



ISAS ニュース

宇宙科学研究所

1999.12 No.225

皇太子殿下同妃殿下行啓時の御様子（本文記事参照）

所長の任期を終えるに当たって

所長 西田 篤 弘

来年1月半ばで所長の任期を終え、宇宙科学研究所を去ることになる。私の能力を越えた大任を与えられ任務を果たすことができるかどうか不安を抱きながら就任したのであったが、内外の協力を得てどうにか役目を果たすことができた。この事に対し、なによりもまず所員各位やお世話になった方々へ御礼を申し上げたい。日本の学術研究も宇宙開発も大きな転換期を迎えているこの時期に宇宙科学研究所を去るに当たって、当研究所の将来の課題について思うことを記してみた。

客観的に見て日本の宇宙科学が着実に前進していることは確かである。科学衛星打ち上げ用固体燃料ロケットの開発は東大時代からの大きな遺産であるが、その一層の努力が実を結んで平成9年2月にM-V初号機の打ち上げを実現することができた。続いて平成10年7月にも打ち上げに成功しM-Vは標準機としての地位を確立した。M-Vによる科学衛星・探査機の打ち上げによ

て日本の宇宙科学の地平は大きく広がった。すなわち「はるか」は世界で初めて電波天文学における宇宙空間VLBI観測の道を拓き、「のぞみ」は惑星科学への本格的な取り組みである。一方、それ以前に打ち上げられた「あけぼの」、「ようこう」、「ジオテイル」、「あすか」などはそれぞれの分野で国際的に宇宙科学研究をリードする成果をあげている。

このように宇宙科学研究所は固体燃料ロケットの開発、科学衛星・探査機の開発と宇宙理学研究において着実に成果をあげ、NASA、ESAと並んで最先端の宇宙科学研究の一翼を担っている。このことは本年11月に開催したIACG、日-ESA会議、NASA-ISAS会議でも実感したところであった。しかし諸般の情勢を見るとき日本の宇宙科学の将来を単純にこの延長線上で考えることはできないと思わざるを得ない。それには内在的な理由と外的要因とがある。

内在的な理由の第一は、観測計画が持つべき学術的

水準がますます高まっていることである。日本の宇宙科学は世界の第一線にあるが、第一線における国際的な競争は熾烈である。その中で意義のある業績をあげ続けて行くためには、研究テーマの設定が鍵を握る。斬新なアイデアによって宇宙科学の新しい局面を切り開く観測を企画し、長期的なシナリオによって目的を達成させて行かねばならない。当然のことながらミッションは学術的意義に基づいて厳選されるべきである。

研究目標の高度化は技術の高度化を求める。太陽系探査のためには衛星の小型化・軽量化と極限環境に耐える機器の開発をすすめる必要があり、探査機の自律化技術も開発が急がれる。天文観測のためには大型展開構造物の技術が重要であり、また複数衛星を用いる観測技術の開発も必要である。その重要性に比べ現在の技術開発体制はきわめて不十分であり、強力なてこ入れを必要としている。

外的要因は国際情勢の変化である。チャレンジャー事故後の雌伏期間にNASAは新しい構想によって技術開発を進めてきたが、その努力がすでに実を結び、米国の経済力の強化と相まってNASAの力量と他機関の格差が再び広がってきた。これに伴い米国は宇宙科学においても自国中心の世界体制を志向しているように見える。日本の宇宙科学の主体性の確保は従来にも増して心すべき課題となっている。

将来に向かって宇宙科学研究所が日本の宇宙科学の中枢研究機関としての役目を果たしてゆくためには、優れたシナリオを長期的視野のもとに策定し、研究計画を計画的に進展させることが重要である。そのようなシナリオ作りの重要性はもとより我が国に限られるものではなく、NASAやESAではstrategic planningを強化している。今後宇宙科学研究所が国際協力を主導的に進めてゆくためにはこのplanningの段階で他機関との交流を日常的に行い、我が国の宇宙科学研究に資する国際協力が確実に行われるように情報交換と意見表明を積極的に進めて行く必要がある。このような交流が効果を持つためには日本の宇宙科学者が描くシナリオの質が高く、説得力のあるものでなければならないことは勿論である。

一方、国内の学術研究体制に目を移すと、行政改革の一環として政府機関の独立行政法人化が始められ、国立大学と大学共同利用機関もその対象としようとする動きがある。しかし既に制定された通則法による独立行政法人は大学や共同利用機関のように自ら企画を行う組織にはふさわしくない組織形態であると思わざるを得ない。このことに関しては9月に全職員に状況



説明を行ったが、その後も共同利用機関所長懇談会が対応を協議しており、国立大学協会と足並みを揃えながら年度末に向かって結論を出すことになるものと思われる。

大学・大学共同利用機関の制度改革における基本的な原則は、「学問の自由」の精神を踏まえ、学術の教育・研究の推進に資するものでなければならない、ということである。独立行政法人の問題点の一つは、中期計画と評価に関する規定である。大学・大学共同利用機関といえども計画的に運営され客観的な評価を受けるべきであることは当然であるが、学術研究の計画や評価はそれにふさわしいシステムによって行われなければならない。宇宙科学研究所の場合、研究計画の策定・評価および管理運営等は、すでに評議員会、運営協議委員会、宇宙学委員会など内外の研究者・有識者によって構成される組織によって行われており、評価についてはさらに国内のみならず国外の研究者をも含む第三者評価委員会で国際的な観点から実施されてきた。制度改革はこのような実績を踏まえ、それを生かすものでなければならない。

行政改革に関わる今後の検討において、宇宙科学研究所は共同利用機関の一員として行動すると共に、宇宙科学研究の特徴に即した組織の構想を描いて行くことも重要である。大型で国際的規模の研究を行う宇宙科学研究所には独特の性格があり、国内外の宇宙開発機関との連携協力が緊密である。このような活動を円滑にし、発展させる方向での体制強化が望まれる。また、言うまでもなく、大学共同利用機関として大学の研究者との一体性は宇宙科学研究所運営の根幹をなすものであり、これを法的に位置付けることが必要である。

科学衛星や探査機による宇宙や太陽系の研究は古来人類が抱いてきた謎を解きあかす知のフロンティアであり、21世紀の宇宙開発において宇宙科学の占める重要性は一層高まるであろう。しかし好むと好まざると

に関わらず宇宙科学は宇宙開発の一環としての位置を占めている。宇宙開発は政治・経済・外交を包含する巨大な国家的事業であり、もし宇宙科学者が積極的にリードしなければ宇宙科学の進路が他の要因によってゆがめられる恐れもないわけではない。宇宙科学の前途は明るい、行政改革や国際情勢の変化を含むさま

ざまな状況のもとで広い視野を持ちながら、科学の論理を貫く姿勢が肝心だと思う。内外の状況を新たな発展の契機として生かし、宇宙科学研究所が21世紀に向かって大きく飛躍することを期待する。

(にしだ・あつひろ)

〈研究紹介〉

リチウム二次電池材料の研究

九州大学機能物質科学研究所 山木 準 一

1. はじめに

リチウムイオン電池は、軽くて長時間使用できるという特徴を生かし、携帯電話やノートブックパソコンなどに広く用いられている。携帯機器には充電して何度も繰り返し使用できる電池が使用され、このような電池は二次電池と呼ばれる。図1に二次電池のエネルギー密度比較を示す。電池重量当たりでは、リチウムイオン電池がニカド蓄電池やニッケル水素蓄電池に比べて大きなエネルギー密度を持つ事が分かる。また近年、リチウムイオン電池は電気自動車や電力負荷平準化のための大型化の研究も盛んに行われており、宇宙用としての期待も大きい。それでは、どうしてリチウムイオン電池がこのような特性を持つのか、作動原理を紹介する。

2. リチウムイオン電池の作動原理

電池が作動するには、図2に示す様に、正極と負極を電解液に浸す事が必要である。充電時には、外部から電流を強制的に流すことで、正極の結晶の中にあつたリチウム原子をリチウムイオンとして電解液中に放出させ、同時に電解液中のリチウムイオンを負極の結

晶の中に挿入する。放電はこの逆反応で、負極中のリチウム原子が正極中にもどり、負極で発生する電子が外部回路で仕事をして正極に戻る。リチウムイオン電池が他の電池に比べて大きなエネルギー密度を持つ最大の理由は、他の電池電圧が1.2Vなのに対して、3.6Vと3倍もの高い電圧を実現している為である。この様に、電圧が高いと電解液が電気分解するため水溶液は使用できず、非プロトン性有機溶媒電解液が用いられる。

実際の電池は金属箔上に電極材料を薄く塗布してポリマーで固めた電極シートが用いられ、図3のように正極シート・セパレータ・負極シートを交互に重ね、巻取った構造になっている。

3. もっと良いリチウムイオン電池を実現するには

より良い電池実現には高エネルギー密度などの性能だけではなく、価格の低下や安全性の向上、廃棄時に環境を汚染しない事などを総合的に考える必要がある。

3.1 新規正極材料

市販電池には正極材料として主に LiCoO_2 が使用されているが、一部ではスピネル構造の LiMn_2O_4 が使用

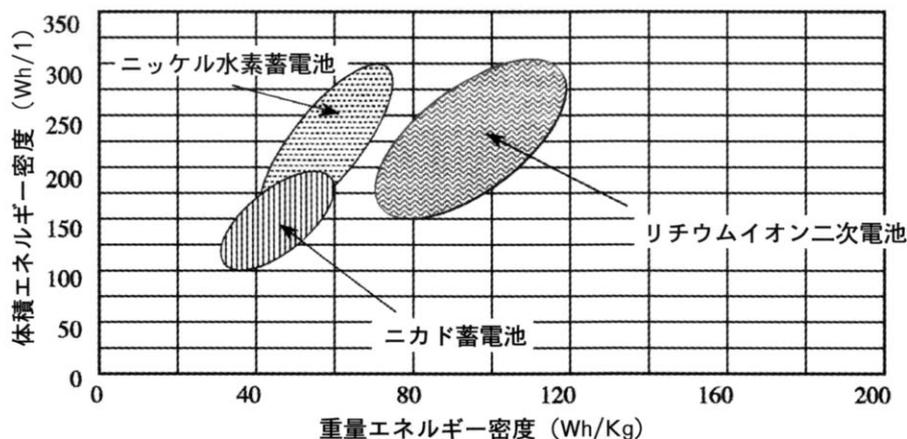


図1 各種小型二次電池のエネルギー密度

されている。LiMn₂O₄の特徴はLiCoO₂に比べて安価であり、また発火などの安全性に優れている点である。しかし、45℃以上では、自己放電が激しく充放電寿命も低下する欠点があり、多くの改良研究がなされている。その他、LiCoO₂と同じ結晶構造を持つLiNiO₂の使用が検討されている。この正極活物質はエネルギー密度の増加が期待できる興味深い材料であるが、発火などの安全性に問題があり、当研究室でも改良研究を行っている。また、当研究室では、酸素原子の代わりにSO₄²⁻やPO₄³⁻、MoO₄²⁻などのポリアニオンを用いたFe₂(SO₄)₃などを正極に用いる事で、高価なCoを代わりに非常に安価で環境にやさしいFeなどが使用できないかを検討している。

3.2 電池電圧の理論検討

電池の電圧および取り出せるエネルギーは放電に伴う電気化学反応による正極と負極のエネルギー変化に関連し、エントロピー関連の発熱・吸熱で生じる電池外部との熱の出入りも考慮する必要がある。エネルギー保存則が成り立つため、上記のエネルギー変化より電池から取り出せる最大エネルギーを求める事が出来る。しかし実際には、電池電圧を理論的に予測する事は困難であるため、当研究室では正極と負極の結晶構造からクーロンポテンシャルを考慮して電池電圧を理論的に求める方法を検討している。新しい正極材料や負極材料を探索していく上で、電圧を予測する事は重要な手がかりを与えらると思われる。

3.3 電解液

最近では5Vもの高い電位を持つ正極材料の発見も報告されており、電解液の酸化分解が問題となる。酸化分解電位の測定値が研究者により大きく違う事から、当研究室では、酸化分解電位の意味や測定法を研究しており、さらには高電位に耐える新電解液材料の発見を検討する予定である。電解液は水分の混入をさける必要があり、図4の乾燥アルゴンを満たしたグローブボックス中で実験を行っている。

3.4 安全性

リチウムイオン電池は他の電池が水溶液の電解液を使用しているのに対して、可燃性有機溶媒の電解液を用いている。内部短絡などで電池温度が上昇すると、特に過充電時に、これが引き金となって様々な材料の熱分解が発生し、電池の発火につながる。特に電池が大型化すると電池内発熱で上昇した電池温度が外気による自然冷却で低下しにくくなるため、安全性の確保は慎重に検討する必要がある。実際の携帯電話などの電池パックには過充電保護の電子回路が入っており、安全性を保証しているが、使いやすい電池実現および大型化のために、安全性の改良は重要な研究テーマである。当研究室では、これらの発火にいたるメカニズムの検討を行うとともに、電池構成材料の熱分解開始温度の測定を行い、高温でも熱分解しない電解液材料・正極材料・負極材料を発見するための基礎研究を行っている。

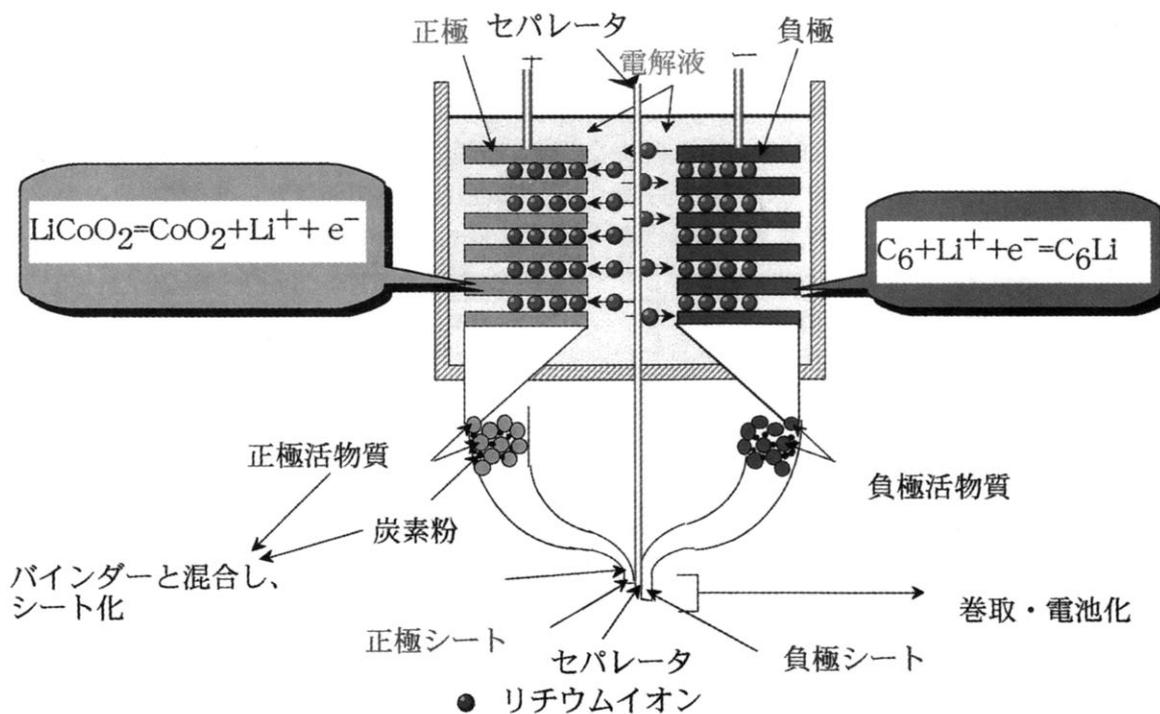
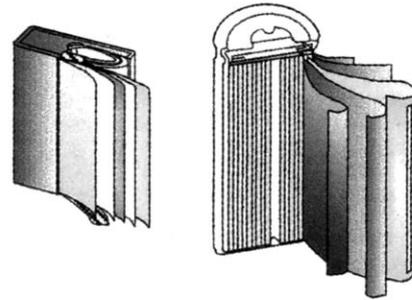
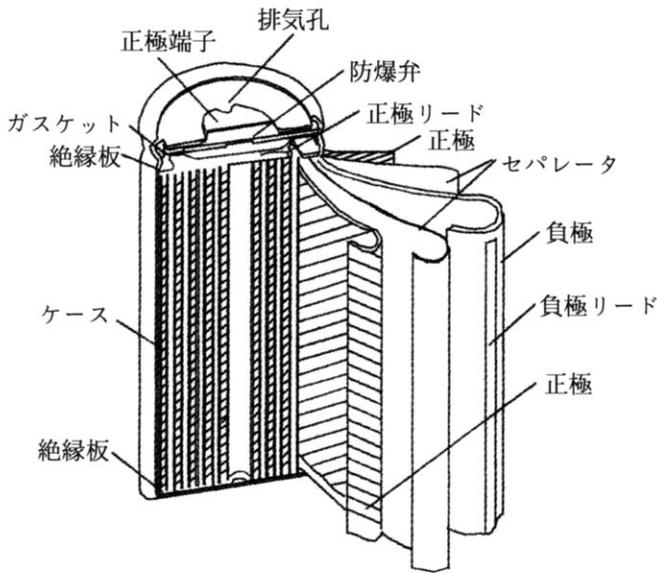


図2 リチウムイオン電池の動作原理



角形電池

円筒型電池

図3 リチウムイオン電池の構造

4. おわりに

リチウムイオン電池は世界に先駆け日本で最初に実用化された電池であり、日本をはじめアメリカ・ヨーロッパ・韓国・中国でも多くの研究開発が行われている。その用途は、携帯機器をはじめとして、電気自動車や電力負荷平準化のための大型化をねらった研究も盛んに行われている。近年、リチウムイオン電池の宇宙用として用途も見え始め、地上用とは異なる特性が要求される事から、電池研究者として非常に興味深い用途であると考えている。(やまき・じゅんいち)

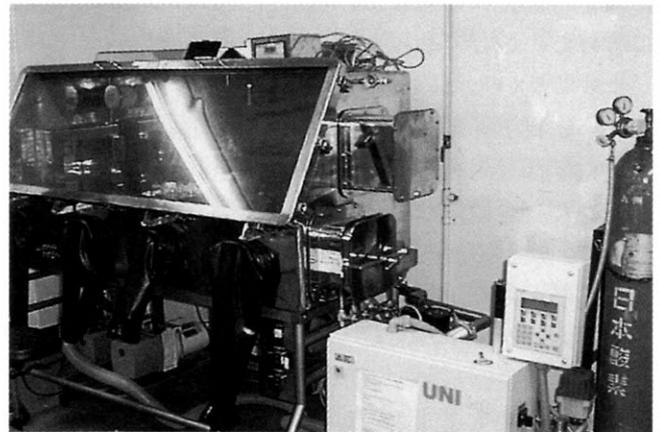


図4 乾燥アルゴンを満たしたグローブボックス

お知らせ

★宇宙学校のお知らせ

今年も宇宙学校を下記のとおり開催します。

〔A会場〕

日時 平成12年1月8日(土)

会場 東京大学教養学部13号館1323教室

(目黒区駒場3-8-1)

〔B会場〕

日時 平成12年1月23日(日)

会場 相模原市立産業会館(相模原市中央3-12-1)

校長 的川 泰宣 教授

第1時限 ロケットと人工衛星

・将来の惑星探査計画 山川 宏 助教授

・月・惑星探査ロボット 久保田 孝 助教授

<ビデオ:人工衛星>

第2時限 宇宙の謎を探る

・地球のしっぽの発電機 篠原 育 助手

・宇宙から見た宇宙 —宇宙望遠鏡による天文学—

和田 武彦 助手

<ビデオ:ブラックホールを探る>

第3時限 惑星と生命

・探査で探る惑星の歴史 岡田 達明 助手

・地球の風, 火星の風, 金星の風

今村 剛 助手

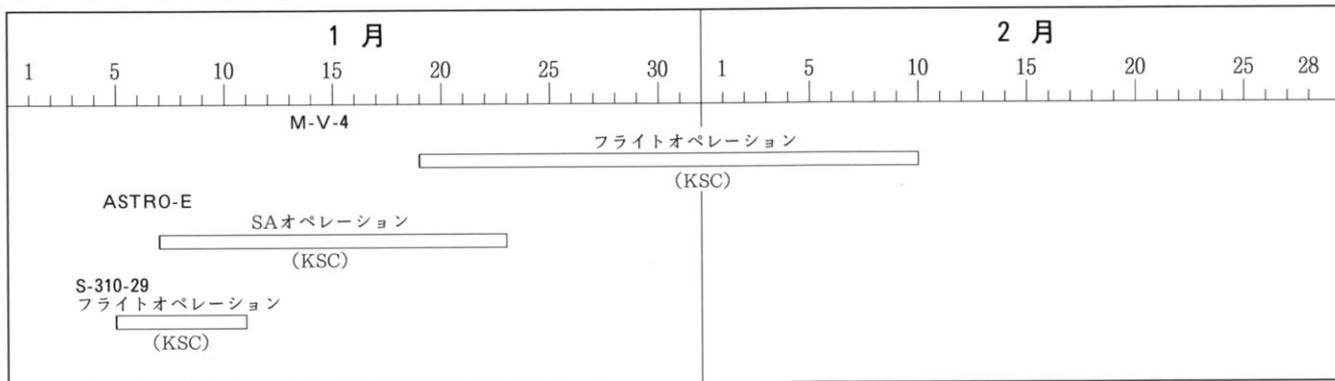
<ビデオ:私たちの太陽系>

問合せ先: 宇宙科学研究所庶務課企画・広報係

TEL: 042-759-8008



★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（1月・2月）



★皇太子殿下同妃殿下の行啓について

11月15日の午後、皇太子殿下同妃殿下が宇宙科学研究所を御訪問になった。かねてから最先端での宇宙科学研究活動を両殿下にご覧いただきたいと望んでいたもので、まことに喜ばしいことであった。

まずご覧いただいたのは本館1階ロビーの展示である。宇宙科学研究所の歴史と成果の概要に続いてロケットと科学衛星計画をご紹介します。ローバー実験をご覧いただいた。両殿下は私達の説明に熱心に耳を傾けてくださり、次から次へと質問をしてくださったので、説明にも熱が入り予定の時間を超過するほどであった。ペンシルロケットからM-Vに至る発展に感心なったり、松尾教授がポケットからロケットの燃料をとりだしてお見せすると「柔らかいのですね」と驚かれるなど、自然にとけこんで下さったのでお話ししやすく、的川教授はジョークでの実力も発揮できたようであった。

続いてM-3SIIの実物大モデルをご覧いただきながら飛行体環境試験棟にご案内し、ASTRO-E計画をご説明したあと振動試験室で実機をご覧いただいた。大きな望遠鏡を搭載し、熱制御のためカプトン膜で覆われて金色に輝く実物の衛星に迫力を感じられたようで、ここでも沢山の御質問をいただいた。続いて特殊実験棟で「ようこう」による太陽コロナの観測データを御紹介した。X線で見るとコロナの劇的な変動に感嘆なさり、宇宙の謎への御興味を深められたようにお見受けした。またASTRO-Eでも「ようこう」でも、共同研究について外国人研究者たちに直接ご質問をなさり、国際協力が日常的に行われていることを実感していただくことができたと思う。

こうして2時間あまりのご滞在時間はまたたく間に過ぎ、「ASTRO-Eの成功を楽しみにしています」のお

言葉を残されて御機嫌よくお帰りになられた。

(西田篤弘)

★ASTRO-E機械環境試験

11月4日から16日まで、ASTRO-Eのフライトモデルが打上時の振動と衝撃に耐えられることを確かめる機械環境試験を実施しました。2年ほど前に、構造的に同一のテストモデルにこの機械環境試験を行ったときは、機械環境試験室内のガラス窓は大きくたわみ、壁が落ちることを心配するぐらい凄まじいものでした。このとき無事終了したとはいえ、宇宙研史上最大の衛星であることには変わりなく、更にテストモデルとは異なり、今回は結晶体などを含む各種観測装置や電子機器が搭載されています。そのため、とてもゆったりと腰を下ろして試験を眺める気分にはなれませんでした。あまり試験担当者が不安そうな表情をしていると、今にも口から心臓が飛び出しそうになっている各装置担当者が卒倒してはいけけないので、冷静を装って試験に臨みました。

試験は横方向2軸、機軸方向1軸の振動試験、そして、機軸方向の衝撃試験の順で実施しました。試験中、轟音をあげながら黄金の身を震わす衛星にある種の荘厳さを感じたのは私だけだったのでしょうか、あたりを見回すと幾人かの先生の喉の奥に心臓が見え隠れした気がしました。

試験後の外観チェックでは特に異常がなく、ひとつの大きな山を越えたように思います。ASTRO-Eはいろいろな箔を身につけて、いよいよフライトへのラストパートに入りました。(峯杉賢治)

★第19回 IACG会議開催さる

1999年のIACG（国際宇宙科学研究機関協議会）が、11月16日から18日まで、日本で開催された。この会議は、宇宙科学を推進するNASA（米国航空宇宙局）、ESA（ヨーロッパ宇宙機関）、IKI（ロシア宇宙研究

所), ISAS (宇宙科学研究所) の4つの機関の代表が、年に1回集って協議する場である。今年のホストは日本の番で、沖縄が会議場に選ばれ、上記4機関から、30数名が参加し、宇宙科学の国際協力に関する議論が行われた。

各機関から活動状況と、国際協力の成果や、将来の協力の可能性につき報告があった。日本からは、X線天文、電波天文、太陽科学、惑星探査などで、世界の第一線の活躍や、国際協力の成果が報告された。また、ASTRO-E、Muses-C、Selene、SOLAR-B、ASTRO-F、などの近未来ミッションや、その先のミッションの検討状況の報告が目された。

アメリカは、ますます元気がよく、(1)オリジン(起源)の追究、(2)太陽系の探査、(3)太陽-地球関連現象、(4)宇宙の構造と進化の解明、という旗印のもとに、大小とり混ぜて、ミッション計画を進めている。特に、注目されるのは、「集中的技術開発プログラム」という方針である。このプログラムによれば、現状NASAの宇宙科学予算の12%を占める技術開発を、更に強化し、2004年には、35%にするというもので、現状でもNASAの圧倒的な技術開発に押され放しの日本やESAにとっては、大変な脅威となる。

更に、これとは別に、「基礎研究」という項目も、別途、力を入れ、2004年には20%にしたいという。何と、NASA予算の半分以上を、技術開発と基礎研究に当てることを目標にしていることになる。

ESAも、Cluster II (4つの衛星による宇宙プラズマ物理)、Huygens (NASAのCassini相乗りによる土星の月タイタン探査)、XMM (X線望遠鏡)、INTEGRAL (ガンマ線望遠鏡)、ROSETTA (彗星探査)、Mars Express (火星オービター・ランダ)、FIRST-Planck (赤外、サブミリ/宇宙背景放射観測)、SMART-1 (月探査・深宇宙技術試験) など、着実に進行しているミッションが印象的であった。

これらと対照的に、経済問題で苦しむロシアに元気がないのが、残念であった。

ワーキンググループの活動の中では、WG-1 (太陽系探査) が、従来の小天体探査に加えて、水星ミッションの協力をテーマに選定したのが注目される。アメリカのMessenger計画、ESAのコーナーストーンミッションや、日本のWGで検討が進んでいる水星ミッションにおける協調が、取り上げられた訳である。

今回のIACGで最も重要な結論は、IACGの基本的な見直しが図られ、その為の準備委員会が作られたことである。今後のIACGは、各機関の長プラス1名程

度が集まるサミットの形をとることとなり、機関間協力について将来の展望を含め幅広く意見交換を行う場となろう。また、WG-3 (データアーカイブ) 及び、3つのパネルは廃止し、WG-2 (太陽地球系科学) の存廃を上記準備委員会 (宇宙研からは松本教授が参加) で検討することとなった。

今回ホスト国として議長をつとめた、宇宙研の西田所長は、退官を控えて今回が最後の参加となるが、IACGでの今までの目覚ましい活躍に、各機関代表より、最大級の賛辞が贈られた。(中谷一郎)

★DASH (モーリタニア) について

DASH (高速再突入飛行) 実験では、再突入実験機の回収をモーリタニア国の砂漠地帯で行うこととしており、そのための準備を進めている。この度、最終の準備確認のため、11月2日から9日のスケジュールで同国を訪問した。一行は、事務官3名を含む9名である。到着にあたっては同国の関係者一同にVIP待遇で迎えられ、一同感謝を多とした。到着した翌日、準備確認の一環としてヘリを使った回収作業のリハーサルを首都ヌアクショット郊外のブチリミ市で行った。このリハーサルは、ヘリ搭載の受信装置などの機能・操作性の確認を含む回収関連の作業を予め体験し今後の準備の参考にするためのものである。追跡のターゲットとなるダミーの送信機を回収し損なうハプニングがあったものの、初期の目的を達して終了した。その後、本番回収作業時に必要となる機材の設置場所の最終確認を行うため、さらに奥地のアユン、ネマ市を訪れた。

これらの調査旅行を通じて今後本番までに必要な準備の確認を行うことができ、初期の目的を達成した。DASH実験に係わる同国との政府間の交換公文が、この訪問中に締結されたとの情報が入り、今後同国の大変好意的協力が正式に得られることとなった。交換公文締結のための関係者一同の努力に感謝する次第である。また、現地は生活環境が大変タフなものであり、参加者一同にはご苦労を掛けた。この経験を参考にし、その面での準備も進めていきたい。(安部隆士)

★M-V #4第1組立てオペレーション

去る10月18日から10月30日まで、この冬期にASTRO-Eを打ち上げ予定の、M-V第4号機の組立オペレーションが行われた。前号機に引き続き、組立オペレーションの簡素化が進められ、電子機器関連の作業は全て第2オペレーションへと集約されている。今回も、先だっで行われた相模原での噛み合わせ試験の充実をはかっており、かつての制御系関連の試験は割愛されて、各段ノズル部の制御ハードウェアをロケットモータに組

み付ける作業と、ノーズフェアリングの整備を第2組立てオペレーションに先行して行った。所内各位は多忙のため、小子は制御電子機器が担当ではありながらも、窮余の代打として今オペレーションを担当することとなった。簡素化されたオペレーションも2回目ということで、作業は順調、ほぼ時間読み通りに進み、大きなトラブルもなく終了した。ただ、仕様外の結合ボルトが発見されるなどのいくつかの不具合、要処置事項が挙げられ、水際での対処ということで、緊張の継続を要するなど痛感させられたことでもあった。

鹿児島には限らないのだが、今期はことのほか暖かく、桜やあじさいが季節を間違えて咲くなど、植物にとっても気候は異常だったのかもしれない。聞けば内之浦の今夏の天候はほとんど日照もなく、雨続きだったとのことであるが、期間中は一貫して良好な天候に恵まれ、わずかに2~3日ほど計画主任が参加された時期にだけ、雨が降っただけであった。内之浦でのロケットの打ち上げも永きにわたり、ベテランの作業者と町とのつながりも深い。M氏は減量のための毎朝の小1時間ウォーキングの帰りがけにとれたての魚をもらい、夜道を歩いて帰る姿を目撃され、危ないからと翌朝反射ベルトを渡されたY氏がいたり、町民1人1人との接点にも大変深いものがある。こうして深く内之浦とともに歩んでこられた熟練の技官の方々も、この1~2年で大勢が退官の時期を迎えられる。宇宙研のプロジェクトにとって大きな痛手であると同時に、内之浦とのつながりにとっても、非常に惜しく寂しいものがある。KSCには、34mアンテナが竣工し、今expansionと、contractionが同居しているかのようである。

(川口淳一郎)

★大家先生が紫綬褒章を授章

本研究所客員教授(東北大教授)大家寛先生がこの度紫綬褒章をお受けになりました。大家先生は宇宙空間プラズマの研究に関して様々な優れた業績を上げてこられました。本研究所の科学衛星計画に初期のころから参加され今日の発展へと導いてこられました。先生は「でんぱ」から「のぞみ」にいたる一連の衛星、探査機の実現に主導的な役割を演じてこられました。特に、わが国独自の惑星探査の実現に関して早い時期から大変な情熱を傾けて様々な活動を続けてこられました。その果実として「のぞみ」をはじめとする月・惑星探査が今実現しようとしています。このような時期に先生が紫綬褒章の榮譽に輝かれたことを心からお喜び申し上げます。(鶴田浩一郎)

★市川人事院人事官が鹿児島宇宙空間観測所を訪問

人事院の市川人事官が11月10日(水)午後鹿児島宇宙空間観測所を人事院関係者とともに訪問された。当日は、秋晴れの下、松尾企画調整主幹とともに管理棟で出迎え、観測所の概要説明、管理運営に関する意見交換の後、施設見学に移った。まず最初に20mアンテナ台地において、観測所全体を眺め、コントロールセンターでは、打上げ後の緊迫するロケット軌道監視の話などに感嘆され、34mアンテナ直下では感慨深げに立たれ、構造・システムなどについて専門的な意見交換を行った。ロケット組立室では、来年の打上げに向け搬入されていたM-V4号機の計器部、フェアリングを、推薬庫では第1段から第3段モータをご覧になり、垣間見えた推進薬の実際の形状などに関心を示されていました。最後に整備塔の最上部に上り、太平洋の彼方へと上昇するロケットを想像されたかのように海上方向を見られていました。市川人事官は大学の研究者出身の方ですが、この訪問を機会に人事院にも、宇宙科学に代表される学術研究の理解者が数多く増えることを期待したいものです。(庶務課長 根本義久)



★宇宙学校・くわな開かれる

さる11月27日、三重県桑名市のコミュニティ・プラザにおいて、「宇宙学校くわな」が開催された。1時限目は「ロケット・人工衛星」(講師は山川・久保田)、2時限目は「宇宙の謎を探る」(星野・和田)、3時限目は「惑星と生命」(岡田・今村)というテーマで、活発なQ&Aが展開された。一筋縄では行かない質問が多く、さすが所長の出身地という感じ。延べ入場者は827名。「通信には赤道と高緯度とどちらがいいか?」「ブラックホールに吸い込まれたらどこへ行くか?」「星までの距離はどうやって計る?」「月の足跡はなくなるか?」など。(的川泰宣)

宇宙を 第9回 探る

太陽フレアの粒子加速を探る

坂尾 太郎

太陽フレアは、コロナ中に蓄えられた磁気エネルギーが何らかの原因で一気に解放されて、プラズマ粒子の爆発的な加速と加熱を引き起こす現象です。磁化した宇宙プラズマの高エネルギー現象を示す近傍の実験室であると同時に、宇宙空間にまき散らされた粒子や電磁波によって、われわれの生活にも直接・間接にさまざまな影響を及ぼします。コロナ中の磁気プラズマがなぜ、そしてどのようにして粒子を加速するのでしょうか。これはまだ未解決の問題です。

フレアで加速された粒子そのものは、地球近傍にまでやって来ないと観測することはできません。しかし加速された電子は磁力線に沿って伝播し、周囲のプラズマにぶつかることで10キロ電子ボルト(keV)以上の高いエネルギーをもつX線(硬X線)を放射します。そのため、硬X線によるフレアの撮像観測を行ない硬X線がコロナ中の磁力線のどの部分から放射されているか知ることで、加速された電子は磁力線をどのように伝播しているか、その加速はどこでどのように起こっているか、といった電子加速のメカニズムを探る手がかりを与えてくれるのです。

1991年に打ち上げられたわが国2番目の太陽観測衛星「ようこう」に搭載された硬X線望遠鏡(HXT)は、フレアの硬X線像を、空間分解能約5秒角、時間分解能0.5秒という、かつてない高精度で取得できる望遠鏡です。前任者である「ひのとり」衛星では、空間分解能約10秒角・時間分解能10秒でした。しかし、フレアの硬X線強度の変化は秒の速さであり、硬X線を放射する磁力線のサイズは多くの場合20~30秒角程度です。このため、フレアで進行している電子加速と硬X線放射の様子を十分にはとらえることができなかったのです。HXTは「ひのとり」で達成できなかった、硬X線源の高空間・時間分解能観測をめざしました。

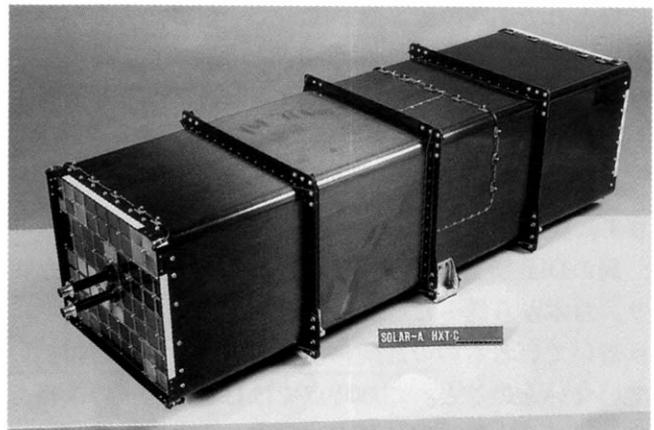
一般には、硬X線は物質に対して反射や屈折を起こさず、可視光のようにレンズや反射鏡では望遠鏡をつくれません(ただし、最近興味深い進展があります。本コラム第5回の田原さんの記事をご参照ください)。そこでHXTでは、「フーリエ合成型すだれコリメータ」を使って、硬X線像を得ています。

「すだれコリメータ」とは、2層の「すだれ」(硬X線を止める金属ワイヤーを等間隔に張ったもの)を通して硬X線を受けることで、硬X線像の1次元方向の空間フーリエ成分を得ることができる装置です。HXT

はさまざまなワイヤーピッチと方位角を持つ2層のすだれコリメータを64個持っており、各々のコリメータの背後に置かれた検出器(NaI結晶と光電子増倍管)で硬X線光子をカウントし、2次元の硬X線像の空間フーリエ成分を取得します。こうして得られた異なるすだれコリメータを通した64個のデータの組を、地上のデータ処理によってフーリエ成分の合成を行ない時々刻々と変化する硬X線像を再生します。このため、このコリメータ光学系を「フーリエ合成型」と呼んでいます。

HXTは100keVまでの硬X線を観測しており、この硬X線を効率よく止めるため、すだれのワイヤー部は0.5mm厚のタングステンで作られています。一方、5秒角の空間分解能を達成するため、一番細かいすだれにいたっては、ワイヤーのピッチは105 μ mしかありません(2層のすだれは1.4mの距離をおいている)。このようなすだれを実現するために、一番粗いピッチのものを除いて、厚さ50 μ mのタングステンフォイル上にエッチングによってワイヤーパターンを作り、このフォイルを10枚ずつ慎重に重ねて、すだれを製作しました。

「ようこう」の打ち上げ以来、HXTはさまざまな成果を生み出していますが、その紹介は別の機会に譲ります。来年にはアメリカで、すだれコリメータを用いた新しい硬X線望遠鏡が打ち上げられる予定です。この望遠鏡は空間分解能が硬X線域で2秒角で、 γ 線域での撮像もできるなどの特徴を持っており、フレアの粒子加速の研究に新しい進展をもたらすことが期待されます。(さかお・たろう)



「ようこう」搭載の硬X線望遠鏡(HXT)

サンチャゴに行ってきました。

H-IIA初号機のピギーバックペイロードとして打ち上げられる予定の高速再突入機DASHの追跡支援を、チリ大学サンチャゴ局（CEE, Centro de Estudios Espaciales）に依頼することになっており、今回の本務は搭載トランスポンダと地上局との適合性試験です。同行はNECの松井、葛西両君。むしろ私が同行か。

宇宙研とサンチャゴ局とのつきあいは極めて長く、そもそも“おおすみ”のとき最初に電波を受けたのが同局であったと記憶しています。以来、この関係は続いており、私がトランスポンダについて深い見識を有していないことは周知の事実であるにもかかわらず今回出掛けたのは、かねてより現地を一度見ておきたかったからということになります。

途中ダラスで4時間の乗り継ぎ待ちをはさんで、12時間ずつ、半死半生で日曜（10月24日）の朝サンチャゴ着。

私たちの歩いた限りでは、街は近代的で綺麗で、いわゆる旧市街にもそれらしい雰囲気建物はあるアジェンデ大統領が立籠ったモネダ宮殿など僅かに散在するのみです。これはちょっと期待はずれでした。市のほぼ中心にあるサンクリストバルの丘に登って、はるかに冠雪のアンデスを望むはずでしたが、これも快晴にもかかわらず、もやで駄目。この時期、雨上がり以外は期待出来ないそうです。治安は悪くないようで、ダウンタウンでも明るいうちは大丈夫、暗くなったらやめておけというのが平均的な意見でした。ただ、かつて日本のメーカーの人が、“totally safe”と言われて一日掛かりで旧駅の絵を描いてきて本当に大丈夫だったそうですが、“あれは単にtotally luckyだっただけと私なら言いたい”と局の所長さんのコメントがありました。

さて、月曜日。腕まくりしてという段取りでしたが、まあ、無事には始まりませんでした。

局のDiaz所長以下紹介し合ったところで、イキナリ、日本から送った肝心のトランスポンダが、空港には着いているものの通関に手間取ってまだ手許に届いていないとのこと。この時点では日程に若干の余裕もあり、チリ大学当局の努力におまかせすることにして、午前中は試験手順の確認で十分有意義に過ごしました。

午後は当方があまりアンデス、アンデス言うもので、局の車でアンデス山中標高3000mのオフシーズンのスキー場へ。いやまあ大変な道路で、自分が運転出来ないで放胆で聞こえる私も着いた時にはグッタリで、運転手のMartinez氏のプライドをえらく満足させてしまいました。帰り、松井君に助手席に座るかときくと、“I respectfully refuse, sir” とのことでした。

火曜日。少なくとも本日中には届かないとの事。これは、チョットしつこく聞かざるを得ません。Diaz氏の知る限りでは、NECの現地代理業者がチリ大学に免税手続きのための文書を依頼するのが遅く、それに税関の担当者の病欠などが重なって、大学の関係者が色々手を打っているところだとのこと。当方としてはどうにもなりません。NECのお二人にはイザとなったら滞在を延長して貰うことにし、日本ではトランスポンダ紛失の報が流れるなど余興はありましたが、一日を無為に過ごすことになりました。とにかく、滞在先のホテルのある市街地から局まで1時間はかかる上、移動は局の車で送り迎えしてくれるので、かえって気儘に動くことができません。

水曜日。ようやく午後には入手予定との報に接し、二日半遅れで試験開始。

夜、チリ大学物理数学部長のPerez氏ならびにDiaz所長と会食。学部長にWhat is your speciality or should I ask “was”? と切り出したところ、“そのことそのこと” ということで談大いに弾むことになりました。

その後当方先方とも大いに頑張り、ギリギリの金曜午後に無事日本向けに器材を返送し、その足で帰国することができました。サンチャゴ局は小さな世帯ですが技術者のプロ意識は高く、残業はいくらでもOKと申し出てくれるなど大変気持ちよく過ごすことができました。

さてトランスポンダの件。現地代理業者の言い分はまた別にあって、羅生門か藪の中かといったところですが、どうも税関担当者の病欠辺りが決め手になったのではないかというのが私の心証です。

帰国後、疲れを物ともせずMHIとの定期戦で4イニングを投げて自責点0ないし2という快挙を演じましたが、これは本稿とは全く無関係につき、この辺で。

（まつお・ひろき）

射場安全の巻

長友 信人

学生時代にミューロケットの基本設計をして、頭の中は輝かしい未来で一杯でしたが、鹿児島では泥んこの台地とまむしが出そうな山や谷を長靴を履いて歩き回っていた記憶ばかりです。台地から台地にケーブルをひいたり、洋式トイレ小委員会を組織したり、ロケット班かタイマー班か自分でもよく分からず全部出入りしておりました。大分落ち着いてからも打ち上げの時は、双眼鏡と警戒水域の図とタイムスケジュールを持って、B旗を上げる作業員の人達と山頂の監視所に登っておりました。それと言うのも山頂から海上を眺めて「方位何度、距離いくらに漁船」と言えるのは高度な技術でしたし、何よりもその頃のロケットはレーダーやテレメーターで性能を確認する以前に目の前で事をおこすのが得意で、ロケット屋が「目撃する」ことは特別に重要な仕事だったのであります。

当時の花形ロケットはラムダです。ラムダは本来、観測ロケットでその3段式のL-3Hは2000キロまで上がる世界最大の観測ロケットでした。それを4段式にして、4段目の打ち出し角と打ち出し秒時を制御して人工衛星を打ち上げるミューロケットのシステム試験機、L-4Sにしたことは皆さんご存じの通りです。このくらいのロケットになると地球のスケールで飛行するので、手元が狂うとどこに飛んでいくか分からない位の事が起こります。ロケットはタイマーで点火するので、必要ならコマンドを送ってタイマーを止めたり、後にはロケットを破壊して推力を中断する事が出来るようにしたことも皆さんご存じの通りです。

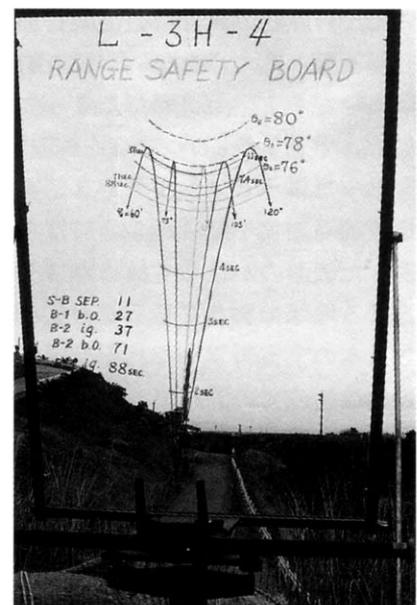
問題は危険性を予測してコマンドを送る決断を下すことです。とくに発射直後はレーダーの軌道予測が難しく、目視が頼りです。糸川先生の発想で、透明な板に肉眼で見えるはずのロケットの予想軌道をいくつかの方位角に対して描いたアイ・スクリーンという監視装置を使うようになりました。

L-4Sでは私は担当のCNエンジンの動作を確かめた後はレーダー台地に行く習慣でしたが、L-3HはCNがないので気楽な山の上か監視船に乗るかしていましたので、L-4Hの4号機でも成り行きでこのアイ・スクリーンの観測者をつとめることになりました。事前の打ち合わせで、ロケットの軌跡が左右に10度とか20度とか、ある軌跡の外側に出た場合は「異常」と指令電話に怒鳴ることが私の役目と決まりました。

いよいよ発射です。天気は良く最高の条件でした。ロケットはとんでもない大きな音で静寂を破り、ぐんぐん上昇していきました。その軌跡はぴったり予定のコースで「さすが松尾君の計算は正確だ」と感心していると、急にかくんという感じで左に曲がりました。「ああっ」と口から出たものの、最初にとり決めた「異常」の限界に来ていませんので抑えてしまいました。ようやく限界を越えた時はすでにテレメータの計測データから異常が分かったようですが、逆に監視点では何も分かりません。青空に曲がった白煙の軌跡がゆっくりと流れていくのを見ながら「コマンド、送ったかな」とぼんやりしていた時です。天から龍でも吠えるような轟音とともに噴煙がサイクロイド曲線を描いて5、6キロメートル先の海上に落ちて行きました。それは点火したけど尾翼がないのでタンブリングして落下した3段目でした。見上げるとロケットの尾翼か何か、破片がひらひらと落ちてくるのも見えました。

最初の取り決めを無視して、すぐに「異常、推力停止」と怒鳴るべきだったかも知れません。しかし、ロケット屋にはそんな非情なことは出来ません。アメリカでは、セーフティ・オフィサーが情け容赦なく異常と判断したロケットを爆破するのだと聞いて、そうあるべきだと思ったのは後の話です。青空とロケットの真白な噴煙がいつまでも記憶に残っています。空気力学的に不安定なロケットはたとえ火がついても遠くには飛んでいかなることが分かったことと、その後、荒木哲夫、橋本保成、東照久各位の協力を得て板状破片の落下点の分布の実験をしたことがせめてもの成果でした。

(ながとも・まこと)



アイ・スクリーンを透してラムダ台地を見る



「サンプルリターン計画に思う」

高山和喜

昔、何かの間違いで、研究社の赤い表紙の本で白鯨を読んだことがある。ボートで鯨にこぎ寄せて、鋸を打って鯨を仕留めるのはなんと勇敢なことかと思った。また、航海中の甲板上で鋸を磨きながらの話など、何となく鯨取りに興味を持った。年が経って、アメリカで学会二つに続けて出席しようと欲張って、中二三日の空きができたとき、鯨取りの記憶が蘇り家内に運転させてはるばるナンタケット島に行ったことがある。そこにはもう捕鯨基地の面影はなく、歴史さえも世をはばかるというような小さな鯨の博物館が昔を語り、観光地になっていた。帆船時代のアメリカ式捕鯨は、ヤンキー魂の発露だった。ノルウェー式捕鯨に駆逐されて、アメリカ式捕鯨が没落するまで、この島は捕鯨のメッカだったはずだ。ペリー提督が日本に開国を迫ったのも、三陸沖や熊野灘で活躍したアメリカ捕鯨船の乗組員の休息や補給基地を、日本に求めたアメリカの国内事情のせいで、このことは白鯨の中にもちょっとだけ書かれている。今も昔も勝手な理屈が先に立つものだ。

宇宙科学研究所の小惑星サンプル計画に参加して、特に、衝撃波研究センターがプロジェクターの部分を担当させて貰うことになって嬉しかった。目標の小惑星は大きな岩の固まりとか。表面に砂利が散らばっていて、月旅行のように表面の石をちょっとつまんで持ち帰るなど考えられない。探査船が軟着陸したときは、巨大なさつまいもに蠅が止まったように見えるに違いない。小惑星からサンプルを採取するために、プロジェクターと言うピストルもどき装置で、金属の飛行体を比較的高速で小惑星の表面に打ち込んで、砕けて跳ね返った表面のかけらを集めカプセルに取り込んで、はるばる地球に戻ってくることになる。

日本の宇宙科学やこれを支援する工学者にとっても、これは初めての計画で、どうしても成功させたい。この計画に掛かる費用は、もしNASAの計画だったら、

宇宙研が用意できる額の百倍もするだろうと想像している。精神論だけでは何事も進まないが、にもかかわらず、この計画には宇宙研ばかりでなく関係した日本の大学の多くの研究者の、死語となったが「プライド」が懸かっている。この計画の初期の頃説明を聞いて、この計画に、丁度、川中島の合戦で武田の本陣に単騎で突入する颯爽とした上杉謙信のイメージが重なった。

プロジェクターを担当している私の研究室の学生は、課題に非常に熱心に取り組んでいる。出来てしまえばプロジェクターは単なる金属の筒にすぎないが、試行錯誤や数値模擬など、ここにただ取りつくまで、長年の汗とちょっぴり涙がしみこんでいる。鯨取りが鋸を磨いて準備した図を連想させる。だから、学生にこの計画を説明するとき、熊野灘の鯨取りの話をした。

熊野灘の浜には見張りがいて鯨を見つけると、いくつかの村総出で鯨を船で追いかけて網で囲んで鋸を打ちある程度自由な動きを止めてから、最後に最も勇敢な漁師が鯨に泳ぎ着いて馬乗りになって、鋸で急所を一撃して仕留めると言う。

私たちは鋸を鍛えて最後に打ち込む役が担当なので、何と晴れがましいことか、そのとき使う鋸は鋭く強靱でなければならず、打ち込んで折れたり曲がっては、何とも情けないばかりでなく、この瞬間まで働いた多くの人々の連携作業が水の泡になってしまうと、発破を掛けている。どのように大きな、また、合理的に練られた計画でも、どこかに単騎突入の心意気を感じさせるような部分がなければ、人はついてこないかもしれないし、そのために汗を流さないかもしれない。白鯨の例え話は不適當かもしれないが、この後も宇宙研は日本の宇宙計画の船長であって欲しいと思っている。

(東北大学流体科学研究所 衝撃波研究センター長
たかやま・かずよし)

ISASニュース

No.225 1999.12

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) ☎229-8510 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 042-759-8009

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話(庶務課法規・出版係)までお願いいたします。(無断転載不可)

*なお、本ニュースは、インターネットでもご覧になれます (<http://www.isas.ac.jp>)。