

イプシロンロケット上段サブサイズモータの地上燃焼試験の様子

## 宇宙科学最前線

## 「あかり」が検出した 謎の遠赤外線放射とは？

松浦周二

赤外・サブミリ波天文学研究系 助教

2011年8月10日、宇宙科学研究所ホームページのトップに「『あかり』宇宙からの謎の遠赤外線放射を検出!」\*1という見出しが踊りました。何やら怪しげな研究をしているのかといぶかしむ向きもあるかと思いますが、れっきとした科学成果です。本稿では、このニューストピックに関して、もう少しだけ詳しく解説させていただきます。

### 赤外線宇宙背景放射

このニューストピックの概略は、赤外線天文衛星「あかり」が遠赤外線宇宙背景放射を見つけたところ、予想外に大きな宇宙背景放射が見つかった、というものです。宇宙背景放射とは、遠方宇宙からやって来る一様に広がった淡い光です。知られた天体の向こう側にあるという意味で「背景放射」です。

宇宙背景放射として最も有名なものは、ビッグバン直後の灼熱の宇宙が出した光の名残である、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)です。これは、名のごとくミリ波～マイクロ波の波長(1～10mm)の電磁波として、地上からある程度観測できます。CMBは、宇宙に広がるあらゆる波長の電磁波の背景放射エネルギーの大部分を占めています(図1)。宇宙最初の光がこの世で最も明るいのは、宇宙の創成を探究する科学者にとって、信じられないほどの幸運といえます。

では、2番目に明るいものとは、もう少し波長の短い(1～100マイクロメートル[μm])赤外線の宇宙背景放射なのです。後で述べるような宇宙進化の解明を目指して、これを詳しく調べない手はありません。しかし、赤外線の宇宙背景放

射の明るさや起源は、先のCMBほどはっきりしていません。その一因は、太陽系や我々の銀河系、さらには銀河系以外の銀河まで、前景にあるあらゆる暖かい天体は強い赤外線を放射するので、背景放射と区別するのになかなか苦労することです。また、赤外線の宇宙背景放射は決して地上からは観測ができないため、観測の機会が少ないことも理解を遅らせる一因となってきました。大気が宇宙からの赤外線をすべて吸収してしまうため、明るさを正確に測定するには宇宙へ出るほかないのです。そこで、我々が「あかり」の登場となります。

## 「あかり」による原始赤外線銀河の探査

「あかり」の使命は、宇宙背景放射を測ることだけではありません。「あかり」が全天の宇宙地図をつくった目的の一つは、赤外線でも明るく輝くあらゆる銀河を知り尽くそうというものです。宇宙背景放射の謎を語る前に、確実にその一部として含まれているはずの、銀河からの赤外線について述べなければなりません。

初の赤外線天文衛星であるIRAS（1983年打上げ）が成し遂げた重要な功績の一つは、光よりもむしろ赤外線でも明るく輝く特殊な銀河、「赤外線銀河」の発見です。後に、その正体は、猛烈な勢いで星々が生まれている銀河や、大量の物質が落ち込む巨大ブラックホールであることがわかりました。それらの強烈な紫外線にあぶられて暖められた周辺のダスト（固体微粒子）が、強力な赤外線を

放出するのです。現在の宇宙ではまれな存在の赤外線銀河ですが、ISO衛星（1995年打上げ）などの観測によれば、時代をさかのぼるほどその割合が急激に増えていくことがわかりました。つまり、古代の宇宙は現在よりも星生成活動が盛んだったのです。さらに推し測ると、宇宙初期には赤外線銀河が満ちあふれていたことになります。「あかり」は、このような原始の赤外線銀河を探査すべく生まれたのです！

我々は、宇宙初期の赤外線銀河を探査するため、「南天あかりディープフィールド（ADF-S）」と名付けた領域で、「あかり」に搭載した遠赤外線観測装置（FIS）を用いて、波長50～180  $\mu\text{m}$ における観測を行いました。この領域は、観測の妨げとなる銀河系内のダスト放射が最も弱いことを基準に選びました。「あかり」が見つけた全天地図と比べれば4000分の1の広さしかありませんが、その分、観測時間をかけて遠くの暗い天体まで検出できるように計画しました。その結果、これまでになく大量の赤外線銀河を見つけることができました。図2には、観測で得られた波長90  $\mu\text{m}$ での画像を示します。ポツポツと白く見える輝点は、すべて銀河です。

## そして赤外線宇宙背景放射へ

高感度を誇る「あかり」ですが、望遠鏡の大きさ（68cm）と波長（90  $\mu\text{m}$ ）の比で決まる解像度には限界があります。望遠鏡は人間の目より大きい分、捉えることができる波長が可視光より長いので、「あかり」の視力は人間の視力（およそ1.0）と同じぐらいです。このため、大量に存在する原始の赤外線銀河は互いに像が折り重なってしまい、個別には検出できませんでした。銀河が大量に見つかったと思っていたら、その向こうには、まだまだ膨大な数の天体がひしめいているようなのです。

そこで、我々が試みたのは、折り重なった原始赤外線銀河の群れをまとめて宇宙背景放射として捉える方法です。これは、観測された明るさの全体から太陽系や銀河系の放射成分を慎重に差し引いて、なお残る銀河系外からの信号を調べることにより行います。また、遠方宇宙の放射を選別するために、個々に検出できる銀河はできるだけ暗い（遠方の）ものまで取り除きます。「あかり」は、過去に赤外線の宇宙背景放射の測定を行ったCOBE衛星（1989年打上げ）の100倍も高い解像度を持ち、桁違いに暗い銀河までも取り除くことができました。つまり、「あかり」の宇宙背景放射データなら自信をもって、遠方の天体からなる、といえるのです。

図1 あらゆる波長（周波数）における宇宙背景放射の明るさ  
数字は、各波長の背景放射成分の明るさについて、宇宙マイクロ波背景放射（CMB）を1000としたときの積分強度。宇宙初期の天体形成に関わる赤外線の宇宙背景放射（CIB）は2番目に明るい。  
(H. Dole et al., A&A 451, 417-429 (2006) を改変)

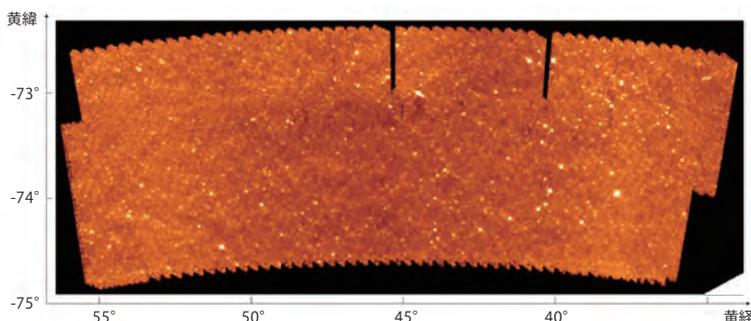
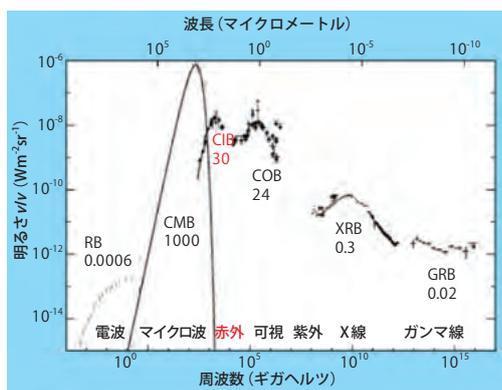


図2 「あかり」による波長90  $\mu\text{m}$ における南天あかりディープフィールド（ADF-S）領域の遠赤外線画像  
白っぽい輝点として見えるのは個々の銀河である。それらの背後には、宇宙初期の莫大な数の天体からなる宇宙背景放射が存在している。(S. Matsuura et al., ApJ, 737, 2)

## 謎の遠赤外線放射の発見

しかし、宇宙背景放射の測定結果は意外なものでした。観測されたスペクトルや空間的な様子を分析すると、確かに宇宙背景放射のかなりの部分は赤外線銀河からなるようですが、それだけでは説明のつかない放射成分が存在したのです。これを示すため、図3では、「あかり」が測定した宇宙背景放射の3つの観測波長のデータを、理論モデルから推定される宇宙の全銀河からなる背景放射と比較しています。このモデルは、「あかり」を含む過去のさまざまな観測データのほか、Spitzer宇宙望遠鏡（2003年打上げ）や最新鋭のHerschel宇宙望遠鏡（2009年打上げ）による「あかり」よりもさらに遠方の銀河の観測結果などを、よく説明できるものです。驚くべきことに、「あかり」が見た宇宙背景放射の明るさは、全銀河の放射より最大で2倍も明るいのです。たかが2倍とはいえ、宇宙の全エネルギーに関わることなので、この差は深刻です。

## 放射はどこから？

謎の遠赤外線を放射する天体はどのようなものでしょうか。その大きな放射エネルギーを限られた宇宙全体の物質質量で賄うには、高い放射効率が必要になります。図3をよく見ると、余分な明るさの成分は、全銀河の放射よりもピークが短い波長寄りにあり、銀河よりもかなり高温の物質による放射だと考えられます。さらに、それが遠方宇宙にある場合には、宇宙膨張の効果で波長が伸びて観測されるため、当時はもっと高温だったこととなります。このような点から、放射源は星に暖められた生温いダストではなく、ブラックホールへ落ち込むときに高温に熱せられたガスやダストではないかと推測しています。

「あかり」は、ここまで述べてきた宇宙背景放射の明るさだけでなく、見掛けの滑らかさ（むらむら）までも測定しました。詳しくは述べませんが、測定された宇宙背景放射が非常に滑らかであることから、その原因となる個々の天体は銀河よりもはるかに小さいことが結論づけられます。銀河の中心に座り込んでいる巨大ブラックホールではなく、宇宙初期に大量にあった小さめのブラックホールが謎の放射の原因ではないか、というのが私の見方です。

ところで、今回の観測とは独立に我々が長年追い求めてきた、近赤外線（波長数 $\mu\text{m}$ ）の宇宙背景放射もまた、全銀河の放射の何倍も明るいことが分かっています。つい先月、『「あかり」が捉えた宇宙最初の星の光』<sup>※2</sup>として報道発表したように、

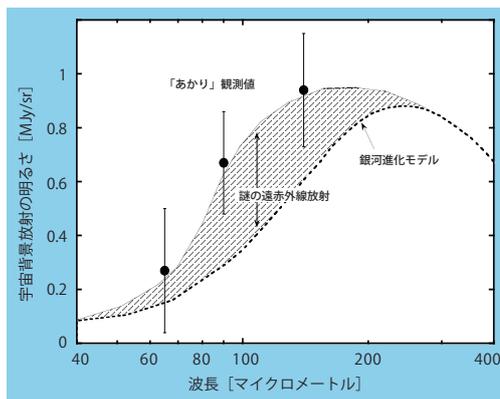


図3 「あかり」による遠赤外線の宇宙背景放射の観測結果（●印）  
現在の銀河進化モデルで予想される全銀河の放射（点線）では「あかり」の観測値が説明できず、それに加えて、謎の遠赤外線放射（斜線部分）が存在している。

近赤外線の宇宙背景放射は、そのスペクトル形状やむらの大きさなどから、宇宙が始まってから1億～3億年ごろに初めて生まれた星々（第一世代の星）の紫外線が、宇宙膨張によって波長が伸びて赤外線として観測されたものと考えています。理論的な研究によれば、第一世代の星は、短い寿命の後に超新星爆発を起こしてブラックホールを残します。これが謎の遠赤外線放射の起源ではないか……。果てしない想像が膨らみます。

## 今後の研究展開

以上のような、宇宙最初の星が残した原始のブラックホールという解釈には、直接の証拠があるわけではありませんし、むしろ、もっとびっくりするような物理現象が起源なのかもしれません。未発見のダークマター粒子の光子への崩壊や、太陽系内の彗星の巣とされるオールト雲の熱放射の可能性なども視野に入れています。今後も「あかり」のデータを詳細に分析するだけでなく、解明へ向けてさまざまなアプローチをしていきます。

将来の大型赤外線天文衛星SPICAでは、「あかり」より桁違いに高い検出能力により、予想されるほとんどすべての原始赤外線銀河を個別に検出できるはずで。そのとき、まだ謎の放射は背景に残っているのか？と考えるとわくわくします。我々が精力的に行っている近赤外線の宇宙背景放射を測定するロケット実験CIBER（『ISASニュース』No.338, 2009年5月号・No.353, 2010年8月号参照）をはじめ、小粒でもぴりりとスパイスの効いた観測ロケット実験を展開します。その延長線上にある、将来の宇宙背景放射探査ミッションEXZITでは、ソーラーセイルなどの惑星探査機で深宇宙に向かい、太陽系ダストの影響なく高精度の観測を行います。

このようなプロジェクトを総動員すれば、「あかり」が遺した謎を解くことができるはずで。宇宙赤外線背景放射の探究の先には、極めて大きな発見が待ち受けている気がしてなりません。

（まつうら・しゅうじ）

※1「あかり」宇宙からの謎の遠赤外線放射を検出！  
<http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/Outreach/results/ADFS110810/adfs110810.html>

※2「あかり」が捉えた宇宙最初の星の光  
<http://www.ir.isas.jaxa.jp/AKARI/Outreach/results/PR111021/pr111021.html>  
8ページ参照

## イプシロンロケット上段サブサイズモータ M-34SIM-3 地上燃焼試験

運用性、即応性に優れ、国際的なコスト競争力を持つ小型衛星打上げ用の次期固体ロケット、イプシロンの開発が2010年度に始まりました。イプシロンロケットは、革新的技術による運用性の向上や各コンポーネントの抜本的低廉化などによって打上げコストを大幅に下げると同時に、機体サブシステムの軽量化や軌道投入精度の向上による高性能化を目指します。

その開発では、最終的な姿を目指しながら近い将来の小型衛星ミッションの要求に対応するため、二段階の開発方式を取っています。第一段階では、従来技術を最大限に活用して小型衛星ミッションと革新的運用システムの実証を早期に実現するイプシロン (E-X) を開発します。第二段階では、実証済みの運用技術をさらに進化させ、先進技術研究の成果に基づいてさらなる低コスト化、高性能化を図った次世代型イプシロン (E-I) を完成させる計画です。E-Iの試験機は2017年度の打上げを目標としており、そこに向けた搭載電子機器系、構造系、推進系各分野の先進的な技術研究が宇宙輸送ミッション本部と宇宙科学研究所で連携して進められているところです。

以上の背景からプロジェクトチームでは、E-Xの上段(第2段、第3段)に、M-V型ロケット5号機の第3段M-34bモータと第4段キックモータKM-V2をほぼそのままの姿で流用する計画を立てました。ただし、開発から10年以上が経過しているため、素材の入手先や素材そのものの変更あるいは最新技術の導入により、設計や製造工程を改良したいコンポーネントがあります。特にモータの燃焼室からノズルにかけての耐



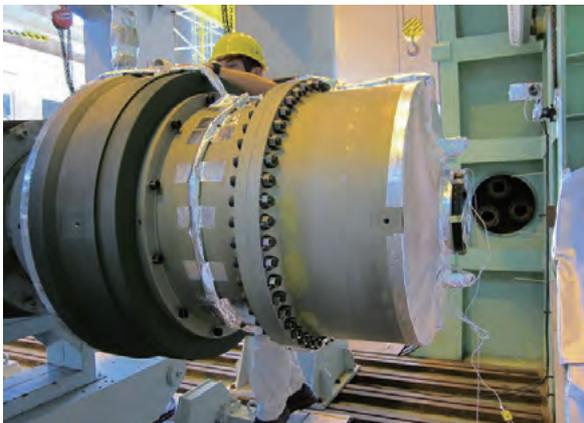
地上燃焼試験が無事終了

熱材と断熱材の一部については、実際の燃焼環境条件での機能確認が必要なため、小規模のサブサイズモータによる燃焼試験を行うことにしました。試験に使用するM-34SIM-3モータは、M-V上段モータ開発の初期に設計されたM-34SIM-1およびM-34SIM-2モータと同じく、M-34モータの1/4サイズのシミュレーションモータです。ノズル大気開放の条件で試験を行うため、ノズルの膨張比は小さくなっていますが、燃焼室の内面形状や推進薬グレインの形状は材料評価のために実機の条件を模擬できるよう工夫されています。

試験は、秋田県能代市の能代ロケット実験場において、9月30日午前10時30分点火で行われました。あいにくの雨でしたが、E-X開発における唯一の本格的地上燃焼試験として、報道7社に加えて能代南中学校の全校生徒約250名、そのほかの皆さんに対して実験班員による解説付きで公開し、久しぶりにとてものにぎやかな雰囲気にも包まれました。試験の結果は良好で、今後の詳細なデータ検討を経て上段モータの設計に反映されることとなります。

E-Xの主推進系に関わる地上燃焼試験はこれで終了ですが、次世代型のE-I完成までの約6年間には高空性能試験を含めた燃焼試験が複数回計画されることになるでしょう。今後、M-V時代の中心メンバーが次々と引退していく中で、固体推進系開発体制の再編にも取り組んでいく所存ですので、引き続き応援をよろしくお願いいたします。

最後に、今回の燃焼試験にご協力いただいた皆さまに深甚の謝意を表します。(徳留真一郎)



イプシロンロケット上段サブサイズモータのセットアップ

# 星空の砂金採り

## 「あかり」による世界最大の小惑星カタログ

赤外線天文衛星「あかり」全天サーベイ観測の膨大なデータから、まるで砂金採りのように小惑星の存在のわずかな形跡を一つ一つ探し出し、小惑星カタログが作られました。小惑星の掲載数は5120個、小惑星の大きさを収録したデータベースとしては、2011年10月現在、世界最大のものです。この成果は、小惑星の「族」を発見された平山清次先生(1874～1943年)の誕生日である10月13日にプレスリリースされました。

小惑星探査機「はやぶさ」のように、小惑星を訪れてその場で観測したり、その岩石試料を地球に持ち帰ったりすることが可能な時代になりました。しかし、

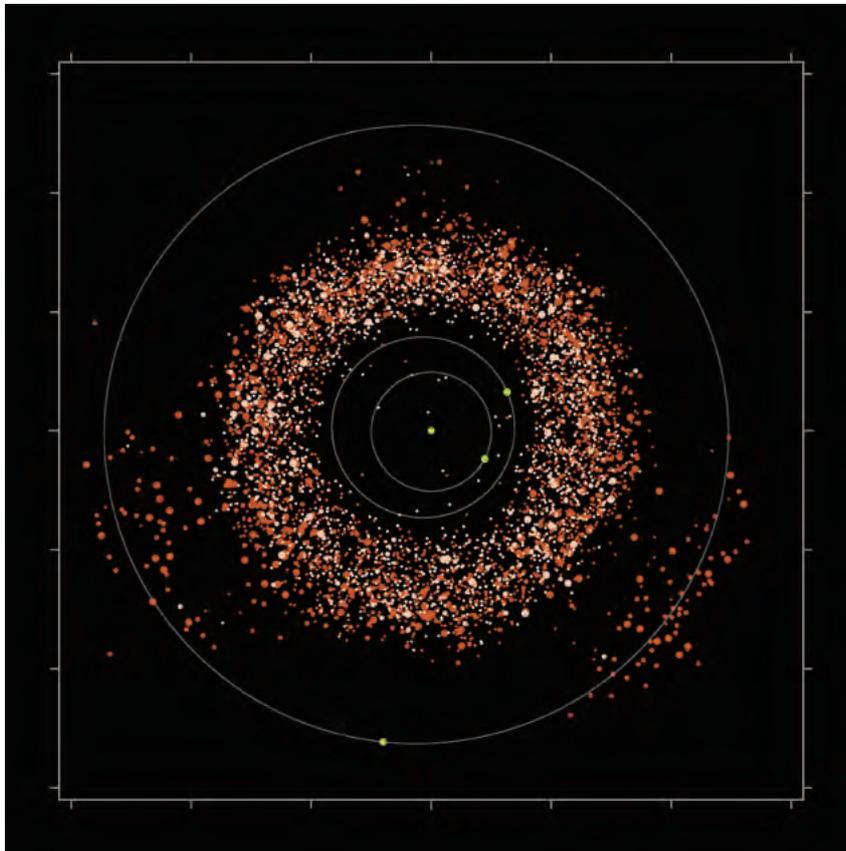
小惑星は55万個以上が知られていて、そのすべてを訪れるわけにはいかないので、天文観測によって小惑星の性質を調べていく必要があります。存在は知られていても性質が未知の小惑星はとて多く、天体の基本的な特徴の一つである大きさすらほとんど分かっていませんでした。小惑星はとて小さな天体で、大型望遠鏡を使っても大きさを実測できないからです。

「あかり」全天サーベイ観測データからは、星や銀河などの情報を集めた赤外線天体カタログが作成され公開されています。しかし、この天体カタログ作成では天球上の同じ位置にあるという条件で検出確認をして

いたため、星空の中を時々刻々と移動する太陽系天体はデータ処理の過程で取り除かれていました。今回、取り除かれていたデータと既知の小惑星の位置情報を照らし合わせることで、小惑星からの赤外線放射を検出しました。この赤外線放射の強度から個々の小惑星の大きさを算出してデータベースにまとめることで、世界最大の小惑星カタログが完成したのです。この小惑星カタログは全世界に公開され、誰でも自由に使うことができます (<http://darts.jaxa.jp/ir/akari/catalogue/AcuA.html>)。

日本の天文衛星によって世界中の研究者が参照するデータベースを提供するという意義は大きく、小惑星の詳細な研究が国内外でさらに発展することが期待されます。

(臼井文彦)



「あかり」で検出した小惑星5120個の太陽系内の分布を、地球、火星、木星の軌道とともに描いたもの。  
天体の位置は2007年8月26日時点のものを計算した。  
「あかり」で求められた小惑星の大きさと反射率に応じて点のサイズと色を区別してプロットしてある。

### ロケット・衛星関係の作業スケジュール(11月・12月)

	11月	12月
S-310-40号機	噛合せ試験 (相模原)	フライトオペレーション (内之浦)
S-520-26号機		フライトオペレーション (内之浦)

## 大気球で全方位ハイビジョン映像を撮影

5月25日から6月8日にかけて北海道大樹町で行われた平成23年度第一次気球実験には、ちょっと珍しい人たちが参加していました。NHKの科学班の方々です。取材ではなく、フライト実験の搭載機器開発者としてです。彼らが搭載するのは、市販のカメラを改造してつくったハイビジョンカメラが10台。そのカメラがあらゆる方向を向いてゴンドラに取り付けられます。目的は、上下左右すべてにシームレスな合成映

像を作成することです。この映像は、9月18日に『宇宙の渚』という番組で公開されました。

番組中でも紹介されていましたが、フライトにこぎ着けるまでの道は非常に険しいものでした。多くの機器開発を手掛けてきた精鋭も、宇宙での実験は初めてです。開発のペースがなかなかつかめないうので、スケジュール調整一つとっても、なかなか我々と話がかみ合いません。かなり深刻なトラブルもありました。

私は半ば、もう搭載は無理であろうと思っていたほどです。フライトにこぎ着けたのは彼らの努力のたまものといえるでしょう。

6月8日、際どい天候でしたが、気球は無事に放球され、ゴンドラは無事に回収されました。映像データの入った記録メディアを取り出し、再生に成功したときには大きな歓声が上がりました。いくつもの困難をくぐり抜け、ようやく手にした映像です。しかし、ディレクターの方は、ぼそっと言いました。「霧が邪魔だなあ……」。確かに、霧のせいで地上は真っ白、映像的にはあまりいい条件ではなかったかもしれません。やはりシビアな世界だなあ、と思われました。(田村啓輔)



濃い霧の中、放球の時を待つ

## 活動的な太陽の探索

### 第5回「ひので」国際シンポジウム

今回で第5回目となる「ひので」科学会議(Hinode-5)は、米国スミソニアン天体物理観測所(SAO)が主催して、米国マサチューセッツ州のケンブリッジにあるRoyal Sonesta Hotelにおいて10月10～15日の6日間にわたって開催されました。遠方ではありましたが日本からも数多くの研究者が参加し、会議には世界中から170名ほどの太陽研究者が集まりました。10件以上の招待講演と30件以上の基調講演、そして100件以上のポスター発表があり、大盛況の会議でした。研究発表にムービーが多用される太陽研究ならではの電子ポスター発表(e-poster)も行われ、短時間で劇的に変化する太陽のムービーの前で活発な議論が繰り広げられていました。

「ひので」は太陽活動が極小期に向かっていた2006年に打ち上がり、観測期間のほとんどが太陽活動極小期中であったため、今までは太陽の静穏領域の観測データを用いた研究が数多く行われてきました。しかし、数年前に新しい太陽活動周期に入り、最近では数年後の極大期に向けて、太陽活動も活発になってきました。活動領域(黒点)や太陽フレアなどの活動的な太陽の姿が数多く観測されるようになり、それらの研究もまた行われるようになってきました。そこで今回の会議では、「Exploring the Active Sun」という副題のもと、活動的になってきた太陽の観測データを用いた研究についても数多くの報告がされました。

「ひので」も打上げから5年がたち、観測データも

膨大な量になっています。長期間の観測データを用いた統計的な研究や、太陽の長期変動に関する研究などの、時間のかかる研究についてもその成果が発表され、長期間運用による成果が出てきているのも今回の会議の特徴でした。また、「ひので」の後に打ち上がった

Solar Dynamics Observatory (SDO) などの衛星や地上観測との比較研究も活発に行われ、シミュレーションモデルと観測との比較による詳細研究や、研究室実験による物理素過程に関する研究と太陽観測との比較についても報告があり、太陽プラズマの研究が成熟期



シンポジウム会場にて

を迎えているように感じました。

「ひので」だけでなく、日本の次期太陽観測衛星計画 SOLAR-C にも注目が集まっており、日本が率いく太陽研究は、これからも世界中から期待されていくのだと感じました。  
(渡邊恭子)

## 宇宙学校・くらよし 開催

9月11日、(社)倉吉青年会議所50周年の記念事業として、鳥取県立倉吉未来中心にて宇宙学校が開催されました。1時限目「「きぼう」が拓く新たな世界」を吉崎 泉先生、2時限目「小惑星探査機『はやぶさ』—その7年間の物語—」を吉川 真先生、そして全体のコーディネートを阪本成一先生にいただきました。

宇宙学校として初めてのことでありますが、午前・午後の2回開校していただき、467名もの参加がありました。

講演の後、質問時間に移りました。緊張していた子どもたちも、先生の「いい質問ですね～」という言葉に勇気づけられたのか、次々と途切れることなく質問が続きました。「宇宙人が攻めてきたら?」「宇宙はどこまで続いているの?」「宇宙で赤ちゃんは育つの?」など楽しい質問から、何やら深〜い話題まで。質問をきっかけに、先生方が丁寧にそしてユーモアも交えて話を広げられるとともに、子どもたちの好奇心もどんどん刺激されていったようです。

授業の後は、会場内に展示された「はやぶさ」、国



「宇宙人が攻めてきたらどうしますか?」

際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟などの模型、「はやぶさ」の映画上映、ペーパークラフト工作などに大勢集っていました。移動プラネタリウムに満員で入れず、泣きながら帰ったお子さんも……。ごめんなさい。でも、この日のことを忘れず、夜空を見上げたり、自分で調べたり、いつか宇宙飛行士に

なって宇宙から私たちに宇宙の様子を伝えてくれたらと思います。吉川先生が「『はやぶさ2』は2020年までかかる。若い人は直接参加できる」との説明の後、「一緒にやりましょう」と子どもたちに呼び掛けてくださいました。会場に集まった子どもたち、親御さん、運営する私たちみんなの心が熱くなる一言でした。

子どもたちに大きな夢を持ってほしい、ワクワク・ドキドキしてほしい、学ぶ楽しさを感じてほしい。そんな願いを持って準備してきました。この願いをJAXAの皆さまには受け止めていただき、素晴らしい授業を開催していただきました。何より楽しかったです。本当にありがとうございました。

(社団法人倉吉青年会議所 長谷川暢宏)

## 「あかり」が捉えた宇宙最初の星の光

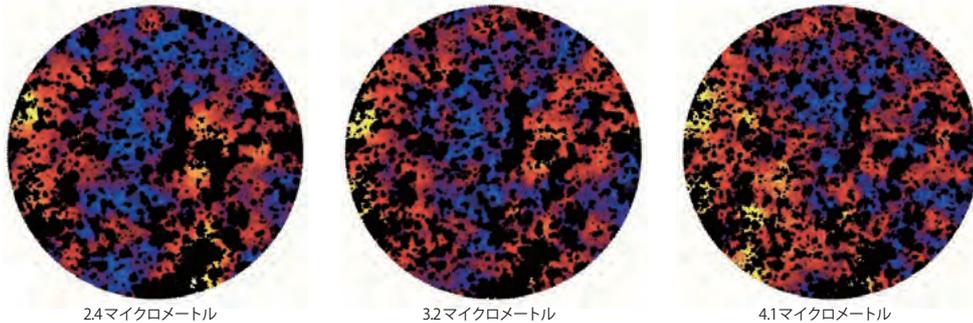
赤外線天文衛星「あかり」が宇宙最初の星からの光を検出したという研究成果が10月21日にプレスリリースされ、新聞各紙、インターネットニュースなどにも取り上げられました。

宇宙研の赤外・サブミリ波天文学研究系では、ロケットや人工衛星を用いて宇宙初期の研究を行っています。点源としては検出できない遠方天体からの光をまとめて「背景放射（空の明るさ）」として精密観測することで、「宇宙の暗黒時代」と呼ばれるビッグバンから約3億年の宇宙での「第一世代天体（宇宙最初の星）」形成の様子を探ろうという研究です（[http://www.ir.isas.jaxa.jp/~matsuura/darkage/index\\_da.html](http://www.ir.isas.jaxa.jp/~matsuura/darkage/index_da.html)）。

今回、松本敏雄 宇宙研名誉教授をはじめとする日韓共同チームは、「あかり」搭載近赤外線カメラ（IRC）

で、りゅう座方向を半年にわたって精密観測しました。その結果、個々に見分けられる銀河の背景にある空の明るさが、場所により異なることを見いだしました（図）。この明るさの揺らぎは既知の放射成分（黄道光、銀河系内の光など）では説明できず、宇宙最初の星々からの光を検出したと結論づけられました。観測された揺らぎの角度スケールは現在の宇宙の大規模構造に相当する大きさで、第一世代天体が暗黒物質の高密度領域で形成されたという理論予測とも一致します。過去の類似の観測では明確な結論が得られておらず、宇宙初期の大規模構造を画像として直接的に示したのは「あかり」が初めてです。今回の観測は、第一世代天体の形成と進化、大規模構造の形成などの暗黒時代研究に大きな影響を与える極めて重要な成果です。

（村上 浩）



「あかり」が観測した、りゅう座方向の背景放射の揺らぎ。画像の直径は10分角。

## 内之浦宇宙空間観測所特別公開2011

今年も内之浦宇宙空間観測所の特別公開を10月30日に開催しました。1週間前の週間天気予報では晴れの予想だったものが、開催日が近づくにつれて雲行きが怪しくなってきました。早く雨が通り過ぎることに一縷の望みを持っていたのですが、某ランチャ担当者の雨男ぶりにはかなわなかったのか、朝からしっかりと雨が降っていました。昨年は「おおすみ40周年式典」「はやぶさカプセル公開」と一緒に大々的に特別公開を行ったのですが、今年は身の丈に合わせた規模のイベントに戻したことで、大隅半島のあちこちで種々のイベントが同日に行われること、それからこの雨で、来場者数は例年よりも少なく、500～600人程度ではないかというのが大方の予想でした。350人という予想をした某KE（電気系設備）担当者もいました。

朝9時半開場の予定でしたが、モデルロケット工作・試射が相変わらずの大人気で、早々と9時には子どもたちの列ができたため、20分ほど前倒しで開場しました。例年通り午前の早い時間に来場者のピークが来るパターンかなと思っていましたが、しばらくすると企画担当者が髪をずぶぬれにして走ってきました。今年は「はやぶさ効果」もあるかなということで、念のために第3駐車場まで設けていたのですが、午前11時ごろにはすべていっぱいになり、M台地に臨時に駐車場をつくってよいかとのこと。例年は第1駐車場がいっぱいになるかならない程度なのに!?と驚きながら、慌ててM台地の北側に車を誘導してもらいました。確かに、宇宙服の試着コーナーの列は延々と途切れず、M組立棟内の会議室で上映した「はやぶさ」の映画も毎回ほ

ば満席でした。同じ会議室で開催した荒川聡先生の宇宙教室に至っては立ち見の方がいらっしゃるほどの盛り上がりを見せました。KS台地やコントロールセンターも多くの方がいらっしゃったとのこと、手づくり感たっぷりのスタンプラリーが功を奏したようです。

午後になっても雨は降り続いていましたが、このままでは雨男の某ランチ担当者が不憫だと天もおぼしめしたのか、小降りになってきたので、整備塔の大扉を開いてランチの駆動実演を行うことができました。来年はイプシロンロケットの発射装置として改修工事を行う予定であるため、おそらく斜め発射の現形態で



宇宙教室のひとつ

の公開はこれが最後であり、多くの方がその勇姿に感動してくださいました。公式の来場者数は1049人と予想の倍にもなりましたが、受付にいらっしゃらなかった方もかなりいるとのことでした

ので、実際の来場者数はもう少し多かったようです。恐るべし、「はやぶさ効果」！ただ、中学生や高校生がほとんど見掛けられなかったことが残念であり、来年に向けての課題と感じました。

最後になりましたが、本特別公開を支援してくださったJAXA内外の多くの方々に心より感謝を申し上げます。来年はいよいよ、内之浦宇宙空間観測所50周年です。  
(峯杉賢治)

## 宇宙学校・えひめ 開催

10月29日(土)、愛媛県内では初の開催となる「宇宙学校・えひめ」を、新居浜市の愛媛県総合科学博物館で実施しました。塩谷圭吾先生の「系外惑星探査」に関する研究の紹介や、清水幸夫先生による小惑星探査機「はやぶさ」のお話、そして何より阪本成一校長先生の愉快で非常に分かりやすい解説・進行のおかげで、予想以上の大盛り上がりを見せました。

会場周辺で見られた宇宙学校・えひめの「名場面」を、いくつか紹介させていただきます。

●系外惑星探査のお話の後、記念すべき初めの質問は、「うちゅうじんって、いるん?」。伊予の国の言葉で、シンプルながらもぼちり射た質問を、小さな男の子がしてくれました。それに対して阪本先生は、「ヒトと同じような姿はしていないかもしれないけど、でも宇宙バイキンならいるかもね」

●講師の先生たちが、「学会の質問のようだ」と驚くほど、鋭い質問が多数。「SPICA(次世代赤外線天文衛星)はどこまで行くの?」「(トランジット法で)見つかる惑星は、どれくらいの周期で星のまわりを回っているの? その惑星の形や大きさは、どれくらいまで分かるの?」



休憩時間中も、質問攻め。

などなど。

●いったん好奇心に火が付いた子どもたちは、休憩時間も講師の先生全員を質問攻めに。イベント終了後は、質問に加えてサイン攻めにも。中には帰りのバスが来るまで、時間を惜しんで、尽きない質問を続ける子もいたとか。

●講師の先生と熱心に議論をする女の子を見て、お母さんが「この子、こんな科学に熱心な子だったの!?!」と、我が子の真剣な姿にびっくり。

●イベント後のアンケートでは、「子どもたちのようなハイレベルな質問だけでなく、大人が低レベルな質問をできる時間もあるとよかった」との声も。

子どもたちは宇宙の話に夢中になり、大人たちは圧倒されながらも、そんな頼もしい子どもたちを誇りに思う。そんな素晴らしい時間を300人近くの人と共有

することができました。阪本先生はじめJAXA関係者の皆さま、あらためて本当にお世話になりました。大きなきっかけをつくっていただいたことをしっかり次につなげていけるよう我々も頑張っていきますので、これからも、ぜひよろしくお願ひ致します!  
(愛媛県総合科学博物館 井上拓己)

ケープタウン

第62回 IAC

第62回のIAC (International Astronautical Congress: 国際宇宙会議) が10月1日から南アフリカのケープタウンで開催されました。これは、IAF (International Astronautical Federation: 国際宇宙航行連盟), IAA (International Academy of Astronautics: 国際宇宙航行アカデミー), IISL (International Institute of Space Law: 国際宇宙法学会) 3団体共催による宇宙関連最大の学術集会です。年一度開催都市を変えて開かれ、去年はチェコのプラハ、来年はイタリアのナポリが予定されています。日本では2005年に福岡で開かれ、整然とした運営と現地の温かい人情に高い評価を得たものと自賛しています。

大会開始に先立つ日曜はアカデミーデイと称して、IAA関連の行事で占められます。

恒例のサイエンスレクチャーでは、メッセンジャー探査機による水星の観測結果に続いて、我が川口淳一郎教授による小惑星探査機「はやぶさ」の成果報告が行われました。夜に入って晩餐会では、新入会員への認定証授与に引き続いて各賞の発表が行われ、トップを切って「はやぶさ」にローレル (チームとしての業績) が授与されました。紹介は、章典担当の d' Escatha 副会長 (CNES 総裁) に代わって私がしました。また、元宇宙研所長の西村純先生が基礎科学部門賞を受けられました。春にパリで行われた理事会の後の晩餐会では、震災直後のことでもあり、各国からの激励のお礼にあいさつに立ち、「We shall recover」と結んで盛大なスタンディングオベーションを受けました。

あまりに長く続くと、いつ座ればよいのか当人はまごつくものです。

副会長として (財務担当というのは大笑いですが)、IAA について若干紹介しておきます。IAA はかつて IAF の一部門だったのですが、現在は独立の組織として活動しています。団体会員に支えられた IAF が IAC の開催・運営を活動の柱としているのに対して、選挙による 1000 人内外の個人会員からなる IAA は研究者集団である特性を生かして、最近とはみに通年での研究活動に力を入れています。2010 年には 13 の独立のシンポジウムを各地で開いていますし、また、会員による「Study Group」を組織して、検討結果をしかるべき手段で公表しています。テーマは、SETI (地

球外知的生命体探査) から Hitchhiking to the Moon まで実にさまざまです。日本からも約 60 人の会員が在籍していますが、加えて若い血を導入して、「Study Group」で主導的な役割を果たすことが望まれます。また、コミュニティで認知されていれば、おのずからグループに引き込まれることにもなるでしょう。近年、中国人会員が激増しています。新会員の推薦は、我々シニアメンバーの責任です。

大会に入って、開会式はシンプルで結構でした。月曜から金曜まで宇宙関連のあらゆる分野についてのセッションが組まれています。

初日の午後は、我が代川敬二 JAXA 理事長を含む世界の主要宇宙機関長によるパネルで始まります。看板番組ではありますが、ここで新規の発表があるわけもなく、情報量の少ないセッションだというのが、私の意見です。ただ、世界中の宇宙関係者が一堂に会するこの機会は誠に貴重で、このメンバーは場外で多忙を極めたはずで、向井千秋さんを含む 4 人の宇宙飛行士によるパネルものぞきましたが、有人飛行に対する将来の道筋が見えていないこともあって、多少お気の毒でした。プッシュピジョンのような騒動の種のない現状の縮図でもあります。

今回、有人宇宙システム (株) から同行した土田哲さんの宇宙エレベータに、1セッションが成立するだけのコミュニティがあることに驚きました。彼は、ほかにも宇宙トイレというユニークなテーマを抱えています。また、呼び物の展示では、大組織に交じって北海道宇宙科学技術創成センター (HASTIC) が気を吐いていました。

中味については切りがないのでこの辺にしますが、若いスタッフに至るまでよく訓練されていて、大会の運営は見事だったと思います。組織委員会に敬意を表します。

会場とホテルの周囲は近代的な都市で安全に見えましたが、川口君が多少危ない目に遭いかかったようです。この 2 年ほどで福相になったせいだというのが、大方の見立てです。テーブルマウンテン、喜望峰と、近くにワールドクラスの名勝に事欠きません。ただ、近郊でのサハリは、予定通りの場所に予定通りのゾウやライオンが 2 頭ずついたりして、あまりいただけませんでした。ヨハネスブルグ近くのは素晴らしい、という話だけは聞きました。遠景の山々は日本とは様の異なる岩山で、古い映画『キング・ソロモン』(デボラ・カーとスチュアート・グレンジャーでしたかね) を思い出したりしました。何しに行ったかは別にして、写真は喜望峰です。豪壮で岬らしいのは近くの Cape Point で、ここはあっさりしたものです。

(まつお・ひろき)



南アフリカの喜望峰にて。筆者は右。

松尾弘毅

宇宙科学研究所 名誉教授  
IAA 副会長



# 「ようこう」打上げ20周年祝賀会 「Space Solar Physics」に栄光あれ

渡邊鉄哉

国立天文台 教授

去る8月30日(火)、東京・日比谷のアリスアクアガーデンにて太陽観測衛星「ようこう」打上げ20周年の祝賀会が開かれ、当時のプロジェクトマネージャである小川原嘉明先生、衛星システムのNEC松井正安氏をはじめ、宇宙研や国立天文台、大学、メーカーの関係者合わせて70名もの方々が集まった。

スクリーンに映し出された当時の衛星総合試験・打上げ風景や、打上げ直後の鹿児島宇宙空間観測所(現在の内之浦宇宙空間観測所)における祝賀会(加藤輝雄氏撮影)の映像は、時の経過を感じさせない熱気をもって、今次の祝賀会場にも伝わった。心を一つにして衛星をつくり、飛ばし、運用し、データを解析して、もろもろの大きな成果を挙げた仲間たちの結束が固いこと、また、その氣勢がいささかも衰えていないことをあらためて示したように思えた。

「ようこう」の成果は、宇宙研のホームページ(<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/yohkoh/result.shtml>)にすでにまとめられている通りである。「ようこう」が、ほぼ1太陽活動周期に相当する10年3ヶ月という長い期間にわたって良好な科学データを提供し続けることができたことにより、「ひのとり」で築いた我が国における「Space Solar Physics」の礎を確固たるものとし、かつそれを隆盛へと押し上げた立役者となった。だからこそ、20年の時を経て「ようこう」への想いがついで、これだけ多くの人々をして、この日の祝賀会へ集まらせたものと思われる。会場では、外国人4名(軟X線望遠鏡US-PIのL. W. Acton氏、軟X線分光器UK-PIのJ. L. Culhane氏、同US-PIのG. A. Doschek氏、Yohkoh Observatory ScientistのH. S. Hudson氏)からの祝辞も披露された。「ようこう」は、それまでには例を見ない広範な国際協力体制で実施され、それ故に科学だけに限らずもろもろの成果を挙げたもの

と理解している。「Tohban」と称して、14ヶ国からの外国人研究者を「ようこう」の運用に動員したことも、ひょっとすると巡り巡って、米国の天文誌『Sky & Telescope』が企画した「Ten Most Inspiring Images of the Century」の最後の一枚に選ばれたことに影響を与えたのかもしれない。この欧米との高度にかつ親密な協力は、その後の「ひので」でも大いに活かされ、今後さらに発展していくことだろう。

考えてみれば、今年は「ひのとり」(第7号科学衛星、東京大学宇宙航空研究所としての最後の衛星打上げ)から30年、「ようこう」(第14号科学衛星、M-3S II型ロケット打上げによる最後の科学衛星)から20年、そして「ひので」(第22号科学衛星、M-V型ロケット最後の打上げ)から5年という節目の年に当たる。この30年間、科学衛星のほぼ7基に1基が太陽観測衛星という割合で、そのいずれもが大成功を収めることができたというのも、我がコミュニティにとって大変にうれしいことである。私自身、これらのプロジェクトにどっぷりと関わったことは、非常に素晴らしい経験であった。「ひのとり」はフレア観測に英知を集め、その10倍も重量を誇るSolar Maximum Mission (SMM)衛星に伍して、太陽高エネルギー現象の観測に

大なる成果を挙げた。この『ISASニュース』も今年、創刊30年を迎えているようであるが、初期の編集委員会をして『翔べ科学衛星「ひのとり」』(三省堂選書115・平尾邦雄編)というユニークな出版をもたらしたのも成果の一つといえる。一方、新鋭機「ひので」は、その高解像度・高感度をもって今なお世界を驚かし続けており、こちらは「ようこう」をはるかにしのぐペースで学術論文の量産に励んでいる。そして、これらの衛星の実績を踏まえて、今、まさにSOLAR-C計画のスタートダッシュが始まろうとしている。

月日は百代の過客とはいえ、20年という歳月は実に長い——平均寿命を考えれば、おのおのその人生の4分の1程度の時間に相当する——わけで、当時学生であったものは社会の中堅へ、若手はベテランの研究者・技術者に、そして当時のリーダー層はすでに退官・退職された方々が多くなってきている。しかし、祝賀会幹事の間では、次は打上げ4分の1世紀という節目をめぐりに「サロン・ド・ようこう」を立ち上げ、「ようこう」の経験を長く語り継いでいこうという話もささやかれた次第である。

最後になるが、今日このような「Space Solar Physics」隆盛の陰には、夭折に近い形で逝かれてしまった国立天文台の田中捷雄、甲斐敬三、内田豊、小杉健郎、緩目信三の各先生、そして山口朝三氏の大きな貢献があったことを忘れることはできない。ご冥福をお祈りしつつ、今夜は焼酎でしようかね〜。いや、私は少し控えておくことに致しましょう。(わたなべ・てつや)



2回に分けて撮った参加者集合写真。知らず明鏡(スクリーン)のうち、何れの處にか秋霜を得たる……

# 失敗に学び、常にチャレンジングな発想を!

科学推進部 部長  
鈴木和弘

## —— 科学推進部では、どのような業務を行っているのですか。

鈴木：宇宙研の基盤機能は、学術研究、大学院教育、科学プロジェクトの三つを大学共同利用によって進めることです。それらが確実に行われるように事務系のあらゆる業務を担っているのが、科学推進部です。総務、労務、対外対応、予算、事業計画、国際、学事、研究推進、安全衛生……と多様です。所属している人のキャリアも多様。彼らをまとめるのではなく、多様性を大切にしつつ方向性だけは「三つの基盤機能の実現」に合わせ、各人の能力を発揮できる環境をつくるのが、私の役割です。

## —— 科学推進部は広報も担っています。

鈴木：地元や、宇宙にあまり興味がない人々へ分かりやすい言葉で広報することは重要です。しかし私は、広報だけで人々の興味を引っ張ることができるとは思っていません。宇宙研がやるべきことは学術研究であり、大学院教育であり、科学プロジェクトです。そこで画期的な成果を挙げれば、多くの人が自然と興味を持ってくれ、また第三者が広報してくれます。小惑星探査機「はやぶさ」がよい例でしょう。積極的に広報しなければならぬというのは、画期的な成果が出ていないことの裏返しでもあります。私は、宇宙研からノーベル賞受賞者が出ていないことが不思議でならないのです。ぜひノーベル賞級の成果を挙げてほしいですね。

## —— 法学部のご出身です。NASDAに入社した動機は?

鈴木：大学では、会社法における取締役責任論を研究していました。リスクを覚悟して経営にチャレンジする取締役がどこまで責任を負うのかと。そして、大学卒業後にどんな仕事をしようかと考えていたとき、当時新聞をにぎわしていたのが、NASDAの開発する放送衛星の不具合でした。宇宙開発にもビジネスにおけるリスクと責任という視点を取り入れるべきであり、自分が学んできたことを生かせると思ったのです。また、宇宙開発は30年後にはビッグビジネスになっているだろうと……。

## —— 実際に就職して、いかがでしたか。

鈴木：最初の配属は予算課。H-IIロケット、技術試験衛星VI型(きく6号)、国際宇宙ステーション(ISS)計画を予算概算要求に乗せる時期でとても忙しく、パワフルな上司とともに1年



すずき・かずひろ。1962年、静岡県生まれ。1985年、慶應義塾大学法学部法律学科卒業。同年、宇宙開発事業団(NASDA)入社。経理部予算課、科学技術庁研究開発局宇宙利用推進室、パリ駐在員事務所、総務部調査役(宇宙3機関統合事務局)などを経て、2010年より現職。

のうち3分の2以上は会社に泊まっていました。これまでにISSの国際交渉や宇宙3機関統合事務局などいろいろな仕事をしましたが、最初のその時期が一番過酷でした。予算の積算をやっていると、

● 上司から「君が計算を間違えたらNASDAひいては日本の宇宙開発は大きな損失を被る」と言われ、ものすごいプレッシャーで胃が痛い日々でした(笑)。

## —— NASDAに入ったことを後悔はしませんでしたか?

鈴木：配属3日目、昼ご飯を食べに行く道すがら、「君はNASDAに向いていない。辞めなさい」と上司に言われ、ショックを受けました。「見返すぞ!」と奮起し、結果的に宇宙開発に貢献しようという強い意識が生まれました。でも、宇宙開発の歩みはあまりに遅いですね。私が50歳になるころには、宇宙空間に巨大な建造物ができていて、月の資源を開発したり、宇宙旅行も当たり前になっていると思っていました。実現したのはISSくらい。それは、とても残念です。

## —— JAXA、そして宇宙研は今後どのように進んでいくべきだとお考えですか?

鈴木：日本の宇宙開発の歴史を振り返ると、さまざまな失敗がありました。失敗は、素晴らしい成果の裏返しです。JAXAはチャレンジングなことをしている機関ですから、失敗もあります。失敗をジャンプ台にして進化していくべきです。もちろん失敗ばかりでは、萎縮してチャレンジができなくなります。逆に失敗をしないことが当たり前になると、人も組織も慢心し、やはりチャレンジができなくなってしまいます。どちらも進化がありません。常にチャレンジングな発想を持っていることが必要です。

## —— モットーや趣味は?

鈴木：是々非々は譲れない。いいものはいいし、悪いものは悪い。今の最大の趣味は寝ることですが、リタイアしたらイタリアでチーズづくりをしたいなあ。ブランドを立ち上げて、大きなビジネスをする……。そんなことを夢見ていたりします。

ISAS ニュース No.368 2011.11 ISSN 0285-2861

発行/独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

〒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/株式会社デザインコンピニア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト

● **編集後記** 過ごしやすく、とても気持ちの良い季節になりましたね。実りの秋ですが、皆さんは、どんな果実が実りましたか? 観測ロケットは、地球周辺科学の観測成果とともに、「新型アビオニクス」という大きな果実が実るように日々奮闘しています。12月の冬期打上げ実験を、どうぞご期待ください。(竹前俊昭)

● \*本誌は再生紙(古紙100%)、植物油インキを使用しています。

**2100**  
古紙配合率100%再生紙を使用しています

**VEGETABLE OIL INK**