

宇宙科学最前線

金星探査機「あかつき」メッセージキャンペーンに寄せられた26万人の名前やメッセージが印刷されたアルミプレート。これらは重心調整用の重りの一部として探査機に搭載される。(5ページ参照) 撮影：今村 剛

月地下溶岩チューブの天窓

春山純一

固体惑星科学研究系 助教

我々はいよいよ、月周回衛星「かぐや」カメラデータの中に、月の地下に溶岩チューブが存在する証拠となる縦穴を発見した(図1)。本稿では、この新発見について解説する。

溶岩チューブとは

溶岩チューブは、溶岩が流れ出した後にできる空洞で、ハワイ島や日本の富士山麓に多数ある洞窟のほとんどがそうである。それらは風穴や氷穴と呼ばれていたりする。ハワイや富士山、そして月も玄武岩という岩石からなり、組成はほぼ同じである。このことから、月にも当然、溶岩チューブができておかしくないと言われてきた。溶岩チューブが形成されていれば、チューブ内を溶岩が通ることになる。溶

岩は月表面を2次的に広がるより遠距離にまで及ぶことになり、月の海が広大に広がったことに対して重要な役割を担った可能性がある。チューブの中を詳しく調べれば、溶岩の噴出時期、噴出量、噴出率などが分かるであろう。非常に重要な科学調査対象である。

溶岩チューブはまた、月基地として最適である。溶岩チューブは天井を持つ。つまりチューブ内では、大気のない月面で起きる微小隕石の衝突や放射線被曝から守られることになる。また地下にあるため、チューブ内は月面のマイナス200℃からプラス100℃以上にも及ぶ激しい温度差とは無縁で、ほぼ一定の温度が保たれる。アポロ計画によるその場探査によれば、着陸点付近の表面下数mの温度は、

約マイナス20°C程度で一定しているという。溶岩チューブの底面は、最後に流れた溶岩が水平になって固まっていることが多い。つまり、底面は天然に舗装されているようなものである。また、チューブを形成する際、急冷が起きていることが多いであろうから、密閉性も良い。前後をふさぎ空気を入れれば、与圧空間が容易にできる。月面活動において大敵である、月の表面を覆う灰のように細かく砕かれた砂を気にしなくてもよい。

溶岩チューブは地下にある。そのため、どうしても通常の上空のカメラ観測では見つけにくい。ただし、地球の溶岩チューブは、航空写真を撮ると陥没地形の連なりとして見えることがある。チューブの一部が崩落したものである。そのため、月の表面にそのような地形がないかと、40年も昔にアポロ、そしてそれに先んじて行われたルナーオービターが撮影した画像を、研究者が詳しく調べてきた。そして実際、陥没地形あるいはクレータの連なりが発見されている。陥没したところに横穴がないか画像を丹念に調べ、溶岩チューブへの入り口を発見しようと、多くの研究者が努力してきた。しかしながらこれまでは、そうしたチューブの一部崩壊によってできたような、露出した横穴は見つかっていなかった。

溶岩チューブがあると考えられているのは、地球と月だけではない。米国の火星探査機マーズグローバルサーベイヤーが撮影した火星表面の画像には、やはり連なったクレータが発見されている。その地下に溶岩チューブがあるのではないかと、というのはほぼ定説になってきていた。

2006年、ヨーロッパのマーズエクスペレスの画像には、溶岩の流れた跡が重なって見えるところが

発見された。溶岩チューブは地下を通るが、その構造は複雑になることがある。溶岩は地下を3次的に進むので、チューブもまた3次的構造を取り得るのである。マーズエクスペレスの見つけた跡は、火星表面を水、あるいは溶岩が流れることではできない構造である。まさに溶岩チューブが崩落した結果、形成されたものである。

そして「かぐや」打上げの1ヶ月前、2007年8月には、米国のマーズオデッセイが火星表面にぼっかり開いた7個の縦穴を発見した。今回、我々が発見したものと非常によく似ている。火星の場合は、地中に流水や揮発性物質があり、そう簡単に縦穴の下に溶岩チューブがあるとはいえないのではないかと、という主張もあった。その意味でも、今回、水や揮発性物質がほとんどない月面で縦穴が発見されたことは、月のみならずほかの惑星における溶岩チューブの存在可能性の確認に近づいたといえる。

月の縦穴、そして溶岩チューブ

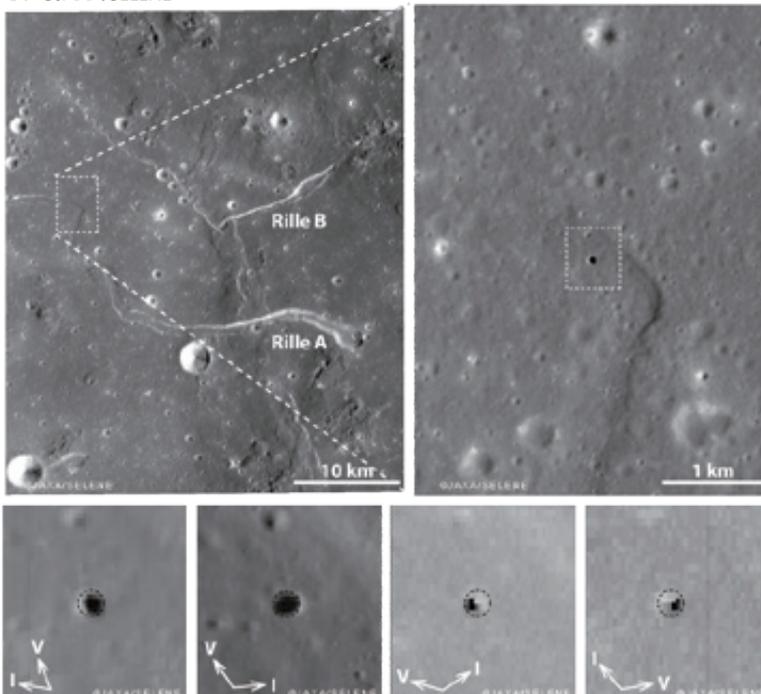
さて、我々が見つけたものを整理しておきたい。我々が見つけたものは、縦穴である。場所は、北緯14度、西経57度。月の表側、広大に溶岩が広がる、嵐の大洋と呼ばれる地域である。そして、嵐の大洋の中でも特にドームと呼ばれる火山地形やリルと呼ばれる溶岩の流れた跡が多数見られる、マリウス丘群の中に存在する、一つのリルの中ほどに見つかった。

21ヶ月に及ぶ「かぐや」観測運用の間に、我々は地形カメラ、マルチバンドイメージャにより、この縦穴を9回にわたって観測している。これらの観測から、孔はほぼ円形、その直径は60～70mと推定された。

9回の観測は、さまざまな太陽高度において行われていた。孔の直径と、太陽高度が分かれば、太陽が縦穴の垂直壁を照らす長さ（深さ）は単純に幾何的に推定できる。太陽高度が低いときの撮像結果から得られた縦穴の深さは、幾何的に推定される深さと一致していた。つまり、この孔は、ほぼ垂直な壁を持つ縦穴と断定できた。また、高い太陽高度のときに底が見えており、深さは地表面下80～90mあることが分かった。

このような直径と深さを持つ「縦穴」は、通常の隕石衝突では形成されない。通常の隕石衝突であると、直径と深さの比は、深くても5:1程度である。1:1の縦穴は異常なのである。こうした孔は、地球の場合、噴気などでできるかもしれないが、この孔のまわりには、何か物質がまき散らされた跡は見えない。また、そもそも月のサンプルからは、月は非常に乾いていることが分かっており、噴気があったとは想像しにくい。地下に溶岩チューブのような

図1 「かぐや」地形カメラおよびマルチバンドイメージャによるマリウス丘付近の画像
直径60～70m、深さ80～90mの縦穴を発見した。左下2点は地形カメラ、右下2点はマルチバンドイメージャによる画像。異なる太陽高度で撮影したもので、「I」は太陽光の照射方向、「V」はカメラの視線方向を表している。マリウス丘は月の表側、嵐の大洋のほぼ中心に位置する。©JAXA/SELENE



空洞が存在し、隕石の衝突、あるいは月震などによる崩壊によって形成されたと考えるのが自然であろう。実際、薄い層への衝突実験では、直径と深さの比が1程度の貫通孔ができることは確認されている。それ故我々は、この縦穴を地下の溶岩チューブの天窗 (Skylight) の候補だと結論づけた。

仮に地下に溶岩チューブが存在しているとして、そのチューブの横幅を評価してみた。地球の溶岩チューブのケースで使われた単純な梁理論に基づく計算をしてみると、その横幅は、最大370mにも及び得ることが分かった。これより大きくなると天井が自重で崩壊してしまうのである。ただし、注意しておきたいのは、この値は「取り得る」径の最大だということである。例えば天井がアーチ状をなせば、もっと強度が高まり、径はさらに大きくなっている可能性もある。一方、梁と見なしたチューブの天井における引っ張り強度などが弱いと、もっと小さい可能性は高い。チューブ径が先に求められた370mより小さいことは十分考えられる。チューブの径は実際にどれくらいかということは、今後の調査解析を待たねばならない。

この孔は、マリウス丘群に存在するリルのちょうど中流部分、兩岸の堤防からほぼ等距離のところにある。溶岩チューブが孔の下に存在するのなら、上流から下流にかけて、数十kmにわたってチューブがあってもおかしくない。ただし、この溶岩チューブの先の長さもかなり不確定要素が多く、もしかしたらすぐに溶岩が詰まっているような状態かもしれない。とはいえ、これまでの溶岩チューブの研究からは、地球ではチューブがかなりの長さにはわたって続いていることが確認されているから、月の場合もそのように地下に延々と続いている可能性は十分にある。

月溶岩チューブ探査、そして火星溶岩チューブ探査

私は、この縦穴や下に続くと考えられる溶岩チューブは、次期月探査の重要な探査候補地と考えている。まずは孔周辺部、孔の壁面、底面などを詳細に観測できるだけでも重要である。その結果を受けて、将来的に、孔の中に入っていくなどのミッションが期待されよう。

そして、その先には、火星の溶岩チューブの探査が重要だと考える。火星の溶岩チューブは、地下において水の流れる場として最適であっただろう。そして季節ごとに流量が変わる。あるときは多く、あるときは少なく。そうした繰り返しの中で、溶岩チューブの壁などのポケット状になったところに、何かしら物質がたまる場合があるかもしれない。それが炭素や窒素などであれば、有機物の形

成・発達なども考えられるかもしれない。チューブの中には、先に述べたように、温度がある程度保たれる一方で、有機物を壊していくような紫外線や放射線などが届かない。つまり、有機物の進化には適しているのではなからうか。生命とまではいかずとも、生命前駆体の何らかの形を取った「化石」が残っていて、地球では失われてしまった有機物と生命のミッシングリンクを解明する手掛かりが見つかるかもしれない。何がチューブの中で起きたか、何が残っているかは、大変興味深い。ぜひ火星の溶岩チューブの中にも入り込んで探査してみたい。その予備的探査の意味でも、月の縦穴調査は大きな意味があると思う。

月溶岩チューブと月基地建設

さて、今回の発見は月基地建設につながる、ということがよくいわれる。それでは、何のための月基地だろうか？ 私なりの考えでは、地球外サンプル保存解析基地である。今世紀、我々は多くの地球外サンプルを手にするようになる。そのサンプル解析の重要な目的の一つは、地球外生命あるいはその存在の手掛かりを探し出すことであろう。しかしながら、そうした（地球外生命にかかわるような）サンプルは、地球を「汚染」するのではないかと心配する声もある。一方、科学者の多くはむしろ、サンプルの地球帰還に当たって、地球大気や水、生命がサンプルを「汚染」してしまう可能性を心配する。地球帰還前に、事前に調査できるとよい。その点で、月基地は大変有効だと思う。地球外サンプルを月へいったん落として、それを回収し、月基地で解析保存するのである。経済的なリターンはさておき、地球外サンプルにより人類が得られる知見は計り知れず、サンプル保存解析のための月基地建設が進められるのは素晴らしいことだと思う。月基地建設がより低コスト、また安全になるということで、今回の発見が役に立てばうれしい。

終わりに

初めて人類が月に降り立ってから40年以上が過ぎた。私が小さかったとき、自分が大人になるころには月へ多くの人間が行っているものと思っていた。アニメーションの機動戦士ガンダムに出てきた巨大なスペースコロニーを見て、ああした人間の手による新たな生存空間が地球外につくられ、人間の素晴らしい知恵と科学が、人類の可能性をさらに広げていてくれていると思っていた。しかし、現実には、やっと宇宙ステーションができたところである。今回の我々の発見が、新たな宇宙時代への大きな飛躍を少しでも後押しするものになればと思う。（はるやま・じゅんいち）

「宇宙学校」開催～おおふなと・とくしま～

新たな年を迎えて、1月9日に岩手県大船渡市で「宇宙学校・おおふなと」が開催されました。ご存じの通り、大船渡市三陸町には2007年まで三陸大気球観測所が設置され、36年間にわたってさまざまな宇宙科学実験が行われてきました。観測所の閉所後も大船渡市とJAXAでは宇宙科学の普及活動などについて連携協力を進めることとしており、今回その一環として宇宙学校が開かれた次第です。

会場は、竣工1年余りの真新しい大船渡市民文化会館リアスホール。午前9時開校だったのですが、8時過ぎに私たちがホールに着いたときにはもう屋外で待っていらっしゃる方もあり、開校までには約120名が集まりました。1時限目は「宇宙に飛び出そう」というタイトルでロケットと気球のお話、映画を挟んで2時限目は「太陽系を知ろう」というタイトルで特に惑星磁場のお話となりました。私が担当した気球の話題では、科学の学校である以上、参加者の皆さんに何か実際に体験していただくということで、三陸大気球観測所で無人氣球到達高度世界記録を樹立した超薄膜高高度気球用のポリエチレンフィルムに触れて、そして引っ張ってもらい、その薄さと強さを実感していただきました。参加者の皆さんは私たちの話をとても集中して聞いてくださったようで、宇宙学校名物の質問の時間では話の内容を中心に質問がひっきりなしに続いて、申し訳ないことに午前中だけの宇宙学校ですべての疑問に答え切れませんでした。実は、1時限目と2時限目の間の映画「私たちは星のかけら 星の一生と物質循環」は超新星爆発や元素合成などのテーマを扱っており、もしもっと余裕があったら、きっと私たちをあたふたさせるような質問が続出していたはずで、ヒヤヒヤしながらの3時間でした。

JAXAでは今後も大船渡市との連携協力を進め、宇宙学校という形ではないかもしれませんが、毎年宇宙に関する行事を続けていく予定です。また大船渡にお邪魔しますので、皆さんいろいろな疑問を温めておいてください。

(吉田哲也)



大船渡に関係の深い気球の話に興味津々



講演後も参加者からの質問は途切れませんでした

1月23日、今年度最後となる「宇宙学校」を徳島県立あすたむらんど子ども科学館との共催で開催しました。あすたむらんど徳島は、科学と自然にあふれる大型公園で、今回の会場となった子ども科学館のほかにプラネタリウムなどの施設があります。今回のキャッチコピーは「宇宙に夢中!」。事前申し込みと当日申し込みを合わせて74名の生徒が多目的ホールに集まりました。

開校式後の1時限目は筆者担当の「ロケットのはなし」。「ロケットはなぜ宇宙まで行けるの?」をテーマに、ロケットの仕組みについて映像を交えて話しました。授業時間50分のうち、講師の話は15分程度で、その後は生徒と講師の質疑応答になります。「ロケットの推進剤は何?」「失敗はないの?」「これまでいくつのロケットが打ち上がったの?」「切り離れたロケットはどこに行くの?」など、多様な質問のやりとりを通じて会場に一体感ができました。

2時限目は阪本成一先生による「宇宙飛行士と国際宇宙ステーション」。「きぼう」日本実験棟での宇宙飛行士の仕事・生活や宇宙飛行士になるための要件などの話に会場は興味津々という様子で、「宇宙でどうやって寝るの?」「どんな宇宙食があるの?」「トイレは?」など、活発なやりとりがありました。

3時限目は中澤暁先生による「『かぐや』でわかったこと」。月の裏面が表面と比べてデコボコになっているなどの観測データが紹介され、会場からは「なぜ表と裏で様子が違うの?」「月はなぜ地球から遠ざかっているの?」「月にも地震があるの?」のほか、ブラックホール、宇宙生命など、宇宙にかかわるいろいろなことを話題にしました。

筆者は宇宙学校に参加するたびに、子どもたちの好奇心・向学心を強烈に感じます。講師たちもドキドキしながら、みんなからエネルギーをもらっているのです。すべての関係者の方々、ありがとうございました。

(嶋田 徹)

第10回「宇宙科学シンポジウム」開催

1月7日、8日の2日間、「宇宙科学シンポジウム」が相模原キャンパスにおいて開催されました。新年の恒例行事としてすっかり定着した感がありますが、今回は10回目の開催になります。「宇宙科学シンポジウム」は宇宙科学研究本部で行われている研究活動、将来計画の全体像をざっと知ることができ

る貴重な機会であり、新年早々にもかかわらず多くの方々にご参加いただきました（前日までのwebの事前参加申し込みが286名、当日受け付けも初日には120名を超えました）。

口頭講演プログラムは「宇宙科学ミッションの成果報告」「国際宇宙ステーション曝露部ミッションの成果」「進行中プロジェクトの状況」「プロジェクト移行準備中のミッション報告」「ワーキンググループ報告」として、各ミッションの成果や準備状況、計画の検討状況などが紹介されました。打上げが今夏に迫った「あかつき」「IKAROS」の報告には



宇宙科学シンポジウムの様子。場内は熱気にあふれていた。

期待が高まります。2日目の最後には企画セッション「宇宙基本計画と宇宙科学」が行われ、中村正人宇宙理学委員長、宇宙開発戦略本部の横田真参事官、政策研究大学院大学の角南篤准教授にご講演をいただきました。講演の後にはパネルディスカッションが行われ、宇宙活動の価値について国民とどのように共通認識を得るかなど、いくつかの重要な話題について熱い議論が交わされました。

ポスターセッションについては発表件数が昨年から大幅に増加し、291件もの発表申し込みをいただきました。会場の制約から初めて2部制で2日ともポスターセッションの時間を設定することになりましたが、すべての会場で盛況な中、活発な議論が行われていました。

(宇宙科学シンポジウム世話人一同：
篠原 育，西山和孝，清水敏文，吉光徹雄)

「お届けします！ あなたのメッセージ 暁の金星へ」募集結果

金星探査機「あかつき」にメッセージを託して金星に届けようというキャンペーンを、2009年10月23日から1月10日まで約2ヶ月半行ってきました。このためにプロジェクト側から提示された予算はゼロ。経費を掛けずに最大限の効果を得るための挑戦の始まりでした。

まず、個人応募はインターネットでの受け付けと割り切り、キャンペーンパートナーの公募で選んだ世界天文年2009日本委員会のサーバーに託しました。インターネットを使えない方や直筆を希望される方向けには団体応募枠を設け、寄せ書きなどを直接募集しました。国外向けには米国惑星協会や世界天文年2009本部と連携して展開を図りました。

この種のキャンペーンに目新しさがなくなりマスメディアに大きく取り上げられにくくなった中で成否を分けるのは、認知度をいかに高められるかと、参加のための敷居をいかに下げられるかです。ただ、数にこだわると宇宙科学の意義を伝える本来の目的がないがしろになりがちで、両立はたやすいことではありません。

最後の頼みは、培ってきた人脈と自分たちの足。JAXA宇宙教育センターのパイプを利用した全国の学校1万5000

校への周知や職員の母校への個別連絡、相模原市など自治体を通じた地域住民への周知と記帳所の設置、連携実績を持つ科学館・プラネタリウムなどへの協力要請、JAXAの展示室やイベントでの寄せ書きなど、地道な取り組みで輪を広げていきました。マスメディアを動かすために衛星の機体公開をキャンペーン期間中に実施したほか、職員の出演番組や連載記事なども活用しました。若者向けのフリーペーパーやマンガ雑誌などに売り込んだのも新たな試みでした。

それでも12月半ばの時点では集まりが悪く、やきもきしましたが、学校からの団体応募が締め切り直前に続々と届き、最終的には26万人となりました。そのうち団体応募は、月周回衛星「かぐや」の「月に願いを！」キャンペーンを上回る14万人強。1学級が典型的に40名だとして、この数の持つ意味はとて大きいと思っています。皆さまから寄せられたメッセージは、アルミプレートに刻印も済み、「あかつき」への搭載を待つばかりです(表紙参照)。

メッセージ募集は終わりましたが、ここで得た縁を通じて今後の進捗をお伝えします。本番はむしろこれからです。

(阪本成一)

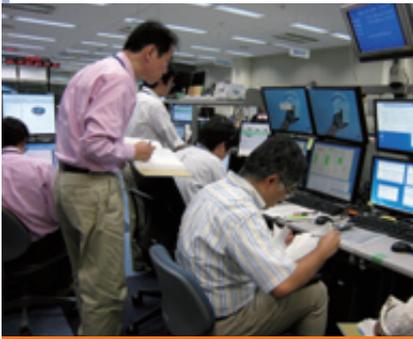
超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES) が定常観測に移行

成層圏オゾンとオゾン破壊関連物質の精密観測を行う超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb Emission Sounder) が、13年にわたる開発期間を経て、2009年9月11日に、宇宙ステーション補給機 (HTV) 技術実証機に搭載され、H-II Bロケット試験機によって打ち上げられました。9月25日に国際宇宙ステーションのロボットアームによ

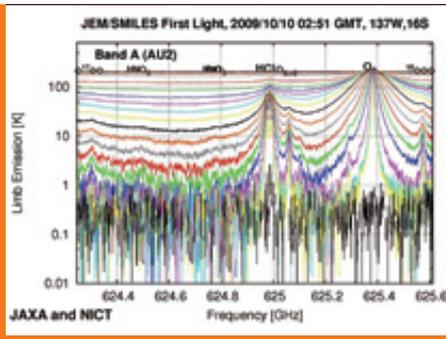
って日本実験棟「きぼう」の船外実験プラットフォームに取り付けられた後、SMILESは電源投入、4K級極低温冷凍機の運転を開始し、超伝導センサの冷却も無事完了 (約70時間後に4.1K台に到達) して初期性能試験に入りました (写真)。640GHz帯サブミリ波受信機の性能 (システム雑音温度350K) が確認できた後、SMILESは10月10日にファーストライト (写真) を取得して初期性能試験を予定通り終了させ、

11月6日から定常観測に移行しました。

現在、SMILESは軌道上でハードウェアに関するトラブルもなく、順調に観測を続けており、期待以上の精度で大気微量気体成分の分光観測を続けています。サブミリ波帯の超伝導SIS (Superconductor-Insulator-Superconductor) ミクサを用いたヘテロダイナ受信機を宇宙で技術実証したSMILESの開発業績は大きく、今後、宇宙からの電波天文や大気科学観測などの科学衛星に広く応用されることを期待します。 (西堀俊幸)



宇宙ステーション運用棟ユーザ運用エリアにあるSMILES運用管制卓の初期チェックアウトの様子。コマンドの送信とテレメトリの監視を行うほか、観測データはここで物理学値変換の処理をしてから相模原キャンパスB棟にあるレベル2処理設備に送っている。

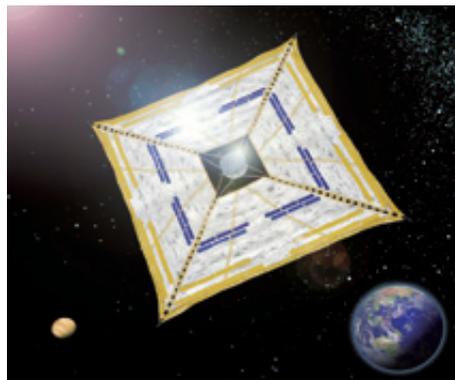


SMILESが観測した地球大気のリムスペクトル。SMILESは0.5秒の間隔で、成層圏オゾンとオゾン破壊関連分子が放つ極微弱なサブミリ波の放射スペクトルを、国際宇宙ステーションからとらえ続けている。

君も太陽系をヨットに乗って旅しよう！

2009年11月初頭に組み上がった小型ソーラー電力セイル実証機IKAROS (イカロス) は、その後、初期電気試験、熱真空試験、振動試験を終了し、1月下旬から、いよいよ最終電気試験に突入しました。最終電気試験では、運用を極力模擬した試験を行います。IKAROSは、4つのミッションを順番に進めていくように運用します。

最初のミッションは、セイル (帆) の展開です。IKAROSの本体は円筒形で、この側面に差し渡し20mの正方形のセイルを巻き付けてあります。IKAROSはスピンによる遠心力でセイルを展開します。セイル展開の様子は複数のカメラによって確認します。それ以外に、スピンレート、セイルの温度、遠心力の変化からもセイルの展開を確認できます。第2のミッションは、薄膜太陽電池による発電です。



IKAROSによる世界初のソーラーセイルミッション

ソーラーセイルキャンペーン携帯サイト

薄膜太陽電池はセイルに貼り付けてあり、セイルを展開すれば発電を確認できます。その後も定期的に発電状況を確認し、薄膜太陽電池の性能を評価します。これら2つのミッションは打上げ後1ヶ月程度で完了し、この段階でミニマムサクセスに到達したといえますが、そこから本番です。

第3のミッションはソーラーセイルによる加速実証です。IKAROSのセイルが太陽光を受けると、0.1g (1円玉0.1個分) の力となります。力は弱くても常に光を受けるため、軌道が徐々に変化することがはっきりと分かるはず。そして、最後のミッションはソーラーセイルによる軌道制御です。セイルの角度を変えれば、太陽光から受ける力の向きが変わり、軌道を調整できます。このミッションで軌道制御に必要な一連の技術を習得しま

す。半年後には、これらを達成し、フルサクセスとなります。IKAROSの成功は、約100年間、絵空事でしかなかったソーラーセイルにとって、実用化という新たな幕開けを意味します。

IKAROS出航に向け、ソーラーセイルキャンペーンを実施しています。ホームページで皆さんからお名前とメッセージを募集し、皆さんの代わりにIKAROSに乗船していただき

ます(http://www.jspec.jaxa.jp/ikaros_cam/j/index.html)。携帯サイトからもエントリーできます。また、団体受け付けも行っています。締め切りは3月14日ですが、2月28日までに個人で応募していただいた場合、特別席も用意されます。世界初のソーラーセイルの運航は、きっと素晴らしいものになるでしょう。「君も太陽系をヨットに乗って旅しよう!」。皆さまの応募をお待ちしています。(森 治)

小型科学衛星 2号機候補，内部磁気圏探査計画 (ERG)

内部磁気圏探査計画 (ERG: Energization and Radiation in Geospace) は、今太陽活動極大期 (2013~2014年ごろ) における「ジオスペース」観測を目指し、5年ほど前から若手研究者を中心に検討されてきました。「ジオスペース」とは、地球周辺の宇宙空間のことです。ジオスペースは、放射線帯も含め6桁以上のエネルギー幅を持ったプラズマ・粒子が共存し、大規模なエネルギー解放現象である宇宙嵐に伴って相対論的高エネルギー電子が誕生するなど、非常にダイナミックに変動する領域です。現象が起きている「ジオスペース赤道面付近」での粒子・電磁場・波動の統合観測はこれまで実現しておらず、放射線帯の加速変動メカニズムについては諸説並立の状態にあります。提案されている諸説を検証し、実証的に変動メカニズムを解明していくために、大規模な宇宙嵐が多発すると予測される今太陽活動極大期に向けて、放射線帯の中心部を含むジオスペース赤道面における粒子・電磁場・波動の統合観測の実現を目指すのが、小型科学衛星のERGです。

では、なぜ小型科学衛星なのでしょうか? 小型科学衛星は、打上げまでの開発期間が短くて済みます。2013~2014年ごろと予想される今太陽活動

極大期を狙ってタイムリーに打ち上げることによって、国際競争力を持った衛星を実現することを目指したかったからです。さらに、本計画はジオスペースの環境予測を目指す「宇宙天気」研究に観測的・理論的な基礎を提供し、実証的な粒子加速機構の理解を通じて、人類の宇宙での安全・安心な活動にも貢献していきたいと考えています。

2009年夏に小型科学衛星2号機候補として宇宙科学研究本部で選定され、現在は衛星ミッション部の基本設計を実施し、ERGプロジェクトとしての立ち上げを進めています。穏やかだった太陽活動も、フレアが起これば活動が活発化してきています。今太陽極大期での観測実現に向けて、ERG提案者一丸となって全力を尽くしていきます。(高島 健)



ロケット・衛星関係の作業スケジュール(2月・3月)

	2月		3月	
あかつき		総合試験 (相模原)		射場作業 (種子島)
IKAROS		総合試験 (相模原)		

第16回 きぼうの科学

生物の最小単位から宇宙環境の 生体への影響を探る 細胞生物研究プロジェクト

宇宙環境利用科学研究系 助教

東端 晃

2008年中ごろから国際宇宙ステーション (ISS) の日本実験棟「きぼう」の運用が本格的に開始され、これまで数年かけて準備を進めてきたライフサイエンス系の実験が、「きぼう」内に設置された細胞培養装置やクリーンベンチを利用して実施されています。

今回紹介する宇宙実験は、ライフサイエンス系研究の中でも細胞生物研究プロジェクトとして位置付けており、宇宙環境における生物への影響について、生命の最小単位である“細胞”の内部で起こるさまざまな現象を分子レベル（遺伝子やタンパク質）で解析し、宇宙環境への生物の適応、影響の多様性についての基礎生物学的知見の獲得を目指した研究テーマで構成されています。この中にはISSプログラムに参加している国際パート

ナーと共同で行っている国際公募で選定された二つのテーマが含まれています。

一つ目は、モデル生物として基礎生物の領域では広く実験材料に用いられている線虫を使用したもので、2005年に宇宙実験テーマとして選定されたCERISEです。代表研究者は2004年に行われた第1回線虫国際共同実験 (ICE-First) にも参加された東北大学の東谷篤志教授で、RNAi (RNA interference: 人工的に遺伝子発現を抑制させる技術) と、タンパク質のリン酸化に対する微小重力の影響を評価しようとする実験です。RNAiは遺伝子治療への応用など医療の現場でも注目されている技術です

が、宇宙でも地上と同様に有効であるかどうかはいまだに確かめられていません。また、タンパク質のリン酸化についても、生体内の各反応で重要なスイッチの役割を果たすことは知られていますが、宇宙環境においてどのような分子がリン酸化されているか網羅的に解析されていません。

CERISEは、2009年11月16日にスペースシャトル・アトランティス号 (STS-129/ULF3) で打ち上げられ、約10日間の軌道上実験を行いました。この軌道上実験に先立ち、東谷教授をはじめとする研究チームは、打上げの約3週間前から射点であるNASAケネディ宇宙センター (KSC) の実験室でフライト試料の準備を進めました。幸いにもアトランティス号は遅延することなく打ち上げられ、予定通り実験を開始することができました。軌道上実験開始後、いくつかのトラブルに見舞われながらも最後のステップまで完了することができ、筑波宇宙センターのユーザーオペレーションエリアでは、「きぼう」に設置されたクリーンベンチ内の顕微鏡から試料のライブ映像が送信された瞬間には、この実験を各方面から支えた各担当者からも拍手が起きました。CERISEの実験試料は顕微鏡観察後に凍結され、2010年2月に打上げ予定のスペースシャトル・エンデバー号により帰還し、その後1年ほどかけて詳細な解析を行う予定です。

二つ目は、ラットの筋芽細胞を用いた筋委縮のメカニズムについて解明することを目的とした宇宙実験テーマです。このテーマはMyo Labと名付けられ、2002年の第4回ライフサイエンス国際公募で選定されました。代表研究者は徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部の二川健教授です。二川教授は1998年に実施されたSTS-90/Neuro Labのプロジェクトに参加し、宇宙飛行をしたラット個体において、筋肉の形成に関するある特定の分子が特異的に分解されていることを見いだしました。その後、数々の地上実験から微小重力環境において起こる筋委縮の鍵となる分子を絞り込み、今回のMyo Labの構想へと発展させました。

Myo Labは2010年に打上げ予定のSTS-131/19Aに搭載され、「きぼう」内に設定されている細胞培養装置およびクリーンベンチを利用して、約2週間実験を行います。この実験では、宇宙飛行で避けられない現象である筋肉の委縮について、生体がどのようなメカニズムで重力（無重力）を感知し、また、どのような生体内反応で筋肉の委縮が引き起こされるかを分子レベルで明らかにすることを目的としています。この宇宙実験の結果は、地上での寝たきりなどによって引き起こされる筋委縮への対処にも大きく貢献できると期待されています。（ひがしばた・あきら）

図1 CERISEのフライト試料を準備する代表研究者の東谷篤志教授と研究チームの森ちひろさん



図2 CERISEの実験試料である線虫の顕微鏡写真（右：蛍光画像）



図3 Myo LabチームのKSCでの射場リハーサル

山水画と ロボティクス

桂林市は、中国広西チワン族自治区の北東部に位置し、カルスト地形で山が林立し、絵のように美しい風光に恵まれた世界的な観光地である。山水画の風景といえば、お分かりになるであろう。

そんな大自然に囲まれた桂林市で、ROBIOという国際会議が2009年12月19日から23日に開催された。ROBIOは、RObotics and BIOmimeticsの略である。バイオミメティクスとは、生物機能を分子レベルで模倣しようという研究分野である。そのような考え方をロボット技術



桂林・漓江にて

に取り入れて、新しいロボットシステムを構築する研究が、最近とみに注目されている。本学会では、700件以上の論文が投稿され、50%の採択率であったと聞いており、バイオミメティクスとロボットの融合に大きな期待が寄せられている証しでもある。

学会では、生物の形をまねたもの、生物の挙動からヒントを得たもの、生物が有する感覚機能をまねたものなど、生体模倣設計学およびその応用に関して、最新の成果が発表された。私はモグラやミミズからヒントを得て、月や惑星の内部を掘削しながら探査を行うロボットの研究開発を進めており、その研究成果の発表を行った。宇宙分野とは異なる分野の研究者と交流を持ち、新たなヒントを得ることができたのは大きな収穫であった。

プレナリートークでイタリア技術研究所のDario教授が、「新しいパラダイムを求めて：新し

い科学のためのバイオミメティクス、新しい技術のためのバイオインスピレーション」というタイトルで講演を行った。生命体の観察および模倣という原点に帰って、その創造性から新たなパラダイムが生まれることについて過去の例といくつかのヒントを提示し、聴衆の関心を強く引き付けた。

さて、学会は連日ホテルで行われたが、窓からの眺めも格別で、面白い形をした山々を見ることができた。市内に高い建物がないのは、景観を損なわぬよう法律で規制されているためであろう。桂林の空港から街までは、約25km離れているが、途中で不思議な形をした山や岩を見ることができ、どうしてこのような岩山ができたのか不思議であったが、地元の方の話では、3億年前の地殻変動で海底が隆起し、雨の浸食を受けて奇岩奇峰が連なったとのことである。

桂林の街は、風光明媚な山や川の合間に家が立ち並んでいる。夜の大通りは夜店がたくさん出てにぎやかで、ショッピング街も夜遅くまで開いており、日本の食べ物も手に入る。桂林市は、熊本市や取手市と友好関係にあり、日本のお菓子メーカーが進出してきていた。桂林の特産品はビーフンで、きしめんのような平たい麺とスパゲティのような丸い麺の2種類がある。地元の人気店に連れていってもらったが、タレを絡めるだけのシンプルなものであったにもかかわらず、とてもおいしかった。

桂林は、漓江下りでも有名である。漓江は、猫児山に源を發し、全長437kmもある川で、桂林近くの埠頭からの船下りは格別とのことである。この時期はあいにく乾期で水も少なくオフシーズンであったが、絵で見るとような山水の風景に触れ、心を洗われる思いであった。

学会主催者に聞いた話では、桂林は、実は昔から電子技術で栄えた街であったとのことである。そういえば、市内に有名な桂林電子科技大学がある。電子部品の開発に、きれいな水と空気が合っていたそうである。中国のロケットや衛星の電子部品のほとんどが、桂林でつくられているという話も聞いた。山水画とロボティクス、なかなか結び付かずに帰国と相成った。

(くぼた・たかし)

久保田孝

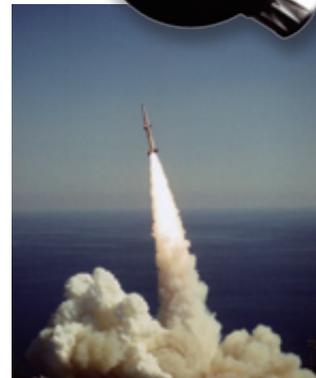
宇宙探査工学研究系教授



特別編

「おおすみ」40周年

日本初の人工衛星「おおすみ」がL-4S型ロケット5号機によって打ち上げられてから、2010年2月11日で40周年を迎えました。この機会に、当時をよく知る5人の方に、それぞれの立場から感慨を述べていただきました。



50年後の「おおすみ」は？

秋葉鏢二郎

年が改まってから、「おおすみ」打上げ40周年とのことで、期限ぎりぎりになって「いも焼酎 特別編」への原稿依頼が舞い込みました。的川さんに言われるまで、私自身その事実に気が付かなかったのですから、現役の方々の関心が及ばなかったのは当然です。

ともかく昔の出来事になりましたが、「おおすみ」が、宇宙研が20世紀の宇宙開発に残した偉大な足跡であることに、誰も異論はないでしょう。確かに40年もたつと当事者たちの数は減り高齢化しますので、この機会に時代の証言を求める趣旨は分かりますが、当時指導的な立場にあった先輩方は30年誌（『宇宙空間観測30年史』と『軌跡』）においてすでに計画の顛末を的確に記述され、責任を果たされています。

おかげで我々は今、「おおすみ」すなわちL-4S計画が糸川英夫先生の着想であり、1964年フィレンツェで開催されたCOSPAR（宇宙空間研究委員会）の会場の一隅で、森大吉郎、野村民也の両先生に開発の意向を告げられたのが始まりであることを知っています。我々はその計画に参加し、応分の貢献をしただけで、30年誌でもそれなりの記録は残したつもりですから、大きな歴史の流れの中で書き残すべき事柄はもはや思い当たりません。また、客観的にその計画を評価する立場でもありません。

そこで、表題の趣旨で、この機会に問題提起をしてみたいと思います。もちろん「おおすみ」そのものは2003年8月に消滅してい



「おおすみ」の打上げ準備作業

るので、「おおすみ50年」の時点で、それに並ぶ意義のある計画はどのようなものか？ ということです。

そもそも、「ペンシルロケット」「おおすみ」と並べてみた共通点は、新分野を切り開く錐の先の役割です。つまり、新分野開拓のため、その時点で実行できる最小規模の次の一歩です。

ところで、今開拓すべき新技術分野としては、即応性、簡便性、低費用などの議論が活発ですが、どうも具体性に欠けているように思えます。それらの目指すところは宇宙需要の拡大ですから、何よりも打上げ頻度を増やすことが大前提です。ご存知の通り、現在はブースターの落下が大きな保安上の制約となっており、打上げ機会は極めて限られています。航空機では落下部分がないのでこのような問題はなく、一つの空港で1日に100回以上の発着は常識です。ですから、ロケットも回収型とすればこの問題は解決するはずですが、

一方、低費用の要求としては、衛星1kg当

たり100万円以下でなければ競争価格となり得ません。事柄を単純化して、「1kgの衛星を100万円で打ち上げる回収型の機体を完成させませんか」というのが提案です。今でも1kg当たり100万円という単価は達成されているので、小型であることに意義があります。それにも増して重要なことは、1回の打上げ費用を100万円とすれば、計画自体の費用負担がほとんど問題とされないことでしょう。完成までの試行錯誤も許容されるはずですが、

かつて衛星計画を推進された糸川先生が、「プロジェクトは1億円を超えると政治が絡むんですよ」と慨嘆されたのを思い出します。小型回収機の構想は今、ボランティアの研究グループで検討中です。おそらく実現可能な案を近々提示できるでしょう。それを使えば、航空機発射の初期的な実験もできるかもしれません。

新時代の宇宙研究の息吹を感じさせてもらいたいものです。

（あきば・りょうじろう、元 宇宙科学研究所長）

多くの反省を求めた「おおすみ」

中村 巖

平成22年1月6日午後7時ごろ、的川泰宣先生よりお電話があり、「いも焼酎 特別編」に記事を書いてほしいとのことであった。最近文章を書く機会も減り、一度はお断りしたが、先生の強い要望で引き受けさせていただいた。

昭和30年夏、秋田県の道川海岸で初めて空に向けてペンシルロケットを打ち上げてから15年、日本はラムダ(L)4S型ロケットを使ってフランスに次いで世界で4番目に人工衛星を自力で打ち上げたとして、新聞でも大きく取り上げられ国内を沸かせた。

ペンシルロケットと道川海岸

ペンシルロケットの初の打上げ実験には、当時大学院の学生だった秋葉鏝二郎先生と技術研究生だった私が、一番の若手として参加していた。

実験準備の初日、機材の見張りのため、その若手2人がテントに泊まった。灯り一つなく波の音だけが聞こえる海岸で寝付けないでいると、ドカ〜と轟音が響いた。恐る恐る懐中電灯で調べたが、何の変化もない。翌朝点検をしたところ、熱湯の入った魔法瓶の内筒が粉々に割れていた。犯人はこれか、と2人で胸をなで下ろした。さらに発射実験では、点火と同時にロケットが砂浜に落下し海岸の砂の上を跳び回るといふハプニングまで起こった。

初めて行う空に向けてのロケットの実験は、こんなことから始まった。

ラムダロケットの開発

Lロケットは、ミュー(M)ロケット開発の試験機として計画された。そのため、それまでに開発してきたカッパ(K)ロケットとは

まったく異なり、機体の大型化に適した構造を極力採用することで開発が進められた。

すなわち、1段目には補助ロケット、4段目には球形ロケット、リベット構造の尾翼、アルミ溶接構造の尾翼筒、各段の接続部(接手部)、ならびに開頭コーン等々、開発は全機体に及んだ。特に接手部に使われた分離ナットは、分離ショックが小さく接手強度が高いことから、Mロケットの開発に大きな役割を果たすこととなる。この分離ナットの開発では、松尾弘毅先生のご指導のもとで、初めて信頼性を考慮して開発を進めた。分離試験は、真冬に川越市の場の日産自動車の実験場で夜明けまで続けられ、気が付くと足元には霜柱がによきによき立っていた。

このようにして開発されたL-4S型ロケットは、発射実験で4機連続して失敗した。世間からも冷ややかな目で見られ、ロケットの製造を担当しているメーカーの一員としてずいぶん苦い思いもした。

L-4S型4号機の追突事故

あれはL-4T型(Tはテストを意味する)の失敗のときであった。固体ロケットエンジンの持つ残留推力により、一度分離した上段ロケットに下段ロケットが追突するという事故である。これを是正するため、L-4S型4号機の打上げでは、問題の分離部に逆噴射ロケットを急遽搭載することとなった。あまりにも急な展開で、機体への取り付け加工は、現物合わせで現地で行わざるを得なかった。

発射の前々日、内之浦のコントロールセンターで首脳陣の検討会が開かれ、機体メーカーを代表して私もこれに参加した。

会議の内容は、逆噴射ロケットを接手部に搭載すべきかどうかであった。スピン安定を採用している機体にとって取り付け精度不足は致命的で、みそすり運動を起こすおそれがあるからである。激論の末、搭載を断念することとなった。広い宇宙で追突事故など、そうそう繰り返されるものではない、との意見も一方であったからでもある。

その結果、L-4S型4号機はL-4T型と同様な追突事故を起こして失敗した。

未熟さを思い知らされる

残留推力による追突事故は米国でも起きていて、そのことは専門誌を読んで知っていた。にもかかわらず、Lロケットの設計に反映させることができなかった。知識はあるが実務に生かし切れない典型的な未熟者であることを思い知らされた事故でもあった。また、コントロールセンターでの検討会の席でも、自分に自信があれば逆噴射ロケット搭載に前向きな意見をもっと強く述べられたはずである。このようにL-4S型ロケットは多くの関係者に多くの反省を求めた機体であった。

終わりに

ずいぶん古い話で記憶も定かではないが、おおむねこのような経過を経てL-4S型5号機は打ち上げられ、実験は成功した。コントロールセンターで結果を見守っていた私は、実験成功の場内アナウンスを聞いて腰が砕け、しばらくは立ち上がることもできなかった。

あれから40年、私も喜寿を迎え、古き良き思い出として記憶に残っている。

(なかむら・いわお、元 日産自動車)



発射点に運ばれるL-4S型ロケット4号機

あの感動が懐かしい!!

田中キミ

「おおすみ」40周年、おめでとうございます。糸川英夫先生に、ここだ!! と決めていただいた内之浦の実験場。そのとき、内之浦の婦人会は立ち上がりました。

地元との折衝の手伝い、宿の手配、起工式の料理づくりや接待、道路づくりのお手伝い等々。婦人会の結集なしではできなかったかなー? と自負しています。

1966年秋のL-4S型ロケット1号機からの連続失敗で、国会や新聞などでさんざんたたかれたとき、私たちは成功を信じて会員全員で千羽鶴を折ったり、お宮参りをしたりして、一生懸命に応援したものでした。

1970年2月11日。L-4S型ロケット5号機の実験成功に、町中が喜びに沸き立ちました。「祝成功」の旗を持って実験場へ駆けつけました。

記者会見の場で、「この衛星は『おおすみ』と命名します」の発表に、思わず「バンザイ!!

ありがとうございます」と叫んだものでした。

それから、町へ帰り、老いも若きも参加して喜びいっぱい、旗行列で町中を練り歩きました。音楽は軍艦マーチでした。そのとき、自治労の方から軍艦マーチはやめろ、との伝令が来ましたが、「かまわぬ、それ行け」で堂々と行進したことも、今では懐かしい思い出です。

実験場に売店も出し、タバコ販売の許可まで取って、実験場の皆さまに喜んでいただきました。町では、若い人たちがテニスや野球で実験班との交流を図っていました。

見る見るうちに、電話などのインフラ整備が進み、牛や馬が歩いていた道路は拡幅され、「東京大学」と書かれた車が行き来する町になり、ロケット主体の町になっていきました。

あのころの町民は、みんなキラキラと輝いていました。懐かしく思い出されます。当時の先生方もすでに亡くなられた方々もいらっしゃいますが、秋葉鎌二郎先生や的川泰宣先生など、



「おおすみ」の成功を祝う旗行列

今でも優しくお付き合いいただいています。

私の生涯で一番忘れられないのが、愛するロケットと婦人会です。

2003年に打ち上げられた「はやぶさ」が、小惑星イトカワ到着から4年。幾多のトラブルを乗り越え、6月に地球に帰還するというニュースを聞き、無事に帰還することを心から祈っています。

宇宙開発事業のますますのご発展をお祈り致します。本当にありがとうございました。

(たなか・きみ、元 内之浦町婦人会長)

このページを編集中の2010年2月5日、田中キミさんの訃報が舞い込んだ。これまでの熱いご支援をあらためて感謝するとともに、ご冥福をお祈りします。

答えは「おおすみ」

白橋誠一

ジリジリとしていた。焦っていたと思う。過去4回、死ぬ思いの失敗が続いたラムダ(L)4S。私は解説を書くことになっていた。

もしやまた、とつまらぬことが頭をかすめる。当初8日の発射予定が少しずつ、ずれていく。これまでも、いくらでも経験してきたではないか。それでも、眠れぬ夜が内之浦の宿で続いた。もし、負のサイの目が出ようものなら、もう、私は何も書かない。書けないだろう。

1970年2月11日の南国の空は澄み切っていた。報道陣はゲート前の30高地から発射の瞬間を見る。これほど迫力のあるロケットの上昇を見られる所はほかにない。

私たちは押し黙って、高地を下る。過去4回のL-4Sも同じ爆音と閃光を出し、白い噴煙を残して、上昇していった。5号機の結果は……。長い沈黙の時が過ぎていく。

と、「うまくいったようです。ラムダは正常に飛行しているようです」と齋藤成文教授のアナウンスが長坪の山々にこだました。少々上ずった喜びの声。

万感が胸を走る。この時を待って、わが青春のありったけをぶつけてきたのだ。実験場ゲート2階の特設電話で、本社へ告げた。「やっぱり、回りましたよ」

あれから40年。その8年前、茅誠司東京大学学長を迎えての内之浦の起工式も、私の脳裏に焼き付いて離れない。突貫工事が続く長坪の山々、わずか500平方メートルの切り開いたばかりの台地に多くの人が集まった。祝砲に打ち上げたのが、ベビーロケットのOT-75。すごい発射音を残して内之浦1号機は飛び立っていった。「安全に飛んでくれてよかった」と、玉木章夫教授が笑顔で語った。

日本のロケット開発の父というか、開祖の糸川英夫教授の内之浦実験場を開設したアイデアと実行力などは、もう立派な歴史的事実で、的川泰宣教授の『やんちゃな独創——糸川英夫伝』や『宇宙にいちばん近い町——内之浦のロケット発射場』に余すところなく紹介されている。

私たち南日本新聞の取材班は旅館「潮見



「おおすみ」打上げ成功後の記者会見で内之浦町民から花束を受ける

荘」を定宿にしていたが、糸川先生もご一緒だった。すでに神様の上、その行動は自在だから、一人で夜討ち取材をする勇気はとても出なかった。

何年かたつうちに知ったのは、鳥の水浴びよりもっと早い、ロケットのようなおフロ入りと原稿書きだった。地方紙の依頼原稿にも手を抜かず、まるで用意していたかのようにあっという間に手渡してくださった。

鹿児島市の報道機関でつくる科学記者クラブで糸川教授の講義を、潮見荘で数回聞いた。旅館の浴衣姿で現れ、きちんと正座して満面に笑みをたたえて話された。

「先生、初速度はいくらですか」と新参の記者。糸川教授は「もう何度目の質問かな」と苦笑いをする。すかさず、強面のクラブ幹事が「ゼロだろうが、ゼロ。もっと勉強せい」

と一喝する。

「将来、人類は新天地を目指し、ロケットで地球を離れる。数世代の壮大な旅になるだろう。その切符を手にするのは大変なことですよ」と、話は尽きなかった。

そういえば、まだパソコンは普及していない時代だった。内之浦の星は美しく満天に輝く。星に導かれたように、玉木、齋藤教授の宿を訪ねたことがある。お二人は真剣に実験のデータをチェックされていた。玉木教授が

手にしていたのは、間違いなく白い計算尺であった。確か、「いろいろの法則の中で、やはりケプラーがすごいですよ」と言われた。私は、それ以上進むことはできなかった。

実験場の狭い部屋の黒板に球形ロケットを描き、白墨で計算式を書き込みながら外国からの若い学究に説明を続けていたのは秋葉鏝二郎教授。真剣そのもので近寄り難かった。

研究は東京で、内之浦では実験に全力を尽くすのが基本といわれるのだけれど、全員何

かに取りつかれたように前進していた。

あのころの日本全体がすべての面でそんなエネルギーにあふれていたと思う。

陸の孤島内之浦がユニークなロケット発射場を得た。町も鹿児島県もこぞって歓迎、誇りにしている。

「東大方式では衛星は回らない」とほぼ断定した虚報に、「答えは事実で」と戦い続けた人々。その努力と情熱は永遠に消えない。

(しらはし・せいいち、南日本新聞社友)

もう一つの証言 —— 「おおすみ」 誕生までの軌跡

平田安弘

東京大学創立130周年の記念事業として、現在本郷キャンパス内の「知のプロムナード」に、日本で最初の人工衛星「おおすみ」の原寸モデルが展示されています。「おおすみ」は1970年2月11日、東京大学宇宙航空研究所の施設であった鹿児島県内之浦の鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられました。打上げまでに技術面で携わった思い出深い体験の一部を紹介したいと思います。

1958年当時、外国ではロケットの燃料は液体燃料が主流を占めていたようですが、東大では観測ロケットには比較的構造がシンプルな固体燃料を用いる方針と決め、その後の方向を決定付けたのだと聞かされました。

しかし当時、燃料の開発の遅れからロケットを思うような高度に上げるのが難しく、このころカッパ(K)ロケットが燃料の異常燃焼を起こし、2段式のメインロケットが発射地点に舞い戻るといった事故がありました。この事故に加えロケットが日本海を飛び越える危険性もあって、実験場を秋田県の道川海岸から鹿児島県の内之浦に移転することになったのが、1962年のことでした。

そのような中で地上での燃焼試験では、燃料(推進薬)とともに燃焼室(チャンバ)の性能が確認され、3段式のラムダ(L)ロケットでは高度2000km以上にも到達し、開発からおよそ10年、これが契機となって構想され始めたのが科学観測用の人工衛星の打上げでした。そしてラムダの3段式ロケットにさらにもう1段継ぎ足せば、それを衛星軌道に乗せることができると考えられていました。

軌道に乗せるための基礎的な研究の一つが姿勢制御の研究であり、ロケットも継ぎ足し

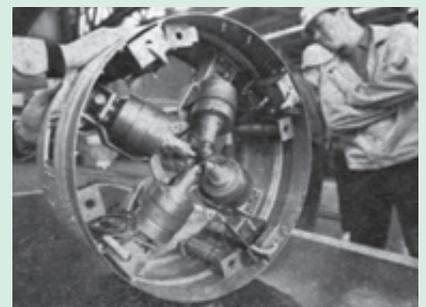
た4段目を球形とし、その上部には電子機器を収納した円錐形のカプセルが取り付けられました。そして、いよいよ1966年9月に1号機(L-4S-1)を打ち上げましたが失敗し、さらにこの後の半年間で1号機から3号機までいずれも失敗してしまいました。当時1機1億円を超えるロケット費用を掛けて、日本で初めて人工衛星を打ち上げるという多くの期待を裏切る結果になりました。

人工衛星の打上げ失敗に歩調を合わせるかのように、落下海域の漁業問題などでおよそ1年半の間ロケットの打上げはできず、まったくのブランクとなってしまいました。しかしその間にいったいどこに欠点があったのだろうと実物大のダミーロケットを使い、検討資料を得るため、さらに追加地上試験を行いました。当時の日産自動車川越事業所での地上試験では、連日泊りがけでのデータ採りが続きました。

4号機の前に打ち上げられた試験機L-4T-1の宇宙での接触事故原因の追求から、燃料系統に予想外の事実が明らかにされました。4段目ロケットと切り離された3段目ロケットの燃料断熱材であるレストリクタがくすぶり、これが残留推力となって4段目を追いかけて追突したのです。

そして1969年9月に、待ちに待った4号機が打ち上げられることになりました。このL-4S-4号機は、これまでの失敗の教訓をすべて結集したものでした。

ロケットは2段目までの燃焼と切り離しは無事に行われ、3段目の点火と燃焼も異常なく姿勢制御も正常に働きましたが、成功までにあと一步というところでまたしても同様の追突



L-4S-5号機の3段目ロケットに取り付けられた4個の逆噴射用小型ロケットモータ

が起き、衛星軌道には投入できませんでした。場内放送でまたも軌道投入の直前となったの失敗が告げられたときの悔しい思いは、今でも忘れられない記憶として残っています。このような失敗から、5号機の3段目ロケットの上部には小型の逆噴射ロケットモータ4個が取り付けられました。

そして1970年2月11日、いささかの不安と期待の中で、L-4S-5号機は打上げの日を迎えました。発射後6分47秒に4段目が点火され、やがてハワイのカウアイ島、南アフリカのヨハネスブルグと衛星からのビーコン電波は次々と受信され、すべてのシーケンスが順調だった証しとして、発射後約2時間半で地球を一周して内之浦上空に帰ってきました。

衛星は打上げ地にちなんで「おおすみ」と名付けられ、ペンシルの発射から苦節15年にしてLロケットによる無誘導「重力ターン方式」で、ここに日本初の人工衛星は誕生したのです。「おおすみ」は地球を2周したところで観測所とのテレメータ電波が受信できなくなりましたが、2003年8月、この年の10月にJAXAへ改組するのを見守るかのように、大気圏で消滅するまでの33年間、地球を回り続けました。

(ひらた・やすひろ、元 宇宙科学研究所技官)

宇宙からの第一声を手話で

科学衛星運用・データ利用センター 衛星運用グループ

長谷川 晃子

— 衛星運用グループでは、どのような仕事をしているのですか。

長谷川：現在6機の科学衛星が運用中です。そして衛星と通信できる地上局のアンテナは4つあります。「いつ、どの衛星が、どのアンテナを使って通信するか」という運用計画を立てることが、私の主な仕事です。長期運用会議が2ヶ月に一度、短期運用会議が毎週行われ、各衛星の運用担当者が集まって運用計画を決定します。

— 調整が難しそうですね。

長谷川：私が運用計画の担当になったのは2009年6月です。皆さんと相談しながら、運用計画が決定されるまでの流れを変えました。以前は、各衛星の運用担当者が会議で希望を出し、その場で調整していたため、3時間くらいかかっていました。忙しい方ばかりですから、時間を短縮して負担を軽減できないかと考え、私が前もって案をつくることになりました。会議では、複数の衛星の運用時間が重なってしまった場合、通信条件は悪いが運用したいなど個別の調整だけで済み、1時間かからずに終わるようになりました。

新しい方法を取り入れた初めての会議の後、ある方から「ありがとう」というメールを頂きました。従来のやり方を変えるのは大変でしたが、苦勞が報われとてもうれしくなりました。

私は、生まれつき両耳が聞こえません。相手の唇の動きを読み、自分で発声することで、会話はできます。しかし、会議の内容をすべて理解することは難しく、議論に入れず悔しい思いもしました。いかに会議の内容を理解するかが、私にとっての課題です。筆記通訳をしてもらうこともありますが、いつもお願いできるわけではありません。音声認識ソフトを使ってみたり、試行錯誤しながら良い方法を探しているところです。

— どのような子どもでしたか。

長谷川：宇宙が大好きでした。両親が私にいろいろな経験をさせようと、プラネタリウムや天文台に連れていってくれたおかげです。中学生のときに向井千秋さんが宇宙へ行き、私も宇宙飛行士になりたいと思うようになりました。しかし、耳が聞こえないことで、その夢はあきらめなければいけませんでした。

せめて宇宙にかかわる仕事がしたいと、宇宙関連への就職実績がある筑波技術短期大学に進み、プログラミングを学びました。



はせがわ・あきこ。1982年、東京都生まれ。2003年、筑波技術短期大学情報工学専攻修了。プログラマーとして企業勤務を経て、2007年、JAXA入社。衛星の運用計画の作成などを担当。

視覚と聴覚に障がいのある人のための大学です。私は小学校から高校まで普通学校に通ってました。その選択をしてくれた両親に、とても感謝しています。しかし、コミュニケーションの難しさから、仲のいい友達の後ろに

いることが多かったのも事実です。大学での授業は手話で行われるので、すべてを理解し、自分の考えも自在に伝えることができました。また、大学は国際交流が盛んで、アメリカやヨーロッパ、中国を訪れ、現地の学生と交流することもできました。コンピュータの知識がなかった私にとって、プログラミングの勉強は難しく苦勞しましたが、短期大学の3年間で視野が大きく広がりました。

— どのような経緯でJAXAに入ったのですか。

長谷川：卒業後は、プログラマーとして企業で働いていました。偶然、JAXAで障がい者採用があることを知ったのです。それが締め切りの4日前。急いで書類をそろえ、応募しました。実は、自分のすべてをぶつけて駄目だったら、これで宇宙への未練を断ち切り、プログラマーの道を究めようと決めていたのです。採用の通知を頂いたときは、信じられませんでした。

— JAXAに入って、いかがでしたか。

長谷川：宇宙は好きでしたが、専門的な知識はまったくなかったもので、必死で勉強しました。今ようやくスタートラインに立てたかな、と思っています。もっと勉強をして、また「ありがとう」と言ってもらえるような仕事がしたいです。

一般公開では私にしかできないことをやろうと考え、手話で案内をしました。前回案内したのは友人だけでしたが、少しずつ広げていければと思っています。私がそうであったように、耳が聞こえなくても、宇宙のことを知りたい、宇宙にかかわる仕事がしたいと思っている子どもたちがいるはず。そういう子どもたちが宇宙に触れたり、夢を実現するお手伝いをしていきたい。

— ご自身の夢は？

長谷川：やっぱり宇宙に行くことです。「宇宙からの第一声」は手話も用いて、聞こえない人も含めたさまざまな人に伝えられたらと思っています。

ISAS ニュース No.347 2010.2 ISSN 0285-2861

発行/独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部
〒229-8510 神奈川県相模原市由野台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ビア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト

編集後記

「おおすみ」の打上げに立ち会えた職員もすでに定年を迎えようとしています。あこのころ、職場は20代の若者の活気で満ちあふれていました。これからも、若者が夢を目指して、ぶつかり合いながらも活き活きと研究開発に取り組み、そして失敗が許される職場でこそ、新しい創造が成されると考えます。(周東三和子)

*本誌は再生紙(古紙100%)、大豆インキを使用しています。

100
古紙配合率100%再生紙を使用しています

PRINTED WITH SOYINK
Trademark of American Soybean Association