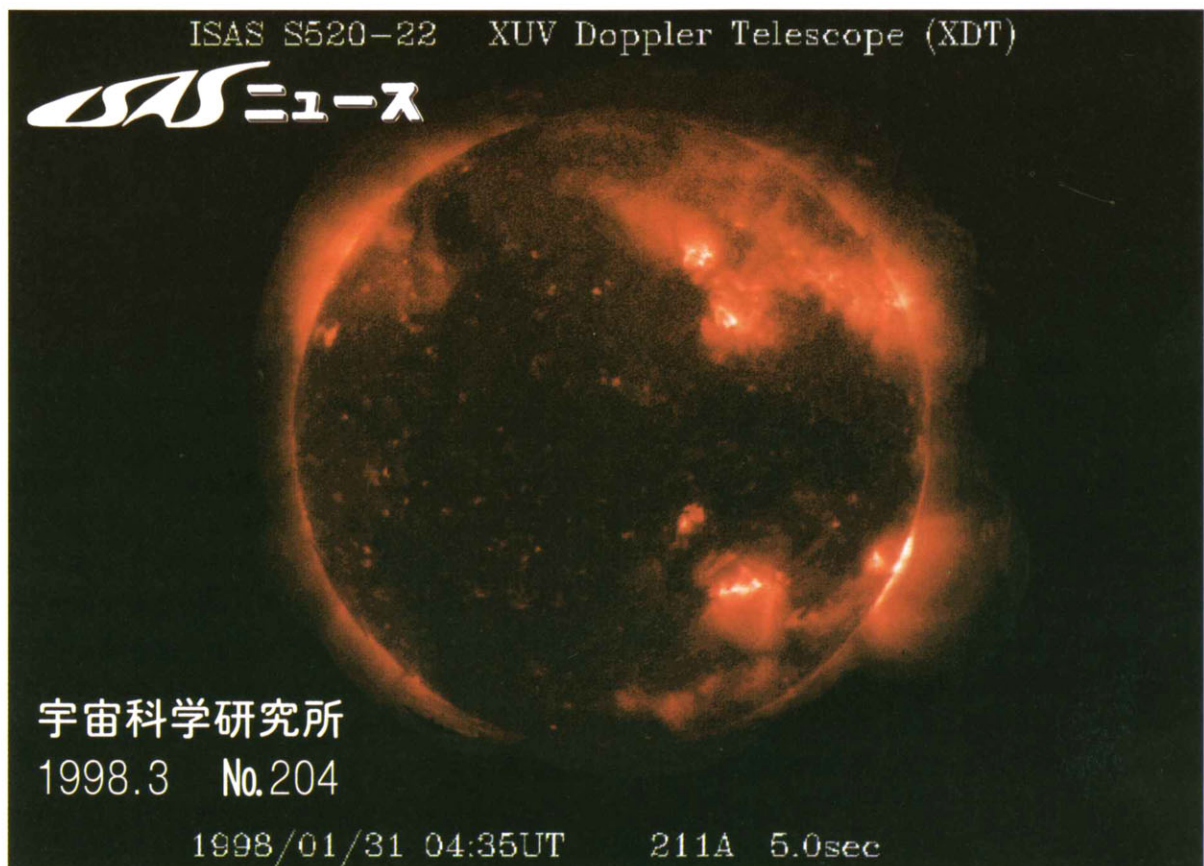




S-520-22 号機搭載のドップラー望遠鏡による、低温で低高度の太陽コロナの観測（本文記事参照）

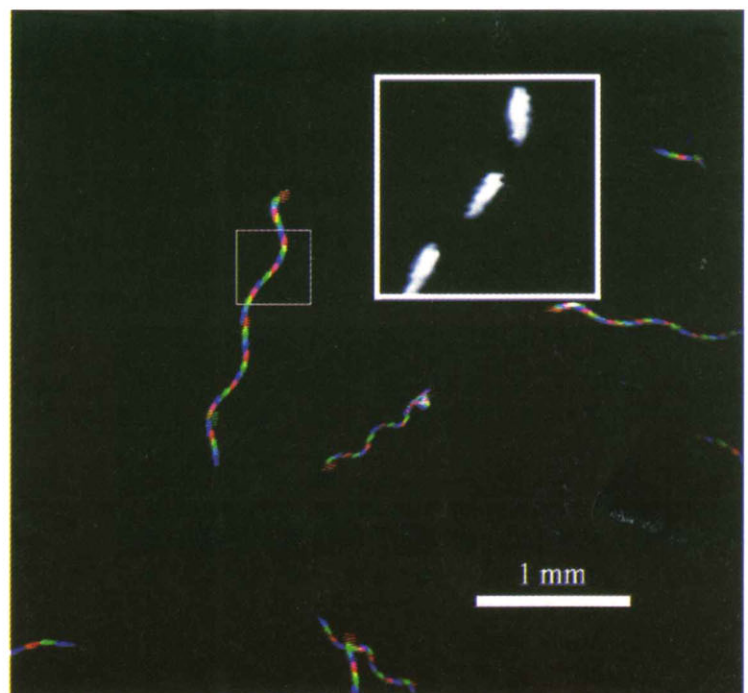
〈研究紹介〉

単細胞生物の重力感覚

お茶の水女子大学理学部 馬場 昭次

生物は、地球の重力場の中で、いわば逃れることのできない「重力の作用」を受けながら、これに適応し進化してきた。どのように適応してきたかを正確に知ることは、生物を理解する上で重要である。シャトルや宇宙ステーションのもたらす微小重力環境下で、生物がどのように生きどのように適応するかを明らかにすることは、宇宙生物学の目標の一つである。宇宙微小重力環境を利用して、理論的裏付けの基にうまく計画された実験を行うことで、生物の重力への応答と適応をより深く理解することができるだろう。ここでは、生物の重力への応答と適応の研究の中から、単細胞生物であるゾウリムシの重力感覚に関する研究を紹介する。

図1 ゾウリムシのらせん遊泳軌跡。拡大ボックス内には、RGBのイメージのうちのRのみを示してある。



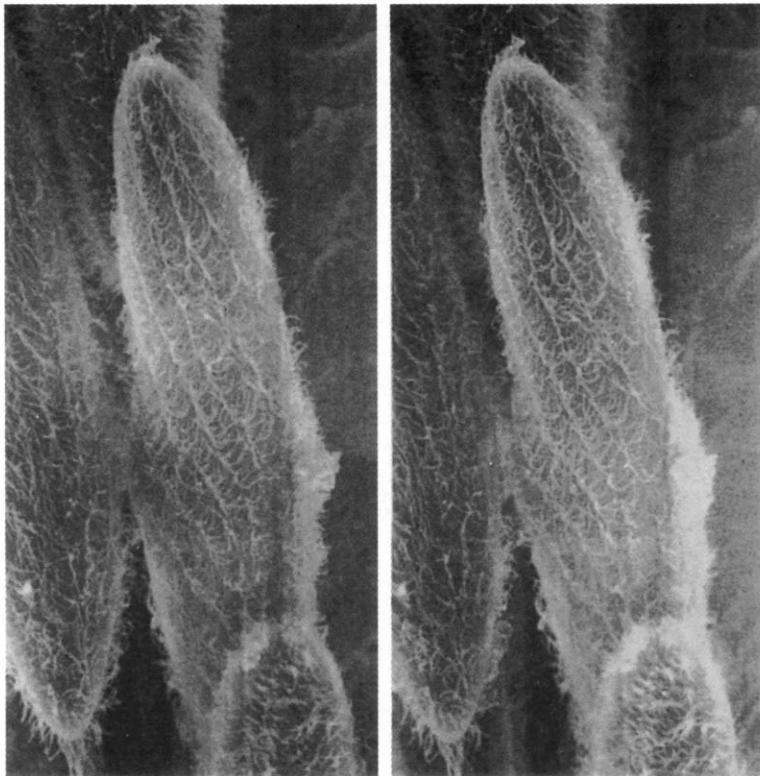


図2 ゾウリムシの走査電子顕微鏡写真（ステレオペア）。

◆泳いでいると沈まない

ゾウリムシは、体表全面に生えている繊毛を揺り動かし、らせん軌跡を描きながら淡水中を泳ぎ回って生活している（図1、図2）。その細胞体の平均比重は淡水より大きいので、実験的に繊毛を取り除いたり繊毛運動を停止させると、普通の遊泳速度の数分の1程度の速さで沈んでいく。ところが、ゾウリムシは泳いでいると、重力の作用をキャンセルすることができ、沈まずにいられる。図3に示す写真記録は、このことを印象的に示している。この写真は、ゾウリムシの垂直面内での遊泳と繊毛運動停止による沈下を示している。遊泳の記録時間は、全体で沈下の記録時間のほぼ倍であることを考えると、円を描く遊泳軌跡の中心は多少のドリフト、特にこの場合は右へのドリフトを伴うも

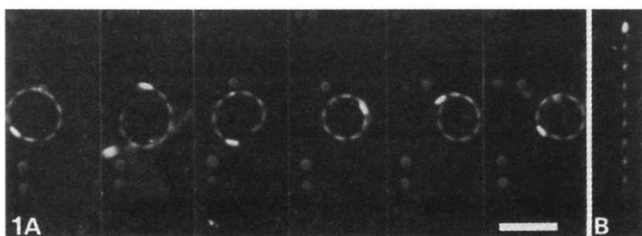


図3 垂直面内で円を描きながら遊泳するゾウリムシと繊毛運動を停止して沈下するゾウリムシ。フラッシュ間隔0.5 s（左）、4.0 s（右）。駒間隔：7 s（左）。スケール：1 mm。

の、全然沈下はしていないといえる。このように重力と浮力の差に基づく沈下効果を遊泳中のゾウリムシがキャンセルしているのは、遊泳速度を垂直面内での遊泳方向によらず一定に保っていることによる（図4）。すなわち、重力に逆らって上に向かって泳ぐときには繊毛運動による推進速度を増加させ、下に向かって泳ぐときには推進速度を減少させていることによる。

ゾウリムシは、前に述べたようにらせん軌跡を描いて泳いでいる。従って、図3の円軌跡はらせん軌跡をらせんの軸方向から見たものに相当する。というより、らせん遊泳の後に垂直に立てられた容器の側壁に到達してそのままその位置で円を描いて泳いでいるものと思われる。従って、壁の近傍での流体力学的抵抗の増加によって、沈下効果がキャンセルされているのであって、ゾウリムシが重力の作用をキャンセルするように推進速度を調節しているわけではないという反論があり得る。しかし、この状

況下での遊泳速度は、らせんを描いて泳ぐゾウリムシの平均遊泳速度に比べ、せいぜい20%程度しか遅くなっていないことから考えると、流体力学的壁効果が沈下速度にだけこれ程までに選択的に効くとは信じがたい。

とはいっても、壁効果に基づく反論はあり得るので、壁から隔たったところをらせん軌跡を描きながら泳いでいるゾウリムシについて、遊泳方向と速度の関係を調べてみた（図5）。また、山下雅道教授と黒谷明美助教授の協力を得て、宇宙科学研究所宇宙基地利用実験センターの低速遠心機を利用して、1-5 g の過重力下

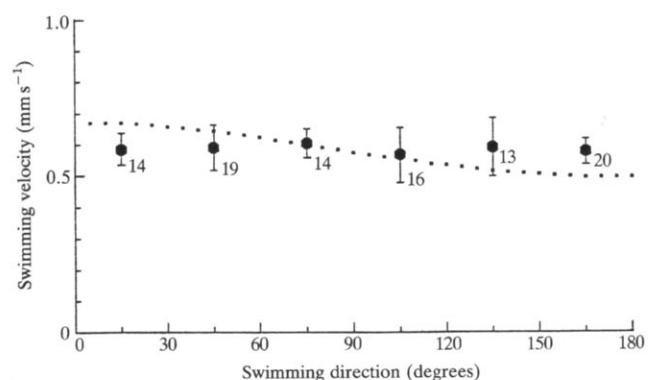


図4 ゾウリムシの遊泳速度の遊泳方向依存性。図3のゾウリムシの遊泳速度を0°（下方）から180度（上方）までに分けて測定したもの。波線は、方向によらず推進速度一定で沈下速度が加算されるとしたもの。

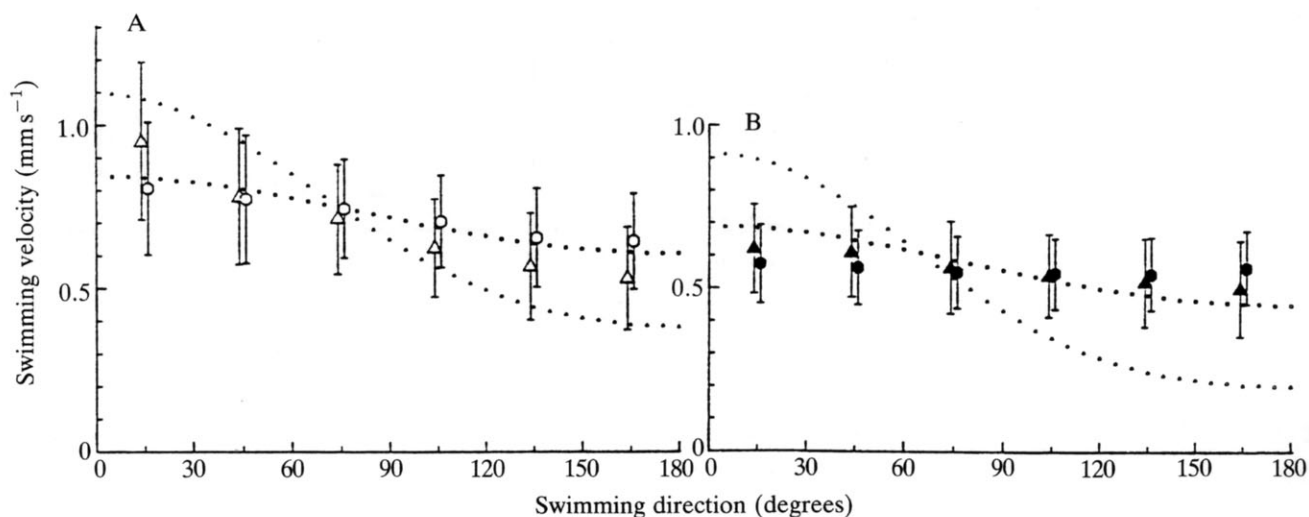


図5 ゾウリムシの遊泳速度の遊泳方向と重力の大きさに対する依存性。軌跡が全体的に直線的なもの(左)と曲線的なもの(右)についての図4と同様の解析。1g (○)と3g (△)。

でのゾウリムシの遊泳速度の重力方向に対する依存性を調べた。その結果、ゾウリムシは重力の方向と大きさに依存して、その推進速度を増減させることが明らかとなった。その程度は、垂直方向上向きと下向きで、それぞれおよそ1g当たり0.05mm/sの増減であった。

◆ゾウリムシの機械刺激受容と重力感覚

ゾウリムシの膜電位をガラス微小電極で測定しながら、後端部を微小なガラスの棒でたたくと刺激の強さに応じた大きさの過分極が記録できる(図6)。前端部の場合には、ある程度の強さまでは刺激の強さに応じた大きさの脱分極が起こり、閾値以上の刺激では活動電位が発生する。このとき観察される機械受容は、過分極応答については、後端に向かって分布が次第に増加する機械受容性カリウムチャンネルの働きにより、脱分極応答については、前端に向かって次第に増加す

る機械受容性カルシウムチャンネルの働きによるとされている。一方、ゾウリムシに電流電極をさして通電することで膜電位を変化させると、繊毛運動の頻度が過分極で増加し、脱分極で減少する。

遊泳速度の測定から示唆されるゾウリムシの重力感覚は、これらの機械受容性チャンネルの働きによって説明できる。すなわち、ゾウリムシが上を向いているときには、そのとき下にある後端部が重力によってより強く刺激され、機械受容性カリウムチャンネルの開状態確率が増加し、細胞膜が過分極し繊毛運動の頻度が増加して、推進速度が増加する。ゾウリムシが下を向いているときには、そのとき下にある前端部がより強く刺激され、機械受容性カルシウムチャンネルの開状態確率の増加、細胞膜の脱分極、繊毛運動頻度の低下が次々に起こって、推進速度が減少する。

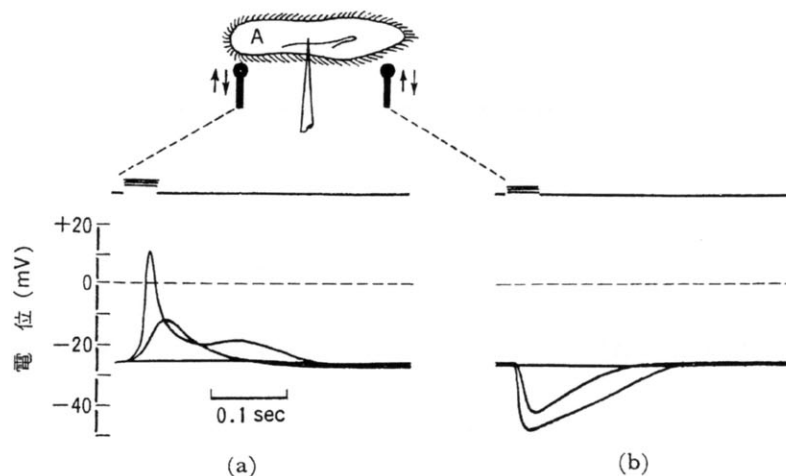


図6 ゾウリムシの機械受容。(Naitoh, Y. and Eckert, R., 1969)

◆重力刺激による膜電位変化の推定

繊毛運動頻度の膜電位依存性と重力刺激による遊泳速度の相対的变化とから、重力刺激による膜電位の変化を推定できそうである。しかし、繊毛運動の頻度のみならずその有効打の方向も膜電位に依存しているので、しかも有効打方向の膜電位依存性には部域差があるので、ことはそう単純ではない。そこで遊泳速度の膜電位依存性を直接測定することにした。

ゾウリムシの膜電位は膜が透過性を示すイオンの細胞内外における濃度によって、Goldmanの式に従って変化する。膜電位に影響を与える陽イオンのうちカリウムイオンとカルシウムイオンのみを含む溶液にゾウリムシを入れて、カリウムイオン濃度を变化させたときの膜電位の変化は詳しく研究されている。そこで、同様の溶液の中でのゾウリムシの遊泳速度とらせん遊泳軌跡のパラメーターを測定し、それらの膜電位依存性を調べた(図7)。その結果、遊泳速度の膜電位依存性は、1mVの膜電位変化に対しておおよそ0.07 mm/sの速度変化であった。すなわち、これは前述の結果と合わせると、1gの重力刺激で0.7mVの膜電位変化が起ることを意味している。これを膜の電氣的等価回路の式を用いて、カリウムイオンのコンダクタンスの変化あるいは機械受容カリウムチャンネルの開状態確率の変化として推定すると、2-3%の変化ということになる。

この程度のコンダクタンスの変化を大きいと見るか小さいと見るかは、人それぞれであろうが、ゾウリムシは重力の刺激をこの程度のイオンチャンネルの状態変化として受容するだけで、地球の重力場に十分適応して行動できるということを意味しているととることもできる。

◆負の走地性と重力受容

ゾウリムシは、重力場内ではある条件下で次第に上

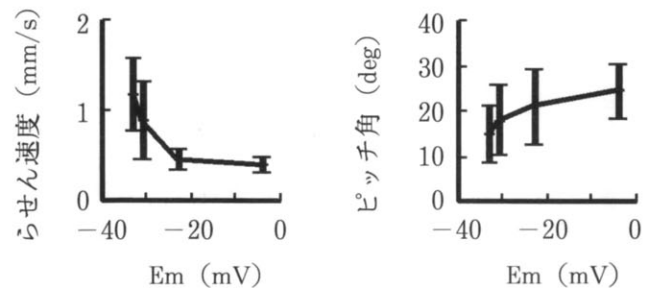


図7 ゾウリムシの遊泳の膜電位依存性。らせんに沿った遊泳速度とらせん軌跡が軸となす角(ピッチ角)を示す。

向きに遊泳方向を変化させて、水面近くに集まる性質を持っている。上を向く要因の半分程度は、物理的要因、特に前端部が後端部に比べほっそりしているために前端部と後端部での流体力学的な抵抗に差があることによる。しかし、正確に測定してみると、ゾウリムシの負の走地性配向には、繊毛運動を止めて、沈下させたときのゾウリムシの上向きへの配向として計測できる物理的要因だけでは説明できないものがある。説明がやや複雑となるので、ここでは詳細を省略するが、負の走地性配向の残りの半分は、重力受容による膜電位変化に起因する繊毛運動の変化でおこるらせん軌跡のピッチ角の変化(図7)で十分に説明できる。

◆おわりに

重力受容による膜電位の変動を何とか直接測定し、ゾウリムシの重力感覚を実証したいと願っている。現時点では、重力受容を検出する最も感度の良い方法は、遊泳速度の測定であるという状況に置かれている。ここでもその理由の詳細は省略するが、私はゾウリムシの運動モード音波刺激に対する応答を研究することで、ゾウリムシの重力受容解明への手がかりが得られるのではないかと考えている。(ばば・しょうじ)

お知らせ



★シンポジウム

スペース・プラズマ研究会

日時 平成10年3月13日(金)

場所 宇宙科学研究所本館1階入札室

磁気圏・電離圏シンポジウム

日時 平成10年3月17日(火)~18日(水)

場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

問合せ先: 宇宙科学研究所研究協力課共同利用係

TEL 0427-51-3911(内線2234, 2235)

★宇宙科学講演と映画の会

日 時 平成10年4月25日（土） 13：30（開場）～17：30

場 所 津田ホール（JR千駄ヶ谷駅前）

13：30	開 場
14：00	開会 司会 宇宙科学研究所教授 的川泰宣 挨拶 宇宙科学研究所長 西田篤弘
14：20	講 演 演題 「はるか」がつくる巨大な瞳－銀河ブラックホールに迫る－ 宇宙科学研究所教授 平 林 久
15：20	演題 いざ小惑星へ 宇宙科学研究所教授 上 杉 邦 憲
16：20	質疑応答
17：00	映 画「人工衛星－人工の星に魂を吹き込む－」
17：30	閉 会

主 催 文部省宇宙科学研究所

〒229-8510 相模原市由野台3-1-1 TEL0427-51-3911

後 援 （財）宇宙科学振興会



★宇宙学校・相模原

今年で7回目になる宇宙学校・相模原が、相模原市産業会館をお借りして開かれました。9時30分より始まった一時限では村田助手が‘はるか’について言及した後、堂谷助手がX線での観測を取り上げました。いつものことながら、ブラックホールの質問が群を抜きます。そろそろ‘ブラックホールなぜなぜ’と銘うって本にしたらいかがでしょうか。村田助手、初めての宇宙学校の担任ながら子供達の不意打ち質問に良く答えてくれました。お昼の後の二時限目は飯島助手が太陽系探索計画を要領良くまとめて、次の‘かえるのおかあさん’黒谷助教授へバトンタッチ、この頃になると教室も満員になりいよいよ雰囲気盛り上がってくるのがわかります。三時限目では自作のビデオでS-520-22, SS-520-1号機の発射シーンを見せながらの竹前助手の観測ロケットの話。これまで宇宙学校で取り上げるもののなかった観測ロケットも十分に題材となりうることを見せてくれました。最後は宇宙学校のクロージングテーマにふさわしく、的川教授の未来の宇宙開発。このクラスでは小川相模原市長に飛び入りのご挨拶を無理にお願いしました。宇宙学校に合わせて今年は相模原市天文同好会の天文写真の展示会も開かれました。宇宙科学振興会、生協もビデオ、宇宙グッズ、宇宙関係の本等を販売。こうして皆さんで盛り上げてくれる

ところも宇宙学校ならではのでしょう。ということで、宇宙学校・相模原も相模原市と市教育委員会のお世手でまず無事終了。庶務課の皆さん、そして担当教官、お疲れさま。
(小山孝一郎)

★SS-520-1号機の打上げ実験

高高度の科学観測を目的として、新規に開発されたSS-520型ロケットの初号機であるSS-520-1号機は、平成10年2月5日17時30分に発射された。

ロケットの飛翔はすべて正常に行われ、発射後88秒後に第2段モータに点火、新規に開発された第2段モータは正常に燃焼し、発射後8分30秒に最高高度750kmに到達、17分後内之浦南東海上に落下した。その間、第1段燃焼終了後、将来の小型衛星打上げの基礎技術である姿勢制御実験が予定通り実施された。

飛翔中、搭載された科学観測機器はすべてデータの取得に成功。特に、高速中性粒子観測装置は、低緯度における高速中性粒子の観測に世界で初めて成功した。現在、観測データの解析が行われている。

SS-520型ロケットは、宇宙科学研究所が久しぶりに打ち上げる2段式の観測ロケットで、打上げ直前までシーケンスの検討が行われるなど、関係者には大変御迷惑をおかけした。新型ロケットの打上げ成功は大変気分の良いもので、実験班は平成9年度最後の打上げ実験を気持ち良く終了する事ができた。

又、今回の成功は、平成11年度に予定されているスピッツベルゲン（ノルウェー）に於る2号機の打上げに明るい見通しを与える事ができた。

関係各位の御努力・御協力に感謝します。

（中島 俊）

★S-520-22号機（表紙写真参照）

S-520-22号機は、相模原での準備作業中いろいろ思わぬ問題に悩まされ、結局機材発送の直前に最終組立と動作試験が終った。しかしこの間の日程の変更を利用して、観測機器等は一段と念入りな試験が続けられたことは、災いを転じて福としたと言える。そのような関係者一同の並々な努力の結果、鹿児島での作業は、極めて順調に運び、当初の予定通り、ロケットは1月31日の13時30分に発射された。この前後、目まぐるしく変わっていた天候も、この日は一転して風もおさまり、快晴の絶好の打上げ日和に恵まれ、実験は見事に成功した。

観測の結果は、ロケットの飛翔中リアルタイムで刻々確認でき、打上げ直後に行われた報道関係への発表の場で、世界初のドップラー望遠鏡による見事な生データの画像を各社に提供する事ができた。最終的な観測結果を得るには、今後さらに時間をかけた詳細なデータ解析が必要だが、国立天文台の常田教授らの観測チームは、十分に良好なデータが得られたものと確信している。特に今回の実験では、全く新しい方式による高性能の望遠鏡の開発をはじめ、極めて高い精度と安定度を持ったポインティングの成功等、多くの画期的な成果を上げることができた。しかし唯一つ残念だったのは、回収ができなかったことである。

今回の実験全体にわたって多大のご尽力を頂いた所内外の皆様に深くお礼申し上げたい。（小川原嘉明）

★「はるか」の現状

昨年1997年2月12日に打ち上げられた「はるか」は打上げ1周年を迎え、今年の2月13日にささやかなパーティを行いました。急な呼びかけで当初あまり集まらないと思ったのですが、結局メーカーの方も含めて50人以上の方があつまりました。打上げ後の不具合を「さかな」に楽しい時を過ごしました。観測の方は昨年の夏以降共同利用観測を開始しています。7月以降1月末までに110回の観測がいまのところ成功しています。今のところと書いたのは、観測の成否は地上電波望遠鏡との相関を取ってみなければ判らないのですが、相関待ちの観測が77回分もあります。従って残りの33

回分は、相関処理も終えて観測者にデータがわたっています。このようにそろそろ「はるか」の観測もデータ処理が追いつかないといううれしい悲鳴の状態に入ってきました。相関処理は日本／カナダ／アメリカの各相関器が総動員で処理をしています。その甲斐あって、マップがいくつか出て来ています。高い周波数（22GHzや43GHz）での観測と1.6GHzや5GHzでの「はるか」によるスペースVLBI観測の空間分解能がほぼ一致することで活動銀河中心核の状態（電子密度や磁場強度や温度）を非常に良く決めることができるようになりました。今後、どんどん成果が出てくると期待しています。（小林秀行）

★ASTRO-E光学ベンチ伸展試験

ASTRO-Eには「あすか」と同じ機構を持つ伸展型光学ベンチ（以下EOB）が搭載されます。1月12日から30日にかけてC棟ロケット組立室において衛星とのI/F確認の目的で、衛星の構造モデルに組み付けた状態で初めての伸展試験を行いました。伸展そのものは22日から23日にかけて都合3回行いました。まずはパラフィン・モーターに電流を流し、EOBを収納状態で固定しているクランプを解除し、ステッピングモーターを回して伸展。そして伸びきったところでモーターを止め、別のパラフィン・モーターで伸展部を吊っていたワイヤーの張力を緩めるという手順になります。試験では大きな問題もなく、衛星とのI/FやEOBの構造強度について貴重なデータを得ることができました。

ASTRO-Eの高さはEOBを伸展した状態で、衛星台車も含めて7mにもなります。高所作業の必要性から、衛星の周りにビルの工事現場なみの高所作業台を設営しました。実際に6mの高さまで登ってみると低い周波数でゆらゆらと揺れているのがわかります。食事を抜いたまま仕事をしていると目眩がして倒れそうになることがあります。ちょうどあの目眩の感覚に似ています。しかし残念ながらこの例えは誰にも分かってもらえませんでした。

いずれFM試験ともなれば我々もあそこまで上がって行って作業をしなければなりません。目眩と勘違いして下に落ちないように、きちんと飯を食ってから作業に入りたいものです。（石田 學）

★夢と感動をありがとう

—「あなたの名前を火星へ」キャンペーン終幕

2ヵ月間にわたって展開された標記キャンペーンは、

20万人をはるかに越える人々の応募を得て、さる2月末に感動のうちに締め切られました。国内外から寄せられた大変な数の人々の声は、夢・友情・家族・子ども・追悼・愛情・恋・決意・期待などのキーワードに集約される素晴らしいものでした。葉書の切り貼りに参加して下さった皆さんは口々に「コメントを読むうち目頭が熱くなった」と告白しています。宇宙や火星に対する人々の想いは、それぐらい広く深く味のあるものであることを改めて感じました。

葉書の切り貼りをはじめとする整理は、初めは広報

係とその周辺の孤独な作業でしたが、終盤を迎えて俄然熱気のこもったものになり、広報係に助けの手を差しのべる職員・院生の姿が数多く見られました。名前は金属板に焼き付けられ、火星探査機に貼りつけられて、来る7月、M-Vロケットに搭載されて内之浦から打ち上げられます。そして来年10月に火星の周回軌道に入り、2年間のミッションを終えた後は、半永久的に火星のまわりを回り続けます。まずは史上最大の作戦でした。

(的川泰宣)

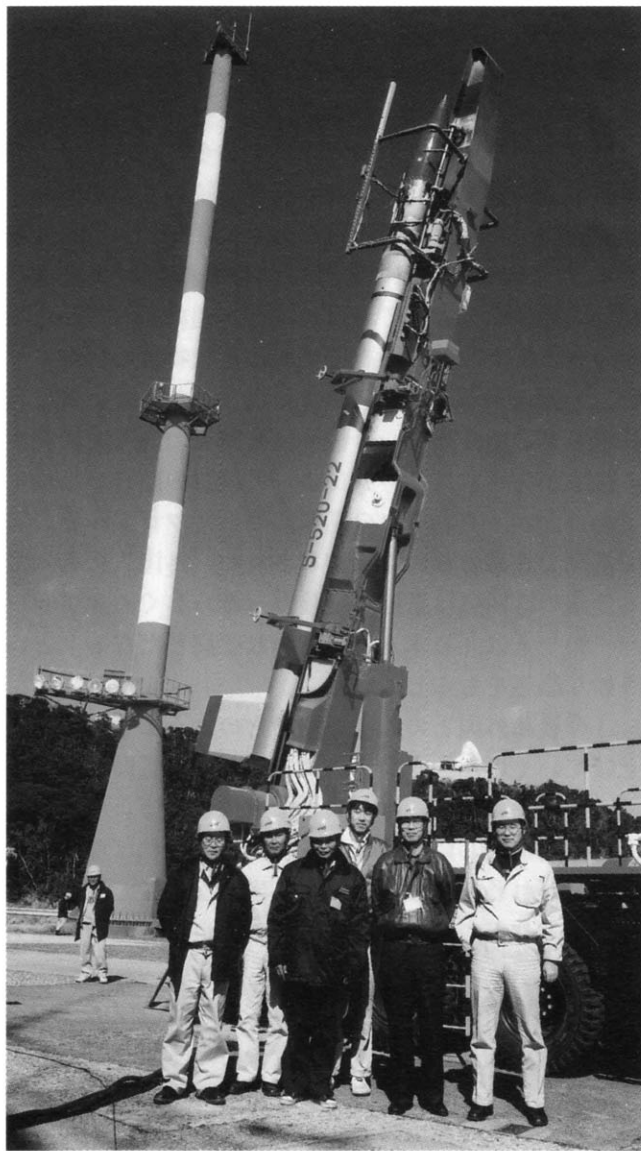
今澤さんの思い出

橋元保雄

今ちゃんは私の大先輩ですが、ここではこのように呼ばせて頂きます。昭和34年に東京大学生産技術研究所に入所し、森大吉郎先生の研究室に在籍されておられました。その後、麻布の生研、駒場の宇宙研、そして相模原へと3回も移転され、そのたびに千葉の住まいから遠くなり、現在は通勤に3時間以上もかかるという中でよく10年以上頑張られました。残りは後1ヵ月ですので頑張ってください。

今ちゃんに初めてお会いしたのは、昭和38年に生研に入所し、森研究室に配属されたときでした。入所後1年が過ぎ仕事らしきものが見えてきた頃、NTCで、Mロケット1段目モータの燃焼試験があるということで、今ちゃんが作成した機材リストをもとに、コンテナに機材を収納したところ、コンテナ蓋を開けてクッションの入れ方、コンテナの重さを調べ「これは重いから二人で運べる重さにしないと大事な測定器が乱暴に扱われる。」などフォークリフトの無い時代に、今ちゃんの、運ぶ人へと測定器へのいたわりが思い出されます。昭和42年頃までは、ランチャ班として活躍されておられ、当時重要な光学観測のため、ランチャブームにピンク系の塗装をされ、縦方向に白と黒のターゲットを作る作業は必ず、今ちゃんが行っておられました。それは現在のランチャ塗色の原型となって残っています。現在はKSC、NTCで計測班の総括として現場の指揮に重要な役割をしておられ、残された後輩の負担は非常に大きいものになるでしょう。退官後も、今までの様にお彼岸には森先生の前でお会いしたいものです。健康には十分ご留意下さい。

(はしもと・やすお)



左から3番目が今澤さん

宇宙科学将来計画検討会について

理・工委員会の下に作られている月・惑星将来計画検討委員会（主査：鶴田）と理学委員会の常設委員会である天文衛星小委員会（主査：奥田）において、将来計画の検討が継続的に行われている。12月17日、18日の両日に上記検討会を宇宙科学研究所本館会議場にて開催したが、ここでは科学目標、技術課題等について合同で検討することになった。また、なるべく多くの人が議論に参加できるよう、検討会は「公開」で行うこととした。将来計画を検討する委員会は、米国、ヨーロッパにも似たようなものがあり、ヨーロッパのHorizon2000とか今回の米国のOrigins計画のような将来計画案を策定している。これらの検討会に宇宙研もオブザーバーの派遣を求められ、代表を派遣して議論に参加した経緯がある。今回はそのお返しも兼ねてIACG加盟機関にオブザーバーの派遣を要請し、NASAのPilcher氏、Stedson氏、ESAのHuber氏、IKIのZakharov氏の参加を得た。

会議は所長挨拶、二つの委員会からの経過報告、惑星科学会の将来計画委員会の報告に続いて惑星内部、始源天体、惑星大気・環境、月、X線天文学、赤外線天文学、Space VLBIの各分野の将来構想が発表された。トピックスとして、現在検討が進められている水星探査と将来の大きな課題である有機物質の研究についての報告がなされた。また、現在かかえている技術課題をまとめる形で、今後の技術開発のあり方に関する提案がなされた。分野によって検討の度合いは様々であったが、それぞれの話題についてフロアーとの間で活発で遠慮のない議論がなされた。外国人にとっても会議の雰囲気は新鮮な経験だったらしく、オブザーバーの一人は「日本人もわれわれと同じだなあ」という妙な感想をもらしていた。

「今後諸外国との競合の中でどのようにして成果を上げていくのか」というフロアーからの質問に対して壇上の若手の発表者は「大きな成果を上げようとすれば必然的に難しい技術課題を解決しなければならなくなる。われわれは難しくて人に出来ないことをやっていくつもりだ」と答えていた。この自信と気概は頼もしかった。

月・惑星の分野では現在、既に開発が進んでいる4つの計画に代表される方向を今後も追求することでおよその意見の一致を見ている。すなわちLunar-Aに代表される惑星内部の研究、MUSES-Cに代表される始源天体、Planet-Bに代表される大気・環境と事業団と

の共同ミッションSeleneに代表される月探査計画である。しかし、現在進行中のミッションに忙しく、水星探査を除いては具体的なミッションとしての検討はまだあまり進んでいない。Astro-Eに続くX線天文学はより高いエネルギーへ、Astro-Fに続く赤外線天文学は地球の影響を避けるためラグランジュ点での観測をしたいという話であった。いずれもミッションとして実現するとすると、現在以上に難しい要素を持った衛星となることは避けられないようである。

技術開発に関する報告では、最近の衛星の大型化、高度化、惑星探査に伴う技術の多様化の実状が報告され、技術開発体制が転換点に差しかかっているのではないかと指摘がなされた。これまで宇宙研の衛星技術は前の衛星の技術を段階的に発展させて次の衛星で使うという形で進められてきた。最近の衛星に見られるように技術の難度が高くなり、多様な技術が必要となってくると、この方式では対処しきれなくなるのではないかと危惧である。将来必要となる技術をあらかじめ予見して衛星計画とは独立した技術開発を進めるべきではないかとの考えである。この場合問題となることは、将来必要な技術をどのようにして定義していくかということであろう。

この問題の一つの解決策として、最後の自由討論の場で私は一つの提案を行った。それは将来計画検討会でいくつかコーナーストーンのミッションを定めて、一定期間若干の予算と人員を配していわゆるPhase-A的検討をしてみたらどうかというものである。その中でミッション開始前に済ませておく必要のある事項を洗い出して、先行して開発を行えば良いという考えである。私の提案は多くの議論を呼び、今後更に検討を要するということになった。この結論は、結果的に正しい判断であったと考えている。これまで宇宙研では、自然発生的に研究者の中から出てきた衛星計画を1年に一つずつ選定してミッションとして実現してきた経緯がある。コーナーストーンの計画を選定することはこの過程に何らかの影響を及ぼすことは確かであり、慎重な検討が必要である。一方、ミッションに先行した開発の必要性も確かであり、今後早い時期に結論を出す必要がある。次回以降の検討課題としたい。

今回は初めての試みとして外国人オブザーバーのために同時通訳を事務局に用意していただいた。結果は大好評で外国人オブザーバーも我々の議論を十二分に理解できたようである。

（鶴田浩一郎）

見えてきた宇宙X線背景放射の正体

上田 佳宏

我々がもしX線で空を見ることができたならば、空全体が明るく輝いていることに驚くことだろう。この空全体から来ている強いX線（宇宙X線背景放射：CXB）は1962年、X線天文学が始まって間もなく、ジャコニらによるロケット実験で発見された。どの方向からとも様な強度でやってくることから、銀河系外の宇宙論的な起源を持つと考えられているが、その起源は発見以来36年経った現在でもまだ完全には解明されていない。

宇宙X線背景放射の強度はたいへん大きいもので、全天からの放射を足すと、銀河系内のX線天体の強度の総和の10倍にも達する。そのエネルギースペクトルは、1桁あたりの強度にするとおよそ20 keVにピークを持ち、3–50 keVの範囲では、40 keVの温度のプラズマからの熱制動放射モデルで良く表される。このことから、その起源を宇宙に一樣に広がる高温プラズマに求める議論がなされたことがあった。しかしその可能性はCOBE衛星による宇宙マイクロ波背景放射スペクトルの精密測定の結果によってほぼ否定された。現在、宇宙X線背景放射の大部分は、未だに分解されていない多くの微弱な銀河系外天体の集合であると推定されている。

宇宙X線背景放射のエネルギースペクトルは、2–10 keVのエネルギー範囲では光子指数1.4のべき関数で近似される。いっぽう、これまでの観測から、銀河系外のX線天体の多くは活動銀河らしいことがわかっている。ところが、過去の観測されてきた明るい活動銀河の多くは2–10 keVで1.7–1.9という光子指数をもつ。これは宇宙X線背景放射のそれに比べて急であり（すなわちスペクトルが軟らかく）、同種の活動銀河をいくら集めたところで宇宙X線背景放射のスペクトルを説明することはできない。もっと別の「硬い」スペクトルをもつ天体が必要ということになる。この矛盾はスペクトルパラドックスと呼ばれ、X線天文学の最大の謎となっていた。

X線天文衛星「あすか」は、2–10 keVのエネルギー範囲で撮像能力を持つ世界で最初の衛星であり、過去の衛星の100倍以上の検出感度を有する。宇宙X線背景放射の起源の解明は、「あすか」に課せられた最大のテーマであった。

我々は、「あすか」を用い、7平方度にわたる高銀緯（かみのけ座方向）にある広い連続した領域を系統的にサーベイ観測することで、宇宙背景放射を担う微弱なX線源の正体を明らかにすることを試みた。その結果、4年がかりの綿密な解析により、100個以上の微弱なX線天体を検出し、宇宙X線背景放射の全体の強度

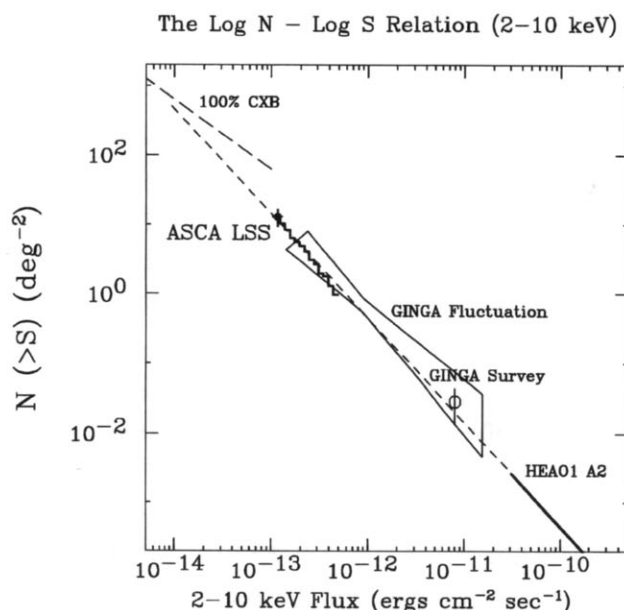
の約30%を直接点源に分解することに成功した。図に、X線天体の明るさ S に対して、それ以上の明るさのX線源の数密度 $N(>S)$ をプロットした図（Log $N - \text{Log } S$ 関係）を示す。

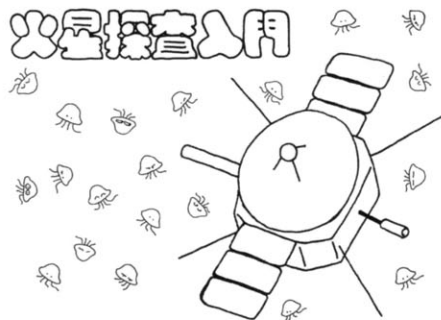
注目すべきことは、長年の問題であったスペクトルパラドックスが解決の兆しを見せ始めたことである。我々は、今まであまり観測されてこなかったような、硬いスペクトルを示すX線天体を多く発見した。解析の結果、2–10 keVのエネルギー範囲で検出された微弱なX線天体の平均スペクトルは光子指数 ~ 1.5 を示すことがわかった。これは、過去に観測された1–2桁以上明るい強度レベルでのX線天体の平均スペクトルに比べて有意に硬く、宇宙X線背景放射そのものの値に近付いている。

では、これらの硬いX線天体の正体は何であろうか？一つの可能性として、いわゆる2型活動銀河が考えられる。これは、通常の活動銀河と異なり、銀河の中心部からの放射が物質によって遮られているため、吸収を受けた硬いスペクトルを示す天体である。実際、このサーベイで見つかった最も硬いX線天体は、可視光の追従観測により2型セイファート銀河であると同定された。

現在、我々は、検出された全てのX線天体に対する光学同定観測を精力的に進めている。「あすか」が見つけたこれらのX線天体は、宇宙X線背景放射の謎を解く上で極めて重要な役割を果たすだけでなく、宇宙がどのように進化してきたかという問題を解き明かすための手がかりともなるであろう。

（うえだ・よしひろ）





第2回 これまでの火星探査

— 何がわかったのか、何がわかっていないのか

佐々木 晶

火星探査は
失敗の歴史で

ある！ というと、PLANET-Bの打上げの前に、何を言う、縁起が悪いことを言うな、とお叱りを受けるかも知れません。2回の失敗のあと、火星にはじめて到達したのは、旧ソ連のMars 1で、1963年6月19日に火星に接近。しかし、通信機能の問題のため、火星に関するデータは何も送信してきませんでした。初めて火星の撮像に成功したのは、アメリカのMariner 4で、1965年の7月14日のことでした。現在まで、30機近い探査機が火星へ向けて飛びました。しかし、その実に3分の2が、失敗もしくは途中で交信が途絶えてしまったミッションです。最近では、Phobos 1, 2 および Mars Observerの交信途絶、Mars 96の打上げ失敗が有名なところ。火星探査で科学的に質・量とともに価値のあるデータをもたらしたのは、Mariner 9とViking 1, 2しかなかった状況でした。長いブランクの後、昨年Pathfinderは成功してすばらしい地表画像を送信してきました。しかしMars Global Surveyorは、Aerobrakingのトラブルのため、軌道計画の変更を余儀なくされ、観測開始が遅れています。火星には「緑色の小人」がいる、近づいてくる探査機を打ち落としているのだ、というジョークがあるくらいです。

数々の失敗にもかかわらず、火星探査は様々な形で、続々と計画されています。それだけ、火星という天体が魅力あるものなのです。

火星の表面には、大量の水が流れて形成された流跡地形があり、アウトフローチャンネルと呼ばれています。長いものは、赤道地域のマリネリス峡谷付近を源として、延々数千キロメートル、北極の平原地域まで到達しています。また、衝突クレーターに覆われている南半球の古い高地地域にも、バレーネットワークと呼ばれる地下水の流出による谷地形が広範囲に存在しています。30～40億年前の火星は、今よりもはるかに温暖で、表層付近には水が存在していたことは明らかです。火星の北極をとりまく地域には、何度か広大な海が出現したと主張する研究者もいます。最近、火星隕石の中に生命の証拠が発見されたのではないかと話

題になりましたが、少なくとも岩石が液体の水の存在下で変質を受けていたことは事実です。

この温暖な環境を維持する機構として、二酸化炭素の温室効果が考えられています。現在の火星大気は表面気圧は1000分の6気圧ですが、これが数気圧程度であると、表面温度は270Kになり、液体の水が存在できます。しかし、過去の大量の二酸化炭素大気はどこにいったのか。また、地形を作った液体の水はどこへ消えてしまったのか。この疑問は解決されていません。火星大気は二酸化炭素については、太陽風のスパッタリングにより40億年の間に散逸したという考えがありますが、その機構は実証されていません。

火星には比較的年代の若い、タルシス、オリンポスといった巨大火山があります。衝突クレーターの数密度を使った年代決定からは、数億年程度の若い火山活動も存在したらしい。また流水地形の中には、年代が新しいため、温暖な気候ではなく火山活動が原因と考えられるものもあります。はたして火星が、現在でも活動的で火山活動のある天体なのか、それとも内部は冷え固まって死んでしまった天体なのか、という点は大きな問題点です。

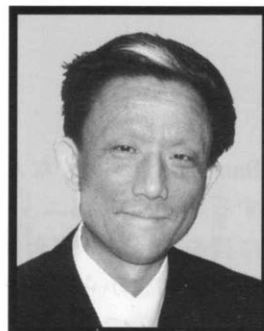
このような火星環境の重要な問題点を解決するためには、今まで以上に地形を詳細に観測すること、炭酸塩鉱物・含水鉱物を探査すること、熱流量や重力を探査することが必要です。現在、様々な探査が計画されています。一方、宇宙研が今夏打ち上げる火星探査機PLANET-Bでも、高層大気の詳細分析や紫外分光により、現在の火星大気の散逸の様子を調べることで、火星大気進化の手がかりを与えます。また、火山活動によって放出されたガス成分であるヘリウム4の大気中の量を測定することにより、現在の火星の火山活動に制約を与えることができます。

(東京大学大学院理学系研究科 ささき・しょう)

<PLANET-B 打上げまであと4ヵ月>

山本教授を偲ぶ

鶴田浩一郎



山本達人さんが急逝されて1週間が経ちました。まだ、本当に起きたことだと思えないというのが偽らざる気持ちです。今にも「ちょっといいですか」といって温かな顔が覗くような気がしてなりません。

山本達人さんは平成4年、東京大学から宇宙科学研究所太陽系プラズマ研究系に助教授として赴任して来られました。ちょうどGeotail衛星打上げ直前の忙しい時期で、着任早々、次々に大変な仕事を引き受けることになりました。彼は的確な判断力と実行力、温厚な人柄でプロジェクトチームの皆から頼りにされる存在となりました。研究面でも磁場計測チームの中核として、磁気圏の尾の構造について重要な結果をいち早く導き、指導的立場を確立しました。彼は我々の研究系にとって大切な存在であったばかりでなく学会、国外の研究コミュニティにおいても次の世代を担う指導的研究者として注目を集めておりました。このことを裏付けるように平成8年には若干39歳で教授に昇任されました。

山本さんはGeotail衛星打上げ後は、日本で初めての惑星探査機PLANET-Bの科学主任として科学

グループの取りまとめに当たることになりました。初めての惑星探査に伴う様々な難問に寝食を忘れて取り組んで来られました。軽量化対策、EMC対策、運用計画と、探査機開発のあらゆる側面で彼の才能が発揮されて難問の解決を見ることが出来ました。山本さんの働きなくして現在のPLANET-Bはありえないと言っても決して過言ではありません。

しかし、大変残念なことに、この頃から彼の身体を病魔が蝕み始めていました。精神的にも肉体的にも大変苦しい状態であったにもかかわらず、彼は持ち前の強い精神力で普段と変わらぬ態度で我々に接し通しました。「検査にいきます」という言葉が最後になってしまいました。彼が精根を傾けて進めてきたPLANET-Bの打上げに立ち会ってもらうことが出来なかったことが悔やまれます。今は、PLANET-Bを成功させることが、彼への唯一の手向けと考えております。（つるだ・こういちろう）

達人へ

早川 基

今机に向かいながら、君との付き合いを思い出してこの文章を書いています。学部の演習の時間にトランプをしていた事や、スキーに皆で行っていた時がついこの間のように感じられるのですが、あれから20年以上もたっているのですね。その間、公私にわたり親しい友人として付き合いわせてもらってききましたが、不思議な事にどんなに記憶を辿ってみても君と言い争いをした記憶が全くありません。君の人柄のせいでしょうね。でも、もしかすると、君は一を聞くと十が分かってしまう人でしたから、言い争いになる前に終わってしまっていたのかもしれませんがね。

君は「達人」の名のとおり何でもできる人でしたね。学業は言うに及ばず、軟式テニス、ギター、電気回路、プログラム、はては漫画の主題歌までおよそ苦手な物はないんじゃないかと思うくらい何でも良くできましたし、色々な事を素早くこなしていましたね。おかげで、随分と色々なことで助けてもらいましたね。君は普通の人の二歩も三歩も先が見えるせいか、はたまた何でもすぐにこなしてしまうせ

いか、それとも人に任せると待っているのがまだるしかったのか、随分と色々なことを引受けていましたね。でも君は驚異的な体力と精神力とでいつも何とかしてしまっていましたね。今度の病気にかかった時も、いつも元気に退院してきていたので、今回もまた戻ってくると思っていた。それなのに、久しぶりに大雪が降った日に君の家まで車で送っていったのが君と話す最後になってしまうなんて思ってもみませんでした。

君が死んだ日、お通夜の日、お葬式の日、みな雨が降っていましたね。誰かが「天が達人のために泣いているようだ。」と言っていました。でも、君を連れていった後に泣くぐらいなら、我々の所に残しておいて欲しかった。君の負担を少しでも肩代わりをしていれば今でも君の笑顔をみられたかもしれないと思うと悔やんでも悔やみきれません。これからまだまだ一緒にやっていけると思っていたのに、なぜ我々を後に残して先に逝ってしまったのですか。

（はやかわ・はじめ）

Bangladeshへ行くなんて言うと、皆不思議そうな顔をする。このISASニュースの編集の方々もたぶんそこに目を付けて、東奔西走の原稿依頼をしてきたに違いない。結論から言うと、Bangladesh行きは大変おもしろく有意義であった。

なぜBangladeshか？ある日突然、1997年12月にDhakaでISFMHT-97 (Second International Seminar on Fluid Mechanics and Heat Transfer) が開かれるから是非招待講演をしてくれと言うE-mailが届いた。差出人は私の知らないBUET (Bangladesh University of Engineering and Technology) の教授の名前があった。それだけなら講演は断るのだが、私を指名したのが長年の友人のFazle Hussainであることがわかった。彼は米国在住のBangladesh出身で、流体力学の分野ではもっとも有名な人の一人であり、ISFMHTはBangladeshの科学技術振興のために彼が主導して始めた会議であることがわかった。義理と人情の浪花節の世界に生きている私としては断るわけにもいかずOKしてしまった。しかし、会議直前になってBangladeshのインフラの整備が十分でなくE-mailの連絡等がトラブル、ほとんど出席をキャンセルしようとしたのだが、Fazleの電話攻勢の前に敗れ、最終的には出席することになってしまった。ただこのトラブルでビザを取り損なってしまうやばい行けないと連絡したら、そんなのどうにでもすると言うのでやむなく出発。正午に成田を発ちSingapore経由Dhakaに着くのは夜の10時。3時間の時差があるので実質12時間の旅である。やっとDhakaにたどり着く。飛行場は30年前の羽田空港のような感じで現代的な設備はほとんどない。しかし、降機したゲートまで私の名札と花束を抱えた人が迎えに来てくれていたのですぐ不安感は消え去った。また途上国のありがたさで、ビザなしでもVIP待遇で税関も通らずに入国できた。実は私は東大工学部時代にBangladeshから来た留学生の博士論文の面倒を見たことがあり、その元留学生に会いたいということを会議のOrganizerに出発直前に連絡しておいたら、彼は家族総出で車2台で飛行場に迎えに来てくれていて、滞在中プライベートな時間は全て彼一家が面倒を見てくれるという幸運にも恵まれた。

町に出てみると人々の数は予想通り大変多く、予想に反して通りは清潔で、人々は穏和で優しさを強く感じた。日本人の性格と極めて近いのではないかと思えた。私の知っているインド人は多くの人々が日本人に

比べるともっと攻撃的で自己主張が激しいのに、ベンガルの人々は正反対とでもいえるような感に驚かされた。これはBangladeshが純粋な農業国であるということに由来しているのではないだろうか。もちろんまた本質的に貧しく、道路では人力車が幅を利かせているが、車も渋滞があちこちで発生するほど多く、まさに発展途上であることを感じさせた。車は日本と同じ右ハンドルで、殆ど日本製ばかりだった。

BUETは、外から見ると限りでは、日本の大学と何ら変わらない形や設備があり、まだ大変貧しい国なのに相対的に大学は恵まれている感じがした。大学教授の多くは車を持っていて相対的には大変豊かで元留学生のAlam君も今ではDhaka Collegeの数学科の主任教授となり、ショーファー付きの車で活動していた。その車を、私の滞在中は主に私のために使わせてくれた。

発展途上国であるこの国にはまだ大学数が非常に少ないので、この国でも大学は本当のエリートが行くところである。大学の先生たちも多くは有名ではないけれど、欧米の有名な先生たちに比べて何ら劣ることもないだけでなく、優れた科学者が数少ない大学に集中しているので、欧米の大学を訪問するのに比べて、一度に素晴らしい人々に会えるという意味で大変有意義な気がする。日本を含めて先進国では大学数が多すぎ、優れた人々が分散してしまっているのだから、人に会うのが大変である。

最後の晩はAlam氏の自宅に招かれ、家族総出で作ってくれたカレー料理を腹一杯食べさせてもらった。魚を主としたもので、辛いものが大好きな私には忘れがたい味であった。ただ回教国で、酒が殆ど出てこない寂しさはある。

最後の日はAlam夫人が前大統領の顧問弁護士をしている関係で、彼のオフィスに招かれ、前大統領と親しく雑談をするチャンスまで与えられた。

帰りの飛行機はまだ便数が少ないので、Bangkokでの乗り継ぎに6時間も待たされた。しかし最近のノートパソコンの発展は素晴らしく、プログラムの開発がほとんどノートパソコン上で出来てしまうようになったので、待ち時間をほとんど無駄にすることもなく旅行が非常にし易くなったのありがたい。飛行機の中でもスペアバッテリーさえ忘れずに持っていけば、雑事に煩わされない分だけかえって能率が上がる。

かくして20時間の移動もあっという間に終わってしまっ成田に戻ることが出来た。(くわはら・くにお)

— これからの はじまり —

稲谷 芳文

M-Vロケットは1号機の打上げを無事に終え、現在次の火星ミッションの準備に余念のないところですが、できてしまえば次のことを考えてしまうのは、自転車をこぎ続けていないと倒れてしまうのが恐ろしい貧乏性の悲しい性です。勿論M-Vでこれから続く新しいミッションや、ロケットの能力向上のための仕事はきちんとしなければいけません、次の時代のことを考えるために「宇宙輸送のこれから」と題して連載をしばらく続けます。

いま20世紀の終わりを迎え、ロケットを用いて宇宙へものを運ぶ仕事は、個別の技術要素の研究開発は別として、一つの転換期を迎えていると言われています。これはこれまでに完成を見た多段式のロケットを次々に捨てながら衛星を軌道に投入するという従来のやり方から、ちょうど次の1000年が始まることでもあるし、何か質的な転換が図れるのではないかと、いうものです。この動機はもう少し具体的に言うと第一には輸送コストをもっと大幅に下げたい、宇宙へ行くのにお金がかかりすぎるから、というものです。宇宙研のように科学研究のための輸送に経済性を持ち込む話は少し横におくとして、宇宙にものを運んでする仕事で今商売として成り立っているのは、電波を広く薄くばらまいて行う通信や放送や航法といった分野で、1000円とか2000円とかのお金を広く集めることで今の輸送コストでも商売になっているわけですが、これが宇宙を使ってする仕事の全てという事では、この先新しいロケットを作る元氣も出ません。この意味で輸送手段のことを語るには何を運ぶかという議論と裏腹なのですが、やはり21世紀に向かって考えるとすると、一般の人がもっと簡単に宇宙に行けるようになるとか、宇宙に大規模な構造物を作るなどといった質的に異なった輸送の場面を考えないと子供に夢を語るのも難しくなってしまう。

この先の10年とかの範囲では今のロケットのコストを半分とか何分の一とかに下げて通信や航法のための衛星をいっぱい上げる、などという仕事のために低価格化の努力や競争がされていますが、新しい時代の質的に異なる輸送の場面を現実のものにするためには、一桁とか二桁とかの輸送コストの低減が必要と言われます。前者の目的には今までの古いシステムを改良したり大量生産したりということでは何とかなりそうですが、桁の違う話にはたどりつけそうにありません（例えばM-Vを小さな観測ロケットの値段で打つようなものです）。この辺の話から「今の使い捨てロケットの限界」から「再使用型のシステム」へという話が出てきます。

第2には技術の話です。クルマでもヒコークでも動くものの性能を革新するにはまずエンジンから、とは当然のこ

とです。原子力推進や反物質推進など「超」のつく未来の話もあります。工学的に現実的な化学反応による推進での一つの解は、ロケットの酸化剤を大気中から取り込むことで性能向上を図ろうとする、いわゆる空気吸い込み式エンジンです。スペースプレーンと呼ばれる、飛行機のように飛び立ってまた帰ってくるという形式にこれを使おうということで、エンジンの研究やこれを載せた機体システムの研究がなされています。もう一つは機体を構成する材料についてですが、複合材などの新しい材料の全面的な採用によってポテンシャルとしては金属材料を使う場合に比べて30%の軽量化が図れます。勿論どの推進機関を採用するにしても軽量化は性能向上に直結します。このメリットが十分に使えれば、現在のロケットの性能またはノズルの工夫などの少しの性能向上でロケット推進によって単段式でどこも捨てなくてよいシステム（SSTO; Single-Stage-To-Orbitと言います）が構成できるというのがもう一つの主張です。

先ほど飛行機の様にという言葉を使いました。これは翼をもって正に飛行機のように飛び立つという意味の他に、捨てないで何回でも使えるとか、いつでも好きなときに飛び立てるとか、降りてから次の飛行まで1時間とかの短時間で繰り返し飛行ができる、という意味まで含みます。ここまで考えると、今のロケットと飛行機の本質的な違いははっきりしてきます。エアラインが経済性を上げるには「飛行機が地上にいる時間をできるだけ短くせよ」という位なのです。ロケットの現状はこれと比較する気にもなりません、これを「比較するのは間違っている」とするのか「どうしたらこれに近づけるのか」と考えるのでは立場が決定的に違います。表面的な形の上だけでなく、システムとしての宇宙への輸送を航空輸送のような形態にすることで、はじめて上に述べたような桁の違う話が現実のものとなる、というのが議論のもう一つの切り口です。

残念ながら将来の輸送システムについての議論は、単段か2段か、ロケットかエアブリーザか、とか水平に行くのか垂直か、などの技術論に終始したり、具体的な輸送目標を明示しなかったりと、完備した議論になりにくいのが現状です。将来の議論は後ろの境界条件がオープンだから仕方のない面もあるのですが、初期条件だけで未来を語るのも危険です。この連載は、具体的なコンセプトの提案や技術開発として実際に行われている活動を紹介しながら、これらの議論について整理するための視点を提供することを目的としたいと思います。その上で例えば我々が目指すべき方向や、さらに進んで我々の輸送系研究のあり方についての議論を深める事ができれば幸いです。しばらくの間おつきあい下さい。

(いなたに・よしふみ)



ロケット追憶3題

牧 工

1997年11月、38年間勤務の南日本新聞社内之浦通信員の任務を終了した。宇宙研のKSCとはスタートから係わってきたので、思い出を記せよという編集者の意向を体し恐れ乍ら追憶3題を綴ります。

新聞記事のロケット1号 1960年12月9日内之浦町南方上向集落にあった旅館池田荘で、東大教授糸川英夫博士を取り囲むように同大文部事務官下村潤二郎氏、久木元峻町長、上林房正信義長、田中キミ町婦人会長ほか町のトップクラスが鳩首懇談をしていた。東大ロケット実験場を内之浦町南方長坪に誘致するというビッグニュース。肝心の長坪振興会長を有線放送で急遽呼び出す依頼があり、私も会場に同席させてもらった。糸川博士の帰京の時間を聞き出し、南日本新聞社社会部へ特報。社会部記者が鴨池空港で糸川博士をお待ちして取材。翌12月10日付の社会面に、博士の顔写真と長坪の地図入りでロケット候補地の記事が掲載された。これがやがて全世界にアピールされてゆくKSCの新聞記事ロケット1号となった。

200号ロケットと玉木先生 1973年9月23日付南日本新聞社会面に、200号機を超したロケットの見出しで玉本章夫先生の追悼記事を書いた。

「1955年8月、秋田県道川で産声をあげた日本のロケットペンシル300-1号機から通算すると内之浦200号機は291機目になる。ペンシルロケット時代からロケット開発のリーダーだった玉本章夫東大宇宙航空研究所長は、9月7日ガンのため逝去された。葬儀の翌日15日、同実験場から打ち上げられたカップ10C型4号機は、内之浦200機目のロケット。風に強いロケット開発に全力を注ぎ込みながら病魔に倒れた玉木教授の頭脳が生かされたミュ-3C型の予備テスト機で、みごと成功した…」

玉木先生が所長時代だったか定かではないが、よくウォーキングをされていた。ある日の午後、先生が額に汗をにじませて拙宅に來訪された。妻が入れたKSCでも好評のコーヒーを目を細めて召し上がったあと長野観音を拝観してきました。とても立派な観音様で自

然環境もすばらしいところでした。折角の保存を望むと、微笑みを浮かべて話されたお顔が今でも目を閉じれば臉に浮びます。

長野観音は元文4年廻漕業の須田儀兵衛^{きひょうえ}が勧請したもので、町役場から6キロ、大谷添林道下の大巖窟の中に鎮座する石造の十一面観音。洞窟の中にサラサラ流れていた湧水が、水脈が変わって流水が多くなり洞窟内の地盤沈下が目立ってきた。玉木先生のことを思い起こしながら町社会教育課と対策を講じている。

示現流？ シャッター 1998年2月5日KSCから打ち上げられた、SS520-1号機は、私の記録では内之浦368機目のロケット。これまでほとんどのロケットを撮影してきたが、私のロケット撮影法はモータドライブを使わず、ファインダーの中の任意の位置で一発でロケットを仕留める。それを示現流シャッターと自称している。それはカップ10C型2号機の打上げから始まった。

1969年9月26日、姿勢制御装置をテストする同機は、こともあろうに2段目だけが飛び出すという前代未聞の打上げとなった。1・2段の間から姿勢制御用の燃料の過酸化水素が過熱して勢よく噴き出した。異状を察知した私は、長坪グリルの鉄柱を盾に身構え、噴射と2段目飛び出しのロケットを仕留めて翌27日の社会面を華々しく飾った。

内之浦町の文化祭には、写友が宇宙やロケットをモチーフにした作品を展示する。「宇宙に一番近い町」が内之浦のキャッチフレーズ。カメラを通して宇宙に思いを馳せる仲間を一人でもふやしたいと思っている。

(フリーカメラマン まき・たくみ)



原稿も集まり始め、割り付けにかかった時の突然の山本先生の訃報でした。PLANET-Bでは先生と同じ磁場計測班でいろいろと教えて頂いたこと、また厳しく指導して頂いたことを思い出しながら追悼文の編集をしたり掲載のお写真を探したりする、つらい仕事となりました。先生の御冥福を心よりお祈り致します。

(松岡)

ISASニュース

No.204 1998.3

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所(文部省) ☎229 神奈川県相模原市由野台3-1-1 TEL 0427-51-3911

The Institute of Space and Astronautical Science

◆本ニュースに関するお問い合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)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>)。