



 ニュース


No. 143

1993. 2

宇宙科学研究所

微小重力下における動物の姿勢調節

名古屋大学環境医学研究所 渡 邊 悟

動物が地球上で自分の位置、姿勢、運動を把握するには必ず重力を基準として行っている。単細胞動物のゾウリムシですら負の趨地性と呼ばれる水面に向かって集まって来る泳ぎ方をする。クラゲに到っては平衡細胞という炭酸カルシウムの石が入った感覚細胞が出現する。人間をはじめ哺乳動物の内耳迷路にある耳石器も同じ様に炭酸カルシウムの平衡砂と呼ばれる砂の入ったゼリー状の塊りが、有毛細胞を刺激することで重力方向を感知している。猫の頭に袋をかぶせて外が見えなくし、背中側を下にして1.5mぐらい上からそっと落とすと、猫は直ちに頭を正立し、次に躯幹を正して、正確に4つ足で着地する。この行動の中で最も大切な反射が、頭を正立にする迷路反射である。すなわち耳石器による重力方向への立ち直り反射である。人間でもこの迷路反射はわれわれの姿勢・運動に大いに関与している。重力が感知できなくなる $10^{-3}G$ レベル以下では、従ってこの耳

石迷路反射が消失することになる。微小重力下では上下方向が定まらないことになる。このような状況下ではもっぱら視覚による方向の識別がなされるが、全て相対的なものであり、むしろ自己中心的となる。例えば、宇宙船内であると搭乗員は自分にとっては天井も床もどちらが上でどちらが下でもかまわない。装置類等の配置、操作上の便利さのみで、ことは足りるのであり、例えば同僚が逆立ちしているという認識となる。

一足飛びに、微小重力に話題をもって行ってしまったが、もう一度地上に帰って動物が自己の位置、姿勢運動を認識するには前庭器のみではなく、視覚や体性感覚（皮膚、筋、腱など）も参加している。例えば、部屋の中全体が傾いている様に作ってあると（ただし床は水平面を保っている）、中に入った人は傾きに合わせて体を傾ける。ビックリハウスの壁面が音と共に傾くと、椅子は傾いてないのに、壁面に合わせて体が傾く、視覚

定位のあらわれである。この時、体を傾け正立位を保つ（視覚的に）ための情報としては前庭耳石入力の体が傾いたことを補正するという働きとは異なったものである。通常は床面と部屋とは一体となって傾くことから、視覚のみでなく前庭入力も入る。更に体重のかかり方で体性感覚系にも入力が入る。いわゆる平衡感覚としての3つの感覚が共に相互に作用し合って総合的な感覚を作り上げている。しかし、時として（或は実験的には）分離して個々の入力のみからも作り出すことができる。この分離して作り出された感覚は異常感覚としてとらえられ、ひどい場合には拒絶反応的に酔いの症状（自律神経症状）を呈することがある。極端な例ではプリズムを用いた逆転メガネの着用である。特に左右逆転メガネは異常感が激しく立ちすくんだり、手足をひろげ、腰をかかめる異常な姿勢をとったり（運動失調）前述の自律神経症状を呈する。一方、こうした状態も続けていると次第に生活に不自由がなくなる。この期間は1週間以上かかる。この様に視野が逆転しただけでその状況に慣れるまでに相当の時間を要することが解る。これは脳内で今まで作り上げられていたプログラムを書き変えるための時間であると解釈されており、入力の異常は順応するまでに長い時間が必要であることを示している。

注：乗物酔いの考え方に、異常な入力に対する拒絶反応として自律神経症状があらわれ顔面蒼白、生つば、冷や汗、嘔気、嘔吐に到る、すなわち嘔くことによって体の外に異常なものを出してしまうおうとする原始的な生理反応とするものがある。

動物の行動の中でこの視覚と前庭感覚の相互作用を観察するのに最も単純なモデルを提供する例として、魚の背光反応が挙げられる。通常、明るい所に棲む魚は太陽の光がたえず水面から入り込むことから背中を水面に向けて泳いでいる。これが魚の正立位である。しかし、水槽に入れて、光の方向を側面から入れてみると魚は光の入った方向にやや傾いた姿勢をとる。金魚では真横からの

光でほぼ30°ぐらい傾く。（使用した光の強さは水槽の中央でやく3000Luxであるが、光が弱くなると傾きも小さくなる。また、水槽を遠心加速度負荷装置に乗せて同じ様に天井からと側方からの光照射を繰り返し行って調べてみると体の傾斜はG負荷が大きくなるに従って小さくなっていく。

これらの金魚の両側の耳石器の破壊手術をすると、今度は光がどこの位置にあってもその方向に背中を向ける、勿論側方（90°）からの光には90°傾いて光の入って来た方向に背を向け、下（底）から光が入って来ると逆立ちをして背中を光の方向に向ける（図1）。この様に、手術後の金魚ではvisual orienting response が強力に働いていることが解る。正常な金魚では横からの光照射が30°の傾きを作っていたのは、前庭耳石器による重力を入力とした立ち直り反応であったことも解った。過重力の実験は地上で容易に出来るが、微小重力の実験はむづかしく、その機会を得ることはむずかしい。しかし、航空機による放物線飛行時の微小重力が20秒程度作り得ることから、飛行機実験に参加出来る機会を利用し、微小重力下の背光反応について調べることが出来た。われわれは正常な金魚と両側前庭破壊後に全く正常な遊泳行動を示すようになった金魚をいづれも10匹以上用いて繰り返し実験を行った。正常な魚も両側前庭破壊の魚もいづれも微小重力下ではvisual oriented response のみを示し、いづれも光の照射方向に光の切り換えに応じて全く光源の方向に背を向ける行動をとった。

一方、微小重力下状態に入ると魚は頭を下げるように（diving）の行動も示し、光の切り換え時には体がねじれる様に反応する。von Baumgartenらの航空機実験では正常並びに両眼剔出した金魚は微小重力に入るとdiving response をすることに注目し、前庭器が正常に働いている魚は微小重力下では脳内で耳石入力に対する反応を覚えていたものが、突然耳石入力が無くなって、それまでに覚えていた入力方向への調節行動（正常では頭を上げる様にしていたと考える）と反対方向への行動をとることによってあたかも入力を得ようと

する行動であると説明し、受け入れられやすい説明でもあった。この説明では地上においても両側前庭器破壊直後の魚にはdiving responseが起こってもよいことになるが、殆どの金魚には起こらないし、われわれの両側前庭破壊の金魚はむしろ放物線飛行時の微小重力下でdiving responseを行うことも示すことができた。光の影響を排除するために、暗闇にして赤外光照射して、ビデオカメラで観察してもやはりdiving responseは正常金魚のみでなく前庭破壊魚にもみられた。この様にすでに両側の耳石器が存在しない魚にもdiving responseがあらわれることからvon Baumgartenの説は受け入れられなくなる。

そこで、金魚の耳石器以外の重力センサーについて考えてみると、金魚は比較的大きな浮き袋をもっていること、更に側線器がある、これらが何らかの重力センサーの働きをするか否かを調べた。次の微小重力実験の機会がないこともあり地上実験でのみ行ってみた。先にも両側の耳石器剔出後十分に時間の経過した魚は正常な遊泳行動を取ると述べたが、背光反応は耳石器剔出直後から数週間は側方からの光照射で真横(90°)に光源に背を向けるが術後18週を過ぎると体傾斜が50°ぐらいまでになり、やや傾斜角度が減少する。すなわち、耳石器以外の重力センサーの効果で正立反応を取りもどして来たとも考えられる。この状態で、浮き袋にレントゲン造影剤(比重1.4)を浮き袋の容積の半分程注入することによって浮袋の働きを低下させると、正常な魚は薬剤注入前と後で反応の大きさに殆ど差はないが、両側前庭破壊の金魚では背光反応は再び傾斜角度を増す。これは浮き袋が傾斜角度を小さくする様にすなわち正立反応に関与していたことが解る。また、側線器は水圧、水流の変化を感受する、ことに頭部に分布する側線器は身体平衡に関係することが知られている。そこで、頭部の側線器をキシロカインで麻酔することを試みた。この実験も正常な魚と前の実験と同様に両側前庭破壊後3ヵ月を経過し正常遊泳する金魚を用いた。この実験で正常魚は側線器の麻酔前と後では差は認められないが、前庭破壊魚で

は獲得した背光反応の傾斜角の減少が再び増大し、時には80°~90°の傾斜となり殆ど手術直後と同じぐらいの大きさの反応を示した。

これらの実験から、前庭耳石のみが重力センサーでなく、側線器、浮き袋も重力センサーとして働くこと、前庭器が障害されるとこれらの重力センサーが安定した姿勢保持に大きく関わっていることが明らかにされた。微小重力下で起こるdiving responseは魚のもつ重力センサーの統合的な機能消失で表われるものであると解釈できる。

以上、姿勢調節系における平衡感覚としての視覚・前庭感覚・体性感覚の役割について述べたが無重力下における宇宙酔いに平衡感覚の異常が関与していることの実験的な検証も行っているが、紙面の都合で省いた。(わたなべ・さとる)

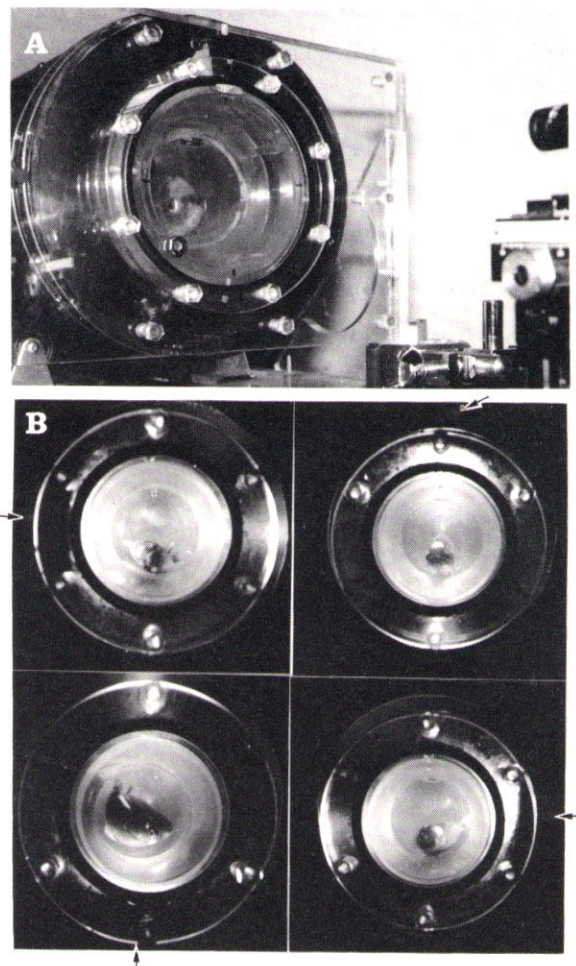


図1 背光反応測定用の回転光刺激装置(A)と背光反応(B)
赤いLEDのスポットは光源の位置を示している。(矢印の部分)



★人事異動

発令年月日	氏名	異動事項	現(旧)職等
5. 1. 1	町田 忍	(転出) 京都大学理学部助教授	太陽プラズマ研究系助教授

★シンポジウム

宇宙放射線シンポジウム			
日時	2月23日(火)～2月25日(木)		
場所	国民生活センター会議室		
宇宙エネルギーシンポジウム			
日時	3月10日(水)～3月11日(木)		
場所	宇宙科学研究所会議場		
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		

★(財)宇宙科学振興会研究助成対象者決定

(財)宇宙科学振興会(関本忠弘理事長)では、平成4年度の研究助成候補者を公募していたが、全国から10件の応募があり、12月2日開催の研究助成審査会において、京都大学工学部助手・金村聖志氏の「リチウム二次電池正極材料としての層構造電荷移動錯体へのリチウム挿入反応に関する研究」に決定した。

12月16日宇宙科学研究所において、同氏に対し助成金として300万円を贈呈する旨の決定通知書が秋葉理事(同研究所長)から授与された。



★ASTRO-D総合試験終了

昨年の4月中旬より8ヵ月以上にわたり行われてきましたASTRO-Dの総合試験は無事終了し、手塩にかけて製作、試験した衛星本体が1月19日に相模原キャンパスよりKSCに向け搬出されました。このニュースが届く頃にはすでに軌道上に投入されていると思います。試験期間は当初の予定より1ヵ月弱長くはなりましたが、その時間を費やして、衛星機器の試験を充実し信頼性を向上できたと考えています。

さて、12月には最終組み上げという事で以前にも増して慎重な作業が行われました。これで、長くつき合ってきた各機器の顔を拝めるのもこれが最後です。12月21日に衛星のサイドパネルが閉じられ、太陽電池パドルが取り付けられ、全系が完成しました。

第二次ダイナミックバランスの後12月25日クリスマスに報道公開となりました。実は、報道公開は、望遠鏡の首を伸ばし、太陽電池パドルを開いたASTRO-Dの軌道上の姿を地上で見ることのできる最初で最後の機会なのです。関係者も図面の上ではその姿をわかっているつもりだったのですが、実物の姿を見るとなると初めての(そして最後の)ことなのでドキドキしていました。首を伸ばし、翼を伸ばしたその姿は、白鳥にも似てスマ

ートな印象だと自負しています。すでに、いくつかの新聞、テレビなどでこの姿が紹介されたので、見た方も多いと思います。

衛星の搬出作業をしている1月18日～20日には日米英の研究者が宇宙研に集まりASTRO-Dの現状報告と、打ち上げ後の観測機器の軌道上の試験観測のスケジュールを話し合う会議が行われました。出席された関係者のASTRO-Dへの期待が伝わってくる会議でした。

最後に、長い設計、製作、試験の期間を通じご協力頂いた関係機関、メーカーの方々に深く感謝致します。KSCでの祝杯を共にあげましょう。

(紀伊恒男)

★科学論説委員等との懇談会

宇宙科学研究所の活動の近況について理解していただくため、例年12月に新聞社の科学論説委員の方々との懇談会を開いている。今年度は若干趣向を変え、新年になってから1月18日(月)の午後、神田一ツ橋の如水会館で開催し、新聞社からは15名、宇宙研からは所長、主幹を中心に15名が出席した。

秋葉所長の挨拶のあと、X線天文衛星ASTRO-D(楨野)、太陽観測衛星「ようこう」の成果(小川原)、磁気圏観測衛星GEOTAIL(西田)、SEPAC実験(河島)、生物と宇宙(山下)、赤外線で見た

銀河（奥田）の順にそれぞれ15分くらいの報告がなされ、熱心な質疑が交わされた。質疑のあとは、恒例によって懇親会が催され、旧交を温める歓談が持たれた。

論説委員の方から、「世界中で宇宙科学が呻吟している情勢で様々な分野で赫々たる業績を挙げていること」及び「宇宙研の先生のお話が上手になったこと」への賛辞が寄せられたことが印象的だった。（的川泰宣）

★第Ⅱ期計画検討始まる

宇宙科学研究所設立以来12年が経過し、その間科学衛星計画を中心として数々の成果を挙げてきたが、これまで育んできた分野を更に充実させ、また新たに芽生えた研究方向を更に発展させるための研究所のあり方が第Ⅱ期計画の名の下で開始された。これは、所長の諮問を承けた運営協議委員会の議に基づくもので、このため所外委員を交えた第Ⅱ期計画策定特別委員会が設けられた。同委員会における検討に先立ち、全教授会議メンバーによる討議が行われ、月惑星探査・天文観測・大気プラズマ観測・推進系工学・探査機工学・宇宙利用における今後の発展方向、基礎研究のあり方、研究支援体制の問題点等について活発な意見交換がなされている。

今後は、3月の運営協議委員会への中間報告を経て、新年度のできるだけ早い時期に成案を得るべく作業が続けられる。（松尾弘毅）

★Express計画

独側の事情により延伸していたExpress計画が、昨年12月17日（通産省、宇宙研、新エネルギー・産業技術総合開発機構）独（ドイツ宇宙機関）双方のボンにおけるMOU調印によって正式にスタートした。

この計画は、独側が回収型カプセルを製作し、日本側はM-3S II型ロケットによる打上げを担当するもので、同カプセルを用いて日本側による微小重力環境下における触媒創製に関わる実験および日独双方による環境計測、耐熱材試験等の再突

入技術関連の実験が行われる。宇宙研にとっては、上記実験によるデータ取得のほか、カプセルを共同設計することによって、将来の科学ミッションで想定される惑星大気への突入のための技術の蓄積が行えるものと期待されている。

なお、打上げは94年1～2月に、M-3S II-8号機によって行われる。（松尾弘毅）

★宇宙学校開校される

（表紙写真撮影：新倉克比古）

年明け早々の1月17日(日)、相模原市のあじさい会館で宇宙学校が開かれた。これは昨年的一般公開で好評であったミニミニ宇宙教室の拡大版で参加者の生徒は講演者の担任の先生とふれあいを持ちながら楽しく宇宙を勉強してもらい、宇宙研究の理解者となってもらおうという宇宙研初の試みである。葉書による事前の受講申し込みは会館のホール収容人員をはるかにこえ、最後には不本意ながらも、申し込みを打ち切ることになったほどである。午前中の第1時限のクラスはX線、γ線、赤外線及び、電波で見た宇宙の話、午後一番の2時限は我々の太陽とこれを取り囲む太陽系の話、そして最後の3時限は無重力場でのカエル、ロケットの話、スペースコロニー等の将来への夢で構成された。できるだけ多くの質問を誘うためそれぞれの教室では担任教官3人の講演時間は20分にとどめた。子供たちのユニークな、且つ時に核心をつくするどい質問には担任が顔を寄せて相談する場面も見られた。どの時限でも次々と上がる手にこの学校開催成功の確かな手ごたえを感じたが、時間がたりず、質問を途中で打ち切らざるを得なかった。楽しくそれぞれの時限で授業を受けた生徒は裏に第1号科学衛星「おおすみ」を刷り込んだ終了証をもらって帰っていった。

本学校は銀河連邦相模原共和国と宇宙研の主催、相模原市教育委員会と(財)宇宙科学振興会の共催で開かれた。特に相模原市友好親善課の皆さんにはお世話になった。（小山孝一郎）

磁尾艇留 (GEOTAIL) 衛星の現状

向井利典

バス・スタート後の衛星の健康状態チェック正常、OPも予定通りスタートして一段落、ジョンズ・ホプキンス大学に電話する。“Hello, this is Mukai speaking from Sagami-hara Japan.” “This is Chuck Schlemm. Good morning! We are ready.” たまたま運用当番のあたった某月某日深夜、彼らの担当する高エネルギー粒子観測装置のオペレーション開始である。オペレーションの内容は予めネットワークで送られてきていて既に衛星管制装置のコマンド計画の中に組み込まれているが、何しろ繊細な観測装置なのでデータをチェックしながら次のコマンドを送信する必要がある。初期運用の間は彼らもちろん宇宙研B棟3階の運用室に来ていたが、ネットワークのおかげでアメリカでも準リアルタイムでデータのチェックができる。筆者が初めてトラッキングにかり出された「しんせい」の運用のときには想像もできなかった衛星運用の形態である。

GEOTAILは、昨年9月9日に最初の月スウィングバイによって磁気圏尾部軌道に投入されて以来、既に地球の磁気圏尾部を4回巡ってきた。その軌道の性格上、衛星運用は大体が深夜、8時間程度であるが、これまでに2回ほど23時間連続運用が行われた。衛星が昼間側の近地点約4万km(静止軌道の少し外側)を通過したときである。GEOTAIL 観測の主目的はその名の通り地球磁気圏尾部の探査であるが、昼間側の磁気圏境界で太陽風のエネルギーが磁気圏の中に如何にして運び込まれるかを調べることも目的として上記の近地点が設定されたのである。軌道修正などの特殊なオペレーションを除けば相模原の衛星運用室にはメーカーの技術支援者も含めてふだんは3~4人いるだけであるが、この時には所内外・国外からも多くの科学者が駆けつけ、リアルタイムでデータを見ながら驚きと興奮、議論が続いた。あまりのこ

とに、この衛星はGEOTAILではなくて GEOFRONTになったかという冗談もあった。幸い、この2回の運用のときの太陽風の磁場が正反対とも言える状況であったので、実に貴重な観測を行うことができた。まだデータの解釈については議論が続いているが、もう少しで論文になるであろう。また、衛星が昼間側磁気圏の中に入ったところでは新方式の電場計測ブーメラン法のシステム・テストが行われた。衛星から電子ビームを出して再び衛星に戻ってくる時のずれ或いは飛行時間を測定することによって電場の大きさを求めようとする方式である。既に観測装置の各要素、電子銃、イオン銃、検出器、等のチェックはうまくいっていたが、それまでの未知の尾部領域では磁場配位と衛星の姿勢の関係でなかなかチャンスがなかった。第一段階の試験で電子ビームの戻りをうまく検出できたときには、鶴田先生をはじめ関係者一同、胸にこみ上げるものがあった。この時の新方式の電場のデータと従来のダブルプローブ法との比較から、従来法のデータ信頼性についてとかく問題のあった電場データを議論することができることになった。次はいよいよ本命の尾部ローブ領域での試験であるが、この「ISASニュース」がでる頃には結果がでていられるかも知れない。

最後に、本命の磁気圏尾部プラズマシートの観測について一言触れたい。磁気圏の構造とダイナミックスの基本とも言えるプラズマシートの成因が、実はよく判っていない。その解明のためにGEOTAILの観測を行っているのであるが、多くの人が考えている基本線の磁気リコネクションだけでは説明できないデータがあまりにも多い。非定常・非平衡の系で複数の素過程が共存・競合しているのに違いないが、何とかそれらを特定していきたいものである。(むかい・としふみ)



オーロラの話

山本 達人

最近ではコマースの背景にも見られるオーロラ、厳寒の極域で夜空を乱舞するオーロラ。オーロラはまさに夜空をキャンバスに大自然が描く芸術品である。

ところで「オーロラとは何？」に答えられる人は高校の理科の先生でも少ないようである。「虹の一種ですか？」という質問をよく受ける。その昔、極域の寒い所で見られる事から「昼間、氷に蓄えられた太陽の光が夜間に放射されるのではないか？」というまことしやかな逸話もある。

実際のオーロラは虹や氷とは程遠い現象である。その発光高度は100kmから350kmと虹より遥かに高い。極域で見られるのもたまたま現在の地球の磁場が極地方に磁極を持っているからである。オーロラは磁気緯度で70°付近に円状に現れ、極域を一周している。遠方から見れば、地球は「光のはちまき」を巻いているのである。明るい部分・暗い部分がありはするが、実に長さが1万kmを越える壮大な光のカーテンなのである。

オーロラとは、地球の遥か上空で太陽から吹く高温の荷電粒子群（太陽風）が地球の磁場に捉えられ、磁力線に沿って極域に落ちてきた結果現れる、大自然の芸術品である。これは、テレビのブラウン管によく似ている。ブラウン管は後部に電子銃を持ち、そこから飛び出した電子が磁場で制御されながら前面の蛍光面を発光させて画像を描き出している。オーロラでもまさに、高度数千kmから数10万km彼方で地球の磁場と太陽風が押し合い／へし合いを繰り返した結果、荷電粒子が加速され地球に向かって怒涛の如く降り注いで極域の上空を蛍光面として発光させている。

この様な地球上空での大自然のドラマが分かってきたのは、ここ20年位の事である。「光のはちまき」は30年程前に地上観測から想像されたが、15年程前に人工衛星からの写真によりその直接の姿が初めて得られた。しかし太陽風と地球磁場のせめぎ合いの詳細の総てが理解された訳ではない。

宇宙科学研究所もオーロラを代表とする地球上空でのドラマを解明すべく、高度数千kmに「あけぼの」、数十万kmに「GEOTAIL」という2つの人工衛星を打ち上げ、現在様々な物理現象の研究を行っている。奇しくも「ミニミニ宇宙学校」が開催された日の前日（平成4年7月24日）に、フロリダのケネディ基地よりGEOTAIL衛星が無事打ち上げられた。

明るいオーロラは緑・赤・紫と色づく。以前、私がカナダのエスキモーの村に真冬に3ヵ月程滞在しオーロラの地上観測を行った時、現地の人々から「オーロラは何故多彩の色を伴うの？」という質問を受けた。同じ質問は「ミニミニ宇宙学校」でも出された。この答は少し難しいかもしれない。物質は燃やされたり衝突したりしてエネルギーの高い状態になると、物質固有の光を出してエネルギーの低い状態になろうとする。発光するまでに要する時間は物質固有のものである。発光する前に衝突をすると発光しなくなってしまう。オーロラを代表する「緑・赤」は地上実験で見つからず長い間謎であった。「上空には我々の知らない元素があるのでは？」と考えられた事もあった。ところがその正体はどこにでもある酸素であったのである。地上実験では高度100km以上の希薄な大気を作る事が中々出来ず謎であったのである。

オーロラには電流が流れている。これは太陽風が地球磁場に遮られる事が、大自然の発電機となっているからである。「ではその電力はどれくらい？地上に取り込めますか？」これは、私も時々考える事である。極域地方にかかる電圧は100kV、流れる電流は総計100万Aにもなる。100万KW級発電所100基分程である。その電力を人間生活に使えば、実にクリーンなエネルギー源である。多くの夢物語かもしれないが、誰か巧妙なアイデアで大自然の発電機の使い方を考えてみませんか？

（やまもと・たつんど）

火星の風とSDIとサーモンと

齋藤 宏文

12月に入るとアメリカは、クリスマスめざして盛り上がっていきます。私がロサンゼルス郊外のパサディナのNASA/JPL（ジェット推進研究所）に一年間滞在するために家内共々、アメリカに到着したのは一昨年（1995年）の12月でした。そして昨年暮に無事帰国し、日本の正月にこれを書いています。

JPLは、御承知のようにNASAの惑星探査計画を行うセンターで、古くはボエジャーや最近ではマゼラン、マースオブザーバー等を開発しているセンターです。大型探査計画のみならず、最近ではコンパクトな小型探査計画にもチャレンジしています。NASAの惑星探査のやり方から学べるものは学ぼうという目的で、JPLの惑星探査プロジェクトチームに加わってこの一年間働いてきました。

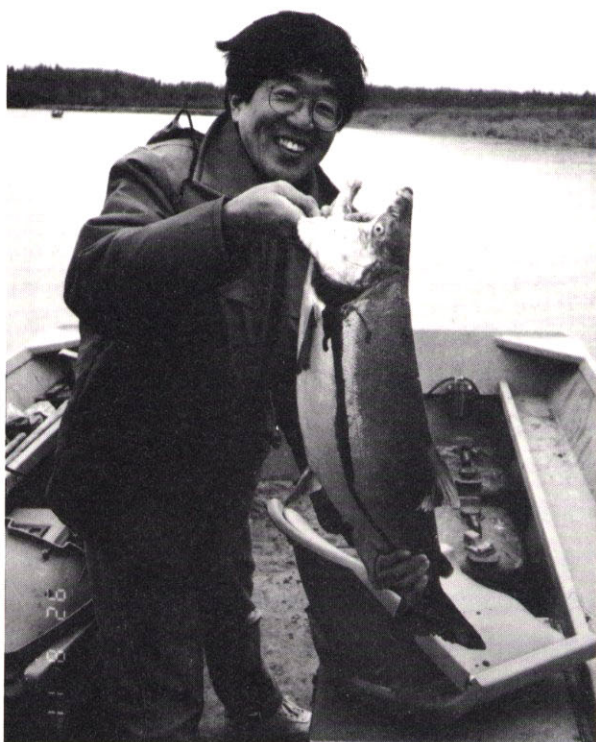
参加したプロジェクトは、火星に16機ほどの小型ランダーを着陸させ、火星全域の気象、地震、土壌、岩石等を系統的に調査するMESUR計画というものです。特に、1996年にPathfinderと称して工学試験機をアメリカにとっては異例に少ない約180億円というコストで打上げる計画が走り出し、このチームに参加していました。特に印象に深かったのは、火星に着陸するためのパラシュートの横風効果の解析でした。電気屋の私ですが、要は力学ですから力学の応用問題にとり組みました。1970年代のソ連のマース計画やアメリカのバイキング計画でも見落されていたパラシュートの水平速度が予想外に大きく、ミッションの成否に大きく関わってくる事がわかってきました。最初は信じてもらえなかったのですが、へたな英語も言い続けるうちに通じるもので、欧州のMarsnetやソ連のMars96計画の人々も加わっての検討となり、楽しい思い出となりました。

JPLのチームの一員として働いている過程では、SDIで開発された超小型の搭載機器がNASAの宇宙計画にも転用されようとしている動きに接する事ができたのが、ある意味では一番の成果でした。220gの光学カメラ、350gの慣性センサー、660Nの二液推進のスラスター本体がわずか56g等々、目を

見張るような小型化が進められていました。日本でもその優れた民生技術を転用して、日本なりの搭載機器の小型化を行う必要があると痛感した次第です。こうした地味な開発努力こそが、日本の惑星探査を初めとする宇宙開発の縁の下の力持ちになると思っています。

遊んでいたばかりではないという事で、JPLでの仕事の事を書いてきましたが、休日は国立公園を訪ねるドライブを楽しんできました。ロサンゼルスでは1992年4月末に人種差別への抗議に端を発した暴動があったりして、都市の治安は良くありません。アメリカの魅力はその自然のスケールの大きさにあります。国立公園のキャンプ場や自然保護のやり方は、日本にはないうらやましい点です。

いろいろ楽しんできましたが、写真は約10ポンド（4.5キロ）の現地では“小物”のサーモンを私が釣り上げた時のものです。火星の風やSDIの小型搭載機器よりもずっしりと手ごたえのある大物だった事は確かでした。（さいとう・ひろぶみ）



隕石有機化合物：化学進化論の実証へ

宇宙生命 (4)

我々のルーツを辿ると究極的には太陽系の出発物質であった星間雲のガスとチリに至るはずである。地球上では最古の化石として知られる西オーストラリアに産する34億年前の単細胞生物にまで遡ることができる。唯一それより古い38億年前のグリーンランドの岩石からは化石は発見できないし、また、有機化合物も検出できない。つまり、34億年より前の生物界やその前の化学進化の時代については何の情報もないままに46億年前の地球形成時に至るのである。誰でも自分のルーツについて多少の不安を感じるであろう。

しかし、自然界は生命誕生の謎の一部を教えてあげようと時おり地球上に小惑星の破片である隕石を落としてくれる。この隕石の一種に炭素質隕石がある。炭素質隕石は46億年前の太陽系形成時の始原物質であり、今日まではほぼ凍結された状態で揮発性物質や炭素化合物を保存している。つまり、炭素質隕石を調べることにより情報のない原始地球上の出来事を考えよということであろう。

炭素質隕石には生命作用の維持に不可欠なタンパク質を構成するアミノ酸を見いだすことができる。しかし、同時に他のアミノ酸も存在している。さらに、どちらのアミノ酸でもその光学異性体(D, L-体)は等量存在するラセミ体である。

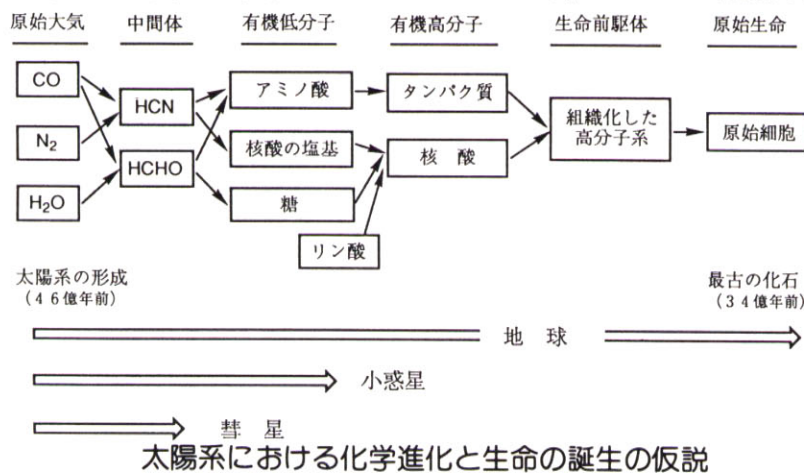
この情報から炭素質隕石中のアミノ酸は非生物学的な起源であり、母天体である炭素質の小惑星には生命が存在しない(過去にも)と考えねばなら

ないのである。

炭素質隕石にはアミノ酸だけでなく核酸の塩基も存在し、他にカルボン酸や炭化水素など種々の有機化合物が存在する。しかし、タンパク質や核酸などの生体にみられる高分子化合物はまだ検出できず、それらの存在についても不明である。多分、母天体上での化学進化の過程はタンパク質や核酸などの高分子が生成する段階には到達しなかったと解釈することもできる。

自然界はこの情報を与え、必要な有機化合物が存在しても生命体はそれほど簡単にはできないことを教えているのだろうか。それとも宇宙探査技術をもちはじめた我々に、タンパク質などの高分子化合物、さらには、生命の存在について知りたければ、炭素質の小惑星に来て重要と考える場所を調べてごらん、と次は自然界の方で待っているのかも知れない。

化学進化論は地球だけでなく広く宇宙に対しても適応できる仮説である。近年の宇宙科学における物質科学的な研究分野の発展とも併せ、地球外にも生命が存在するという考えは高まっている。星間雲からはじまり生命誕生までの出来事が解明できれば、我々は自らのルーツを知り精神的にも落ち着くであろう。いつまでも隕石の落下に頼っているのは我々を産み授けてくれた自然に失礼であろう。なるべく早期にこちらから出向く必要があるだろう。 —筑波大学化学系— 下山 晃





あつと言う間の33年

桜井 洋子

昭和35年、私は糸川先生の秘書として入所しました。当時、私は先生の仕事をする為に、ポータブルタイプ持参で出張し、実験場で英文の手紙やリポートを打ったりしておりました。美しい日本の道川海岸から、ロケットが白煙を残し青空に吸い込まれて行ったのを目の当りにし感激したのを覚えております。夜は「秋田美人を見に行こう」の誘いに、ふらふらと夜の川端に繰り出し、地酒と郷土料理に舌鼓をうった事など懐しく思い出されます。

宇宙技術とアストロノーティクスの国際シンポジウム(ISRA)終了後の一コマ：ある新聞社の記者氏「シンポジウムの研究発表者の英語は“弁慶がな(切る)ぎなたをも(切る)って”というような状態であるのに、日本で国際会議を開催するのは時期尚早ではないか」と噛み付いておりました。糸川先生は悠揚せまらぬ態度で「海外に容易く行けない若い研究者に、国際性を身につけてもらう必要がある」と話されておりましたのが印象に残っております。

糸川先生は海外旅行から帰られると、旅行中に撮影された写真の中から一点選ばれ、引き伸ばし部屋に飾っておられました。私にも同じように作品を作って、2人でコンテストをしましょう、と言う事でしたが、未だに写真が出来ず、実現しないのが残念です。

糸川先生が宇宙研を去られてからは、SESデータセンターが設けられそこでの仕事が現在まで続きました。データセンターの仕事は当初確立されたものがあつた訳ではなく、観測ロケットに対し何をすべきか、何が出来るかを考え、

- 1) ロケットの1次データ(映像共)の収集
- 2) ロケット実験の計画書、報告書を集め、テクニカルドキュメントを作成する。Reportをテクニカルノートで発行する

3) 16ミリの記録映画の作成

4) 実験スケジュール、年間スケジュールの作成

等の柱を立て仕事を始めました。スタッフは糸川研究室におられた林さんと私、アルバイト1名でした。林さんはロケット班としてKSCにNTCにと活躍され、私は実験では記録班やNASA, NASDAとのデータ連絡の為データ伝送班として実験に参加しました。「おおすみ」が人工衛星となった連絡をTLXでNASAから受信した感激は終生忘れられない思い出になるでしょう。現在まで作成したドキュメントは450冊を超えます。定年までに、データセンターを整理しなければと思いながら、日常の仕事が先行し、時間は待ってくれません。

私の力及ばず出来なかった森大吉郎先生の情報センター構想は、後継者によって是非作って欲しいと考えています。

国際シンポジウムは斎藤先生の要請で全面的にお引き受けする事になり今年で19年を迎えます。COSPAR, IQEC, IAF, RGD, ISCOPS と何かの国際会議のお手伝いもずっとして来ました。退官後もこの仕事は続けたいと思っています。

2月打上げのM-3S II-7号機、3月、能代でのM-VのM-34地上燃焼実験の記録班として実験に参加し、宇宙研での生活に終止符をうちます。

糸川先生を始め、特別事業を推進された尊敬すべき先生方の下で仕事が出来た事、素晴らしいロケットチームの一員として仕事が出来た事、国際会議で沢山の方々との出会いがあつた事、それ等は私にとって、やりがいのある仕事であつたと同時に素晴らしい幸せな33年間であつたと思っています。

幕が降ろされるに当たり「ありがとうございます」と心から御礼を申し上げます。

(さくらい・ひろこ)

ISASニュース

No.143 1993.2.

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

◆ISAS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。