



H-IIA ロケット 30号機によるX線天文衛星「ひとみ」(ASTRO-H)の打上げ。  
2016年2月17日, 種子島宇宙センター。右上は衛星の分離。

宇宙科学最前線

宇宙科学のお宝探検隊

学際科学研究系 助教  
三浦 昭

世の中には“お宝”と呼ばれるものは多々あって、お宝の考え方もさまざまです。宇宙研のお宝の一つは、長年蓄積してきた宇宙科学データです。それらの多くはDARTSと呼ばれる宇宙科学データのアーカイブに集約され、世界に公開されています (<http://darts.isas.jaxa.jp>)。基本的には、どなたでもお使いください、という方針です。これらの宇宙科学データは、研究者にはよく知られており、多くの方々に使っていただいています。ここでは、さらに広く一般の方にも宇宙科学データを知って楽しんでいただけるようなお話をします。

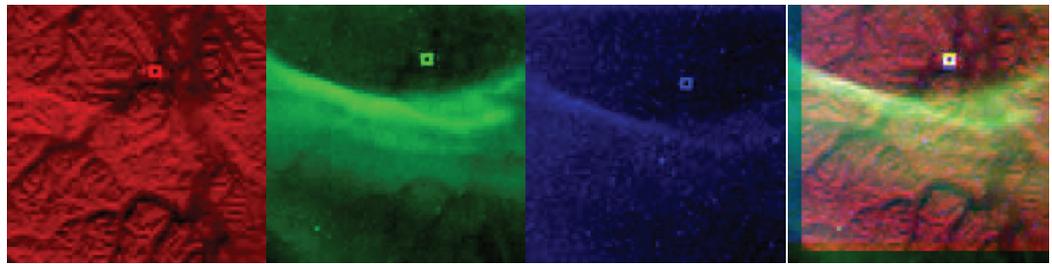
DARTSには、専門分野の研究者を別にすれば、その存在すら気付かれていない宇宙科学データがたくさんあります。そこに分け入って、面白そうなお宝を探す季節があります。毎年開催されている

相模原キャンパス特別公開間近のころです。その時期になると、DARTS関係者が集まって、展示用の宇宙科学データを選ぶ打ち合わせをします。

「混ぜるな、危険？」というお話

2015年の特別公開では、小型高機能科学衛星「れいめい」の観測データのハイライトシーンを公開しました。「れいめい」は長年オーロラを観測してきた科学衛星ですが、広報Webサイトに載るようなトピックス（例えば「小型科学衛星『れいめい』の現状と今後」(<http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/topics/2007/0530.shtml>) などからたどることができる映像は限られていました。一方DARTSでは、「れいめい」の動画がすべて公開されています。総数7000本近い品ぞろえです。で

図1 「れいめい」観測データ



DARTSから公開されている波長ごとのデータ

禁断の3色合成！

も、その中からハイライトシーンを発掘するには、どうすればよいのでしょうか。動画をすべてチェックしていたのでは、文字通り日が暮れてしまいます(そればかりか、何度夜が明けてしまうかわかりません)。

そこで、公開されている動画それぞれについてハイライトになりそうなシーンを機械的に探し当てることにしました。まずは蓄積されている動画のフレームごとに2次元のFFT(高速フーリエ変換。時間方向や空間方向の変化を周波数成分の表現に変換する手法の一つ)を施し、そこから低周波成分の分散を計算しました。次に、計算結果から分散が大きかったデータをピックアップしました。経験則としては分散が大きい方が見応えのある画像だったのですが、中にはオーロラではない画像も混じていました。結局のところ内容の仕分けには人の手が要るのですね、と諦めの境地に入りつ

つ眺めてみると、どこかの地形っぽいものや、雷と思われる発光現象などが含まれていました。科学的な意義はさておき、これはこれで興味深いと考え直し、オーロラ以外のシーンもハイライトの候補に残しました。

次に、それらをどう見せるか、ということになるのですが、元の観測装置(多波長オーロラカメラ)は670, 557.7, 427.8ナノメートルの3波長を観測していて、それぞれ酸素や窒素などの発光に対応しているのだそうです。科学者にとっては、これら3種の特徴的な波長が明確に切り分けられていることにこそ意義があるのですが、くしくもこれらは、光の三原色付近の波長になっています。そうなると混ぜたくなるのが人情というものでして、今回はR(赤), G(緑), B(青)の3色合成を試してみました(図1)。たったこれだけの作業でも、白黒テレビからカラーテレビに変わったときのような衝撃がありました(え、生まれたときからカラーテレビだったから、その衝撃が理解できないですって?)。

こうして特別公開で披露したコンテンツは、「宇宙の小箱」というサイトから「宇宙カレンダー」として常時公開しています(図2, <http://www.isas.jaxa.jp/home/showcase/>)。定番の太陽画像をはじめ、小惑星探査機「はやぶさ」やX線天文衛星が撮った画像もカレンダー形式で並んでいます。「あの日」「あのとき」の1枚を探してみてください。

### 「あの日見た空の色を……」というお話

次は、赤外線天文衛星「あかり」やX線天文衛星「あすか」「すざく」の観測データのお話です。

「あかり」の全天観測データは、FITSという研究者向けのフォーマットで公開されています。これを皆さんに手軽に楽しんでいただける画像として公開できるよう、取り組みを始めたところです。基本的には、元の公開データに忠実に全天画像を作成することになるのですが、ここで一つ決めなくてはならないものがあります。それは、「色」です。「あかり」の場合、遠赤外線の四つの波長での全天観測データが公開されていますが、そのどれもが目に見えない光です。本当の「色」を私たちは知らないのです、それらを目に見える色に割り当てる必要があるのです。

図2 「れいめい」ハイライト

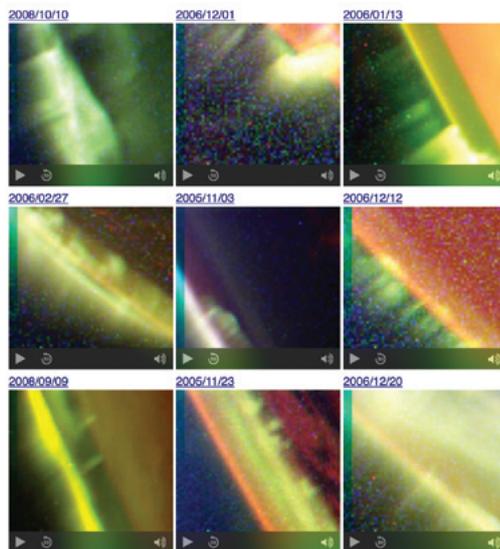
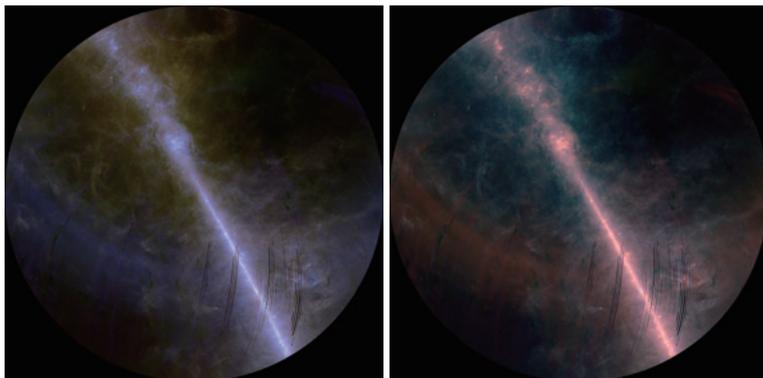


図3 「あかり」が見た空の色は?



天文分野風の配色例  
(赤:長波長側, 青:短波長側)

サーモグラフィ風の配色例  
(赤:高温側, 青:低温側)

天文などの分野では、短波長（高温側）の観測に対しては短波長（寒色系）の色、長波長（低温側）の観測に対しては長波長（暖色系）の色を割り当てます（図3左）。「あかり」が観測した遠赤外線（空が赤く描かれていると、とてもあったかそうな気配が漂いますが、実は波長の長い側の観測データは、バナナでくぎが打てるような極寒の世界を映しているのです。青く描かれることの多い短波長側の観測データの方が、まだ暖かい世界を映し出しているのです。それに対して、サーモグラフィなどの分野では、高温側に暖色系の色、低温側に寒色系の色を割り当てて可視化しています（図3右）。それぞれに理由があって結果として逆のことをしているわけですが、皆さんはどちらがお好みでしょうか。

「あかり」の公開データとしては、中間赤外線2波長（9、8マイクロメートル）が間もなく加わる予定です。ますます多彩な波長で宇宙を見ることができるようになります。さて、ここにはどんな色を割り当てたらよいのでしょうか。

次は、とても波長が短い方の、見えない光のお話です。

「あすか」や「すざく」をはじめとするX線天文衛星の観測データは、普通の天文写真とは違い、観測した1個1個の光の粒についてエネルギー（可視光で言うならば“色”）や観測時刻を読み取れるようになっています。いわば、特殊なフォーマットの動画になっているのです。例えば、かにパルサーという中性子星は、1秒に30回の周期で明滅を繰り返しています。これを仮にビデオカメラで撮影できたとしても、そんな高速のパルスを撮ることは難しいわけですが、例えば「あすか」の観測データを使うと、そのような速い明滅も動画として描くことができます。ランダムに届いているように見える一連のイベントも、明滅の周期分だけずらしながら精度よく幾重にも重ねていくと、パルサーの軽快な明滅を再現できるのです。

「あすか」や「すざく」、「あかり」が見上げた星空がどのような世界だったのか興味がある方は、国際科学映像祭のオフィシャルチャンネルから映像が公開されていますので、ご興味ください（<https://www.youtube.com/watch?v=7XS-zJpYYU>）。この作品は全天周ドーム向けの映像なので、普通のパソコンなどで再生すると激しくゆがみますが、どうぞご容赦ください。

## 「失われた軌跡を求めて」というお話

SPICE形式のデータは探査機や天体などの位置や姿勢などをまとめたもので、これが分かれば探査機がいつ、どこを飛んでいたかを絵にすること

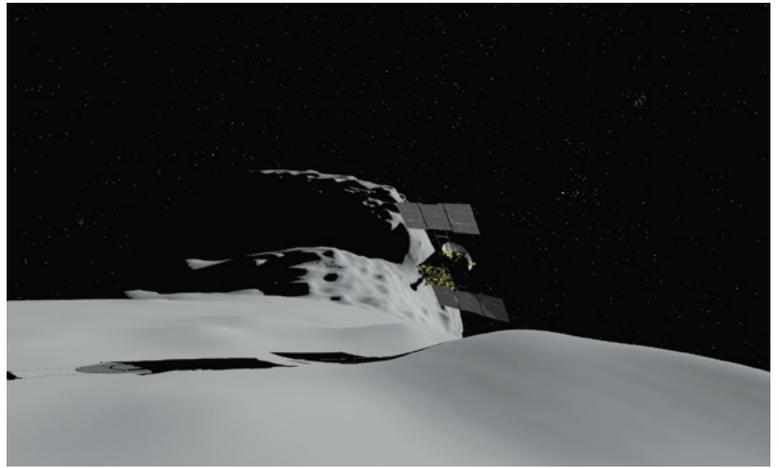


図4 星の王子さま、こんにちは

もできます。

SPICE形式のデータとしては、金星探査機「あかつき」の金星周回軌道投入の予測軌道が公開されたのが記憶に新しいところです。ほかにも「はやぶさ」が小惑星イトカワ周辺でたどった軌跡もSPICE形式で公開されています。イトカワの形状や自転のデータも同様に公開されているので、これらを組み合わせると、「はやぶさ」とイトカワのランデブーをCGにすることができます。

「はやぶさ」打上げ10周年を迎えるに当たっては、このSPICE形式のデータから、かつて「はやぶさ」がたどったであろう軌跡をCGで再現しました（図4）。そのときは、「はやぶさ」がイトカワにタッチダウンする様子までは再現できませんでした。実は、タッチダウン付近の位置データがなかったのです。ぜひともタッチダウンまで再現したいですね、ということで論文などを調べて、残されたデータを突き合わせました。幸いなことに、タッチダウン前後に「はやぶさ」がイトカワを4方向に測距したデータが残っていました。これは、いわば「はやぶさ」がイトカワに伸ばした4本の“脚”のようなものでした。そこで、仮に「はやぶさ」がイトカワ付近に放り投げられたとしたときに、この「はやぶさ」から見た“脚先”とイトカワの形状モデルとがよく合致する場所を探しました。そこから導き出された一つの仮説を、増補版のCGにして「宇宙の小箱」で公開しました（<http://www.isas.jaxa.jp/home/showcase/hayabusa/>）。この小さな星に王子さまがいたら、こんな光景を目の当たりにしたかもしれません。

この先、どこまで「はやぶさ」の失われた軌跡に迫れるのか、それは探検隊の努力と根性にかかっています。

これからも牛の歩みではありますが、宇宙科学の最前線をお伝えできるよう、探検を進めていきたいと考えています。その行く手を阻む思いがけないダンジョン、などというお話ができましたら、またいつか、どこかご紹介しましょう。

（みうら・あきら）

→7ページ  
「今月のキーワード」  
もご覧ください。

## X線天文衛星「ひとみ」誕生

2016年2月17日、X線天文衛星ASTRO-Hは成功裏に打ち上げられ、「ひとみ」と命名されました。打上げ後、12日間のクリティカルフェーズの間に、軟X線分光検出器(SXS)の冷却システムを立ち上げ、50mKに冷却してX線マイクロカロリメータの性能を確認し、2月28日には伸展式光学ベンチ(EOB)の伸展作業を行い、最終的な形態となりました。3月末までに、ほかの搭載装置を立ち上げることで、4月の初旬には計画通り、X線天体を用いたキャリブレーション観測に移行できそうです。

「ひとみ」は、重量約2.7トン、長さ約14m(伸展時)に達する大型の科学衛星です。EOB収納時でも8.5mにもなります。そのため、相模原キャンパスではなく、大型衛星試験設備のある筑波宇宙センターを本拠地として、衛星の組み上げと試験を行いました。昨年12月6日に衛星を種子島に迎えた後も、たくさんのチームメンバーが種子島に行き、輸送後の試験、ロケットへの結合作業に対応してきました。2月16日から17日の夜を徹した打上げに際しては、種子島宇宙センターに59人が詰めて、打上げオペレーションを行いました。「ひとみ」の軌道の場合、打上げから約46分後にチリのサンチアゴ局、約102分後に内之浦局で「ひとみ」との通信が可能になります。それぞれの可視時間は短く、10分足らずの間に、衛星の健全性を確認し必要な立ち上げ作業を行うと同時に、状況によっては適切な対応を瞬時に行わないといけません。そのために、内之浦に79人、相模原に38人、さらに筑波に40人と、種子島の59人を合わせて合計216人ももの態勢で、打上げ直後の立ち上げ作業に臨みました。

日本は、X線天文学の発祥より「はくちょう」「てんま」「ぎんが」「あすか」「すざく」と、特徴のある衛星を連続的に打ち上げ、国際的に大きな役割を担ってきたと言



打上げが成功し握手を交わす、高橋プロジェクトマネージャ(左)と布野泰広 JAXA 執行役。



内之浦宇宙空間観測所から「ひとみ」の打上げ後の運用を行ったメンバー

えます。「ひとみ」は、これまでのX線天文衛星に比べて格段に優れた性能で“熱い宇宙”を観測し、現代天文学の数々の謎を解くことを目指して開発されました。X線望遠鏡とその焦点面検出器、そして軟ガンマ線検出器は、「ひとみ」に参加する研究者の20年以上もの絶え間ない研究の成果が結実したものです。

「ひとみ」は画竜点睛の故事にいうところの“睛”であり、物事の最も肝要なところという意味を持ちます。「ひとみ」は、これまで誰も予想もしていなかったような観測結果を次々ともたらし、宇宙を知る“最も肝要なところ”となることが期待

されています。銀河の中心にあまなく存在する巨大ブラックホールがどのように生まれ、銀河と共に進化しているのか。数百個もの銀河が集まり、1000万光年にも広がる銀河団がどうやって形づくられたのか。そもそも、138億年の歴史の中で、宇宙はどのようにして進化して、現在の姿に至ったのか。こうした謎を解くため、「ひとみ」は、超高分解能分光観測と0.3keVの軟X線から600keVの軟ガンマ線までの広帯域の高感度観測を同時に実現することで、X線天文学の分野で世界をさらにリードし、宇宙科学の分野に新たな流れをつくって、大きく貢献するはずで

「ひとみ」は、これまでのX線天文衛星と比べて規模が大きく、それだけに、その実現には非常にたくさんの人の力が注がれています。X線コミュニティが一体となったばかりでなく、熱、構造、姿勢制御、電源など、宇宙研の工学グループやJAXA 研究開発部門の多くのエンジニアの方々の力を合わせて開発が行われました。加えて、プロジェクト遂行およびロケット打上げに当たって、JAXA や参加機関のさまざまな部門の方々に多大な協力を頂きました。ここに深く感謝致します。

(「ひとみ」(ASTRO-H)プロジェクトマネージャ 高橋忠幸)

# 強化型イプシロンロケット 構造系開発試験

## はじめに

『ISASニュース』2015年12月号で、新規開発した2段モータケースを紹介した際、「私が担当している構造系は、2段ステージを中心に、フェアリングの開頭する部分と1段モータ以外の構造体の新規開発または改修を行っており……」と触れました。今月号では、相模原キャンパスで実施した構造系開発試験について紹介します。

## 構造系で行う主な開発試験

構造系では、設計結果の確認のために主に三つの試験を実施します。

- 機械環境試験（振動・音響・衝撃試験）**：構造体自身が機械環境で壊れないこと、構造体に取り付く機器に対する機械環境条件を確認します。
- 分離試験**：役割を終えた構造体を切り離すための機構がきちんと動き、きちんと（姿勢を崩すことなく）分離することを確認します。特に、イプシロンロケットではスピンしながら分離するので、スピン状態を模擬できることが重要です。
- 強度剛性試験**：ロケット飛翔中に発生する荷重を負荷しても壊れないこと、予定通りの硬さ（剛性）があることを確認します。

## 相模原キャンパスで試験をした構造コンポーネントたち

今回、相模原キャンパスで試験を実施した構造コンポーネントは以下の通りです。強化型イプシロンロケットは3段式固体ロケットなので、ロケットの一番上（フェアリング）と一番下（後部筒）以外のほぼすべての構造体を相模原キャンパスで試験した、と言っても過言ではありません。

- 衛星分離部（PAF）**：衛星を結合し、分離する装置（衛星分離機構）を搭載。
- 第3段機器搭載構造（B3PL）**：第3段モータの上部にあり、打上げ直後から衛星分離後までロケットの制御、データ取得・送信する機器を搭載。
- 第2段機器搭載構造（B2PL）**：第2段モータの上部にあり、多くの電子機器を搭載。また、燃焼

後の第2段モータを分離する装置（2/3段分離機構）も搭載。

- 第2段後部構造**：第2段モータの下部にあり、2段飛翔中の機体方向を制御する機器（第2段ガスジェット装置、ノズル駆動制御機器）を搭載。
- 第1段機器搭載構造（B1PL）**：第1段モータの上部、機体のほぼ真ん中にあり、大気飛行中に最も大きな力がかかる。内部には1段飛翔中の姿勢を検知するセンサなどを搭載。また、燃焼後の第1段モータを分離する装置（1/2段分離機構）も搭載。

## なぜ相模原キャンパスで試験を行う？

強化型イプシロンロケットは、JAXA 第一宇宙技術部門（筑波宇宙センター）に属するプロジェクトチームが開発を主導しています（私も第一宇宙技術部門の所属です）。なぜ相模原キャンパスがベストなのかと言いますと、ロケット構造のような「大きな構造体」に対しての設備、またロケット特有の「強い振動」「大きな荷重」「スピン分離」が実施できる装置が1ヶ所にそろっているからです。また、M-Vロケットからの経験が豊富な宇宙研の先生方の技術支援が受けられることも、構造系担当としては非常に重要なポイントです。図に相模原で実施した試験のスナップショットを示します。紹介した通りたくさんの試験をする必要があり、2015年6月から開始して、今年度末の2016年3月まで相模原キャンパスのどこかで試験を実施しています。現時点（2月末）で、すべての試験データを良好に取得し、「振動応答」「強度剛性」「分離性能」に対して問題ない結果を得ています。

## おわりに

今年度いっぱいの開発試験を終え、来年度はよいよ

打上げに向けた本格的な準備を始めます。今後とも応援のほど、よろしくお願い致します。また、一連の構造系開発試験の実施に当たり、長期間協力いただいている宇宙研をはじめとする相模原キャンパスの関係者に、この場を借りてお礼申し上げます。

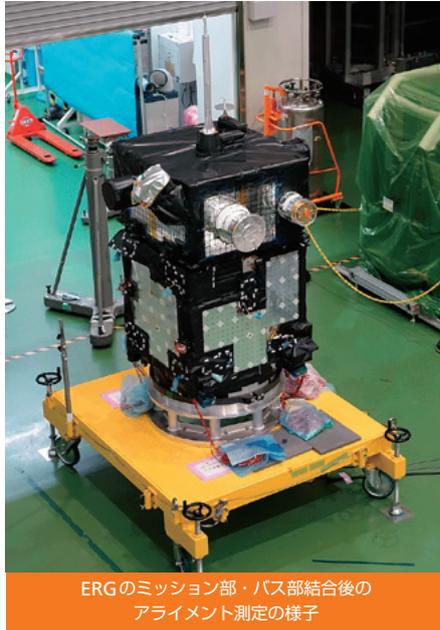
（宇井恭一）



構造系開発試験の様子@相模原キャンパス

## ジオスペース探査衛星 ERG フライトモデル総合試験

ジオスペース探査衛星 ERG は、昨年9月よりミッション部・バス部それぞれに分かれてフライトモデルの試験を進めてきました。ミッション部に搭載される観測機器については、機器単体での環境試験・校正試験が進み、所期の性能が達成されたことが確認されました。2月17日にミッション部・バス部が結合され、衛星システムとしてのフライトモデル総合試験がよいよ開始されました。本稿執筆時点では結合直後の初期電気試験が完了し、ミッション部・バス部が正常に結合されていることが確認されて、振動試験の準備を行っています（写真は、初期電気試験が終了した直後に行われたアライメント測定時の様子）。引き続き厳しい日程の中での開発が進められます



ERGのミッション部・バス部結合後のアライメント測定の様子

が、関係の方々のご理解とご支援あってこそ困難を乗り越えているものとの感謝の念を胸に、2016年度中の仕上げを目指して今後もプロジェクトメンバー一丸となって試験を進めてまいります。

話が変わりますが、広報部のご協力のもと、2月25日より「ERG衛星にあなたの応援メッセージを載せよう！」キャンペーンを実施しています (<http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/erg/message/>)。募集期間は4月25日までです。この機会にいろいろな方々にERGを知っていただきたいと思いますので、身近な方々にご紹介いただけたら幸いです。宇宙研やJAXAのWebサイトのトップページからリンクが張られていますので、ぜひご参照ください。（篠原 育）

### お知らせ

### 第35回「宇宙科学講演と映画の会」と「宇宙学校・さがみはら」を開催します

2016年度は相模原市にて同日開催！お子さまからご年配の方まで、宇宙を楽しめる一日となっています。参加費は無料、事前申し込みは不要です。当日、直接会場へお越しください。皆さまお誘い合わせの上、奮ってご参加ください。



#### 「宇宙学校・さがみはら」

日時 2016年4月29日（金・祝）9：30～11：30（9：00開場）  
 会場 相模女子大学グリーンホール 大ホール（小田急線「相模大野駅」北口より徒歩4分）  
 対象 内容は小中学生を対象としていますが、どなたでもご参加いただけます。  
 定員 1000名

詳しくは宇宙研のWebサイトをご覧ください。

[http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/event/2016/0429\\_sagamihara.shtml](http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/event/2016/0429_sagamihara.shtml)



#### 第35回「宇宙科学講演と映画の会」

日時 2016年4月29日（金・祝）13：00～16：00（12：30開場）  
 会場 相模女子大学グリーンホール 大ホール（小田急線「相模大野駅」北口より徒歩4分）  
 対象 内容は中学生以上を対象としていますが、どなたでもご参加いただけます。  
 定員 1000名

詳しくは宇宙研のWebサイトをご覧ください。

[http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/event/2016/0429\\_kouen.shtml](http://www.isas.jaxa.jp/j/topics/event/2016/0429_kouen.shtml)

## 新たな大型パラボラアンテナの開発整備 本格稼働

臼田宇宙空間観測所（長野県佐久市）の直径64mの大型パラボラアンテナは、その建設からすでに30年以上が経過し、老朽化が進んでいる状況です。そのため、現在および将来の深宇宙探査機の運用を切れ目なく継続すべく、新しい大型パラボラアンテナの開発整備を2015年度より本格化させています。



新しい大型パラボラアンテナの建設予定地は、気象条件やアクセス性などの条件を踏まえて現観測所の近隣地域とし、北西に直線距離で1.5kmほど離れた、蓼科山の北麓を通る「蓼科スカイライン」沿いの国有林内を計画しています（ただし、冬季は通行止めの区間です）。

新たなアンテナの直径は性能改善を反映してひと回りスマートな50m級に、そして対応周波数は現状のX帯（8GHz帯）に加えて、小惑星探査機「はやぶさ2」を含む将来の深宇宙探査ミッションに利用可能なKa帯（32GHz帯）も含める計画です。Ka帯では、アンテナのビーム幅（指向性の鋭さの指標）がX帯に比べて1/4程度細くなります。そのため、スマートになるとはいえ、総重量2000トンとも予想される50m級の巨大なアンテナを今まで以上に高精度に制御して動作させることも要求されます。

現在、2019年度の完成を目指して、設計作業を進めています。また、現地の立木伐採作業を終えて、来年度には用地の造成作業を行う計画です。

今後も適宜その進み具合を本誌などでお伝えしていきたいと考えていますので、応援をどうぞよろしくお願い致します。

（深宇宙探査用地上局プロジェクトチーム 沼田健二）

### 今月のキーワード

## FITS・SPICE

宇宙科学関係のデータを扱うためのファイルフォーマットとして、FITSやSPICEといったものがあります。

FITS (Flexible Image Transport System) は、天文学の分野などで使われているオープン標準のファイル形式です。その名が示す通り、もともと画像を格納するために定義された形式の一種ですが、ファイルの冒頭に内容を示すヘッダを付けるという仕様により、同じ拡張子でありながら任意次元の画像を格納でき、また画像以外にもさまざまな科学データを自己記述式に格納できるように拡張されています。その仕様をもとに、多様なプログラミング言語用のライブラリも各所で公開されています。

一方、SPICE (Spacecraft Planet Instrument C-matrix Events) は、惑星ミッションなどの補助的データを扱うためにNASAによって維持されているシステムで、その関連分野ではデファクト標準となっています。SPICEは、宇宙機(S)、

惑星などの天体(P)、機器(I)、姿勢(C)、イベント(E)などの用途ごとにファイル(kernelと呼ばれています)の形式や拡張子が異なります。これら各種ファイルを扱うためのツールキットは、NASAから公開されています。

これらの仕組みがどのように使われているか、例をご紹介します。天文衛星の観測データや小惑星探査機「はやぶさ」の可視分光撮像カメラ(AMICA)の画像などは、FITSで公開されています。「はやぶさ」などの探査機の軌道データはSPICEで公開されていますが、X線天文衛星「すざく」などの天文衛星の軌道データは、FITSで公開されています。ユーザーに合わせて使いやすいフォーマットが使われている、ということです。

ちなみに近年、バチカン図書館が歴史的文献をデジタル化する際のフォーマットとしてFITSを採用したことがニュースになりました。意外な巡り合わせ、でしょうか？(三浦 昭)

## 送る言葉

常田佐久  
宇宙科学研究所長

今年も退職なさる方々をお送りする季節となりました。本年度は、市村 淳さん、鈴木 睦さん、成尾芳博さん（五十音順）の3名の方々です。

市村さん（宇宙物理学研究系）は、1983年に共通基礎研究系（当時）に着任。原子分子衝突の物理および宇宙空間における原子分子過程の研究、原子衝突データの収集・評価の分野で、多方面の研究を行ってきました。市村さんが著者の一人となっている2編の論文の引用件数が合わせて300件を超え、宇宙研の高被引用度論文となっていることは、特筆に値します。

鈴木さん（あかつきプロジェクト）は、1998年に旧宇宙開発事業団（NASDA）地球観測研究センター（EORC）に着任後、地球環境変動観測ミッションGCOM-A1（「いぶき」）プロジェクトサイエンティストを務めるなど、地球観測畑での長いご経歴をお持ちです。2006年から金星探査機PLANET-C（「あかつき」）ファンクションマネージャを務め

てられました。惑星分野のデータ解析は地球観測分野と共通点が多く、今後のご活躍を期待します。

成尾さん（宇宙飛行工学研究系）は、1977年、長友研究室に配属。液体水素／液体酸素ロケットエンジン、再使用型宇宙輸送システムなどの研究に携わり、我が国初の垂直離着陸実験の成功、液体水素／液体酸素エンジンによる100フライト相当の寿命保証実証の成功に大きな貢献をしました。水素社会実現の掛け声の中、数少ない水素の専門家として、今後のご活躍を期待します。

今回ご退職される3名の方々のご経歴は、凶らずも、宇宙研の事業とそこで必要な仕事の幅の広さを示すことになりました。3名の方々は、それぞれの持ち場で宇宙科学に大きな貢献をされました。退職される方々には、お世話になりました。職員一同、皆さんの今後のご健康とご活躍を心から祈っております。

(つねた・さく)

## 定年を迎えて

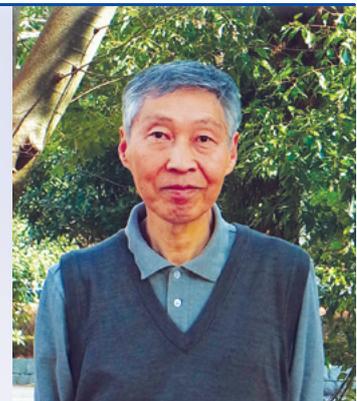
市村 淳 宇宙物理学研究系

私が駒場の宇宙科学研究所を初めて訪れたのは、1983年9月、高柳和夫先生の研究室（共通基礎研究系宇宙空間原子分子物理学部門）の助手公募に応募し、面接に呼び出されたときだった。大学院で原子核物理学（核反応の理論）を専攻し、当時の言葉で言うところのオーバー・ドクターをすでに3年半過ごしていた。そのころは、専門分野が違うこともあり、宇宙研の先生方は誰も存じ上げていなかったと思う。面接の相手も皆、初対面だった。キャンパスには、趣のある建物が散在する中にテニスコートが3ヶ所もあるのを発見し、うれしく感じたことを覚えている。

その後、11月16日という中途半端な日付で採用され、45号館5階のエレベータ近くの研究室に机を与えられた。私にとって最初の課題は、原子分子物理学という分野に転向すること

だった。そのためにはまず、原子衝突の理論の基本的なことを一通り学ぶ必要があった。高柳先生が私のために1対1の講義を施してくださった。原子分子と原子核は、理論的にはともに有限多体系の量子力学の問題だから共通点が多いのだが、当然、異質な点も多々ある。長さやエネルギーのスケール、それに構成粒子間の相互作用がまったく異なるからである。私が発表した最初のセミナーでは、「忘れないうちに」と言われて、未熟ながら原子衝突を専門とする聴衆に対して原子核物理に関する紹介をすることになった。多分それがきっかけとなって、研究室の市川行和先生や崎本一博さん、それに大学院生の方たちと親しく議論できるようになった。このころに学んだ問題意識を出発点にして、その後の研究を続けてきたように思う。

宇宙研では、いるだけで、食堂でも



食堂前の木立にて

バスの中でも耳学問をできることが楽しかった。テニスを通じても所内のいろいろな人を知ることができた。特に印象に残っているのは、キャンパスが相模原に移転して数年たったころだが、X線グループに滞在していたロシアのレベデフ物理学研究所のドギエル（V. Dogier）先生のことである。彼はテニスの初級者だったと思うが、ある日突然コートに現れ、その後、一緒にプレーをするようになった。人数が多いと待ち時間が長く、することもないので、互いに研究の話をするように

なった。そのうち、枝の切れ端で地面に図を描きながら突っ込んで議論するようになり、結局、彼の研究に参加してお手伝いをすることができた。こうすることは、当時の宇宙研でなければあり得なかったと思う。

駒場の研究室からは、富士山がきれ

いに見えたことを覚えている。今の相模原の研究室からは、北西の方角に横臥した仏像の横顔のような形をした大岳山がよく見える。この部屋の黒板の前で大勢の人と議論してきたことを思い出す。

定年を迎え一応の区切りではありま

すが、一学徒として、解決できていないテーマについてまだしばらく追究を続けていきたいと考えています。宇宙研という刺激的な環境の中で長い間、楽しいときを過ごすことができました。お世話になった皆さまに心から感謝申し上げます。(いちむら・あつし)

## 宇宙屋は飛ばしてナンボ

成尾芳博 宇宙飛行工学研究系

航空機や自動車のように乗り物としての宇宙輸送機が実現し、打上げコストを桁違いに安くすることができれば、地上の生産活動の一部を宇宙に移すことが可能になり、宇宙からは資源やエネルギーを持ち込むことが可能になる。そしてもちろん、一般大衆の宇宙飛行も可能になる。そんな世界の実現を目指して、30数年宇宙研で再使用宇宙輸送系の研究を行ってきたが、このたび、道半ばにして定年を迎えることになった。さまざまな思いが交錯するが、随想を交えながら、後輩諸氏へのメッセージとしたい。

「宇宙屋は飛ばしてナンボだ」。これは故 長友信人先生の言葉である。フロントローディングの重要さは誰もが認めるところであり、それを否定するものではないが、机上検討や要素試験を続けていると、いつしか「研究のための研究」や「終わらせたくないために始めない」という状況に陥っても気付かないことがある。そのとき背中を押してくれるのが、この言葉である。長友先生がこの言葉に込めたのは、「ごちゃごちゃ言っていないで飛ぶものをつくって見せてくれ!」「飛ぶものをつくれないやつは宇宙屋じゃない。評価にも値しない!」ということだが、そこまで過激に取らずとも、一步を踏み出す勇気をもたらえる言葉ではないかと思う。私はこの言葉を掛けられて以来、常に自問自答を繰り返し、物事に当たってきた。その成果が、我が国で

初めてロケットエンジンによる垂直離着陸に成功した再使用ロケット実験機(RVT)であり、また100回のフライトに相当する寿命保証実証に成功した再使用観測ロケット用液体水素/液体酸素エンジンである。

話は変わるが、日本初の衛星打上げを目指していたころの話として、こんな言葉を聞いたことがある。「3回飛ばさせてくれれば衛星を上げてみせる」。地上ですべての試験を行うには試験設備の整備費用がバカにならないことから、最初の2機は失敗覚悟で飛ばし、フライトで得られたデータを次号機に生かし、3機目で成功を目指したという逸話である。最近はどうな試験でも成功が求められる風潮があり、また安全確保の観点からもこのような方法は採りにくくなっているが、限られた予算で最大の成果を得る一つの方法ではある。失敗を恐れては何もできない。「十分考えたら即実行に移す」。これは、籾田元紀先生の言葉だったと記憶している。目的達成のためのアプローチが一つではないことの例として紹介しておく。

最近、SpaceXをはじめとする米国のベンチャー企業の元気が良い。日本でもようやく、民間企業による打上げ事業を認める「宇宙活動法案」が閣議決定され、国会に提出されようとしている。私はかねてより、「超低コスト輸送系が実現するかどうかは、国家が確かな見通しを持って従来とは質的

に異なる輸送システムの開発に取り組むか、あるいは国家によって開発された技術が速やかに民間に移譲され応用されることが必要だ」と主張していたが、最近ようやく、そのような世界が実現しつつある。米ソが国家の威信を懸けて宇宙開発を進めた時代が過ぎた現在、宇宙の商業化こそが再使用輸送系実現の鍵を握っているといえるだろう。

しかしその一方で、地球環境は加速度的に悪化している。冒頭に書いたように再使用宇宙輸送機は地球規模の諸問題を解決する有力な手段になり得るものであり、その開発は急務といえる。果たして、それを宇宙の商業化だけに任せてよいものか。答えは否であろう。後輩諸氏の奮起を期待する。(なるお・よしひろ)



垂直離着陸に成功した再使用ロケット実験機(RVT)の前で、実験主任の稲谷芳文先生と筆者(左)。

# AGU 2015 Fall MeetingでのDARTSブース出展

科学衛星運用・データ利用ユニット  
データ利用促進グループ 主任開発員 殿岡英顕

2015年12月14日から18日までアメリカのサンフランシスコで開催された国際会議AGU (American Geophysical Union: アメリカ地球物理学連合) 2015 Fall Meetingに、科学衛星運用・データ利用ユニット(C-SODA)は、科学データアーカイブDARTSのプロモーションを目的としてエキシビジョンブースを出展しました。

この国際会議が対象とする地球物理学には太陽地球系物理学(STP)、月惑星科学および太陽物理学が含まれており、DARTSが扱うJAXA科学データのうち宇宙物理学と微小重力科学を除いた領域が当てはまります。会議の規模は2014年の数値で、参加者数2万4000名以上、発表数は口頭・ポスターを含めて2万3000件以上となっています。

大規模なブース展示も行われます。ブース出展数は今回289団体であり、国内で開かれる日本地球惑星科学連合(JpGU)大会の約4倍の規模になります。出展者には、NASA、ESAなどの宇宙機関、地球物理の研究機関をはじめ、Google、AmazonなどのIT系ベンチャー企業、大学、測定器メーカー、鉱物の販売店などがあります。日本からは我々のほかにJpGUと海洋研究開発機構(JAMSTEC)がブースを出展していて、どちらも常連です。

AGUでのDARTSのブース展示は、今回が初めてでした。ブース名は“DARTS JAXA/ISAS”です。我々の目標としては、1回目なので、各分野の研究者コミュニティに向けて広くDARTSの知名度の向上を狙っていくこととしました。帰っ

てからゆっくり見てもらうために配布物を配る戦略です。配布物としては、DARTSで作成したクリアファイル、パンフレット、ばたばたキューブをまとめたパンフレットセット1000部と、JAXAカレンダー100部を用意しました。パンフレットを1000部も持って行って、100部も配れずに残っちゃったらどうするの、との声も聞かれる中、開催までは不安な日々を過ごしました。

展示ブースの開店は、会議1日目夕方に行われるIce Breakerです。巨大なブースを構えるNASAは、大量のカレンダーとポスターとグッズを配りまくる物量作戦で、来場者の注目を一気に集めていました。近年はNASA vs Googleのウォールディスプレイ対決があり、双方とも競うように講演会を開いていました。勝敗は知名度の大きさからNASA Hyperwallが優勢でしょうか。

我がDARTSのブース展示では、前述したパンフレットセットなどの配布、ムービーの上映、デモンストレーションを行いました。ブース出展の申し込みが遅かった関係で、ブースの位置は会場の端に近い場所でした。ブース担当は、データ利用促進グループの竹島敏明グループ長と筆者の2人が専任で当たりました。

パンフレットセットは想定以上に来場者に好評で、1日目夕方2時間のみのIce Breakerと2日目の午前中だけで、用意した1000部のうち880部を配り切ってしまいました。ブースの立地は条件がまったく良くありませんでしたが、パンフレットを持ち帰ってもらうための動機づけとして作成したクリアファイルとばたばたキューブがとりわけ来場者に受けたことが、好評の理由でした。その後丸3日間を残りの120部でしのがなければならなくなったのは、うれしい誤算でした。NASAに対抗するか、とのノリで用意したカレンダーは、さすがにNASAのように大盤振る舞いするわけにはいかず、日ごとに配布数を決めて配布し、最終日には配り切りました。

JAXAの知名度は高く、ちょうどその直前にあった小惑星探査機「はやぶさ2」の地球スイングバイ、金星探査機「あかつき」の金星周回軌道投入といったニュースを知っている人もいて、日本人以外の来場者からもお祝いの言葉を多数頂きました。DARTSについては今回の配布物や展示を機会に知ってもらい、データを使ってもらえればうれしいと考えています。一方、地球観測データについての質問も多く、次の機会には、地球観測研究センター(EORC)とブースを並べて出展できればよいなと感じました。今後も、DARTSのプロモーション活動をさまざまな機会に行っていきたいと思っています。(とのおか・ひであき)



DARTS JAXA/ISASブースにて解説を行う竹島グループ長

## ISAS ニュース No.420 2016.3 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/ISASニュース編集委員会 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/株式会社デザインコンビア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト

● **編集後記** 先日、実験室を片付けていたら、古びた箱が出てきました。中は光電子増倍管の山。「すざく」硬X線検出器(HXD)の原型、Welcome検出器から取り外したものです。しばし時を忘れ、院生のころを思い出しました。(斎藤芳隆)

● \*本誌は再生紙(古紙100%)、植物油インキを使用しています。

**R100**  
古紙配合率100%再生紙を使用しています

