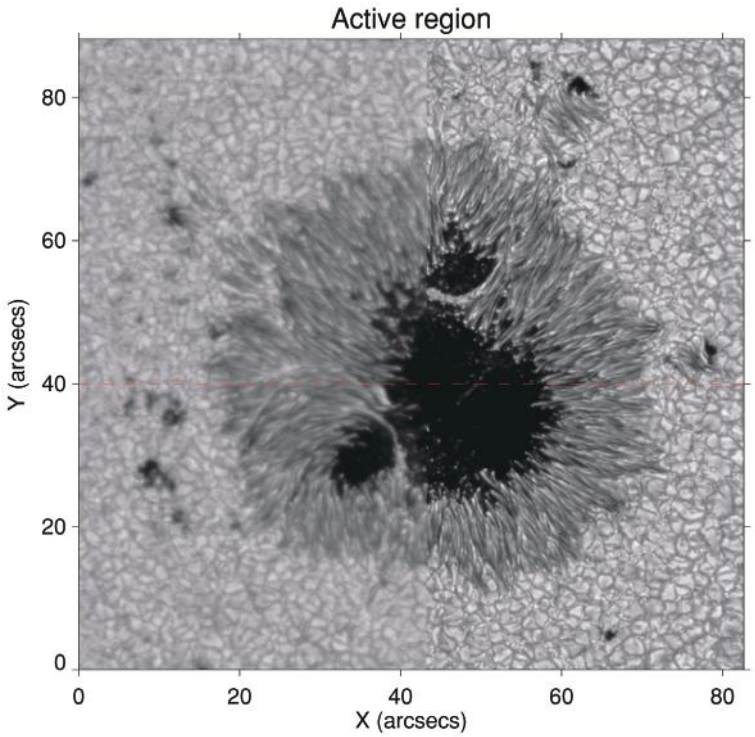



**図２　「ひので」に搭載された可視光磁場望遠鏡のスペクトロポラリメータで 2007 年４月 30 日に観測された太陽黒点。この活動領域は比較的大きく（地球の数倍）、２週間以上太陽表面に存在した。**

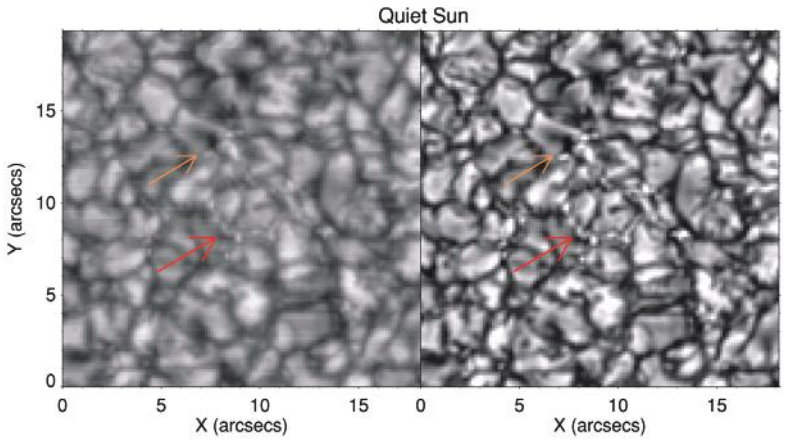



図３　「ひので」のスペクトロポラリメータで見た太陽表面。右画像は、原画像データ（左）を空間デコンボリューション法で処理した結果。強磁場が集積した構造が小さな輝点として明瞭に見えてきた（Quintero Noda et al. 2015）。

気中のある一定の高度における大気パラメータの情報しか決定することができなかった。しかし、先駆けとなる２人の研究者、ルイス・コボ博士とデル・トーロ・イニエスタ博士が SIR（Stokes Inversion based on Response functions：応答関数に基づくストークスインバージョン）とよばれる新たなインバージョンプログラムを提案し、前述の制約を克服することができるようになった。このプログラムは新たな理論的アプローチに基づいていて、様々な高度における太陽大気の物理情報の推定を初めて可能にした。その結果、例えば、温度や磁場ベクトルが高さとともに変化する様子も検出できるようになり、太陽大気のさらに上空で起きる現象をはじめとして太陽をより理解する大きな助けとなっている。観測結果は、物理法則に基づく理論モデルや複雑な数値シミュレーションとも比較することもできる。このように有能なプログラムは太陽表面に存在する磁場に対する理解を大きく前進させている。今日、「ひので」の偏光分光データにも SIR が広く適用されていて、200 編を超える査読論文が刊行されている。

図４に SIR プログラムが持つ可能性の１つの例を示す。これは、プラズマ温度と磁場強度について、垂直方向の構造をグラフ化したものである。横軸は図２の赤点線で示したピクセル位置であり、縦軸は太陽大気中における幾何学的高度を示す。プラズマの温度は、常に太陽表面付近の大気の底（下）の方ほど高く、高度が上がるにつれて温度が低下することも図から見て取れる。太陽エネルギーは太陽中心部で発生して表面にエネルギー輸送されてくるので、この温度の振る舞いは容易に推測できる。図４のほぼ中央付近に見られる太陽黒点の暗部では、非常に温度が低く、高度方向にほとんど変化が見られない。一方、この暗部の外側では、図２の明るい部分と暗い部分に対応して大きな構造的な変動が下側（底部）で検出されている。さらに、上空では、より複雑な挙動を目にすることもでき、そこでは太陽大気で起こるダイナミックな活動に伴って、高温の（白い）スジ状の構造が出現することもある。磁場強度（図４下段）については、温度の空間的分布と強い相関関係が見られ、温度が非常に低いところ（暗部）では極端に大きく、それ以外の空間的位置では複雑な変動パターンを示していることがわかる。

## 太陽をより良く理解するために

太陽大気の物理を理解するための鍵は、太陽を偏光分光観測することにあろう。このことは「ひので」（Solar-B）によって広く実証されており、現在検討が行われている Solar-C のように将来の太陽観測ミッションにとっても重要なポイントだろう。偏光分光観測を通じて太陽を観測することにより、観測されたスペクトルに含まれる情報をインバージョンプログラムによって太陽大気の物理情報へと変換することができる。また、これらの観測データに空間デコンボリューション法も適用すれば、装置による影響を取り除くことができ、画像の品質、より小さな空間的特徴の検出やインバージョンプログラムの結果を改善することができる。私は、「ひので」による観測に対して２つの手法を同時に初めて適応した。この２年間にわたる取り組みによって、どちらの手法も正確に機能すること、および観測データに含まれる物理情報を抽出できることを証明した。私たちは今や、私たちの生命を支配し、私たちが依存する太陽という星の性質について、これまでにないレベルまで理解を深めるための手段を手にしているのである。

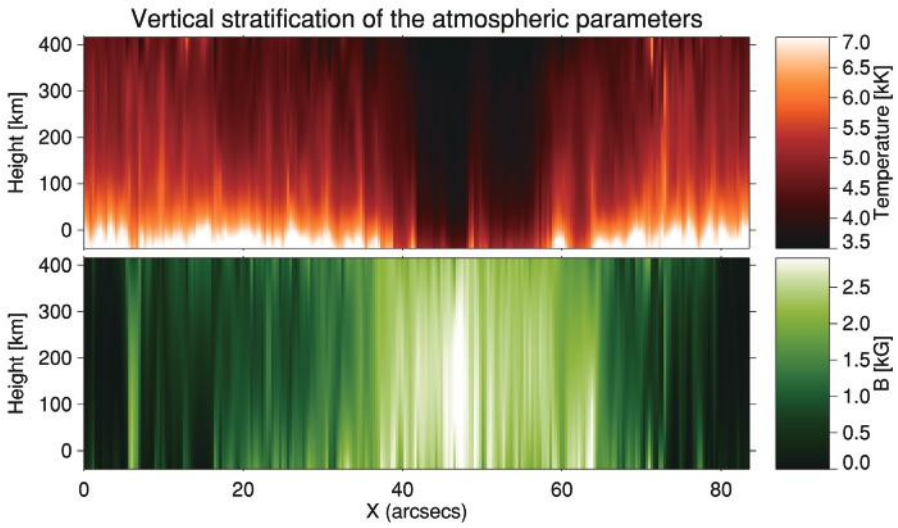



図４　図２の赤い点線で示したピクセルに沿った温度（上段）と磁場強度（下段）の垂直構造。縦軸の幾何学高度の原点は、可視光での太陽表面が始まるあたりに位置する。

宇宙科学最前線を読み解くキーワード解説「偏光計測」もご覧ください → 7ページ

# 10周年を迎えた「ひので」

図1　「ひので」衛星10周年記念講演会のひとこま

2006年9月23日午前6時36分（日本時間）、太陽観測衛星「ひので」は内之浦の発射台から飛び立ちました。M-Vロケットの有終の美を飾る完璧な打上げでもありました。それから、あっと言う間に10年がたちました。この間「ひので」は世界の第一線で活躍して、他では決して得られない世界一と誇れる観測データを今でも地上に送り届けてくれています。

10周年を迎えるにあたり、様々な催しを実施しました。まず、Hinode-10科学会議の開催です。日本・米国・欧州を順番に回りながら毎年開催してきた国際ひので科学会議は10回目になります。9月5日から8日まで名古屋大学坂田・平田ホールにおいてNAOJシンポジウムとして開催しました。国内から74名、海外から79名、計153名が残暑つづく名古屋に集まり、「ひので」観測を基軸とした最新研究を熱く討議し、今後の研究の方向性を探りました。特に今回の会議では、世界の第一線で活躍する研究者が多様なテーマでの過去10年間の研究の進展についてレビューを行い、今後の研究に関して忌憚なくコメントしてもらいました。ためになる良い講演が多く良い会議だったとの声を参加者から多数耳にしました。また、科学会議にあわせて、9月4日に国際科学チームの意思決定機関である「国際ひのでサイエンスワーキンググループ」（SWG）会議、9月9日には2020年代の将来構想について研究コミュニティと討議するSOLAR-Cサイエンス会議も開催しました。

10周年という節目は、「ひので」の成果を広く一般に知っていただくアウトリーチの機会にもなりました。その一つが、ひので衛星10周年記念講演会「太陽観測から宇宙と地球を探る」の企画です。Hinode-10と同じ会場で、9月10日に開催しました。打上げから10年たった「ひので」衛星が、どのような目的で開発され、これまでの観測で何が分かってきたのか、そしてまだ分かっていないことは何なのかを、一般の方々に知っていただくことを目的とした講演会です。開催経験のない名古屋での講演会のため、参加受付の前にはどれだけの方に参加いただけるか不安がありましたが、当日は228名もの来場者でにぎわいました（図1）。最先端の研究内容に踏み込んだ難しい内容であったにもかかわらず、来場者は4名の太陽研究者による講演に熱心に聞き入り、質疑応答も活発に行われました。アンケート結果によると、来場者の95%がおもしろいと感じ、88%の方から分かりやすかったと評価いただき、ほぼ全員に満足していただけたようです。講演内容に対して来場者の関心も高く、特に、私たちの生活にも直結する、太陽フレアの研究の重要性や予測精度向上への期待が書かれたコメントが多数ありました。また、SOLAR-C衛星の実現により太陽の謎のさらなる解明に期待を寄せるコメントも非常に多くいただきました。この講演会の様子は、YouTubeライブでインターネット配信も行いました。その講演ビデオは時間が長いですが、講演会後も視聴され好評です。

図2　一般向けに公開した短編映像の冒頭シーン

また、「ひので」が撮影した代表的な動画や画像を約3分に集約した短編映像「HINODE the 10th anniversary of its launch」（図2）をインターネットで公開しました。この映像は徐々に世界に知れわたり、今までに8万回以上の再生が記録されています。「ひので」が撮影した画像を知らない層も多く、すごい、感動した、などのコメントが寄せられています。他には、天文分野の研究者向けに「ひので」の科学成果を解説した特集が、日本天文学会が発行する『天文月報』8月号～10月号に載りました。26名の太陽研究者らが様々な課題について解説をしています。

記念日（9月23日）の夜には、「ひので」衛星・望遠鏡の開発や打上げに関わった技術者や科学研究を推進する研究者などが都心に集まり、10周年を祝いました。120名を超える盛大なパーティとなり、久しぶりに再会した関係者は思い出話などに花を咲かせ、あっという間の時間でした。（清水 敏文）

# $N_2O$/エタノール推進系　第8次システム総合燃焼試験（NEPT-8）

固体ロケットの最終段への搭載を目指して、常温で保存可能な無毒の亜酸化窒素（$N_2O$）とエタノールを燃料とする推進システムの研究開発を進めています。2016年7月4日から22日まで能代ロケット実験場の真空燃焼試験棟（HATS）において第8次システム総合燃焼試験（NEPT-8）を実施しました。前回試験（NEPT-7、2013年12月）までは大気燃焼でしたが、真空槽内に設置した燃焼試験は初めてとなります。真空槽外部か

真空槽内への設置の様子と燃焼中のセラミックス複合材燃焼器・ノズル（天蓋は高さ6m）

ら燃料供給系配管などの作製、計測機器類の設置・配線が必要となり、本年の３月にも３週間ほど準備作業をしています。

今回は、エンジンの真空中での推進性能を取得するとともに、主エンジンと同一の液体燃料を使用した点火器の試験を行いました。なお、燃焼中の圧力上昇を最小限に抑えるために、真空槽の中に大きな吸熱板と火炎偏向板を設置し、排出した燃焼ガスの温度を速やかに下げる工夫をしています。

さて、準備は着々と進み、計画通りに第１回の燃焼試験にたどり着きました。残念ながら第１回目の燃焼実験は、エンジンは無事起動したものの、燃焼の途中から $N_2O$ がガスの状態で供給されたために途中で停止してしまいました。対策を講じ２回目の燃焼試験は計画通り燃焼することができ、セラミックス複合材の燃焼器・ノズルによる推進性能の向上を確認しました。続いて、２液点火器の燃焼実験を行いました。「そもそも点くのか？」と半信半疑で実施しておりましたが、あっさり点火し今後の推進システムの実用化に近づきました。

実験班は宇宙科学研究所で研修中の新人４名を含む30名となりました。同時期に能代ロケット実験場では液体水素を用いた実験も行われ、大人数でにぎやかに実験を行いました。今後は今回の成果を生かし、固体ロケットの最終段として必要な姿勢制御用の小型スラスタの開発などを実施し、ひとつの推進システムとして使えるものにすることが目標です。（後藤 健）

# 平成28年度第二次気球実験

大気球実験の実施時期は実施する実験が要求する飛翔高度と飛翔時間によって決まります。平成28年度第二次気球実験は、高度30km弱で数時間の飛翔を希望する実験と、水平浮遊は必要ないものの高度40km以上の飛翔を希望する実験を実施するため、７月19日から８月上旬までと９月に入ってからの２回に分けての実験計画となりました。北海道大樹町で大気球実験を実施するようになってから、初めての７月滞在です。

前半は、地上からでは観測が困難な高周波数での電波天文イメージング観測を目的とした、気球を用いた超長基線電波干渉計（VLBI）ミッションへの挑戦でした。このようなVLBIミッションの可能性を探るため、今回は地上望遠鏡と干渉計を組むことができる低周波数帯で、将来のサブミリ波帯での観測に必要な技術課題を検証しようとしました。初めて気球実験に取り組む実験グループのメンバーは昼夜を問わず観測機器の準備を進めたのですが、初めて故のさまざまなトラブルに阻まれ、また大きく蛇行し南北方向に流れるジェット気流のために飛翔機会も得られず、本年度の実験を見送ることになりました。

この南北方向に流れるジェット気流の影響か、８月下旬から多くの台風が十勝地方を襲いました。僅か１週間の間に台風７号、９号、11号と３つの台風が襲来し、後半開始直前の８月末には、観測史上初めて東北地方に太平洋側から上陸した台風10号が十勝地方にも大きな被害をもたらしました。大樹町でも橋が崩落し犠牲者が出たうえに、大樹町全域が断水となりました。

このため、最小限の人数で実験準備を始め、町内での宿泊の目途がついた９月４日に全実験班が大樹町に移動し放球準備を完了、翌５日未明に「成層圏オゾン・二酸化窒素の観測」を実施しました。この実験は、オゾンに加えて

夜明け前に放球された成層圏オゾン・二酸化窒素観測のための超薄膜高高度気球

二酸化窒素なども観測できるように小型分光器を用いて新たに開発した小型・軽量の光学オゾンゾンデを高高度まで飛翔させ、上部成層圏オゾンの年々の変動を明らかにし、同時にオゾン破壊に関わる二酸化窒素を観測することを目的としました。高度16km付近で日昇を迎えたいという実験要求から大樹町で初めて夜明け前に放球された厚さ3.4μmの超薄膜ポリエチレン気球は高度45kmまで上昇し、所期の観測を実施できました。霧雨の降る中での放球となりましたが、ジェット気流が極度に不安定な状況下でワンチャンスを捉えた実験実施となりました。

今回の実験には多くのJAXA新人職員や総合研究大学院大学生が研修・教育の一環として参加しました。実験グループも含めてフィールドで実験を進めていく難しさを体感してもらえたことと思います。こうした機会にご協力いただいた関係者の皆様に深く感謝いたします。

（吉田 哲也）

# アストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ」の地球帰還試料、初期分析を開始

宇宙研特設クリーンルーム内で、地球帰還した「たんぽぽ」捕集パネルを開梱・観察する様子

国際宇宙ステーション「きぼう」実験棟にて2015年から運用中の宇宙実験「たんぽぽ」。4年間続く「有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集」実験の初年度試料の第一弾を乗せたドラゴン帰還カプセルは、2016年8月27日に太平洋上のカリフォルニア沖に着水し、回収されました。

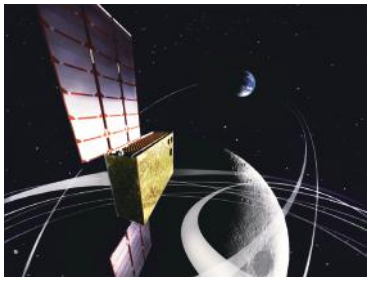
今回地球に帰還した「たんぽぽ」の試料は、固体微粒子用の「捕集パネル」8枚、極限環境微生物と人工有機物を載せた「曝露パネル」1枚、そして「きぼう」与圧部内に保管されていた「対照パネル」1枚の計10枚です。2015年5月26日から2016年6月14日までの1年以上、宇宙空間に曝されていたものが回収されたのです。これらは日本へ空輸されたのち、9月20日には筑波宇宙センターでたんぽぽチームに引き渡され、同日夜には相模原の宇宙研の実験室に特設されたクリーンルーム内の試料保管庫に運び込まれました。2007年に公募選抜されてから9年目のミッション実現の瞬間でした。

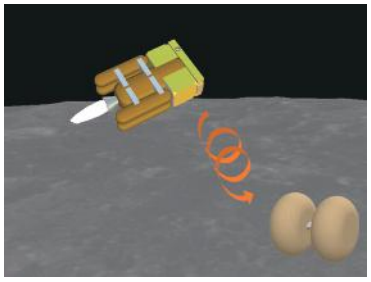
「たんぽぽ」では毎年試料が回収されるため、全国26機関の研究者がチームを組んで、1年間以内に1回ずつ、初期分析から詳細分析までの一連の作業を行う必要があります。そのため全ての出発点となる初期分析は、迅速かつ高精度に繰り返し行われなくてはなりません。そこで2012年から前述のクリーンルームを整備しはじめ、2013年から3年かけて、捕集微粒子の位置同定・観察・掘削を統合して行う試料分析システム「CLOXS」を手作りしました。さらに今年1月から8月まで、初期分析全工程のリハーサルを行い、本番同様の通し稽古も3回繰り返しました。

初期分析は予定通り、9月26日から開始されました。初日は捕集パネル試料を全て開梱し、目視観察と記録・撮像を完了しました。全ての試料が宇宙往還に成功し、固体微粒子の衝突痕らしい特徴も認められて、科学分析に供せることが確認できました。今後はX線CTや光学顕微鏡などで非破壊分析を行ったのちに、衝突痕を一つずつ掘り出して詳細分析チームへ分配する予定です。なお微生物・有機物を保存している曝露パネルは速やかに分解され、10月初旬から詳細分析が始まります。

（矢野 創）

# NASA SLSロケット搭載の超小型探査機プロジェクト始動


EQUULEUSの想像図


OMOTENASHIの想像図

米国が2018年の初打上げを目指して開発中の超大型ロケットSLS（Space Launch System）に、JAXAの2機の探査機EQUULEUS（エクレウス）とOMOTENASHI（オモテナシ）が相乗りすることになりました。探査機と言っても、37cm×24cm×11cmの箱の中に入る14kg以下の超小型です。

EQUULEUS（EQUilibriUm Lunar-Earth point 6U Spacecraft）は、地球と月の重力が釣り合うラグランジュ点へ到達する技術を習得し、ラグランジュ点から地球の磁気圏プラズマの観測や月に衝突する小隕石の観測を行います。東京大学の船瀬龍准教授がリーダとなり、JAXAと東京大学が共同で開発します。OMOTENASHI（Outstanding MOon exploration TEchnologies demonstrated by NAno Semi-Hard Impactor）は、月面へ数百グラムの探査プローブをセミハード着陸させる技術を実証します。超小型の探査機では軟着陸させることは難しいので、時速100km程度まで減速し、衝撃吸収機構によりプローブを守ります。また地球から月に至る軌道での放射線強度の測定を行います。宇宙研の橋本がリーダとなり、All JAXAの技術を結集して開発します。

今回の打上げでは、他に米国が10機、イタリアが1機超小型探査機を相乗りさせます（詳細は下記Webを参照）。どの探査機も、将来の有人探査のために必要な技術開発や宇宙環境の測定を目的としています。そして打上げの主衛星は有人宇宙船オリオンの無人試験機です。宇宙飛行士の皆さんよりお先にSLSに乗って月へ行ってきます。

（橋本 樹明）

相乗り衛星についてのNASAリリース文
https://www.nasa.gov/press-release/nasa-space-launch-system-s-first-flight-to-send-small-sci-tech-satellites-into-space/
https://www.nasa.gov/exploration/systems/sls/international-partners-provide-cubesats-for-sls-maiden-flight/

# ERG衛星の機体公開

内之浦への旅立ちを待つ、ERG衛星

ジオスペース探査衛星（ERG）は、地球周辺に存在するヴァン・アレン帯の高エネルギー電子がどのように生まれ、どのように失われるのかを解明し、ヴァン・アレン帯のダイナミックな変動メカニズムを明らかにすることを目的に開発が進められてきました。

今年２月に始まった総合試験も、約半年間の試験工程を終え、その後の運用模擬試験を経て、打上げを行う内之浦宇宙空間観測所へ向かう準備がほぼ整いました。

そうした最中の９月 29 日、旅立ち前の組み上がった勇姿を報道関係者の皆様にご覧いただく機体公開が、相模原キャンパスで行われました。報道関係者も 20 団体 37 名にご参加いただき、まるで盛大な壮行会の様相でした。プロジェクトマネージャの篠原育准教授が ERG 衛星の概要を、続いてプロジェクトサイエンティストである名古屋大学の三好由純准教授が ERG 衛星による観測の意義を説明。飛翔体環境試験棟のクリーンルームでは、機体を前にプロジェクトメンバーによる熱心な説明と報道関係者による取材が続きました。

ERG 衛星は 10 月３日、故郷相模原を背に、スタートラインの内之浦へ向けて出発しました。現地でイプシロン２号機に搭載され、打ち上げられます。

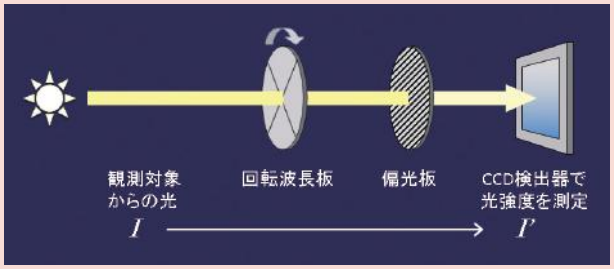
今後も ISAS ニュース上で、ERG 衛星の状況を随時お届けしてまいります。

どうぞ、引き続き応援をよろしくお願いいたします。

（ISAS 広報）

## Keyword 今月のキーワード

### 偏光計測



「ひので」望遠鏡の偏光計測の概念図

光は電磁波とよばれる横波で、電磁場の振動が伝搬する現象です。偏光とは、この振動の方向が偏っていることを指します。私たちは日常生活で偏光を体験できます。例えば、魚釣りの際、水面からの反射光で水の中の魚が見えにくい場合があります。また、冬にスキー場でゲレンデが異常に眩しいことがあります。このような場合、水面やゲレンデからの反射光を抑えるために、偏光サングラスをかけます。水面等から反射してきた光は水面に平行な方向（横方向）に振動する光（直線偏光とよびます）がほとんどであるため、縦方向だけを透過できる偏光グラス（偏光板）で反射光をカットできるのです。実験としてその偏光グラスを 90 度回してみると、横方向を透過できるようになるため、反射光はほとんどカットされません。同じような実験は、スマートフォンやテレビなどの液晶画面を使ってできます。液晶画面からの光は直線偏光しているので、偏光グラスを 90 度回すと画面が非常に暗くなることを簡単に見ることができます。このことから、偏光板を 90 度回転させて取得した2つの画像を比較すれば、どれだけの直線偏光した光が含まれているのかを知ることができます。

「ひので」望遠鏡の偏光計測も、似たような原理で行っています。実際には、直線偏光のほかに振動方向が旋回する円偏光成分も測り、さらには 0.1% という非常に精度が高い計測を行うために、装置構成がやや複雑です（図）。偏光板の役割をする光学素子が検出器の手前に固定して置かれ、観測装置の入口に波長板とよばれるガラス板（互いに垂直な方向に振動する光の間に光路差をつけて、それらが届くタイミングをずらすフィルタ）を光路上に置き一定速度で連続回転させています。異なる回転角度にて取得した画像どうしに足し算や引き算などの計算処理を施すと、直線偏光や円偏光といった偏光状態を知ることができます。宇宙科学最前線で紹介されたスペクトロポラリメータは、1.6 秒の周期で波長板が連続回転するなかで、露出時間 0.1 秒の画像を１回転あたり 16 枚取得して、それらを加減算して４種類の偏光画像を導出しています。もし多数の画像を取得する間に画像に写った物体位置が微妙にずれると、加減算により疑似信号が発生してしまうため、大気ゆらぎ等の影響がないスペースからの観測が、高精度計測を唯一実現する方法なのです。

（清水 敏文）

# プロジェクトを確実に成功させる環境を整備したい

宇宙航空研究開発機構　執行役

深井 宏（ふかい ひろし）

1962年山口県生まれ。1985年京都大学工学部卒業、科学技術庁入庁。研究調整局宇宙企画課、文部科学省防災科学技術推進室長、地球環境科学技術推進室長、農林水産省知的財産課長及び技術普及課長、宇宙航空研究開発機構総務部長、内閣府宇宙戦略室参事官等を経て、2014年10月より現職。趣味は歴史ドキュメンタリーを中心とした読書、「錬士」の称号を持つ居合道。

## ▶▶宇宙政策をライフワークに

**――JAXAに来られる前から、テクノクラートとしてさまざまな科学技術行政に携わってこられました。**

1985年に当時の科学技術庁に入庁、2010年にJAXAに総務部長として赴任するまでの25年間、いろいろな科学技術行政に携わってきました。例えば1996年に策定された科学技術基本計画における「ポスドク1万人支援計画」。当時は、博士課程を終了した研究員の確保が政策課題でしたので、政府としてポストドクターを1万人まで増やして支援しようというものでした。また、今では当たり前になりましたが、国家公務員の任期付き採用の実現にも取り組みました。人材の確保は今でも重要な政策課題です。

文科省となってからは阪神・淡路大震災を受けて、大型構造物の耐震性を検証するための大規模実験施設（E-ディフェンス）の兵庫県での建設計画や、東京に43カ国の閣僚級が集まって開催された「地球観測サミット」に携わるなど、科学技術行政においてはいろいろな仕事を経験させてもらいました。それが今の仕事に非常に役立っていると思います。

**――宇宙開発関連業務との出会いは。**

JAXAの在籍期間は長くはないものの、宇宙関連の業務はこれが初めてというわけではありません。実は、新卒で最初に担当したのが当時総理府にあった「宇宙開発委員会」の事務局でした。事務局という職務上、宇宙研の教授や旧NASDAの職員が熱い議論を交えるのを間近で見てきました。互いに知恵を絞り合い、ある意味良いライバル関係でやっておられて、役所の立場でそれを支え調整していくのが私の役割でした。そんな運命的な出会いがあって、若いころから“できれば宇宙政策関係の仕事をライフワークにしたい”と考えてきました。人事にもそれを要望していたおかげか、この10年ぐらいは宇宙にシフトさせていただいています。

京都大学では宇宙科学とも関連の深い量子化学を専攻しました。たまたまですが、ノーベル化学賞の福井謙一先生の流れですね。ただ私の場合、学術そのものを追求したいとは思わなかった。子どものころから公務員志向がありまして、それも技術系の公務員になりたかったんです。技術の内容はなんでもいいといえば語弊がありますが、要は大所高所から科学技術の進展をサポートする仕事に就きたかった。私のテクノクラート志向は大学を卒業する時点で固まっていました。

## ▶▶相乗効果をいかに生み出すか

**――現在の仕事を簡単にいうと。**

一言でいえば宇宙研のマネジメントになりますが、執行役として特に“改革”をモチーフに仕事をしています。例えば人事制度でいいますと、宇宙研の場合は教育職の先生方が多いので、一般の職員とは異なる特別なマネジメントが必要になる。長年の行政経験を踏まえて宇宙研にふさわしい制度を模索しています。私の仕事はその性質上、職員の皆さんの目に触れない水面下での仕事といえるかもしれませんが、この2年足らずで、労働条件の改正や人事評価制度の大幅な見直しなどに取り組むことができました。

**――宇宙研の課題と、今後の抱負は。**

私が役所に入ったころは、宇宙研と宇宙開発事業団は別の組織でした。文科省になるとJAXAとして統合され、今はそれぞれがメリットを持ち寄っていかに相乗効果を発揮できるかという時代に入りました。今回のX線天文衛星「ひとみ」の異常事象究明などは典型例で、JAXA全体でこれに注力して対策を検討しました。難局と向かい合って、強いまとまりが生まれたのは一つの進化だと思います。4年後、東京オリンピック・パラリンピックが終わったころに、小惑星探査機「はやぶさ2」が帰還します。その前には小型月着陸実証機「SLIM」が月に着陸する予定です。JAXAにとって大変重要な意味を持つこれらのプロジェクトを確実に成功させること、国民の期待に必ず応えるための環境整備が、私に課せられた重要な使命だと考えています。

JAXA ISASニュース　No.427　2016年10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

長雨が続きました。相模原から運ばれていくERG衛星に手を振った日も小雨でした。10月号編集の終盤になってやっと風が心地よい季節になり、キャンパスでは葉が落ち始めて秋の深まりを感じています。（大川 拓也）

*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