



内之浦宇宙空間観測所開設50周年記念式典と糸川英夫先生銅像除幕式、施設特別公開の様子。

宇宙科学最前線

宇宙構造物の面形状を 格子投影法で測る

室蘭工業大学 もの創造系領域 教授
樋口 健

人工衛星の開発には、大型化・多機能化の歴史とともに、開発期間短縮やリスク分散や低コストを狙った小型化・高機能化の趨勢がある。小型衛星や小型搭載機器でできるものは、小型化の方がよい。しかし、寸法が大きいために必要とされる用途も依然として存在する。例えば、小型携帯端末のような地上局アンテナの小型化のための衛星搭載アンテナの大型化や、天文観測衛星搭載望遠鏡の大口径化や、大電力発電のための太陽電池の面積積化などである。一方、輸送手段にはペイロードの重量と寸法の制約があり、大型ロケットを使ったとしても上限があるため、宇宙大型構造物はおのずと小さく折り畳んだ状態で輸送手段に搭載して打ち上げられ、宇宙空間で展開・伸展する展開構造物に

ならざるを得ない。また、小型ロケットを利用したり大型ロケットでも同時複数打上げしたりの方がコストを抑えられると考えられるため、衛星小型化の趨勢の中では、ますます高効率に収納できかつ軽量の宇宙展開構造物が要求されている。したがって、これら展開構造物の構成要素についても、板状構造要素を機構で展開・保持する方式から、軽量でかつ収納性の良い膜やケーブルを張力で安定化させる方式へと進んできた(図1, 2)。

宇宙構造物は、打上げ時の過酷な振動や荷重を経た後は、宇宙空間では膜やケーブルなど剛性の低い柔軟構造要素でも何らかの張力を作用させることにより形状を保持できる。そのため、地上では実用が難しい柔軟な構造形態であって

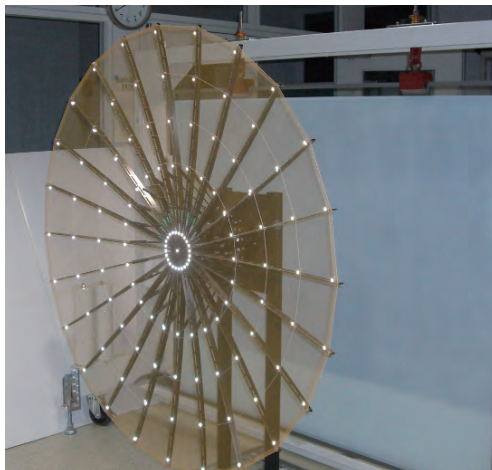


図1 衛星搭載メッシュアンテナの地上試験用φ1500mm縮小モデル

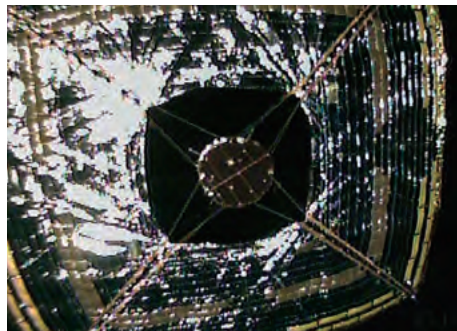


図2 膜面を用いた小型ソーラーセイル実証機IKAROSのセイル展開状態写真



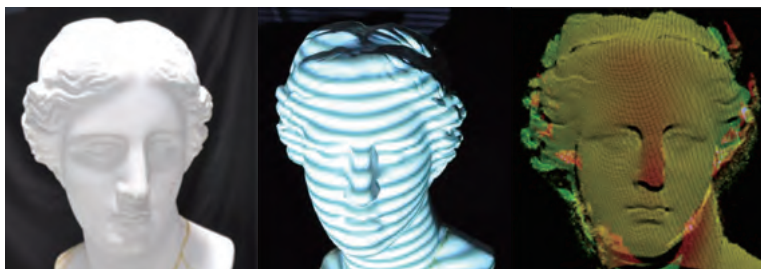
図3 フィルムに太陽電池を貼りつらぶ状に折り畳み展開する方式を用いたフレキシブル太陽電池アレイを搭載した宇宙実験・観測フリーフライヤ(SFU)の展開状態写真

も宇宙空間では使用可能であることが多く、したがって構造形態の発想の自由度が大きい(図2, 3)。しかし、地上では実用が難しい構造形態であるということは、地上で十分な事前検証を経ることが難しいということを意味する。例えば、重力も大気もある地上試験における柔軟構造物の展開挙動観察により軌道上の展開挙動を予測することは、十分な工学知識と観察眼と想像力をもってしてもいまだ不十分である。

また、軌道上展開後の構造物の形状は定性的には搭載カメラや分離カメラの画像で観察できる(図2, 3)が、高機能化や信頼性向上のためには軌道上で起きている現象を理解しなければならない。そのためには定量的な計測が不可欠であり、表面形状のその場計測手段が必要になってきている。今後の大型パラボラアンテナや電波望遠鏡や集光鏡の反射面のように表面形状に高精度が要求されるものではなおさらであり、軌道上で表面形状制御をしたい場合には軌道上表面形状計測は必須となる。

表面形状計測には、地上では複数カメラ映像によるステレオ視やレーザー変位計を用いた計測法が広く用いられている。観察したい表面にターゲットを用いる場合は、点としての距離情報や座標情報を得ている。ターゲットを貼った位置の動的追尾も行われている。レーザー変位計をスキャンして表面形状を測る方法もあるが、面積が大きくなるほど計測に時間がかかる。これらの問題に対処する方法として、計測対象を面のまま短時間に計測できる格子投影法に着目している。

図4 格子投影法による石こう像の計測例(和歌山大学藤垣元治准教授提供)



(a) 計測対象物としての石こう像 (b) 格子を投影した様子 (c) 奥行き計測結果

格子投影法は、計測対象に正弦波状明暗の格子をプロジェクター(投光器)から投影し、それをデジタルカメラで撮影し、画像の画素ごとの輝度値を用いて物体の形状を画素ごとに求める手法である。実験室では市販の液晶プロジェクターを用いている。格子投影法の特徴は、撮影した画像の画素ごとの座標値の集合として面形状を得られること、撮影枚数が少ないこと、画像を撮影してから計測結果の取得までの解析時間が短いこと、測定機器の構成が簡単でコンパクトであり将来衛星搭載を狙うことも可能と考えられること、などである。格子投影法は、新しいが既存の計測手法であり(図4)、実験室での理想的な計測条件では数マイクロメートルの精度まで表面形状計測ができるといわれている。

本手法を、図1の金属メッシュで構成されるパラボラアンテナ反射鏡地上試験モデルの形状計測に用いた。宇宙構造物の面構成要素としてよく用いられる金属メッシュは、繊維の編み物でできているため空隙率が大きい。つまり可視光の透過率が大きく、しかも金属光沢の乱反射があるため、計測対象としては悪条件である。しかし、スキャンしたレーザー変位計と同程度の精度で全体を1枚の面として計測できることが示された(図5)。

格子投影法は、まず2枚の基準面にプロジェクターから格子状の縞模様を投影し、基準面間に仮想的な座標を構成しておく。2枚の基準面は、実際には1枚の基準面を移動させて格子を投影することでも構わない。その基準面間に計測対象物を配置し、同様に格子を投影する。計測対象物の表面形状の凹凸に応じて、投影された正弦波状格子がゆがんだ画像、つまり画素ごとに位相が変化した画像が得られる。2枚の基準面に投影された正弦波明暗格子の位相を基準にして計測対象物表面での位相変化を内挿する原理で、計測対象物の画素ごとに座標値が算出され、表面形状が得られる。これまでの格子投影法は、このように2枚の基準面の間に計測対象を配置

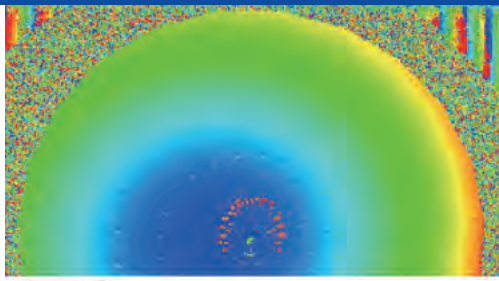


図5 衛星搭載メッシュアンテナの地上試験用φ1500mm縮小モデルの計測例

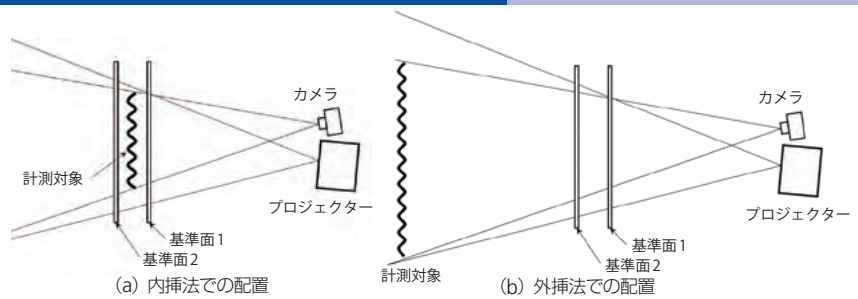


図6 格子投影法の計測原理の内挿法と外挿法

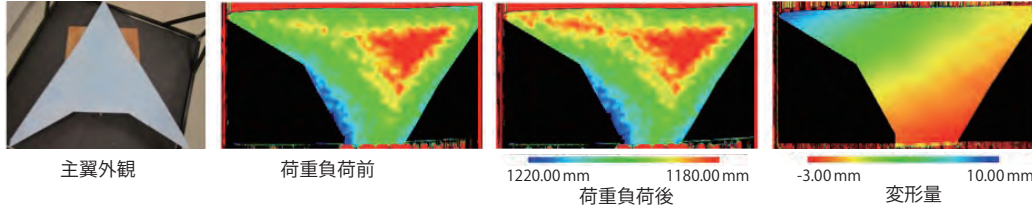


図7 室蘭工業大学で開発中の小型無人超音速実験機の主翼変形量計測

して測定するため、基準面より大きい計測対象を測ることはできない。また、遠方の計測対象を測るには基準面も遠方に配置する必要がある。つまり、大型宇宙構造物を軌道上で計測するためには、同程度の大きさの基準面が必要ということになる。

そこで、2枚の基準面の外側に計測対象を配置する方法を考案した。これを外挿法と呼ぶことにし、従来の方法を内挿法と呼ぶことにする(図6)。外挿法を適用すれば基準面よりも大型で遠方にある物体を計測できる。図7は、航空機デルタ翼が荷重を受けて変形している様子を外挿法で計測した例である。このように、面形状計測の需要は宇宙に限らず地上においても多いと考えられる。

計測対象および基準面に格子を投影する代わりに、計測対象および基準面に格子模様を貼るか塗るか、あるいはそれ自身が格子状明暗を表示できるようにしておくことでも構わない。また、ステレオ視の原理と融合させて高精度化することも検討している。図8はカメラを2台用いて内挿法により半透明の凹面鏡の表面形状を測定した例である。この計測例では、基準面として液晶モニターを用いて明暗の縞模様を表示させた。

形状算出に必要な計測対象物のデータは、固定位置カメラで撮影された1枚の画像であるが、正弦波格子の画素ごとの位相の決定精度を向上させるために同じ位置から撮影した複数枚数の画像を用いることができる。図5, 7, 8の計測例では複数枚数の画像による位相決定法を用いている。また、図5の例では、全空間テーブル化手法という精度向上と計測時間短縮の手法を併用している。図7の例では、外挿法に、計測対象物画素位置算出のための幾何算出法と精度向上のためのキャリブレーション法を組み合わせている。このように格子投影法にはいろいろ

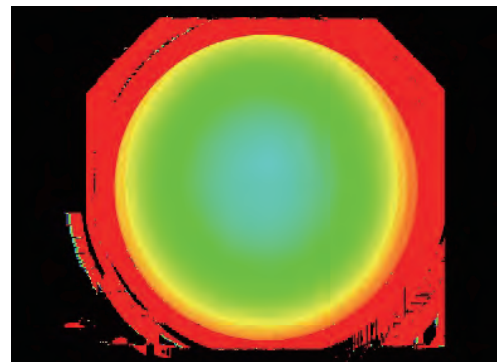


図8 2台のカメラを用いた格子投影法によるφ300mm凹面鏡の計測例

な精度向上策の併用が可能であり、現在も引き続き精度向上策を検討している。

原理的には計測対象物の1枚の画像で表面格子模様の位相を決定できるため、変形速度や表面の光学的性状や計測精度要求次第では連続的な形状変化にも対応可能である。例えば、展開途中の形状計測や、展開後に波打っていたりしわやたるみが動いていたりするような表面の動的形状計測にも適用できると考えている。

基準面とカメラやプロジェクターの位置関係を保持できれば、地上で基準面撮影をしておけば軌道上に基準面を運ぶ必要はない。実は地上実験においても、いったん基準面を撮影しておき、その後は基準面を取り去り計測対象に置き換えて計測している。上記の実験では市販の安価な液晶プロジェクターを用いているが、軌道上では光源とスリットから成るプロジェクターを用いるか、またはあらかじめ計測したい部分に縞模様を描いておくなどすることになると思われる。また、用途を軌道上に限る必要はなく、地上でも月・惑星上でも使える手法であり、むしろ宇宙展開構造物の事前地上試験に安価で簡便な手法を提供できるものと考えている。今後とも精度向上策の検討を続けつつ、構成が単純でコンパクトである利点を生かして、格子投影法の一体化された装置開発が行われることを期待している。

(ひぐち・けん)

観測ロケットS-520-28号機噛合せ試験終了，そして打上げへ



観測ロケットS-520-28号機噛合せ試験の様子

12月中旬に打上げ予定の観測ロケットS-520-28号機の噛合せ試験が、11月12日から22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は「微小重力環境を利用した均質核形成実験(宇宙ダストと炭酸塩結晶の生成)」です。ロケットの弾道飛行で得られる数分間の低重力環境を利用して、結晶化の最初の段階である核形成の様子を対流のない環境で観察・計測し、その物理を理解するとともに、将来的には国際宇宙ステーションなどでの長時間微小重力実験に向けた基礎データを得ることを目的とします。そのため、以下の2種類の実験を並行して実施します。

①微小重力環境を利用した宇宙ダストの核形成再現実験(DUST)：微小重力状態になってから宇宙空間を模した真空容器中で鉄などの蒸気を噴出し、そこから3種類の固体微粒子(ダスト)がどのようにして形成されるのかを、温度・濃度分布の光学的リアルタイム計測により求めます。そのため、2波長干渉計、

実像観察装置、試料加熱用真空容器、放射温度計、圧力計などを組み込んだ装置を3組搭載し、順次実験を行います。

②微小重力環境を利用した炭酸カルシウム結晶の均質核形成メカニズムの研究(CAL)：この実験は、空気中の二酸化炭素を削減するため地中に炭酸カルシウム結晶として効率よく固定・貯留する技術に関する日米の国際共同研究の一環として実施されます。具体的には、炭酸イオンとカルシウムイオンを含む2つの水溶液を小型の反応セルの中で混合し、炭酸カルシウムの結晶核が形成される速度の濃度依存性を測定します。1つの反応セルは、2液混合、光散乱測定、インピーダンス測定のための小型デバイス群を内蔵しています。そして、微小重力状態になる直前に合計12組の反応セルの中でそれぞれ水溶液を混合して、以降に核形成が起こる過程を光学的、電氣的に計測します。

噛合せ試験は11月12日の構造機能試験棟への搬入に始まり、搭載装置の机上噛合せおよびロケット頭胴部への組み込み、動作チェックを経た後に、飛翔体環境試験棟にて頭胴部のダイナミックバランス調整、振動・衝撃試験がスケジュール通りに進められました。以降、頭胴部、モータ、尾翼部などのフライト品が内之浦まで運ばれてフライトオペレーションを迎える予定です。(稲富裕光)

BepiColombo MMOの総合試験

水星探査を行うBepiColombo MMOの開発もいよいよ最終段階に入ってきています。9月半ばのRCS(姿勢制御のための推進系)の衛星構体への取り付け、取り付け後の確認のための加圧試験を皮切りに、フライトモデルの総合試験が相模原キャンパスの飛翔体環境試験棟(C棟)にある旧クリーンルーム内で始まりました。10月には、C棟にある4mチャンバーを使用して、構体などから出るガスが今後の試験・運用時に搭載機器へ悪影響を及ぼさないようにするためのベーキングを行い、現在

は衛星内部の電気計装・熱計装を衛星構体に取り付け固定する作業を行っています。

MMOではさまざまな制約から、40cmもない上下部デッキの間に箱の数にすると数十個に及ぶ機器が取り付けられるため、衛星の内部は非常に混み合っており、従来の科学衛星と比較すると機器の取

り付け・取り外しがとても大変な衛星となっています。写真はRCSの組み付け後の導通・絶縁チェックをしているときのもので、衛星の下部デッキ、上下部デッキをつなぐ4枚のバルクヘッド(RCSのバルブなどが取り付けられている)、衛星の中心にあるスラストチューブ(真ん中に見えるのが姿勢制御用の高圧窒素タンク)が組まれています。下部デッキ上の青いシートが留めてあるところは、おおよそ機器が取り付けるところに対応しています。上部デッキにも同程度の機器が取り付けられ、その機器の間を計装線が通るので、どのくらい混み合っているかがこの写真から想像できるかと思います。

現在はまだ少人数で作業を行っていますが、12月に入ると各機器の取り付け、電気試験が始まり、大勢の関係者でにぎわうことになります。これから一連の電気試験、環境試験を行い、来年末までMMO単体での総合試験が続きます。日本での試験が終わった後に衛星はESA/ESTECへと輸送され、BepiColombo全体での総合試験を1年弱かけて行った後に射場である仏領ギアナへと運ばれ、2015年8月に打ち上げられる予定となっています。(早川基)



RCS組み付け後の導通・絶縁チェック作業風景

LES 真空地上燃焼試験

10月29日から11月2日にわたって宇宙研あきる野実験施設で第1次LES (Lithium Ejection System, リチウム噴射装置) 真空地上燃焼試験を実施しました。LESについては、今年の1月に打ち上げられた観測ロケットS-520-26号機の観測実験において動作が芳しくなかったため原因を探っています。飛翔環境から推測される状況としては、ロケット機体のスピンや雰囲気温度(本体温度)、真空などいくつかの影響が考えられます。これまでにスピンレートや温度をパラメータとした地上試験をいくつか実施してきました。

あきる野実験施設には、内部の高さが人の背丈ほどの小型真空槽があります。通常はロケット燃焼実験で使っているのですが、今回はLES用のスタンドをこしらえて、初めてLES燃焼実験に使うこととなりました。といっても、リチウムを盛大に噴射してしまうと、よからぬことが起きそうです。本来、システム試験として作動特性を把握するならリチウムを入れて点火させなければなりません。しかし今回は、予想されるよからぬ事態を避ける観点から、リチウム抜きで内部の熱源となるテルミットを



評価対象に燃焼試験をすることにしました。この試験に先立って、8月下旬に小規模のテルミット真空燃焼実験をコツコツとやっていました。このサブサイズデータを踏まえ、本試験はLESにフル充填したテルミットの燃焼速度特性を把握することが狙いです。写真は実験参加者とスタンドの様子です。LESの側面には40本の熱電対が取り付けられてい

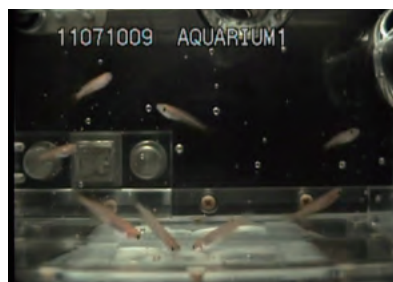
ます。これらは、内部のテルミット燃焼波面の伝播を壁面の昇温時刻によって解析するために設置されています。実験は計画通り実施し、予定していたすべてのデータ取得に成功しました。

それにしても、あきる野実験施設常駐の藤原靖史さんのクレーンさばきは見事です。実験中、小型真空槽の天蓋部分を何度も開け閉めするのですが、小型といっても何百kgもあるので、不慣れた操作者では移動中に揺れるし、狙った位置に収めるのも大変です。しかし藤原さんがクレーンを扱うと、重量物は微動だにせず、狙った位置にピタリと決まります。それなのに、ご本人は車の運転が苦手というのですから、世の中不思議なものです。(羽生宏人)

メダカの長期飼育実験開始

10月、メダカが国際宇宙ステーション (ISS) へと打ち上げられ、骨代謝メカニズムの解明のために宇宙で長期飼育を行う実験が始まりました。1992年に毛利衛宇宙飛行士がスペースシャトルでコイを使った宇宙酔いに関する実験を行ってから20年目です。この間、日本は独自に宇宙で水棲生物実験を行うための装置開発を続け、キンギョやメダカ、ガマアンコウを用いた4回の宇宙実験を行うとともに、これらの技術をもとにISSでメダカの長期飼育を行うための実験装置開発を行ってきました。

スペースシャトルでは2週間程度の実験しかできませんでしたが、ISSでは2ヶ月という長期実験が可能です。そのために、水槽内のメダカに自動で給餌を行う機構やメダカの採取器具などを新たに開発しました。また、装置は種子島から打ち上げますが、メダカは遠いカザフスタンの砂漠の中、バイコヌール宇



宙基地から小さい輸送容器に入れて打ち上げ、ISSで水槽に移し替えるという、これまでにない方法を採用しました。打上げ約2週間前に日本からバイコヌール宇宙基地までメダカを手持ち輸送して射場で飼育を続け、ソユーズで打ち上げるの見届けてすぐに帰国、筑波宇宙センターでISSに到着したメダカが水槽に移されるの見守りました。メダカに

とっても大変な旅だったはずですが、すべてのメダカが無事にISSに到着し水槽の中で泳いでいる姿に、ようやく一安心でした。その後は、地上と同様によく餌を食べ、活発に泳ぎ、成長しており、初めての長期飼育実験は順調に進んでいます。

宇宙では骨密度が減少することが知られています。しかしそのメカニズムについてはよく分かっていません。この実験では骨芽細胞が赤色、破骨細胞が緑色に発光するトランスジェニックメダカを用いて、破骨細胞が活性化されることで骨吸収が増

加する可能性を、骨芽細胞との相互作用を含めて解析します。この実験によって、骨代謝メカニズムの解明が進み、将来宇宙

での長期滞在を可能にするための基礎情報が得られると期待されています。(内田智子, 谷垣文章, 矢野幸子)

内之浦宇宙空間観測所開設50周年記念式典と施設特別公開

今年は、内之浦宇宙空間観測所が起工式から数えて50周年を迎えました。これを祝して、11月10日に鹿児島県肝付町の内之浦銀河アリーナの大ホールで記念式典を開催しました。当日は、あいにくの大雨にもかかわらず、遠路はるばる駆け付けてくださったOBや今年で25周年を迎える銀河連邦の方、地元の方々などたくさんの人が集まりました。



内之浦の施設特別公開に初めて登場した水ロケット

小野田淳次郎 宇宙科学研究所長のあいさつで始まった式典は、鹿児島県副知事や肝付町長のごあいさつ、来賓の祝辞、そして内之浦の地に観測所を設立することを決めた糸川英夫先生の記録映画へと進み、的川泰宣先生の司会による地元の方々と交えた懐古談で大いに盛り上がりました。そこでは、かつてお祭りやスポーツ大会などを通じて、いかに実験班員が地元の方々と交流を深めたかが多く語られました。特に牧工さんのお話は秀逸で、お目にかかったこともない大先輩の方々がお話の中で生き生きとしていました。また、最近少し交流が希薄になったことを心配され、今後の観測所やJAXAへの期待も語られました。内之浦宇宙空間観測所長として、しっかりと受け止めなければならぬと強く感じました。

その後、長年にわたりロケットの打上げに多大なご協力をいただいている内之浦漁協などの団体に感謝状を贈呈しました。休憩を挟み、秋葉鎌二郎先生、的川先生、森田泰弘先生の講演が行われました。それぞれの先生が内之浦発の宇宙開発の過去・現在・未来について個性豊かに語られ、その様子はインターネットでも生中継されました。こうして盛況のうちに式典は無事終了し、最後に地元の方々による万越祝の踊りがにぎやかに披露され、観測所50周年に華を添えていただきました。ありがとうございます。

夜には観測所50周年と糸川先生の生誕100周年を祝して、肝付町主催のレセプションパーティがコスモピア内之浦で開催されました。久しぶりに顔を合わせたOBの方々が、会場のあちこちで近況や昔話に華を咲かせていました。いよいよ閉会となり、みな名残惜しそうに会場を去ろうとしていたところ、突然の色鮮やかなきらめきが轟音とともに夜空に散りばめられました。外は土砂降りだったのですが、この記念すべき日をさらに盛り上げるために、何と3000発もの花火が打ち上げられた

のです。ヴィーナスブリッジから激しく左右に雨をはじき飛ばすワイパー越しに見た花火は、私にとって忘れられないものとなりました。

翌11日は観測所の施設特別公開を、新人の戦力を得て50周年記念拡大バージョンで開催しました。某S君が来ているので雨が心配されたのですが、幸いにも開場するころには上がりまし

た。M台地では、50周年記念ブースを設け、「おおすみ」を打ち上げたころのロケットの部品や科学衛星の模型、歴史を物語る写真を展示しました。来年度打上げ予定のイプシロンロケットのコーナーは、森田プロジェクトマネージャーが自ら説明やミニ講演をするという、ぜいたくなものになりました。さらには、宇宙教育センターの傘袋ロケット工作コーナーでは、小さい子どもたちが楽しんでいました。KS台地では、初めて水ロケットの打上げを行いました。思いの外、初めて水ロケットを見る子どもたちが多く、水しぶきを上げて飛翔するロケットを驚きと好奇の目で追っている姿が印象に残りました。

管理棟前では、肝付町の尽力と多くの方々からの厚志で建立された糸川先生の銅像の除幕式が開催されました。それに続いて管理棟大会議室では、的川先生、林友直先生、阪本成一先生の宇宙特別講座が開催され、熱心な宇宙ファンが聞き入っていました。テレメータ台地では「大うっちー」(内之浦34mアンテナ)が見学者のために首が折れんばかりに一日中動き回り、整備塔は最後の勇姿を誇示するかのごとく、子どもたちの操作によって出入りを繰り返していました。さらには、鹿児島県などが主催する宇宙公開講座が開催され、大隅半島とはあまり縁のない薩摩半島の子どもたちが特別公開を体験しました。

今年の大きな成果は、スタンプラリーのおかげか、多くの方が観測所内をすべて見て回ってくださったことです。それにより、例年は人気投票で特定のイベントに票が集中するアンケート結果が、今年は各イベントが均等に票を集める結果となりました。来場者数もおおよそ1500人と、例年の1.5~2倍と多くなりました。これも、相模原、種子島、筑波から応援に来てくださった職員の方々や肝付町役場や関連メーカーさんなどのご協力の賜物と深く感謝致します。

さて、次は100周年か……。

(峯杉賢治)

糸川英夫先生銅像の除幕式

11月11日、内之浦宇宙空間観測所に建立された故糸川英夫先生の銅像除幕式が行われた。今年は糸川先生の生誕100年にも当たり、肝付町の永野和行町長はじめ皆さま方のご尽力で、このたびの運びとなったものである。

実験場と海を見下ろす像の傍らに立つと、高木昇、糸川英夫、玉木章夫、斎藤成文、森大吉郎、野村民也、林友直、秋葉鏝二郎……と、綺羅星のごとき当時の工学の諸先生を思い出す。なお、斎藤先生はご壮健であり、林、秋葉両先生はめっちゃくちゃにお元気としかいいようがない。

私は糸川研究室の大学院生として、糸川先生のもとで動きだした人工衛星計画に最初から参画し、秋葉先生のご指導のもと、長友信人先輩の驥尾に付して、大いに実働した。大学院5年間ご指導を受けた私でさえ、糸川先生とはタッチ・アンド・ゴータ的な接触が多かったことを考えると、ご参集の私より若い大勢



内之浦宇宙空間観測所に建立された糸川英夫先生の銅像。
右側に見えるのは「おおすみ」の実物大モニュメント。

の方々ほとんどが、先生の訶咳に接する機会はなかったものと思う。それでも古強者に会える最後の機会かとも考えていたが、その意味での収穫はほとんどなく、今浦島の感に襲われた。もちろんこれは私個人の感傷であり、多くの方々に糸川先生のご事績を知っていただくのは、誠に有意義なことであろう。

銅像については、製作者の本郷寛先生のご苦心を伺ったが、美術的鑑賞眼皆無の私（一応、世界の有名美術館は義務的に巡ったが）としてはコメントを差し控えさせていただく。ただし、一般論として、銅像に似合う日本人は少ないのではないかと考えている。

最後に、宇宙開発の現状についての糸川先生のご感想が「あなた、まだやってるんですか」でないことを願っている。守成は草創よりも難し、ということもありますし、やってはいませんが気にはなっています。（松尾弘毅）

西田篤弘先生が文化功労者に

1992年に打ち上げられた磁気圏探査衛星GEOTAILをリードされ、宇宙研の所長も務められ、さらに宇宙研を退職された後は日本学術振興会やアジア地域での地球惑星科学研究の連携立ち上げなどの学術振興においても活躍された西田篤弘先生が、2012年11月、文化功労者に選ばれました。おめでとうございます。

西田先生は1960年代、地磁気のデータが唯一の手掛かりであった時代から、地球周辺の宇宙空間（地球磁気圏）を探求してこられました。宇宙時代の黎明期から衛星観測データの解析を開始され、1970～80年代から世界の舞台で磁気圏物理研究を牽引される役割を果たされました。そして、米国と協力する形でGEOTAILを立ち上げられました。その後、GEOTAILは全世界共同磁気圏観測網の中で重要な位置を占めながらさまざまな成果を出し、「世界で最も成功した磁気圏観測衛星の一つ」という評価を得ています。

GEOTAILは、日本の磁気圏コミュニティの多くのメンバーを世界の舞台へと送り出しました。その要因は、素晴らしい軌道と従来よりもはるかに高性能なデータが未知であったものを世界で初めて見せてくれたことにあった、といえるでしょう。また、そのポテンシャルの高さは、GEOTAIL以前には理論研究を



西田篤弘 名譽教授

11月11日、品川のイタリア料理店にてGEOTAIL 20周年記念パーティが国内外から100名強の参加者を得て開催された。そのオープニングで、サプライズ気味にお祝いをした際のスナップ。ちなみに、パーティはまるで同窓会のような感じだった。

めていた研究者もそのデータ解析研究へと引き込み、その結果、新しい視点からの研究の展開が生まれました。そして、魅力的なミッションを国際共同によって実現していくことをよとする雰囲気自然に醸し出され、「宇宙プラズマ」という、磁気圏そのものだけを研究の対象とするのではない、普遍的な問題意識が熟成される土壤が生まれました。

現在の太陽系科学研究系・宇宙プラズマグループは、ESAと共同しての水星探査計画BepiColomboを中心となって進めながら、NASA旗艦計画MMSへ観測機器を提供しつつあり、また、内部磁気圏国際観測キャンペーンに参加すべく小型衛星ERGを準備しています。さらに、JAXA国際ナショナルトップヤングフェローと一緒にNASA土星探査機Cassiniのデータを見つつ、ESAが主導する氷衛星探査計画に参加する機会を模索しています。これすべて、GEOTAIL（西田）DNAのなせるわざです。（藤本正樹）

上杉邦憲 名誉教授、「第36回Allan D. Emil記念賞」受賞

このたび上杉邦憲 JAXA 名誉教授は、宇宙探査に関する約40年にわたる長年の功績が認められ、「第36回 Allan D. Emil 記念賞」を受賞しました。上杉名誉教授は、宇宙探査の体系的な研究や推進技術、軌道力学などについて130を超える学術論文を執筆し、宇宙探査の分野に大きく貢献されました。

上杉名誉教授は、日本初の宇宙探査ミッションでハレー彗星を目指した「さきがけ」および「すいせい」、後の探査ミッションで多用されたスイングバイ航法を確立した「ひてん」、また二重月スイングバイ軌道をたどるよう設計された GEOTAIL、そして、NASA やオーストラリアとの国際協力をベースに世界初となる小惑星からの試料採取を成功させた「はやぶさ」など数々のミッションを率い、そして成功を収めてきました。

長きにわたって数々の宇宙探査ミッションに貢献する一方、上杉名誉教授は、研究所や大学での研究活動や工学実験なども実施し、より高度な衛星システムの開発にも貢献しました。

上杉名誉教授の宇宙探査にかける情熱はまだまだ衰えておらず、小惑星のみならず、土星の衛星エンケラドスからの試料採取に向けた取り組みにも関わっています。また上杉名誉教

授は、21世紀には宇宙は世間一般に広く開かれるべきとの信念をお持ちです。その第一歩として、北海道の大樹町に宇宙港を開設する構想の実現に向けて活動しています。

Allan D. Emil 記念賞の受賞は、単独日本人としては3人目です。また、昨年度には JAXA の白木邦明 技術参与が受賞していますので、2年連続での日本人受賞となりました。

この賞は、国際宇宙航行連盟 (IAF) の審査委員会により年1度の選考が行われ、宇宙科学、宇宙技術、宇宙医学、または宇宙法分野で顕著な功績を残した人物で、自国のみならず他国の1ヶ国以上の参加、もしくは宇宙科学のさらなる国際協力の可能性を促進させた人物に贈られる賞です。航空分野の黎明期に弁護士として活躍した Allan D. Emil 氏の功績を讃えて、1977年から始まったこの賞は、IAF では最も名誉ある賞となっています。 (ISAS ニュース編集委員会)



上杉邦憲 名誉教授

第1回「国際宇宙探査シンポジウム」報告

10月30日と31日に東京・大手町の経団連会館にて、「国際宇宙探査シンポジウム～人類の宇宙探査とその未来～」が開催され、日・米・欧・露の宇宙機関・企業・有識者が一堂に会しました。各国の有人宇宙探査の最新状況を知り、その意義・可能性について理解を深めるとともに、国内での有人探査の検討促進の契機とすることを目的としたもので、今回が第1回となります。

パネルディスカッションでは、NHKの室山哲也解説主幹の進行のもと、有人宇宙探査の意義や、国際宇宙ステーション (ISS) の次の有人計画、人命を尊重する日本文化の中での有人探査の在り方について、内閣府宇宙戦略室や文部科学省を含む国内外の有識者によって活発な議論が繰り広げられました。各国宇宙機関、企業の講演では、欧州企業からISS以降の有人探査に向けた将来システムの具体的なイメージが積極的に披露され、欧州における有人探査の躍動感を感じさせるものでした。また、無人宇宙船 Dragon の活躍が目覚ましい米国 SpaceX 社マツモ



パネルディスカッションでは活発な議論が繰り広げられた

リ上級副社長による講演では、最新の成果やビジネスモデル、将来計画の構想紹介に及び、民間企業による有人宇宙活動への期待感もあってか、会場の高い関心を集めました。

宇宙関係者以外から見た有人宇宙探査の意義について、東京大学の月尾嘉男名誉教授からご講演をいただきました。15世紀の大航海時代の探検の歴史とそれによって得られたもの

(例えばジャガイモ) は当時の探検家が予想もしなかった成果であったことを例に、探査を長期的な観点で捉えるべきとのご意見は、我々宇宙関係者にとり非常に示唆に富んだものでした。この講演は海外からの参加者の間でも非常に好評で、日本発のメッセージとして印象深いピックになったと思います。

今回のシンポジウムを通じ、ここ数年のうちに有人宇宙探査計画が動きだそうだという状況が確認され、宇宙探査の将来を占う上で非常に有益な機会となりました。シンポジウムの様子は「JAXA 相模原チャンネル」で録画映像を公開していますので、ぜひご覧ください。 (川崎一義)

「宇宙学校・とうきょう」開催

快晴の11月3日、東京大学駒場キャンパスで「宇宙学校・とうきょう」が開催されました。毎年会場が変わらない宇宙学校はここだけです。記録によれば、筆者が前回講師を務めたのは11年前でした。当時のことはあらかた忘れてしまいましたが、年配の方の質問に苦慮したことが記憶に残っています。集合時間の12時ごろに会場に着いて、控え室で講義の準備をしている間にもどンドン受講者がやって来ます。13時ちょうど、阪本成一校長先生のあいさつで、いよいよ宇宙学校の始まりです。1階席はぎっしり満席。2階席もほとんど埋まっている状態です。

1時間目、筆者はトップバッター。赤外線で見える星の話をしました。結構熱心に聞いていただけた、と手応えはあったつもりなのですが、続く安倍正真先生の小惑星探査の講義が終わって質問タイム。やはり「はやぶさ」にはかないません。一斉に挙がった手は、ほとんどが小学生くらいの子供たちです。質問は「はやぶさ」や「はやぶさ2」、さらに「はやぶさMk2(マークツー)」まで。前もって考えてきたのか、今思い付いたのか、みんな詳しいこと。答える方も必死です。なかなか順番が回ってこないものですから、必死でノートを振ったりカバンを振っ



今年もたくさんの子供たちが集まりました

たり自己アピール。

映画を挟んで2時間目は工学の先生方の授業です。丸祐介先生は宇宙旅行について。「1人200万円です宇宙旅行に行きたい人！」の問い掛けに、みんなの手が一斉に挙がりました。「みんなが宇宙に行けるようになるためには、宇宙に行くための用事をつくる必要がある」との言葉を、皆さんはどう受け取ったでしょうか？ 最後

の船木一幸先生の授業は、さらに夢の世界。隣の恒星ケンタウルス座αまで50年かけて（しかも片道切符！）行こう、ということなのですから。反物質エンジンまで登場してまるでSFのような世界ですが、「趣味」の研究とはいえ、このようなことを真剣に考えている研究者がいるのだ、ということ自体が驚きだったのではないのでしょうか。

終了時のあいさつでも言ったのですが、筆者はとにかく飛び交う質問（数十あった質問のほとんどは子供たちからのものでした。お一人、お母さん頑張りました）のレベルの高さ（講師をうならせる質問も多々）、そしてそれを伝えるしっかりした言葉に感心しました。理科離れだとか、学力低下とかいうことを聞きますが、日本の将来も決して悲観するものではないな、と強く思った文化の日の午後でした。（山村一誠）

「ギャラクシーラブ」開催

アートと宇宙科学に愛は生まれるのでしょうか？ 人が恋に落ちるには、フィーリング、タイミング、ハプニングの3つの「ing」が大切なようです。探究心と創造力においては、お互い引けを取らない素晴らしいものを持っている両者なので、おそらくフィーリングは良いはず。あとはタイミングさえ合えば、大宇宙と小宇宙のビッグバン（ハプニング）が起こって愛の結晶が出来上がるはずだと、壮大な想像を膨らませながら、「ギャラクシーラブ—科学もアートも宇宙がスキ—」（10月18日～11月25日）を企画しました。

実は相模原キャンパスのある相模原市は、橋本地区を囲むよ



展示作品の一つ

うに多摩美術大学、東京造形大学、女子美術大学や桜美林大学の総合文化学群があり、多くの美大生が活動しています。それらの美術系大学との連携でアートによる取り組みを行っているのが、相模原市の「アートラボはしもと」です。今回JAXA宇宙研の協力のもと、さまざまな人たちが創り上げる宇宙の形を紹介しました。

女子美術大学日本画研究室によるイトカワの分析データをもとに地球の鉱物を混成したイトカワカラーの作成や隕石を顔料として描いた小作品の展示、JAXAが作成した指示書をもとに地元の県立弥栄高校などが自由な発想で衛星模型を制作した人工衛星のデザインコンクール、「はや

ぶさ」プロジェクトからインスピレーションを受けた桜美林大学の学生有志による展示、などが行われました。2014年に芸術衛星の打上げを予定している多摩美術大学では、会期中に公開授業をしながら、ミウラ折りや衛星の軌道データから着想を得た作品の制作をアートラボで学生が行いました。ほかにも、市民サークルによる星の観測会や、企画段階からいろいろなアドバイスをいただいた宇宙研広報担当の高木俊暢氏を招いての

トークショーなどを行いました。

学生や市民の反応からビッグバンが起こったとは正直言い難いのですが、目線を合わせるくらいの機会にはなったと思います。なにせ愛を育むには時間がかかるものです。今後お互いの魅力に気付いてもらう機会を用意して、ご近所同士だからこそ持続可能な関係を築いていけたらと思います。

(アートラボはしもと／加藤 慶)

外部評価委員会開催

10月24日と25日に宇宙研の学術研究に対する外部評価委員会が開催されました。海外からの委員としては、米欧に加えてロシアと中国からも来ていただきました。大学共同利用機関時代を含めると、外部評価は1993年、2001年、2007年に続いて4回目です。大学共同利用機関であった最初の2回は、機関評価としての位置付けでした。2004年のJAXA発足後、宇宙研の活動(学術研究と宇宙科学プロジェクト)は毎年、独立行政法人評価によって評価されています。しかし学術研究はより長い時間尺度で評価する必要があることから、中期計画期間の最終年度に世界の有識者による外部評価を実施することになっています。

今回の外部評価はほぼ1年前に準備を始めました。2012年1月に委員候補決定、4月に宇宙研の研究成果をまとめた「ISAS report」の執筆を研究者の皆さんに依頼、8月の初めにそれを委員の方々に発送、委員の方々からは9月末までに第1次評価書を送付いただきました。

外部評価委員会の開催初日は、九州大学名誉教授の八坂哲雄教授と米国イェール大学宇宙物理センター長のUrry教授がそれぞれ委員長と副委員長に選出された後、宇宙研からプレゼンテーションを行いました。プレゼンテーションの最後のポスターセッションは前回と違って予定通りの時間を取ることができ、若手研究者と委員の間の活発な議論が繰り広げられました。2日目には質疑応答と委員同士の議論が行われ、評価報告書主要部分の案をまとめていただきました。宇宙研の学術研究・大学院教育・広報活動に対して「excellent」との評価をいただきました。世界的に経済が厳しい状況の中でどのように宇宙科学研究を発展させるべきであるのかの重要な示唆をいただきました。

まだ報告書のまとめが残っていますが、外部評価に基大なご協力をいただいた推進部の皆さま、研究者の皆さま、そして委員の皆さまにこの場をお借りしてお礼申し上げます。

(満田和久)



外部評価委員会で議論する委員たち

ロケット・衛星・大気球関係の作業スケジュール(12月・1月)

	12月	1月
ASTRO-H		システム振動試験(筑波)
小型科学衛星		フライトモデル総合試験(相模原)
BepiColombo		フライトモデル総合試験(相模原)
はやぶさ2	機械環境サーベイ(構造機能)試験(相模原)	機械環境サーベイ(構造機能)試験(筑波)
イプシロンロケット		モーションテーブル試験(相模原)
S-520-28号機	フライトオペレーション(内之浦)	

イプシロンロケットが拓く 新しい世界

第12回

運用と施設設備

④ 発射装置

小野哲也

イプシロンロケットプロジェクトチーム



イプシロンロケットでは、内之浦宇宙空間観測所の既存設備を最大限活用することを地上系の整備ポリシーの一つとしています。発射装置（M整備塔/ランチャ）も例外ではありません。既存のM型ロケット発射装置は、歴代のMシリーズの組立て・発射に使用され、数々のロケットの旅立ちを見送ってきた内之浦のベテラン設備です。今回は、この歴史ある発射装置をイプシロン対応に改修する概要を、代表機能の紹介とともに説明します。

ロケット組立て支援機能

●天井クレーンの増強

M-Vの1段ロケットは2セグメント分割方式でランチャ上へセットしていましたが、イプシロンの1段ロケットは1本モノです。これにより、ロケットつり上げ質量がおよそ倍になるため、整備塔の天井クレーンを50トンから「100トンクレーン」へ換装します。新しい100トンクレーンでは低速モードの巻き上げ・巻き下げ速度を大幅に小さくすることで、ロケット・ペイロードのハンドリング加速度を緩和しています。

●作業フロアの追加

イプシロンはM-Vに比べ、全長が約5m短いため、整備塔内でロケットにアクセスするフロアレベルが異なります。そのため、既存の6, 7, 8階上に新たに「アクセスフロア」を整備し、各作業に対応できるようにします。

ロケット・ペイロード環境保持機能

●空調移動車の使用

イプシロンでは、ペイロードの環境向上を目的に、M組立室からM整備塔への頭胴部の移動時にも連続した空調送風を行います。これを実現するため、空調装置は自走式のフェアリング空調移動車（空調車）No.2を使用します。空調車は頭胴部のつり込み以降も使用できます。空調車は12月に種子島から内之浦へ輸送します（ちなみに空調車No.1は種子島のH-IIA/Bで使用しています）。

ロケット垂直発射機能

●ランチャブーム俯仰機構の改修

イプシロンは歴代Mシリーズの斜め発射方式から一転、垂直発射方式を採用しています。ランチャブームは、打上げ前のランチャ旋回後にロケットと反対側に5度退避し、所定のパッドクリアランス（風などの外乱でブレながらリフトオフしてもランチャに接触しないための距離）を確保します。ロケットと反対側に5度傾けることは現状のランチャではできないため、リンクポイントの変更や俯仰シリンダのストローク調整を行います。

●機体転倒防止装置の整備

イプシロンでは垂直発射方式への変更に伴い、ロケット自立期間中に地震が発生した場合に対応して、転倒を防止する目的で「機体転倒防止装置」を整備します（Mシリーズではロケットがラ

ンチャブームのガイドレールにぶら下がっていたため必要ありませんでした）。機体転倒防止装置は1段ロケットの下端フランジとそれに接するランチャの「シュラウドリング」を油圧シリンダでクランプ支持する方式です。これにより、前述のランチャブームの挙動に関係なく、支持することが可能です。機体支持装置は打上げ5分前に発射管制室からの遠隔操作で解除する計画です。

アンビリカル離脱機能

●フライアウェイ方式のアンビリカルシステムの整備

「アンビリカル」はロケットと地上系をつなぐ「へその緒」という意味です。フェアリング系のアンビリカルは、Mシリーズでは打上げ5～10分前に空調ダクトを切り離していましたが、イプシロンではロケットの上昇とともに離脱するフライアウェイ方式としました。「キャッチングネット」をランチャブームに設置し、離脱したアンビリカルキャリア（地上に残る側）を優しく受け止めます。

遠隔操作監視機能

●遠隔操作監視端末の整備

イプシロンでは、宮原地区の発射管制室（新築）から打上げ時の発射装置を操作監視します。この「遠隔操作監視端末」にはタッチパネルを採用しました。ATMでお金を下ろす感覚で発射装置の操作監視が可能です。

打上げ時燃焼ガス偏向・排出・音響低減機能

●煙道の整備

イプシロンでは、リフトオフ直後の音響環境を低減し、ペイロードの乗り心地を改善します。そのために、「煙道」というトンネルを整備します。煙道はランチャ側煙道と地上側煙道に分かれ、ランチャ旋回後の発射位置で重なり合い、所定の形状を形成します。煙道形状の設計に当たっては、能代ロケット実験場で小型モータを用いた音響環境計測試験を行いました。（おの・てつや）

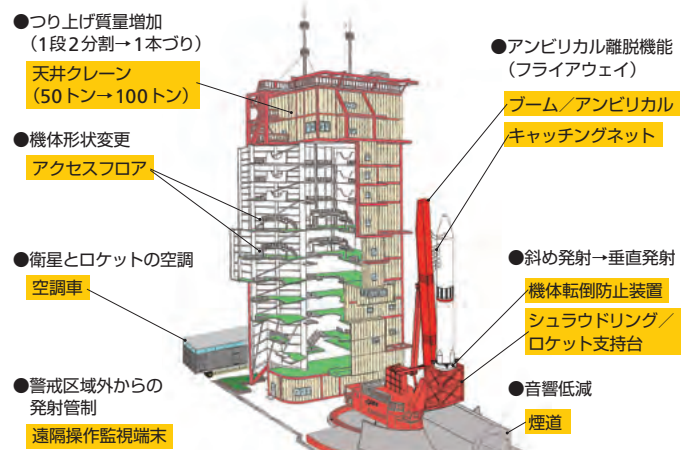


図 イプシロン用に改修後の発射装置

改修項目

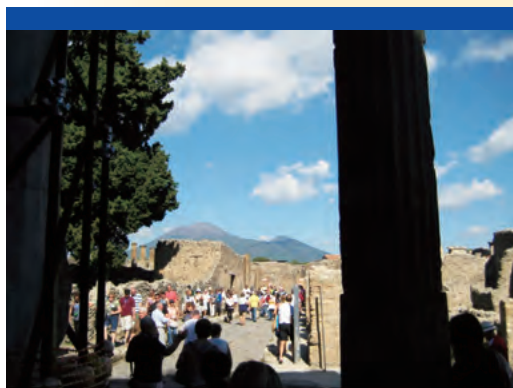
アーヘンからナポリへの紀行

宇宙機応用工学研究系 専任教授 佐々木 進

9月末から10月初めにかけて、ドイツのアーヘンとイタリアのナポリに出掛けました。当初ナポリでの国際宇宙航行連盟（IAF）の国際会議のみに出席する予定でしたが、JAXA大学・研究機関連携室の仕事でアーヘン工科大学との連携協力協定の締結式にも出席することになったのでした。

最初に手配していたイタリア往復の航空機の予約を生かすため、ドイツへの移動はイタリアからの格安航空便を使用しました。ケルン着が21時すぎでそのまま中央駅から列車でアーヘンに行くという少し危ういスケジュールでしたが、飛行機が大幅に遅れ、結局ケルン空港に着いたのが0時ごろ。ターンテーブルの出口に陣取り旅行かばんを最短時間で回収して、タクシーに飛び乗りました。時間がないので最速でケルン中央駅へとお願ひしたら、親切過ぎるほどの運転手さんで、レーサー並みの猛スピードで駅に着きました。ホームを走って何とか0時15分発の最終1本前の列車に駆け込みました。さすが深夜の鈍行とあって乗客は少なく、ビール瓶などが散らばった宴の後の殺伐とした列車で、1時すぎにアーヘンに着きました。夜分なのに連携室の大関さんが迎えにきてくださり、やっとホテルにたどり着きました。

次の日はアーヘン工科大学長とJAXAの立川敬二理事長との連携協定の締結式があり、その後は大学の先生たちと連携を具体化するための立食形式の懇談会が持たれました。先生たちからJAXAや日本の大学の研究者の名前が次々と出てきて、日本のこの分野の研究者の国際的な活躍をあらためて認識しました。雑談では、やはり福島につながるエネルギー問題が話題となりました。脱原発志向のドイツにもいろ



ポンペイ遺跡からヴェズヴィオ火山を望む

いろな意見があるようでしたが、大学のレベルでもエネルギーの問題に真剣に取り組んでいることがよく分かりました。私の専門の宇宙太陽光発電は「What's that?」と言われることがほとんどですが、今回は詳しい方がいて、鋭い質問を受けてたじたじとなる場面もありました。

次の日のナポリへの移動は、またまた飛行機がかなり遅れました。格安はうれしいことですが、余裕のない機体運用のためよく遅れるようなので、到着後接続があるような場合は避けるようにしましょう（教訓）。ナポリでも到着が遅くなったのでタクシーでホテルに向かいました。急いでくれとは言わなかったのに、目を覆いたくなるほどのスピード感で疾走し、規定の倍の運賃を何とか少しだけ値切ってホテルに入りました。風光明媚な海岸沿いにあるホテルでしたが、地下鉄などの駅からは遠く、西の郊外にある会場のモストラ・ドルトレマーレ（見本市会場）には、分かりづらい路線バスで通うことになりました。時折超満員となるバスでは名物といわれているスリが気になりましたが、大丈夫でした。バスの刻印機が故障していて慌てふためいていると、そのような場合は自分で乗車時間を記入するのだと乗客が教えてくれました。外国で路線バスに乗るのは面倒なものです。バスの中では人々の小さなドラマが次々と演じられ現地の生活を垣間見ることができるので、名所見物とはまた違った面白さがあります。

今回のIAFの会議での大きな話題は、会長にJAXAの樋口清司副理事長が選出されたことでした。会議では以前にも増して中国の方々が目立つようになり、全体としてアジア圏の存在感が高まった印象がありました。ヨーロッパでの開催ということもあり、全体で3000人以上の参加者があったようです。会場も広く、緻密とはいえないまでも予想を超えてよく組織された国際会議でした。さすがピザの国で、会場にも窯付きのピザ店があり大人気でしたが、連日ピザを食べているうちに後半は飽和してしまいました。私自身は主に宇宙電力関係の会合やシンポジウムに出席しました。宇宙電力シンポジウムでは今年初めて若手論文賞が設けられ、投票の結果、「宇宙からの電力ビームのエネルギーで台風の進路を変える」というユニークな検討を行ったJAXAの若手グループが選ばれました。

会議の合間を縫ってポンペイ遺跡ツアーにも参加しました。ヴェズヴィオ火山を背景に遺跡を眺めると、当時の繁栄と突然の悲劇がまざまざと実感されました。出張の直前たまたま東北を訪問する機会があり、自然災害の生々しい厳しさについて映像や読み物では得られないような共通の感慨がありました。東北、アーヘン、ナポリと引き続いての出張で慌ただしい日々でしたが、感じることの多かった2週間でした。

（ささき・すすむ）



盧生一炊の夢

木部勢至朗

研究開発本部 未踏技術研究センター
特任担当役

3月に定年を迎え、川口淳一郎先生からアストロダイナミクスシンポジウムで何か若い人たちに向けた話を、との依頼を受けた。皆さんのレッスンス・ラウンドにでもなればと思ひ、お引き受けした。しかし、役に立つかどうかは各自の研究者、個人としてのスタンスや人との出会いに大きく左右されるので、オーガナイザーの意図に沿った話ができただろうか、はなはだおぼつかないものとなった。「盧生一炊の夢」を気取って、30年以上にわたる自分の研究者、組織人としての活動を振り返りお話ししたのだが、時間の都合で十分伝えられなかったことも多かった(実は、講演時間を大幅に超過し、皆さんの昼食時間を大幅に減らしてしまったのだが……)。講演後、よほど掲載原稿にお困りだったのだろう、久保田孝先生からこの「いも焼酎」に寄稿を依頼されたので、その伝えなかったメッセージを補足するためにもお引き受けすることにした。

はなはだ個人的な経験をお話した中に、比較的一般化したメッセージを2つ含めたつもりであった。一つは、どうせやるなら「世界のありようを変えるようなシステム」に取り組もうではないかということである。例えばGPSである。このシステムは、もともと軍事的要求によって開発されたものではあるが、その後開発当初は思ってもいなかった利活用が考案され、我々の生活を画期的に変化させることになった。今やGPSなしの生活は成り立たないと言っても過言ではないだろう。一生の仕事として取り組むなら、こんなテーマを追求してみたいものである。

今、即座に思い付く宇宙開発の夢のシステムとしては、「スペースプレーン」「宇宙太陽光発電衛星」「宇宙エレベーター」といったところであろうか。いずれもすぐ実現に結び付く代物でないことは重々承知の上で、ライフワークとして長期的に取り組んでみてはどうかだろうか。いずれも原理的・技術的に根本的な破綻があるとは聞いていない。このような長期的テーマに取り組むかどうかは、

基本的には研究者の心構えの問題であると思われるが、そんな夢のような話を追求することを許容する雰囲気・組織風土の問題でもある。皆が夢を語り、それを許容するようなJAXAになればいいと期待している。

もう一つのメッセージは、問題と取り組むときは、何が問題の本質なのかを十分検討して、重要な問題から手を付けるべきであるということである。浅学非才の身で、あまりに一般化するものはばかれるので、私の直近の専門であるスペースデブリについてイメージを具体的に示すことにする。

デブリ問題の重要性・緊急性については十分ご理解いただいていると思うので、ここで繰り返すことはしないが、要すれば、いまだ道半ば、根本的な解決に向けてはやらなければならないことが山積している状況にある。その山積する技術課題の中で、デブリの問題を解決するために、何が一番緊急で効果的なのかを考えるのである。やればそれなりの成果が出そうなこと、できそうなこと(過去のバックグラウンドから論文が書けそうなことなど)というようなクライテリアではなく、何



筆者近景

が本質的に重要で緊急なのかに思いを致すのである。もし結論として出てきたテーマがよしんばまったく自分の専門外であったとしても、問題意識を共有するその分野の研究者を引き込むなり、自分自身で新しい分野に挑戦するなりして、当該問題の解決に向けて何らかの貢献は可能であろう。ちなみに私自身が考えているデブリ問題における最重要課題は以下の3点である。

①我が国としての観測網の在り方と必要となる技術の研究開発

ご存じのように、軌道上デブリ環境の観測・データベース化は、世界的にもっばら米国のSpace Surveillance Network (SSN) に依存している。Space Situation Awareness (SSA) というデータ共有化の動きもあるものの、我が国として持つべきデブリ観測能力とはいかなるものかを真剣に議論する必要がある。

②ケスラーシンドロームへの対応、デブリ除去
デブリ同士の衝突によるデブリの自己増殖現象(ケスラーシンドローム)への対策は待たなしの状況であり、デブリ除去に必要な技術開発を加速するとともに、除去ストラテジー、世界の共同除去作業実施体制の議論を早急に進めるべきである。

③地上落下安全の確保

一応、現行のデブリ発生防止基準では落下傷害確率は1万分の1以下と規定されており、それなりの安全性は担保されつつあるものの、昔打ち上げられ軌道に現存する数千個のロケット上段、あるいは現用のロケット上段機体の大多数についても、この基準の順守は困難であると聞いている。何とかしなければならない。

以上、いろいろ述べてきたが、筆者の思い入れのいくばくかでも読者の心に響けば、望外の喜びである。ただ、それは筆者の見識・筆力によると同時に、読者の心構えの問題でもあるのだが……。皆さんの健闘を期待している。(きべ・せいしろう)

「あけぼの」から知っている——その経験を活かします

BepiColombo プロジェクトチーム
山下美和子

——今年6月、非常勤の招聘職員として宇宙研の一員となりました。今、どのような仕事をしているのですか。

山下：2015年8月打上げ予定の水星探査計画BepiColomboのMMO(水星磁気圏探査機)の地上系システムの取りまとめを担当しています。地上系システムとは、衛星や探査機が今どういう状態にあるのかを把握したり、衛星に指示を送ったり、衛星が観測したデータを受け取ったりするものです。地上系システムは各衛星に共通した部分もありますが、目的や特性、搭載している観測機器に応じて衛星ごとに構築する必要があります。

——宇宙研に入る前は？

山下：富士通系の会社の社員として、1989年に打ち上げられた磁気圏観測衛星「あけぼの」に始まり、工学実験衛星「ひてん」、太陽観測衛星「ようこう」、小惑星探査機「はやぶさ」など、宇宙研のほぼすべての衛星の共通QL(クイックルック)の作成を担当してきました。QLとは地上系システムの一つで、衛星から送られてきたデータをリアルタイムで表示するシステムです。

——どういう経緯でその仕事に就いたのですか。

山下：高校のころコンピュータが一般的になり始め、最先端技術で面白そうだと思い、職業訓練校で電子計算機を学びました。そして都築ファコムセンター(現 富士通エフ・アイ・ピー・システムズ)にシステムエンジニアとして入社したのです。入社後、宇宙系と事務系の部署があるという説明を受けました。宇宙系は大変そうなので事務系を希望したのですが、宇宙系に配属されてしまったのです。入社2年目の1988年から宇宙研の仕事をしています。

——宇宙に興味はあったのですか。

山下：まったくありませんでした。衛星は「ひまわり」しか知りませんでした。そんな状態で現場に投げ込まれ、上司や宇宙研の先生に怒られながら、必死で仕事を覚えていきました。今の私を知っている人には信じられないかもしれませんが、当時の私は引っ込み思案で、男の人とは話もできないほどでした。職場は男性ばかりで、拘束時間も長い。普通のOL生活を夢見ていた私は、3年と持たないだろうと思っていました。

——にもかかわらず、25年以上にわたって続けられた理由は？

山下：衛星の打上げを経験してしまったからだと思います。衛星は宇宙研やメーカーの人たちがみんなで協力して何年もかけてつく



やました・みわこ。1967年、東京都生まれ。神奈川総合高等職業訓練校電子計算機科卒業。1986年、(株)都築ファコムセンター(現 富士通エフ・アイ・ピー・システムズ)入社。2012年より現職。

り上げていきます。私は、その様子を間近で見えています。その衛星が宇宙に旅立っていくのですから、ものすごい感動です。そして衛星からのデータが共通QLの画面に初めて現れるまではドキドキです。あの感動と緊張感はこの仕事をしていないと味わえないと思い、

やめられなくなってしまうのです。そして気が付いたら性格まで変わり、打上げのときは宴会副部長として歌と踊りでプロジェクトの士気を盛り上げています。

——印象に残っている衛星は？

山下：つらい思い出なのですが、2000年に打上げに失敗したASTRO-Eです。みんなでつくり上げてきたものが一瞬でなくなってしまった。とてもショックでした。その失敗がきっかけとなり、宇宙研とメーカーといった組織を超えた結果が強まりました。2005年に行われた再製作機のX線天文衛星「すざく」の打上げは、必ず成功させるという強い思いで臨みました。

いい意味で印象に残っているのは、1990年打上げの「ひてん」です。月に落下させてミッションを終了する直前、きれいな月の写真を送ってきてくれました。最後まで一緒にいられた、と感動しました。「はやぶさ」ではないの？と、皆さんは思うかもしれませんが、確かにカプセルの電源が入ったことが共通QLに表示されたときには、感動しました。でも、はやぶさ君には苦勞させられたなあ、という思いの方が強かったですね。

——地上系システムの魅力は？

山下：地上系システムは、宇宙に飛び立っていった衛星と会話するただ一つの手段である、という点ですかね。地上系システムにトラブルがあったら、衛星がどんなに素晴らしい観測をしても、そのデータを手にすることはできません。上司からは「地上系システムは、衛星に迷惑を掛けてはいけません」と教え込まれてきました。失敗は許されないのです。それは、これからも心に刻んでいきます。

宇宙に関わる仕事がしたいと思いつけている人がたくさんいる中、私がこの仕事をやっていていいのかと思ったこともあります。そんな私が唯一誇れるものがあるとしたら、宇宙研の衛星をずっと見てきたという経験です。その経験を活かして、これからの宇宙研の衛星も全部やりたい！そう思っています。

ISAS ニュース No.381 2012.12 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ビア 制作協力/有限会社フォトンクリエイト

編集後記 2012年も残すところあとわずか。皆さんにとってどんな1年だったでしょうか。「ISASニュース」は、ホットなニュースをいち早く皆さんにお届けすべく、来年も頑張ります。2013年が良い年でありますように。(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。

R100 古紙配合率100%再生紙を使用しています

