



月周回衛星「かぐや」が撮影した“地球の出”

皆さま、明けまして おめでとうございます。

井上 一
宇宙科学研究本部長

昨年は、月周回衛星「かぐや」が無事所定の月周回軌道に投入され、ほぼ順調に定常観測が始まりました。「かぐや」から見た“地球の出”の映像(表紙写真)が広く感動を与えることができたのは、うれしいことでした。X線天文衛星「すざく」、赤外線天文衛星「あかり」、太陽観測衛星「ひので」も、次々と成果を生み出しました。磁気圏観測衛星「あけぼの」、GEOTAIL、「れいめい」、地球帰還途上の小惑星探査機「はやぶさ」と合わせ、8つの科学衛星・探査機が、軌道上で活躍している状況はうれしい限りです。今年も、これら軌道上の衛星・探査機の運用・観測、観測ロケット事業、北海道大樹町での新しい活動が始まる大気球事業、各種計画の開発・開発準備などが順調に進められ、宇宙科学がさらなる飛躍を遂げることを期待してやみません。

JAXAではこの4月から、教育職職員(教授・准教授・助教)が、学術研究などの「教育職の特性が発揮される業務」を行いつつ、JAXA内のさまざまな場で「業務の位

置付けや内容がJAXA一般職員のものと同様である業務」(一般職業務)を行って、広くJAXAに貢献し、かつ研究の場を広げることができるように、宇宙科学研究本部内教育職組織(各種研究系等)に籍をおいた上でJAXA内各種組織にも所属し、二つの業務をどちらも本務として遂行できる枠組みがつくられます。宇宙科学研究本部の組織としても、教育職組織以外の部分を、一般職業務の場として再整理をすることになります。一方、JAXA全体として各技術分野の専門家を育成し、かつ、その専門技術者の目が各プロジェクトに行き届くようにするため、将来JAXA横断的な組織に連結する方向で、当面、宇宙科学研究本部内にも専門技術研究組織を置くこととなります。これらの改革を、宇宙科学活動の充実・拡大と、JAXA全体の活力・技術力向上に、ぜひとも結実させなければなりません。

本年が、実り多い年となりますよう、皆さまのご支援・ご協力をよろしくお願い申し上げます。(いのうえ・はじめ)

多彩な科学観測ミッションに応える 新たなアンテナ 過酷な環境下に耐える通信の要

鎌田幸男

技術開発部 探査機機器開発グループ
副グループ長

アンテナの役割と重要性

衛星や探査機からの観測データは真空の宇宙空間も伝わる電波に乗せられて地上局に届けられ、地上からの指令コードも電波に乗せられて衛星や探査機に送り届けられます。電波を送信、受信するのがアンテナであり、さながら電気信号と電波間の変換装置といえます。無線通信ではアンテナの放射特性が通信の成否を左右することになり、観測データを取得するためにはアンテナの特性が重要になります。アンテナは受動装置ですから、電力を消費せず発熱もしません。アンテナ系の最適設計は、宇宙機の最適設計とスリム化に通じることとなります。

科学観測宇宙機アンテナの特徴

近地球周回衛星はほとんどの場合、どのような姿勢でも地上との通信が成り立つ必要があり、全方向性のアンテナが要求されます。しかし、全方向性アンテナの放射特性は構体の影響を受け、構体もアンテナの一部と考えなくてはなりません。形が常に変わる観測衛星ではその都度、特性が満足なものかどうかを考え最適化していく必要があります、設計する上で苦労するところです。

惑星探査機では、地上局との距離が1AU (AU=天文単位、地球と太陽の平均距離で約1億5000万km)を超えることもあります。電波の電力密度は距離の2乗に反比例して拡散し薄まるので、静止衛星の約4万kmに比べると、実に

1400万倍もの電力密度の差が生じます。そこで、全方向性の低利得アンテナのほかに、電波が放射する指向性を絞った中利得のアンテナや高利得のアンテナが必要となります。冗長性と信頼性の観点から、これらを2系統、3系統で構成するのが一般的な設計で、地球対向姿勢に応じて切り替えて運用されます。

搭載アンテナは、要求される電気特性を維持しつつ厳しい重量制限の中、小型軽量化を図り、収納性なども考慮した上で厳しい打上げ環境に耐え、さらに外部に露出せざるを得ないためプロジェクト特有の宇宙環境(放射線、紫外線、温度サイクルなど)にも自ら耐えなければなりません。

過酷な宇宙環境から新たな創造へ

半球状放射アンテナ

全方向アンテナは通常、おのおのが半球面方向の送受信を受け持つ2素子のアンテナで構成されますが、従来の全方向性アンテナではその2素子の中間面で利得が低下し、遠距離通信ではさらに中間面方向に放射する3個目のアンテナが必要となる場合があります。2素子構成で実現できればよりシンプルとなり、信頼性が向上します。惑星探査機などの深宇宙ではX帯(7.1GHz/8.4GHz)の周波数が使用され、送受信共用化のためには送受信周波数に対して約17%の広帯域性と、地上系の偏波(電波の振動方向)と同じ円偏波にすることが必要です。従来では横方向偏波の利得が低く、帯域も10%程度

図1 半球状超広角ビーム指向性アンテナ



図1a レンズアンテナエンジニアリングモデル

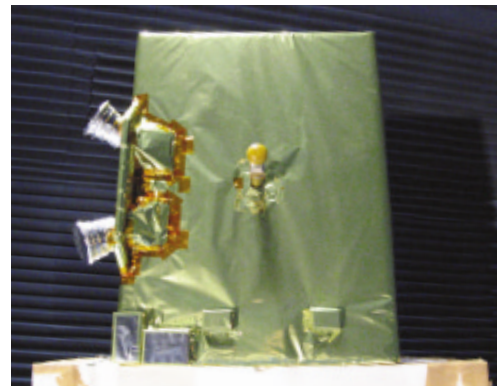
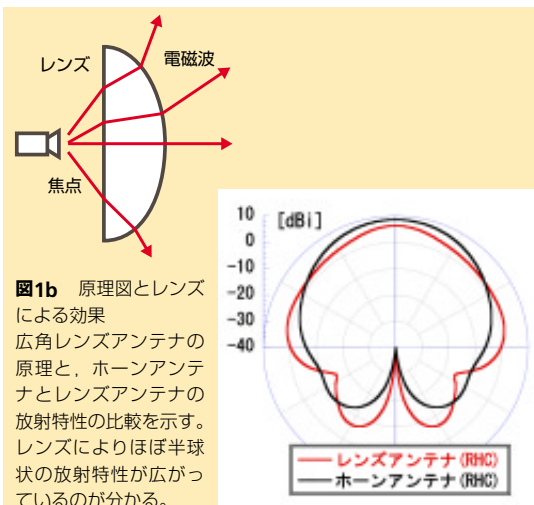


図1c 金星探査機搭載モデルの特性測定
縮尺1/2モデルにより、探査機構体の影響を含めた放射特性を電波無響室内で測定している様子。ほぼ中央部に突き出しているのがレンズアンテナ。構体の影響を少なくするため、構体からアンテナを少し上げている。

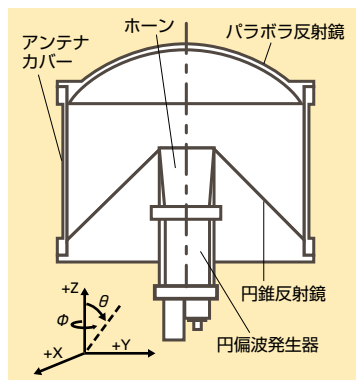


図2a エンジニアリングモデル構造図
ホーンから放射された電波は、パラボラ反射鏡で反射され平面波となり円錐鏡に照射される。この円錐反射鏡により電波は直角に向きを変え横方向に放射され、ドーナツ型のパターンが形成される。

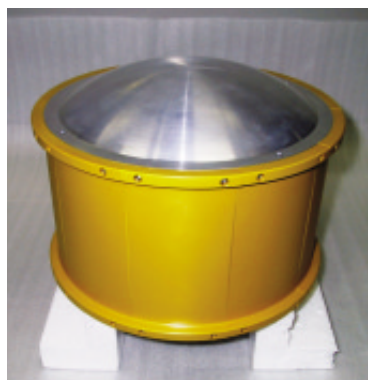


図2b 1/1スケールエンジニアリングモデル
黄色いアンテナカバーは耐熱性の高いポリイミド成形体でできている。フライトモデルは、温度を下げるためこの表面に白色塗装を施す予定。

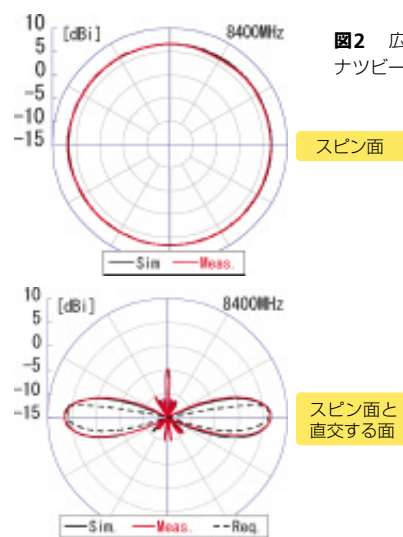


図2c 放射パターンの一例

図2 広帯域円偏波ドーナツビームアンテナ

でした。2素子で全天をカバーする理想的なアンテナ放射特性は、半球状の指向性です。これらの困難な要求を満足し、しかも内惑星探査機に課せられる過酷な熱環境に耐えるアンテナの実現には、今までの流れとは違う新しい発想が必要でした。

そこで考えられたのが、小さなホーンに誘電体のレンズを取り付け広角な放射パターンを成形する方式です。今までは指向性を狭くするために使用されてきた方法なのですが、今回これを、逆に半球状に近い広角放射特性を成形するために応用しました。レンズ部の誘電体には耐熱性、耐放射線性を考慮し、ポリイミド成形体を採用しています。ホーンは広帯域特性があり、ロスが少ない導波管構造の円偏波給電系との結合も容易です。

このような考えに基づき試作したのが図1のアンテナです。理論計算と数値解析を重ねることで、最終的な形状を算出しています。図1aは単体の写真で先端部の黄色いところがレンズ部です。図1bは原理図とホーンアンテナのレンズによる放射特性の変化を示しています。レンズの効果で非常に広角なほぼ半球状の放射パターンを実現することができました。図1cは金星探査機PLANET-C搭載モデルの特性測定の様子です。

広帯域円偏波ドーナツビームアンテナ

水星周回探査機 (Mercury Magnetospheric Orbiter : MMO) などのスピンにより姿勢を安定化している探査機では、スピン面内 (スピン軸と直交する面) で全方向性のアンテナが要求されます。我が国最初の惑星探査機「さきがけ」「すいせい」などでは、コリニア・アレーアンテナが搭載されました。これはダイポールアンテナを3段重ねた棒状の形をしています。アンテナ素子が共振型なので、帯域は狭く偏波も直線です。また、サイドローブ (不要な方向への放射) も大きく、メ

インローブ (主方向の放射) のビーム幅は約20度で最大利得5 dBi程度でした。MMO搭載アンテナは、水星探査機に要求される電気特性はもちろん、太陽に0.3 AUまで接近することで地球周囲と比べ11倍の太陽エネルギー (11ソーラ) を受けるため熱環境が厳しく、従来の方式を超えた新たなアンテナの開発が必要でした。

今回開発したのは、図2に示すようなパラボラと円錐鏡を組み合わせたデュアルリフレクタ構造のアンテナで、広帯域な円偏波をスピン面にほぼ均等に放射できます。図2aはその構造図で、図2bは1/1スケールの試作品の写真です。その代表的な放射特性は図2cのようにほとんどサイドローブがなく、最大利得が7 dBiでビーム幅が約20度あり、スピン面内のパターンはほぼ円形で理想的な放射特性を持ちます。また、広帯域にわたり良好な円偏波特性を得ました。従来の共振型のように帯域が狭くないので、多少の熱変形では周波数ずれを起こさないことも強みです。

高耐熱でウエハースのように軽いアンテナ

惑星探査機では1 AU以上の超遠距離通信を行うため、ビームを絞った高利得アンテナが必要です。従来この種のアンテナには、焦点に電波を集中するパラボラ形状のアンテナが使われてきました。しかし、水星や金星などの内惑星探査機では、強い太陽光も集光してしまう焦点構造のアンテナは得策ではありません。そこで、今までとはまったく異なる平面アンテナを搭載用として開発できないか検討しました。小さなアンテナでも数を増やして平面状にうまく配列し、各素子の給電電力と位相をすべて同じにすると、数にほぼ比例して利得が上がります。1素子の利得が9 dBiでも、546素子並べることで36.4 dBiの高利得が得られます。各素子に給電する回路による損失をいかに抑えるかが、効率の良いアンテナとなる鍵です。通常のアレーアンテナではこの給

図3 水星探査機搭載用高利得アンテナ

アンテナ素子には2.5巻きのショートターンヘリカルアンテナを用い、546素子を配列している。図のように、導波管内部に挿入するヘリカルピン長を外側に行くに従い長くして結合度を高くする。それにより各素子の給電振幅を一様に設計できる。また、おのおののヘリカル向きを変えることで位相も一様分布となるように設計される。



図3a エンジニアリングモデル

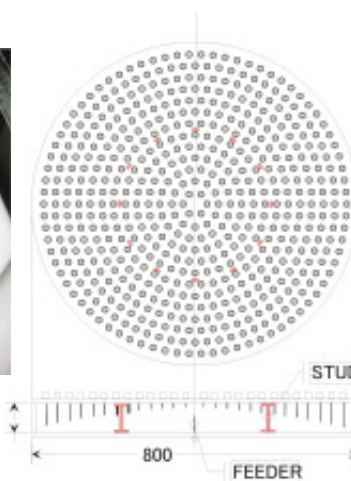
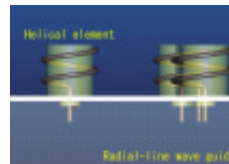


図3b アンテナ構造図

図3c ヘリカル素子



導波管給電構造

図4 金星探査機搭載用高利得アンテナ

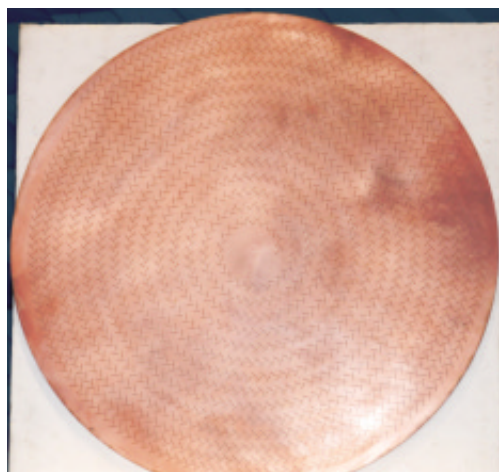


図4a エンジニアリングモデル
電波が反射しない電波無響室内でのパターン測定の様子



図4b 一部拡大した写真
銅箔面上に13列2226素子のスロット（アンテナ素子）が切られている。T字状の2素子がワンペアとなり円偏波をつくる。

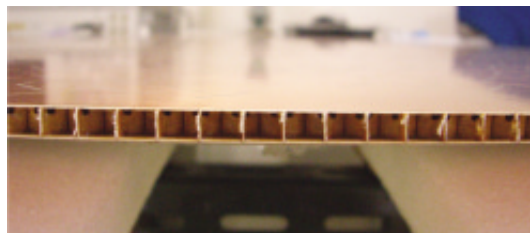


図4c ハニカムコア構造

電回路の損失が大きく、効率の悪いアンテナになってしまいます。

そこで、今回開発したアンテナは、図3に示すような導波管構造の給電方式を採用しています。アンテナ裏の中央部の給電ピンから導波管内に電波が放射され、各アンテナ素子に電磁結合で給電されます。したがって、損失は限りなくゼロに近く、各素子の給電分布を均一にすることで非常に開口効率の高いアンテナが実現できます。

図3は、水星探査機搭載に向け川原康介開発員と坂井智彦開発員によってインハウスで試作された高利得アンテナで、11ソーラの環境下で表面の最高温度は約350℃と予測されるため、対策としてさまざまな工夫がされています。素子にはヘリカルアンテナを用い、固定用のボビンには高耐熱性のセラミックを用いています。直径約0.8 mの大きさと約36 dBiの利得が得られ、開口効率約80%の高効率を実現します。これは、「はやぶさ」の直径1.6 m（重量6.8 kg）パラボラアンテナの利得（37 dBi）とほとんど変わらず、いかに優れているかがお分かりいただけるかと思います。図4は同じ給電構造ですが、導波管部はquartz材を用いたハニカムコアでつくり、アンテナ素子には表面の金属膜に多数のスロットを切りアレ

ー化して超軽量薄型化を図ったものです。金属膜には2000個以上の小さいスロットが刻まれています。現在、金星探査機PLANET-Cの搭載用として開発を進めています。厚さ約6 mm、直径0.9 mのアンテナ単体重量は約1 kgで、まさにお菓子のウエハースのようです。これらのアンテナは、探査機搭載が実現すると世界初のお披露目になります。

さらなる展開

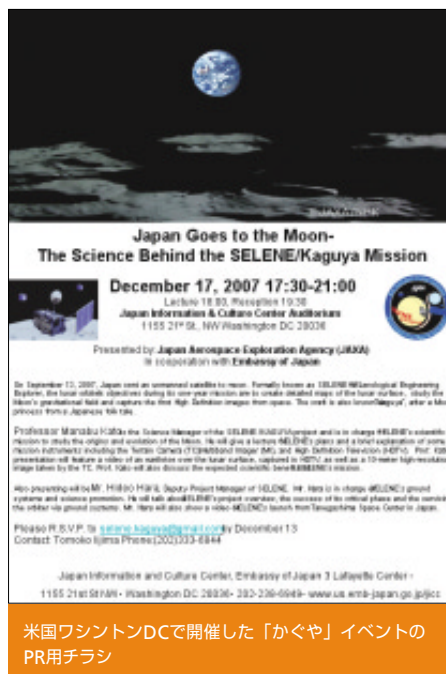
アンテナは電気回路ですが、ちょっと異質です。それは3次元空間の構造体でもあり、形が特性に大きくかわります。このような観点から、新たな進展を見せる構造、材料系との連携も大いに期待されることです。また、マイクロ波回路の最近の目覚ましい進歩を取り入れ、給電回路の小型軽量化、高信頼性、低損失化が実現されれば、給電振幅と位相制御によりビームの幅と方向を自在に変化できるアクティブ・フェイズド・アレーアンテナ（APAA）の搭載も夢ではありません。今後もプロジェクト固有の環境に適合したさまざまなアンテナが考えられます。アンテナは多様性があり、新たなプロジェクトごとに最適なアンテナ技術が誕生する可能性を秘めています。（かまた・ゆきお）

ワシントンDCで「かぐや」の科学成果を紹介

2007年9月14日に種子島宇宙センターから打ち上げられた月周回衛星「かぐや」は、地球を2周した後、月に向かい、10月4日に月周回軌道に投入された。その後、遠月点高度を下げながら2つの子衛星を分離し、10月19日に高度100 kmの円軌道に定着した。磁力計マスト、レーダアンテナ、プラズマイメージャの立ち上げの後、バス系と観測機器のチェックアウトを実行した。その間ハイビジョンカメラによる撮像を続け、ホームページを通じて国内、国外に鮮明な映像を発信した。「かぐや」の現状と月の科学の紹介は、9月のIAC(国際宇宙会議)総会、10月のILEWG(国際月探査ワーキンググループ)月会議など国際会議や、国内の学会、および一般向け講演会でPR活動を行ってきた。

この活動の一環として、12月17日に米国ワシントンDCで、「かぐや」の現状と目指す月の科学についての紹介PR活動を行う機会を得た。JAXAの主催、在米日本大使館の後援で、大使館の運営するJapan Information and Culture Center (JICC)のオーディトリウムで講演を行った。JAXAワシントン駐在員事務所の吉村善範所長をはじめとした皆さんの周到な準備のおかげで、NASA、マスコミ、宇宙関係コンサルタント、議会関係者を中心に100人余りの参加を得て、満席にすることができた。イベントのPR活動(写真は配布したチラシ)とハイビジョン映像を上映するための機材の準備が大変であったと聞く。米国では「かぐや」のハイビジョン映像はまだ放映されておらず、JAXAホームページからリリースされる低解像度のものが見られるだけであったため、ハイビジョン映像を見せるというPRが大変よく効いていた。ハイビジョン映像はワイド画面のテレビモニターでは容易に再生できるが、プロジェクターでの上映となると、まだまだ機材が限られている。吉村所長がハイビジョン対応の高輝度の日本製プロジェクターを新たに通信販売で購入して、この日に間に合わせたとのこと。このイベントのために原英雄SELENEプロジェクトサブマネージャが日本から、私がサンフランシスコから前日までにワシントンDCに入った。

その週末はどんよりとした曇り、時々冷たい雨が降る寒い天気であったため、イベント当日の雪降りを大変心配したが、寒いながらも雪に妨げられることなく開催できた。ここでも「かぐや」の「つき」を思った。原サブマネージャと私で「かぐや」の打上げから月軌道投入までの道のりと現状、科学観測機器と観



米国ワシントンDCで開催した「かぐや」イベントのPR用チラシ

測目的を講演で紹介した後、「上弦の地球」「地球の入り」「地球の出」を含む月面のハイビジョン映像を大画面で見せ、参加者に大いに楽しんでもらうことができた。地形カメラによる詳細な月表面画像も紹介したため、アポロ着陸船の残骸は見えないかという質問もあった。また、あらかじめ吉村所長から「アポロ計画以降、欧米が月にあまり関心を見せなかったにもかかわらず、なぜ日本は月を目指し続けたか?」という関係者の疑問に答えてほしいと言われていたので、日本の宇宙開発の歴史と月惑星探査の歩みも紹介した。

このイベントは夕方6時から始めたが、7時半ごろからはレセプションに移り、出席者と懇談することになった。

NASA/GSFCの研究者で、Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)計画のプロジェクトサイエンティストのG. Chin氏は、種子島での素晴らしい打上げを思い出した、と言っていた。また、NASA HQの対外協力担当のKirkham氏からは、「Sternと入れ違いですね」と流ちょうな日本語で言われた(その週にサンフランシスコで開催されていたAGU(米国地球物理学連合)会議の後、NASA科学局のA. Stern局長は日本に向かった)。このイベントにはIAF(国際宇宙航行連盟)会長のZimmerman氏も夫人同伴で出席していて、9月にインドで行われたIAC総会のlatest breaking newsで私が「かぐや」の紹介をしたこともよく覚えている、とのことであった。

ハイビジョン映像をどうしても手に入れられるか、と多くの出席者に尋ねられた。SELENE・LRO間の覚書の付帯条項に基づく映像提供となるのでNASAに聞いてくれと言っておいたため、Kirkham氏に質問が集中することとなった。国際的な共同研究



在米日本大使館での講演の様子

はどうなっているかの質問もあった。現状でLROの観測立案に「かぐや」のデータを提供すること、インドのChandrayaanとのデータ交換についてISRO(インド宇宙研究機関)と協議を行っていること、定常観測終了1年後にデータを公開することを伝えた。

イベントが開催された日の午前中、在米日本大使館でも「かぐや」の現状を紹介する機会を得た。福田康夫首相が「地球の出」のハイビジョン画像をブッシュ大統領に土産として持って

いったことから興味を持たれ、大使館の科学担当者から講演を頼まれたのである。日本大使館の広間にも吉村所長らがハイビジョン対応のプロジェクターを持ち込み、講演の準備は万端であった。前ページの写真は日本大使館内の会場の様子で、左側の吉村所長が、原サブマネージャと私を紹介している場面。斎木次席大使、参事官、書記官ら大使館員22名の出席があり、講演後も多くの質問があった。(加藤 學)

宇宙学校「しおがま」

今年度2回目の宇宙学校が、2007年12月9日(日)、宮城県塩釜市で行われました。8月の長野県上田市に続くもので、構成も役割もほぼ同じでした。

会場の「ふれあいエスプ塩竈」はなかなかモダンで温かみがあり、塩釜の皆さんの行き届いた準備があって、300人を超える参加者を迎えた1日イベントでした。近隣のYAC(日本宇宙少年団)の若い人たちも熱心に協力してくれました。

始業の鐘とともに宇宙学校が始まり、開校式を行いました。塩釜市教育委員会と宇宙研側からのあいさつです。

1時間目はQ and Aの時間で、嶋田徹さんの「宇宙ロケットと“流れ”のお話」、松岡彩子さんの「水星、金星、火星、木星を探検しよう」で始まりました。嶋田さんは、持参のPCが映らなくなるという逆境の中で、しっかりイントロ。前回、「プラズマが専門の松岡さん」という校長の紹介に、ひとしきりプラズマの質問が集まって松岡さんが苦勞されました。かくして、「プラズマなんて言わないでと言ったのに」と、笑顔でいられたので、今回はプラズマは禁句として臨みました。

それから、映画『はやぶさ』の上映。ここで上映装置にしばし不具合。たしか1日のうちにもう一つ装置のトラブルがありました。「この人たち、キッチンと衛星打ち上げられるのかな?」と思われるのではないかと思いましたが、こちらの皆さんは、おっとり優しい顔立ちです。

2時間目はQ and Aの時間に戻って、阪本成一さんの「見えない光で見る宇宙」、山下雅道さんの「火星でのくらしー宇宙で農業ー」で始まりました。阪本さんは、じっくり広く天文学の説明に及びました。山下さんは、カイコカイコのさなぎを含んだクッキーやアイズプラントという植物を会場で味わってもらいながら、はなはだ具体的な食料談。盛り上がり過ぎてコントロールを失いそうなのをビシッと立て直します。また、質問が一方に偏り過ぎないように、それなりにかじ取りの勞を取りま

した。

各時限で、答えるのは2人の講師に限ることなく、同席的の川泰宣さん、加藤學さんも含めた全員で質疑応答に参加しました。写真のように老若男女混ざって質問もさまざま。司会役の校長は平林がつかまりました。

3時限目は加藤學さんの講演「月の謎にせまる『かぐや』」でした。「かぐや」がいい結果を出し始めているちょうどよいときでした。宇宙学校の企画段階から、「かぐや」にはぜひ成功してもらわないと、と思っていたのでした。

塩釜と聞くと、平安の貴族があこがれた歌枕の地として心に浮かびました。毎回ポスターを無償デザインする黒谷明美(画伯?)さん、長いことデザイン案に苦慮していました。「平安貴族の源融が登場する能の『融』を浜辺にあしらって月を浮かべたらいいんじゃないの?」と、筆者。忠言は聞き入れられず、画伯は塩釜絵巻とかをじっくりと渋く模写して大きな月を浮かべました。それだとお化けが出そうな地味さ、子どもがおびえるといけないので、目のきりっとしたお姫さまを描き込んだのだそうです。東北にも多くの小町伝説があるのを思い浮かべました。

夜は、教育委員会、「ふれあいエスプ」、宇宙研勢で、老舗の金屏風の前で吟醸酒も持ち込まれての、熱い「反省会」が行われたそうです。「今までで一番盛り上がったですよ」と、事務方の小山専門員談。塩釜の主催者の皆さんの満足のほどがここで縷々述べられたそうで、今後も楽しみな雰囲気だったそうです。「あの『浦霞』はほんとうにうまかったねえ。えっ、平林君、いなか

ったっけ?」と、後に的川さん。はい、私はその夜は長崎への移動のため、大事な反省会に出られなかったのです。

地方を巡っていろいろな風土や心に触れながらの宇宙学校。私は宇宙研を離れましたが、一緒にイベントに参加させていただきました。宇宙学校、これからもよりよく発展、継続していただきたいと思います。(平林 久)



「ちょっと恥ずかしかったけど、ほくも質問したよ」
「あ、それはほくも聞いてみたかった!」

「あかり」第二軌道制御

2007年12月4日、7日に赤外線天文衛星「あかり」は、初期運用以来2回目となる軌道制御を実施しました。液体ヘリウム枯渇後も冷凍機の冷却で近赤外線の天体観測は継続する予定ですので、今後の観測・運用条件を整えるためです。

液体ヘリウムの蒸気の排出で軌道高度は徐々に高くなり、枯渇までの550日間に平均軌道高度が702kmから734kmとなりました。「あかり」は昼夜境界線太陽同期軌道という軌道面と太陽方向を常にほぼ90°に保つ極軌道を取っています。このため近地球周回でも日陰がほとんどないのですが、軌道高度上昇で太陽同期がずれて昼夜境界線から6.5°も外れてしまいました。長期的には日陰条件が悪くなり、電力が苦しく、観測条件も悪くなります。今回の軌道制御はこの調整が目的です。

冷却望遠鏡は、太陽・地球光の差し込みで暖まることは避けなくてはなりません。これはとても厳しい条件で、軌道制御に理想的な姿勢でスラスタ噴射ができません。この条件を満たす2回の軌道制御計画を作成して、実施にこぎ着けました。

12月4日の軌道制御では設定が不十分で、スラスタ噴射中に危険回避姿勢制御への自動移行が発生し、予定の75%で軌道制御が中断しました。原因はすぐ分かり対策を取ったのですが、翌5日、設定中に姿勢を大きく乱し、その際に太陽光が衛星構体で散乱された光が入ったらしく、冷却望遠鏡の温度を少し上げてしまいました。幸い、緊急処置で姿勢制御は回復し、冷却望遠鏡の温度も回復しました。再度対策を講じた上で軌道制御計画の大幅変更を行い、7日に軌道制御を実施しました。今度は無事終了。ほぼ予定通りの軌道に投入できました。

トラブルはありましたが、関係者の早急な対応で、大きな支障なく目的が達成できました。また、つくば統合追跡局ネットワークの海外受信局緊急運用、軌道決定などの柔軟な支援が、早急な対策につながりました。皆さんに感謝です。

今回の軌道制御で長期的な電力改善、観測条件の整備ができ、「あかり」の観測継続に向けて大きな関門を乗り越えました。
(紀伊恒男)

日本・ブラジル共同気球実験

平成19年度日本・ブラジル共同気球実験は、2007年11月5日から27日まで、ブラジル連邦共和国サンパウロ州カシュエラパウリスタにあるブラジル国立宇宙研究所の気球基地で実施されました。

6年計画の3年目に当たる本年度は、宇宙科学研究所本部で開発を進めているスーパープレッシャー気球の飛行性能試験を実施しました。スーパープレッシャー気球は、数十日以上の上昇時間成層圏飛行を実現する次世代の気球です。今回飛行試験を行う気球は、これまでの地上試験や小型モデル気球の飛行性能試験をもとに開発された、重量500kgの観測機器を搭載して高度37kmを飛行し科学観測に供用できる、満膨張体積30万立方メートルの実証第1号機です。

1週間以上雨天と強風に悩まされた後、ようやく天候が回復した11月19日未明に測風気球を放球し上層風予測モデルの妥当性を検証した上で、20日午前1時よりスーパープレッシャー気球実証機の放球準備を開始しました。大型で重



スーパープレッシャー気球の放球

い気球の取り扱いなど、初めての大型スーパープレッシャー気球の放球に伴う多くのチャレンジを乗り越えて、午前7時33分を実証機は放球されました。

しかし、残念ながら高度14.7kmに達したところで突然気球が破壊しました。気球と搭載機器はカシュエ

ラパウリスタの東北東30kmの山中に着地し、ヘリコプターにより上空から降下地点の安全を確認しました。高度1600mの降下地点は地上からのアクセスが困難であり、翌21日にヘリコプターによる回収班の派遣を試みましたが、1名を派遣した段階で天候が悪化し、ヘリコプターによる増員が不可能となりました。地元住民の方のご協力により地上から少人数の回収班を派遣し、上昇中の気球を撮影したハイビジョンカメラを含む搭載機器の一部のみを回収することができました。気球本体については破壊が激しく、飛行中の破壊個所の特定に至りませんでした。今後はテレメトリで地上に送られたデータおよびカメラ画像の解析を進め、気球破壊の原因究明を行う所存です。
(吉田哲也)

「VSOP-2 (ASTRO-G) シンポジウム」開催



シンポジウム参加者の集合写真（相模原キャンパスにて）

2007年12月3日から7日にかけて、宇宙科学研究本部相模原キャンパスにおいて、「Approaching Micro-Arcsecond Resolution with VSOP-2: Astrophysics and Technology」と題するスペースVLBIに関する国際シンポジウム（通称「VSOP-2シンポジウム」）が開催されました。

超高解像度（ASTRO-Gでは2万5000分の1秒角）で天体の像をとらえることができるスペースVLBIは、VSOP（はるか）ミッションを成功させ、現在ASTRO-Gの建設を開始しVSOP-2計画を推進している日本が、世界をリードしている状況です。国際的注目度と期待は大きく、130人余りの参加者のうち、その半数は外国（16ヶ国）からの参加でした。

シンポジウムでは、VSOPのシステムおよび観測成果、VSOP-2計画のレビュー、成果が期待される活動的銀河の中心部（AGN）にあるブラックホール周辺やそこから発生する相対論的なジェットの観測、星形成領域、晩期型星や銀河から出ているメーザによるガス運動の観測、原始星や銀

河系内のブラックホール候補天体の観測などについて、国内外から一線級の研究者が集まり活発な議論が行われました。

また、スペースVLBIに長年貢献された平林久教授の宇宙科学研究本部退官（退官後もJAXA宇宙教育センターで活躍中!）を記念して、スペースVLBIの歴史のセッションも企画され、初期の歴史を知らない多くの参加者には好評でした。

シンポジウムの詳細については、VSOP-2シンポジウムのホームページ(<http://vsop.mtk.nao.ac.jp/VSOP2SYMP2007/>)で公表されていますのでご参照ください。本シンポジウムは、JAXAおよび国立天文台の共催で行われました。また、相模原キャンパスの各方面の皆さまには、いろいろな面でご協力いただきました。井上科学振興財団、宇宙科学振興会および天文学振興財団より支援を頂き、開催が可能となりました。ご協力いただいた皆さまに厚くお礼申し上げます。ありがとうございました。（村田泰宏）

「きぼう」船外実験装置が筑波に集結

2007年12月3日から14日にかけて、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」船外実験プラットフォームに搭載される実験装置（フライト品）がJAXA筑波宇宙センターに集結し、船外実験プラットフォーム本体および地上運用システムなどとの組合せ試験が行われました。宇宙科学研究本部が有人宇宙環境利用プログラムグループと協力して開発を進めてきた2つの実験装置、「全天X線監視装置（MAXI: Monitor of All-sky X-ray Image）」と「超伝導サブミリ波リム放射サウンダ（SMILES: Superconducting Submillimeter-wave Limb-Emission Sounder）」もこの試

験に参加し、初めて「きぼう」船外実験装置と結合され、問題なく機能することが確認されました。

MAXIは、スリット式のX線カメラを使用して全天のX線天体を90分に1回の間隔でスキャンする装置で、2009年春に「きぼう」船外プラットフォームと一緒にスペースシャトルで打ち上げられる予定です。SMILESは、世界で初めて4Kまで冷却可能な機械式冷凍器と超伝導ミキサ（受信機）を搭載して、地球の成層圏に存在する微量分子が出している微弱な電波を観測する装置で、オゾン層破壊のメカニズムの解明を目的にしています。SMILESは2009年度に、日本の宇

宙ステーション補給機(HTV)により打ち上げられる予定です。フライト品同士の組合せ試験は、日本国内ではこれが最初で最後となり、MAXIは2008年6月ごろにNASAケネディ宇宙センターへ輸送され、スペースシャトルへ搭載されます。一方、SMILESは2009年に種子島宇宙センターに輸送され、HTVに搭載されます。次にMAXIとSMILESと一緒にするのは宇宙で、ということになります。(川崎一義)

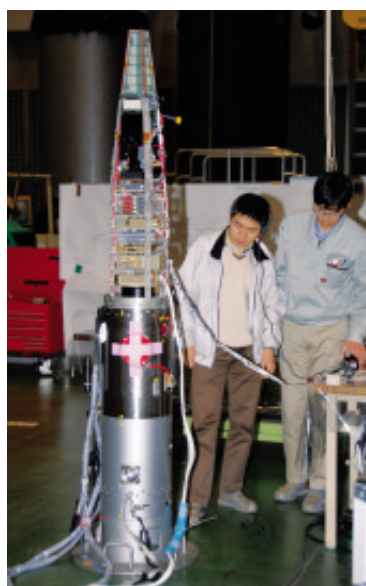


スペースシャトル搭載用の「きぼう」船外バレットに搭載された全天X線監視装置(MAXI:右)。左は同乗する衛星間通信装置、中央は宇宙環境計測装置。

観測ロケットS-310-38号機噛合せ試験終了

2008年1月に打ち上げられる観測ロケットS-310-38号機の噛合せ試験が、2007年11月30日から12月19日まで相模原キャンパスにおいて行われました。

今回の観測ロケット実験の特徴は、電離圏下部におけるプラズマ密度の3次元空間分布を、紫外線および電波による遠隔観測、プローブによる直接観測という異なる手法を用いてとらえようとすることにあります。電離圏下部には、スプラディックE層(周囲に比べ極端に高密度の領域が突発的に発生する現象)に代表されるような密度の濃淡が存在しますが、これらの分布を3次元的に観測して発生メカニズムを解明しようというものです。スプラディックE層内にはFe⁺やMg⁺などの金属イオンが比較的多く含まれることを過去の観測が明らかにしましたが、今回の実験においてはMg⁺イオンが太陽光を受けて共鳴散乱して発する紫外光を、ロケットの飛翔を利用してさまざまな角度から連続的に観測します。また、地上から送信されるMF帯およびVLF帯の電波をロケットで受信し、伝搬経路上の電子密度分布推定を行います。特に22.2 kHzのVLF帯電波は、ス



ロケット頭胴部に観測機器を組み上げた後の干渉チェック

プラディックE層が多層に存在する場合でも空間分布の推定を可能にすることがこれまでの研究から裏付けられており、その試みも行われます。局所的な電子密度推定のためのラングミュアプローブとインピーダンスプローブ、中性大気の風向風速測定のためのチャフ放出器も搭載されます。このほか、水晶摩擦真空計、デジタル方式フラックスゲート磁力計という2つの測定器が今回初めて観測ロケットに搭載され、その性能を実証することになります。

噛合せ試験は11月30日の搬入に始まり、机上噛合せ、ロケット頭胴部への組み込み、動作チェック、ダイナミックバランス、振動・衝撃試験、スピンタイマー試験とスケジュール通りに進み、組み上げられた全機器を載せた頭胴部が12月19日にコンテナに納められ、無事終了となりました。途中小さな不具合がいくつか発生しましたが、実験班員の熱意と努力によって解決されています。1月の内之浦でのフライトオペレーションでは、再び実験班員が心一つにして、実験の成功という目標に向けてまい進したいと思っています。(阿部琢美)

ロケット・衛星関係の作業スケジュール(1月・2月)

	1月			2月		
相模原			PLANET-C 熱真空試験			
			BepiColombo 基本設計審査会			
			ASTRO-G 設計確認会(その1)			
内之浦	S-310-38号機	フライトオペレーション				
能代					M-24-2 大気燃焼試験	

歌舞伎界のスター現る

2007年12月、歌舞伎界の重鎮である市川團十郎さんが、なんと宇宙科学研究本部にやって来ました。BSジャパンの開局7周年を記念した番組『THE MOON～人類の夢・月世界の未来』の取材で、宇宙科学研究本部を訪れたものです。

12月6日、快晴の13時過ぎ、スモークガラスのトヨタハイエースが正面玄関脇に横付けされ、車

中から重厚な存在感あふれる團十郎さんが現れました。私が深々と頭を下げますと、野太い声で「團十郎です」と。私は「広報小山です」と緊張したあいさつを済ませ、控え室である本部管理棟2階の小会議室へご案内しました。この控え室には、お茶とお菓子が用意されていましたが、取り混ぜたお菓子の中心に「海老煎餅」がありました。お茶担当の女性が團十郎さんのご子息、海老蔵さんのファンであったようで、菓子袋にプリントしてある「海老」の字が目立つように袋をちょいと持ち上げて菓子盆に収めていたのですが、気付かれたかどうか……。

前振りはこのくらいにしまして、今回の訪問は「月の科学」に関する取材を目的としたものです。当日13時から16時までを2



市川團十郎さん（右）と井上本部長

部に分け、前半は「SELENE 2」について橋本樹明教授と本物に近い月の砂の上でトークを、後半は加藤學教授が展示ホールにて「かぐや」「はやぶさ」、PLANET-Cなどの衛星・探査機の説明を行い、その後、研究室で「かぐや」に関するトークを繰り広げました。取材終了後には、本部長室で井上一本部長と数分間対談されました。

幼少のころから宇宙への興味を抱いていたという團十郎さんは、「ダークマター」「ダークエネルギー」など、最近の宇宙科学について質問され、本部長を驚かせていました。また、本部長から、「かぐや」グッズの手ぬぐい、扇子などが渡されました。楽屋でお使いくださいと言葉を添えられましたので、もしかすると團十郎さんの懐か、たもとの中には「かぐや」の分身が入っているかもしれません。

なお、市川團十郎さんと橋本教授、加藤教授とのトークは、BSジャパンの番組『THE MOON～人類の夢・月世界の未来』で3月8日(土)21時から放送される予定ですのでご期待ください。詳細はBSジャパン(<http://www.bs-j.co.jp>)まで。(小山誠司)

再使用ロケット実験機エンジン燃焼試験

——リアルワールドの厳しさ

再使用ロケット実験機(RVT)の次のステップとして、プロジェクト準備中の「再使用観測ロケット」のシステム構築の習得も兼ねて、離着陸のための推力制御性や効率的運用性などを研究課題として、ターボポンプ式エンジンを搭載したステージ形態での燃焼試験を2007年月11月半ばから12月5日まで能代多目的実験場で行いました。この試験に先立ち、角田宇宙センターで実施したポンプ単体性能試験の結果を用いて、機体の形に仕立てて合計4回の燃焼実験を実施しました。これまでの圧力供給式に比べて、ポンプ式エンジンのシステムは相当に複雑で、推進系の高応答推力制御機能や、将来の飛行中のエンジン再着火のために搭載燃料を極力少ない消費で起動する方法の追求やら、いろいろな新しい機能を試しつつ実験を進め、起動や運転にかかわる貴



ターボポンプ式エンジンを搭載したRVTの地上燃焼試験

重なデータを取得しました。

折から冬の走りで低気圧の通過とともに日本海はたびたび荒れます。雪も積もりました。実験班の困難はエンジンが言うことを聞かないのもありますが、この試験環境もなかなか厳しいです。打ち上げも同じですが、ロケットは天気商売だと痛感します。2007年11月号で紹介した角田のRocket Girlsも、もちろん寒い中で「もうこんな仕事いや」とは決して言わずに、液水液酸実液を使った温度校正やらポンプのシールパージガスの圧力調整やら、それぞれのとても大事な役目を果たします。実験ではさまざまなトラブルに見舞われますが、途中でポンプの分解

を行ったため予定が延び、次に控えた「NAL735」実験の皆さんのスタートを遅らせることになり大変ご迷惑をおかけしました。誌面をお借りしてご協力にお礼申し上げます。(稲谷芳文)

地球を観測する宇宙天文台

■超高層大気プラズマイメージャー(UPI)

東京大学、国立極地研究所、東北大学そして宇宙科学研究本部が、それぞれの得意な部分を持ち寄り完成させたのが、超高層大気プラズマイメージャー(Upper-Atmosphere and Plasma Imager:UPI)です。この観測機は、月を巡る軌道上から常に地球の方向を向いています。UPIは赤道儀とその上に載る2台の望遠鏡で構成されています。1台は極端紫外光を使って地球周辺のプラズマを撮像観測することを目的とするTEX、もう1台は可視光でオーロラや大気光のグローバルな分布を観測するTVISです。

極端紫外光を用いたプラズマの可視化は、火星探査機「のぞみ」の時代に始まりました。観測機の重量制限や軌道の制約から、撮影範囲はかなり限られたものになりましたが、それでも世界で初めて地球の周辺のプラズマを1枚の像に収めることができました。2000年に入り、米国が地球周辺プラズマの撮像専用の人工衛星「イメージ」を打ち上げ、日本の成果は影が薄くなりました。月周回衛星「かぐや」に搭載したTEXには、米国の観測技術をしのぐ多くの工夫がされています。「かぐや」からの撮影は、日本のプラズマ撮像グループがもう一度、世界のトップに返り咲くチャンスなのです。

国立極地研究所を中心に、オーロラ観測のために明るい光学系と高感度CCD撮像素子を備えた地上観測用カメラを開発してきました。現在それらのカメラは、南極昭和基地、南極点基地や北極の観測拠点で活躍しています。TVISはそれらの開発で培われたノウハウをもとに生まれました。5枚のフィルターを切り替えることで、オーロラや大気光の輝線スペクトルの波長を選択できます。地球を周回する低軌道衛星では一度に見渡せる範囲は地球半球面積のわずか4.5%ですが、38万km隔たった月からは地球半球の約98%を一望できます。TVISはこのような衛星軌道の特徴をいかして、南北両半球のオーロラ帯を同時に撮像することができます。

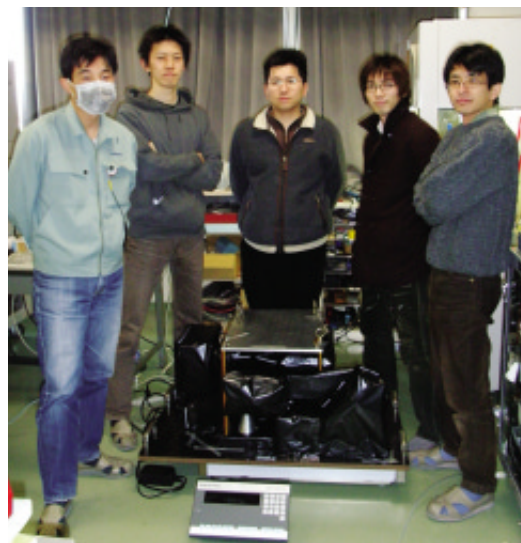
■高精細度映像取得システム(HDTV)

高精細度映像取得システム(High Definition Television System:HDTV)は、衛星の下部モジュールに取り付けられています。システムには広角カメラと望遠カメラの2台があり、衛星の前進方向と後退方向の地平線をそれぞれ狙っています。カメラは2/3型200万画素のCCDをRGBに3枚用いた3板カラー方式です。カメラで撮影した映像は、デジタル圧縮して、書き換え可能な不揮発性半導体メモリに記録します。記録の際に、標準モード(1倍)のほかにインターバル記録モード(2倍、4倍、8倍)を選択できます。メモリ容量は1GBで、ハイビジョン動画1分間相当の保存が可能です。

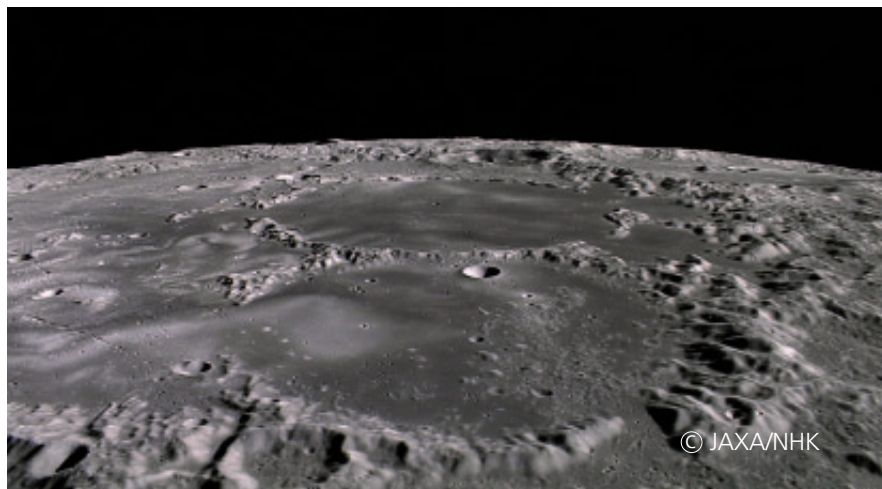
HDTVの目的には、広報や放送を通して広く国民に「かぐや」や宇宙開発を理解してもらうことがあります。「かぐや」が月に向かう途中の2007年9月29日には、地上11万kmの距離から地球を撮影しました。また、月の周回軌道に投入されてからは月の高地や海、極地域など興味深い地形を選んで撮影を行っています。特に、月の地平線から昇る(沈む)「地球の出(入り)」の映像は、荒涼とした月との対比から「地球はかけがえのない存在」と、あらためて感じ入る人が多かったようです。今後の地球環境を考える契機として、また若い人たちの科学への関心を呼び起こすきっかけに、これらの映像が役立てばと思います。

HDTVの分解能は100m程度ですが、広い範囲を一度に見渡し、動画で斜めに観察できるため、地形の特徴を直感的につかみやすいといわれています。ほかの科学観測機器との共同研究も期待されます。また、HDTVには民生機器の宇宙での実証試験という側面もあります。運用条件を工夫して、適切な改修と試験を行えば、地上の複雑な機器も宇宙で使えることが示されました。CCD撮像素子の白傷発生については予想よりも少ないという結果が出ており、今後の長期観測が期待されます。

(よしかわ・いちろう、やまざき・じゅんいち)



超高層大気プラズマイメージャー (UPI)



高精細度映像取得システム (HDTV) 広角カメラによる賢者の海 (2007年12月5日撮影)

ナイジェリアから遠く火星を仰ぎ
キャッサバを食す



キャッサバの葉を手にするジェマンチェ博士

宇宙環境利用科学研究所
宇宙農業サロンの
山下雅道

アフリカ人こそ困難な火星への飛行に向いている、との主張のもとに、ナイジェリアで私立の宇宙医学研究所を主宰するジェマンチェ博士により、「火星ミッション：アフリカの展望」という会議が企画された。会議が開かれたのはナイジェリアのオウエリ。イモ州の州都というよりは、かつてナイジェリアから独立を図った今はなきビアフラ共和国の首都といった方が、通りがよいかもしれない。熱帯雨林の中にあるオウエリの町は、ビアフラ内戦(1967～1970年)により徹底的に破壊し尽くされ、町はべちゃんこにされたという。カトリックの教会など大きな建物は、今も復旧半ばである。サブ・サハラにつながる内陸部の人々の宗教はイスラムであり、異なる。ナイ

ジェリアの海岸地帯には、1960年代に発見された油田が多くある。このところの原油の価格高騰もあって、国としての外貨の獲得高は大きく、アフリカ諸国のリーダーとしての自負は強い。

日本からオランダのアムステルダムに飛び、そこで1泊して、ナイジェリアのかつての首都である

ラゴスへ向かい、さらに1泊してオウエリへの飛行機に乗り継いだ。片道3日、月に飛ぶ覚悟だ。

会議では、脳の中の血流量の左右差に男女差が見られるという、宇宙医学研究所の若い女性の発表もあった。「女性は産んだ子が自分の子であるのは確かなのに、男性は時として確信できない、という男女差がある。これに発して男女差のあるヒトの行動や心理が進化したとしたら、あなたの見いだした脳内血流左右差の男女差は説明できるか?」と、際どい質問をしたところ、あやふやに答える最後に「あなたに神の祝福あれ」と、クイーンズ・イングリッシュの上品な口ぶりが添えられる。日本には八百万の神がいると話すと、哀れな人間を見てしまったと言わんばかりの彼女らの視線が降り注ぐ。

ナイジェリアは、2つの人工衛星をもっている。最初の人工衛星は、イギリスで製作され、ロシアで打

ち上げられた地球観測衛星。2番目は、中国からの借款で調達した中国製の通信衛星で、2007年に中国のロケットで打ち上げられた。こと医学に関係する人工衛星の利用では、遠隔観測によりナイジェリアおよびアフリカ全域でのマラリアなどの伝染病の地域別リスクを評価し、対応策を計画している。また、遠隔の地にいる医者への専門医からの助言・指導などに、衛星による通信を活用している。

「厳しい環境で生き残ったアフリカ人こそ火星飛行向き」という主張は、いかにも危うい。そこで、「私たちの火星での宇宙農業の構想には、日本やアジアの文化的な背景がいかされている。それは、コメ、ダイズ、サツマイモ、青菜、カイコ、ドジョウといった宇宙農業での食材の構成や、ヒトの排せつ物を作物の肥料にして循環式の食料生産をしてきたアジアの歴史などである。アフリカでは昆虫食も盛んである。きっと宇宙農業へのアフリカの貢献も可能だろう」と、ジェマンチェ博士へ書き送った。危うさは自覚していたのか、渡りに船とばかりに、ナイジェリアが世界一の生産高を上げているキャッサバを宇宙農業にどうか、ということになった。キャッサバの専門家も、オウエリの会議に呼び寄せられた。

南米が原産地であるキャッサバは、植民地支配とともに世界に広められた経緯もあり、貧者の(救荒用)食物として、不当に低く見られているという。空港から市内へ向かう道の脇には、キャッサバが多く栽培されていた。土は火星にも似て赤く、やせたラテライト土壌である。シアン化合物がキャッサバ・イモに含まれることで、野生動物による食害を免れる。このシアン化合物を除くすべを知る人間が、キャッサバを食用できる。

オウエリでの食事は、コメ、キャッサバ・イモを細断・乾燥したガリでつくられたそばがきのような餅、あるいはヤムイモに、スパイスが効いたシチューを添えるスタイルであった。タビオカの原料でもあるキャッサバ・イモの成分は炭水化物に偏るので、欠乏する成分を補う食材と組み合わせる。アフリカ人を火星に送るのであれば、キャッサバを火星に用意しないといけないという。宇宙農業にキャッサバを加えることで、そのよさが人々に認識されるとよい。

宇宙農業サロンホームページ

http://surc.isas.jaxa.jp/Space_Agriculture

(やました・まさみち)



宇宙研追憶

齋藤成文

東京大学 名誉教授

宇宙科学研究本部に勤務している長男、宏文を通じて、『ISASニュース』に小文を書くよう、お勧めがあった。私も88歳の老齢の身となり、これまで苦労を重ねてきて、また最後の友、野村民也さんを昨年5月末に失って、宇宙研への万感の想いがあるので、その一端を述べさせていただく。

野村さんはテレメータを担当していたので、ロケット飛翔後のすべてのデータを知る立場にあり、我が国初の人工衛星となった「おおすみ」実験の主任としては最適であった。4度にわたるL-4Sロケットの不具合のすべてをデータ解析よりいち早く見つけ、その対策を検討可能にしたのは野村さんであり、彼は故障個所のおいをかぎつける天才と思われた。しかし、度重なる打上げ失敗に対する学内外の風当たりは極めて厳しく、玉木章夫、齋藤、森大吉郎、野村ら各教授が打上げ場のある鹿児島県内之浦のコントロールセンターに集まり、「日本広しといえども、ここだけが安住の地」という心境にあったことは、今なお胸締め付けられる思いであった。

しかし数十年を経て冷静に回想し、感謝の念が強いのも事実である。4回の失敗を経た成功は、大学の研究とはいえ、5回目の実験を許してくださった関係機関の、未知の科学技術の開拓への温かい配慮があったことによる。玉木、齋藤の両名は宇宙開発委員会委員長代理の山縣昌夫先生に連れられ、首相官邸において2回にわたり佐藤栄作総理と昼食を共にする機会を得て、成功前には励ましを、成功後にはお褒めの言葉を頂いた。また、失敗の続いた折、当時の大蔵省の担当主計官に呼ばれ「先生方、しばらく実験を中止し、基礎的な勉強をなさったら」と言葉では穏やかであるが、極めて厳しい注意を受けた。幸いにして主計官は東京大学電気系学科卒であったので、今までの実験不具合の原因とその対策など、技術的に細かく説明し、その成果に基づいて実験を進めていることを了解していただいた。その後しばらくして、伊豆温泉で行われた卒業生の20年會に招待を受けた折、びっくりしたことに、その主計官は私の目の前に座られ「先日は役目とはいえ、大変失礼なことを申し上げました」と深々と頭を下げられた。このときほど

大学教授であることの喜びと責務の重大さ、そして教え子の礼儀正しさに心打たれたことはなかった。数十年後の現在でも、再会するたびに、私の当時の心境を伝えている。

4回の実験を通じ宇宙という特殊な環境を身をもって理解して、万全の対策を施したL-4Sロケット5号機は見事に成功し、「おおすみ」の誕生となった。その折、幅広い方々から祝詞を頂き、身に余る光栄であった。その後のMロケットによる科学衛星の打上げは、1号機が輸入電磁弁の不具合により失敗となった後、おおむね順調に進められたことは、宇宙研本来の責務からして大きな喜びであった。特に宇宙科学の専門家が、小粒ながら数多くの成果を挙げ、日本の小型衛星は世界の宇宙科学者のせん望の的となった。ただ、Mロケットの1段目M-3Dの打上げに成功した折、「おおすみ」の成果前にもかかわらず外電に大きく報道され、米国紙には「日本はスマートだ。大学にICBM（大陸間弾道ミサイル）の研究をさせている」とあった。私たちが一番恐れていたのは軍事研究と誤解されることだったので、大きなショックであった。

この辺で私自身の歩んだ途を述べ、宇宙研への感謝の念と将来への思いとさせていただきます。

私は米国MIT留学から帰国直後、東京大学生産技術研究所でスタートした糸川英夫先生を中心とする観測ロケット事業に、宇宙研究の重要部門である低雑音高感度受信の研究者として参加した。それが運命となり、後に宇宙

電子分野の文化功労者として顕彰されるまでになったことは、宇宙研への感謝の源となっている。東大教授としては生研を本務とし、マイクロ波低雑音受信やレーザの研究を行いながら、宇宙航空研究所の併任教授として、当初は科学衛星の製作研究と、内之浦実験所に出張して電波追跡部門など電波関係の取りまとめを野村さんと二人で行った。その間、さらに宇宙開発事業団の非常勤理事として、実用衛星開発にも参加した。これは法令に明記されたもので、文部省からの要請であった。さらに、現職の東大教授としては異例の宇宙開発委員（非常勤）を務めた。この間のことを思うたびに、宇宙研そして本務の生研に大変な迷惑をお掛けしたことに深くおわびしたく、当時の手抜き部分を補ってくださった関係の方々へ心からの感謝を申し上げたい想いである。

その後、Mロケットによる各種科学衛星打上げは順調に進むとともに、宇宙科学陣からの独立研究機関設立の要望が強くなり、東大より分離し宇宙科学研究所として実現した。当時、中枢研設立の要望書原案を文部省担当課長の遠山敦子さん（後の文部科学大臣）と作成したことが、一場の夢として思い出される。さらにその後の行政改革により、宇宙航空3機関が統合し、宇宙航空研究開発機構（JAXA）宇宙科学研究本部へと組織替えになったことは周知の通りである。その間の詳細な実情は、1998年に心筋梗塞を患って以降、公職を離れた身の知る由もないが、「JAXA—東京大学包括協定」はそのまま堅持され、東大宇宙研時代の大学関係は不変であり、また旧宇宙開発事業団との友好関係もより強くなっていると伺って、心から安堵している。17年間にわたる旧制の宇宙開発委員として、往時の複雑な関係の改善に努力してまいった私の喜びは大きい。

また最近の「はやぶさ」による小惑星イトカワ探査をはじめ、宇宙研伝統の小粒でびりりと辛い成果を挙げていることや、将来の人類生存にかかわる次世代の宇宙開発研究を秋葉鏖二郎さんをはじめ関係教授陣が進められていることを、秋葉さんの近著『奇想天空——ゆめ、うつつ』（日本ロケット協会、2007年）で知り、私の喜びもまた大きい。皆さん、頑張ってください。（さいとう・しげぶみ）

宇宙を自由に行き来したい！

宇宙航行システム研究系 助教

成尾芳博

—— 再使用型ロケット実験機 (RVT) の開発を続けているそうですね。なぜ再使用型が必要なのですか。

成尾：いま地球では、環境汚染や温暖化が大きな問題となっています。宇宙から地球を助けるようなことが必要な時期に来ていると思います。例えば、私たちは宇宙で太陽光発電を行い、その電力を地球に送る、太陽発電衛星の研究を続けてきました。ただし、そのような衛星をつくるには、何万トンもの資材を宇宙に運ぶ必要があります。現在、1kgの資材を地球周回軌道に打ち上げるには、約100万円かかります。これを少なくとも2けた下げなければ、太陽発電衛星は経済的に成り立ちません。もっと低コストで地球と宇宙を自由に行き来できるようなロケットがないと、宇宙から地球を助けることはできないのです。そこで私たちは、飛行機のように、毎日、繰り返し運用できる再使用型ロケットの開発研究を進めています。

—— 子どものころから、ロケットに興味があったのですか。

成尾：小学校1年生のとき、かわいがっていたネコが死んだりして、死というものが怖くなり、不老不死の薬をつくるお医者さんになりたいと思いました。しかし、無限の時を過ごせる肉体はないことを知り、いまを精いっぱい生きたい、そして、社会の繁栄を支えるために、宇宙と地球を自由に行き来できるロケットをつくる科学者になりたいと思うようになりました。手塚治虫さんの影響が大きかったですね。『火の鳥』や『鉄腕アトム』に描かれていた未来社会にあこがれたのです。

—— 子どものころからの夢を実現されたのですね。

成尾：とても幸運ですね。宇宙研では、2007年に亡くなられた長友信人先生のもとで長年、研究を進めました。1970年代に長友先生は、液体水素を燃料とするロケットエンジンの燃焼試験に日本で初めて成功しました。しかし、そのエンジンが実際にロケットに載って飛ぶことはありませんでした。飛ばないエンジンほど、開発者にとってつらいものはありません。RVTは、その流れをくむエンジンを搭載しています。1999年に、RVTの1号機が数mですが初めて宙に浮いたときには、感激しましたね。あんなことは最初で最後でしょうが、実験班が私を胴上げしてくれました。

燃焼試験や打上げ実験のときのカウントダウンでは、心配でいつも胃が痛みます。1回の実験期間に、固体燃料ロケットでは



なるお・よしひろ。1953年、長野県生まれ。1977年、日本大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士課程修了。工学修士。東京大学宇宙航空研究所を経て、1981年、宇宙科学研究所衛星応用工学研究系助手。2007年より現職。液体水素/液体酸素ロケットエンジン、空気吸込み式エンジン、再使用型宇宙輸送システム、太陽発電衛星システムの基礎開発研究に従事してきた。

カウントダウンは1回だけですが、液体燃料は条件を変えて5～6回行います。同じロケットの開発でも、私のように液体燃料に携

わってきた人は、数倍、ストレスがたまっているでしょうね。ただし、実験が成功した後、能代多目的実験場のある海岸で、日本海へ沈む夕日を見るのは、最高の気分です。

—— 能代などへの出張も多いそうですね。

成尾：いまは、年間延べ60日ぐらいと少なくなりましたが、一番多かった年には200日以上出張していました。それが、ちょうど結婚した年だったんです！“いつも、どこでも一生懸命”が私のモットーなので、家に帰ったときには懸命に尽くしたつもりですが、仕事が趣味と、いまではあきらめてくれているみたいです(笑)。

—— 飛行機のように運用できる再使用型ロケットは、実現できそうですか。

成尾：現在、RVTの4号機で実験を続けていますが、次のステップでは、まず年に10回以上の頻度で、高度120km以上を弾道飛行して発射点に帰還できる、再使用型の観測ロケットを実現したいと考えています。現状ではロケットを使って研究できる機会はとても限られていますから、1日も早くつくってほしいと、研究者たちから切望されています。

再使用型の観測ロケットができると、中・高層大気中を垂直で飛行したり、空中に静止して大気のサンプルを採ったりすることもできます。それに打ち上げたところに戻ってきますから、無重量実験も、これまでよりずっとやりやすくなるでしょうね。

将来を展望すると、再使用型のロケットを必要とするビジネスが、飛行機のように需要の多い産業にならなければ、低コストで宇宙を自由に行き来できる日は来ないと思います。観測ロケットによって再使用の可能性とメリットを社会に示すことができれば、考えもしなかった宇宙の有用な利用法を民間の人たちが見いだしてくれるでしょう。それを期待しています。

ISASニュース No.322 2008.1 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ビニア 制作協力／有限会社フォトンクリエイト

編集後記

明けましておめでとうございます。今年も除夜の鐘を108つのうち1つが薄ら聞けただけ。ISASに赴任してから、煩惱がほとんど払えずたまらばかり。そんな慌ただしくも活気ある宇宙科学の姿の一端を、本年も『ISAS ニュース』でお伝えできれば幸いです。ご支援ください。(紀伊恒男)

*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