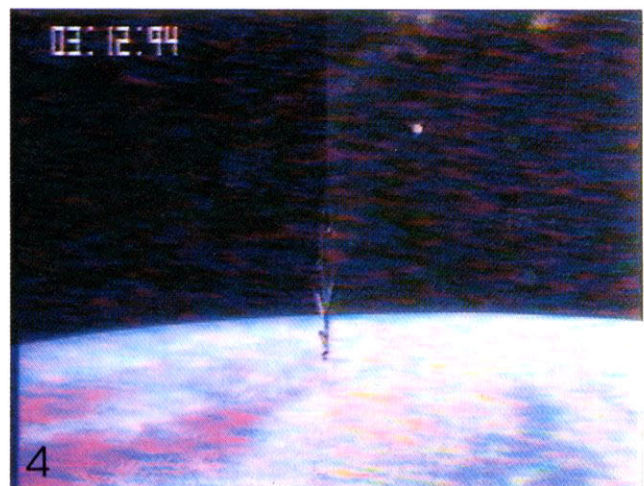
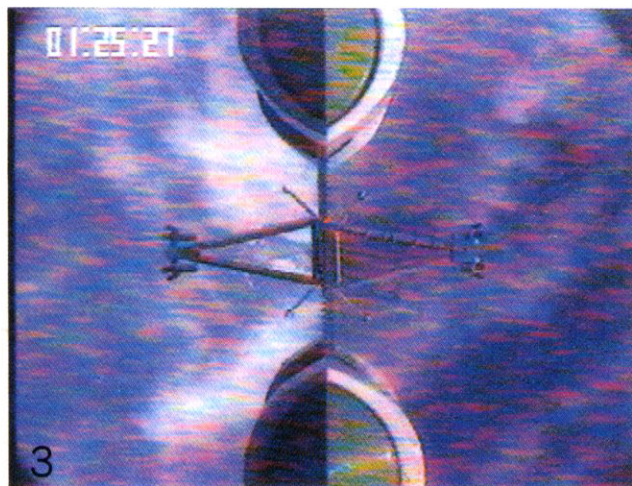
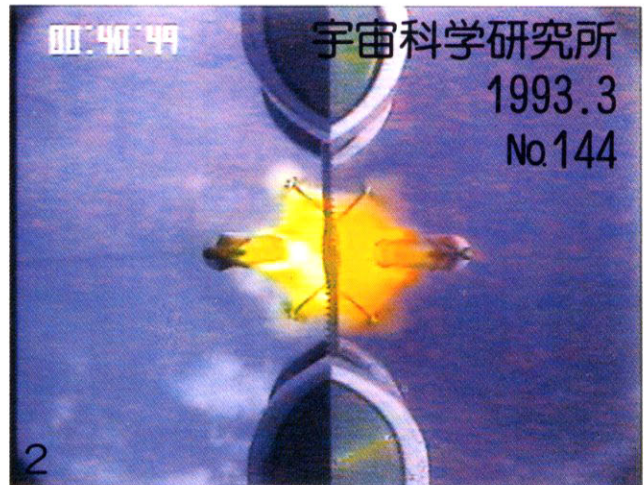




〈研究紹介〉

ペネトレータの開発

宇宙科学研究所 藤村 彰 夫

LUNAR-A計画は現在1997年夏期打ち上げを目指して着々と準備を進めている。1986年の8月に秋田県の能代ロケット実験場で第1回目の実物大ペネトレータの貫入実験が行われたことを思えば、新しい観測機器の開発には時間も労力も要することが分かる。この月ペネトレータ計画の概要と開発に関わる事柄について述べることにする。

LUNAR-A計画は3機のペネトレータを用いた月の内部構造の直接探査が特徴である。ペネトレータは直径が十数cm、長さが数十cmの槍型をした科学観測器であり、これを月面の3地点に秒速250~300mでハードランディング、月表面下数mまで潜り込ませて約1年間地震(月震)と熱流量の観測をする予定である。ペネトレータで取得したデータは15日毎にペネトレータの上空にやってくる月周回母船を中継して地球に送り届けられる

ことになっている。

LUNAR-A計画の地震計ネットワークは、一辺約1100kmの3角形のアポロの地震計ネットワークよりも数倍大きなものを予定している。地震計感度もアポロ地震計の約10倍であり、1年間の計測によって自然月震の震源分布、規模、頻度についての情報を得る。ペネトレータは月の裏側にも投入される予定なので、裏側の月震に関する初めての情報への期待も大きい。また月全体を隕石衝突センサーとして隕石衝突頻度と規模を観測する。自然月震や隕石衝突による地震波の伝播を解析して月の内部構造を明らかにすることが計画の主要な目的である。

ペネトレータ地震計の重量は3成分で1kg強であり、月面貫入時の1万Gにも及ぶ衝撃加速度に耐える必要がある。開発目標の地震計の固有周期

は約1秒以上、感度は1Hz近傍で $10\text{V}/(\text{cm/s})$ 以上である。今までの改良の結果、固有周期約0.5秒、感度は約 $10\text{V}/(\text{cm/s})$ (30Hzにおいて) が達成されている。あるレベル以上の地震動を検知すると波形をメモリに圧縮して記憶するトリガー方式を採用する予定である。メモリ容量は伝送可能データ量、つまりペネトレータと母船の通信速度と通信可能時間の積によって決まり、数Mbit程度と見積られている。

ペネトレータが月面下でどんな角度で停止するかをあらかじめ知ることができないので、地震計を鉛直・水平方向に向け直す回転機構が必要である。この機構による地震計の設置角度の目標精度は月重力場の下で $\pm 0.6^\circ$ 以内、地球重力に換算した場合は $\pm 0.1^\circ$ 以内である。今までに5台の試作モデルを製作して1万Gの耐衝撃性や回転性能等の基本性能を調べてきて、基本的な構造等についての改良すべき点は明らかになった。現在はこれに加えて小型軽量化を進めている。

ペネトレータによって地下の温度勾配と熱伝導率を計測することで、月内部から地表に向かう熱流量を月面上の3地点で測定する予定である。熱流量データは月内部の熱的状態を反映している。月のように小さな天体では集積時に蓄えられた熱エネルギーは散逸している。従って、内部の熱的状態は熱源である放射性元素の濃集の程度を表し、これは月の形成過程と深く関係している。今までに知られているデータは溶岩で埋められた表側の海の地域のアポロ15号と17号着陸地点である。月の始源的な地殻である裏側の高地でペネトレータによって観測される熱流量データは月の起源に迫るデータをもたらすと期待されている。

月レゴリス中の温度勾配はペネトレータ機体側面に取り付けた11個の温度計と3個の熱伝導率計の温度センサーで計測される温度差からペネトレータの停止姿勢とペネトレータ搭載機器などによる温度場の乱れを考慮して算出する。ペネトレータの停止姿勢は軽量で耐衝撃性のあるバブルキャパシター方式の傾斜計で測定する予定である。

ペネトレータの寿命、即ち電力は搭載の電池容

量によるため消費電力が少ない搭載機器が望ましい。現在は重量3kg弱の1次電池(リチウム電池)で1年間の観測機器の運用、データ取得、圧縮、保持、母船への転送を含めた通信に要する全ての電力を賄う予定である。このためペネトレータ搭載機器は徹底的な省電力化が図られる。この省電力化と軽量化のため電子部品は民生品を多用する予定である。ペネトレータの1万Gに及ぶ衝撃に耐えるためには民生用プラスチックパッケージICの方が宇宙用のセラミックパッケージICよりも適していることが分かってきたためでもある。

ペネトレータに搭載される電池、電子回路などはそれ自身の耐衝撃性をそれほど期待できないので、これらをポッティング材に埋め込むことで貫入時の衝撃に耐えて壊れないようにしている。ポッティング材は軽量、高強度、良好な流動性、低発熱などから直径数十 μm のガラスバルーンとエポキシを混合したものを採用しようとしている。このポッティング材はペネトレータの殆ど全ての隙間を満たしていて機器や配線の固定も行っている。ポッティング材の入らない場所は地震計内部のコイルが動く隙間、地震計回転機構部、そしてアンテナ伸展部である。

ペネトレータと母船の通信はかなり面倒である。これは省電力のためペネトレータの受信器の電源をできるだけ切っておくため、母船が上空にやって来る15日毎にタイミングを合わせ、更に途切れ途切れに電源を入れる。母船との通信が成立すると送受信を行うが、母船1周回当りの通信時間は1分程度と短い。幸い母船がペネトレータの直上を通過しなくても通信は可能なので、15日毎の数周回は通信可能となり、合計300秒/15日程度の通信時間が確保できそうである。

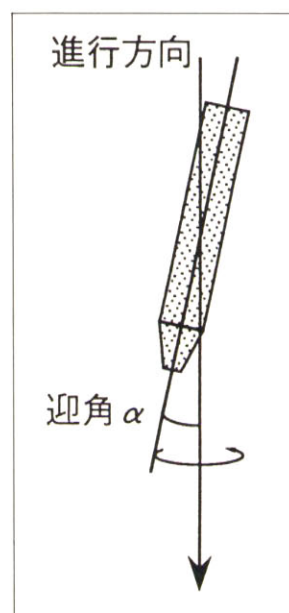


図1 迎角 α

ある。この通信を担うペネトレータのアンテナは月レゴリス中に伸展する4素子アンテナである。月面貫入時の衝撃を引金として高压ガスによりアンテナを伸展する機構が考案されている。アンテナは月レゴリス中に埋没しているが、月のレゴリスは地球の土や泥と違って水を全く含まないため十分に電波を通す。アンテナを熱伝導の悪いレゴリス層に埋めて表面の $255\text{ K} \pm 140\text{ K}$ に及ぶ温度の影響がペネトレータに及ぶことから守るためである。

ペネトレータがどのような条件の時に安全に月レゴリスに貫入するのかを明らかにすることは必須であり、これを実証的に示す必要がある。ペネトレータが速度 250 m/s で先端から貫入する時の特性については実物大のペネトレータの貫入実験から明らかにされてきている。しかし、実際のペネトレータ投入時には図1に示すようにペネトレータが迎角を持って貫入すると予想されるので、潜り込み距離や停止姿勢など貫入特性の迎角依存性について早急に明らかにする必要がある。このため 15 mm と 30 mm の射出装置（高野研駒場）を使って、迎角付きのペネトレータ貫入実験を行っている。射出装置を油圧装置でぐるぐると回して機体軸と

直角の方向に速度を与え、射出されるペネトレータに迎角を付けることができる。射出装置を回しながらタイミングを見計らって火薬に点火して、目指す砂箱にペネトレータを打ち込むのはなかなかの見物である。

ペネトレータの先端形状や貫入速度などが貫入特性へ与える影響など、興味深い現象は幾つも見られるが、ここでは迎角がペネトレータの貫入径路長と姿勢変化に与える影響について示す。図2と図3は直径 30 mm ペネトレータを砂面に対してほぼ垂直に貫入させた実験で得られた結果である。なお、実験毎の砂硬度は、ほぼ同じ硬さにコントロールしてある。予想されるように迎角が増大するとペネトレータは潜り込みにくくなり、姿勢の変化も大きくなる。図2に示した貫入径路長は直径 120 mm 、 13 kg のペネトレータが 250 m/s で貫入するときの条件に換算してある。

ペネトレータの一部がレゴリスから出る事なく停歩して温度勾配を必要な精度で測定するためには貫入径路長と姿勢変化角に制約があり、これらが迎角許容範囲を決めることになる。ここに示した予備的な結果からみると、許容迎角は数度以内であろう。（ふじむら・あきお）

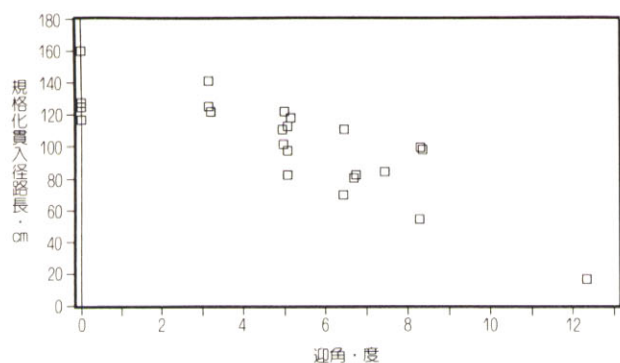


図2 迎角と規格化貫入径路長の関係

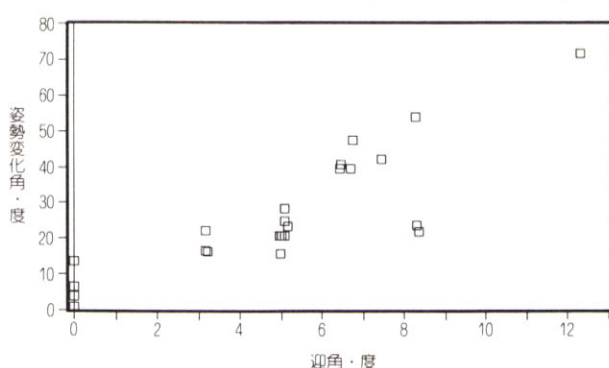


図3 迎角とペネトレータの姿勢変化角の関係

お知らせ

★シンポジウム

宇宙圏研究会

日時 平成5年3月16日(火)～17日(水)
場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

スペースプラズマ研究会

日時 平成5年3月23日(火)
場所 宇宙科学研究所本館2階会議場

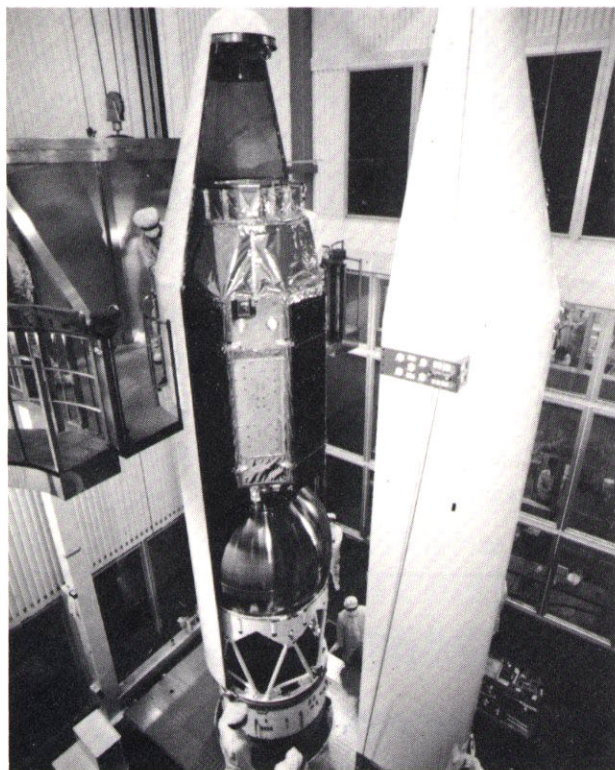
問合せ先：宇宙科学研究所研究協力課共同利用係 0427(51)3911（内線 2234, 2235）



★M-3S II-7号機による“あすか” の打上げ

第15号科学衛星ASTRO-Dは、平成5年2月20日11時内之浦の鹿児島宇宙空間観測所からM-3S II-7号機により打ち上げられた。飛行は順調で遠地点620km、近地点525km、軌道傾斜角31度の略円軌道に投入された同衛星は“あすか(飛鳥)”と命名された。これはASCAと記せばAdvanced Satellite for Cosmology and Astrophysicsのアクロニムにもなっている。予定通り2月25日には太陽電池パドルを無事展開し、その後3月2日にX線望遠鏡を伸展することに成功し観測体制が整った。

当初2月12日に予定されていた打ち上げは、第2段推力方向制御装置噴射液の漏洩とそれによるバルブ駆動部の絶縁劣化によって再度打ち上げが延期され、当日をむかえたものである。(松尾弘毅)



★M-3S II-7号機からのテレビカメラ撮影

(表紙写真、写真提供：搭載テレビ計測班)

M-3S II-7号機は、1993年2月20日重い腰を上げ地上を離れた。表紙の写真は、ロケットの飛翔中の模様を搭載されたテレビカメラによって撮さ



れた映像である。テレビカメラはノーズフェアリング接手部に搭載され、2台のカメラ(A, B)は左右の補助ブースタの分離を撮すために下方方向に向けられ、また2台のカメラ(C, D)はノーズフェアリングの開頭を撮すために上方方向に向けられ取り付けられている。写真1, 2, 3はカメラA, Bによって、写真4はカメラC, Dによって撮された映像である。これらの映像は、2台のテレビカメラで得られた2つの画像を搭載側で1画像に合成して地上に伝送されたものである。写真1は、発射後2.35秒の第1段モータと補助ブースタの燃焼時の様子を示す。写真2は、補助ブースタ分離直後の映像で、写真では尾翼先端に取り付けられたSMRCの動作状況が撮し出されている。写真3は1, 2段接手の開傘の状況を示す映像である。第1段モータと第2段モータの分離が確認された。カメラA, Bは、その後第2段モータの燃焼中の映像を地上に送り、142秒のタイム信号によりカメラC, Dに切り換えられ役目を終えた。カメラC, Dではノーズフェアリングの開頭

の模様と第2段モータの姿勢制御の様子を撮し出した。写真4は人工衛星の打ち出し方向に姿勢制御された時の映像を示す。写真の下部には雲に覆われた地球が撮し出されている。また写真中央部には左右から撮らえられた第3段モータの一部が示されており、さらに中央から右上には暗黒な宇宙の中に白い点として金星が撮し出されている。その後カメラC、Dは科学衛星「ASTRO-D」を軌道投入するためのスピンモードの様子を、あたかも地球が回転しているかの様な映像として地球に送り届けてきた。そしてカメラC、Dは345秒のタイマ信号により搭載された5台目のDEX(第3段姿勢運動計測装置)のテレビカメラに切り換えられ、第3段モータの分離および点火の状況を示す映像を地上に送り届けてきた。この様に搭載されたテレビ送信装置によりM-3S II-7号機の主なる飛翔状況を確認することができた。

(横山幸嗣、大西 晃)

★S-520-16号機打上げ

宇宙空間に於るマイクロ波送受電実験と、超音速でのパラシュート開傘実験を主目的としたS-520-16号機は2月18日(木)16:00内之浦の鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられた。

マイクロ波送受電実験は、所内のSPS研究会を中心に検討が進められている宇宙発電衛星実現のための基礎データを得るために実施されたものであり、搭載された親子ロケット間でマイクロ波の送受が行われ、マイクロ波と周囲のプラズマとの干渉の計測、マイクロ波送電の制御実験等が行われた。同種の実験は、1983年S-520-6号機で実施された(MINIX)が、当時はマグネトロンを使用していたのに対し、今回は先端技術であるフェーズドアレイアンテナを開発し実験データの定量性の改善を図っている。計画された実験は全て実施され良好なデータが得られた。

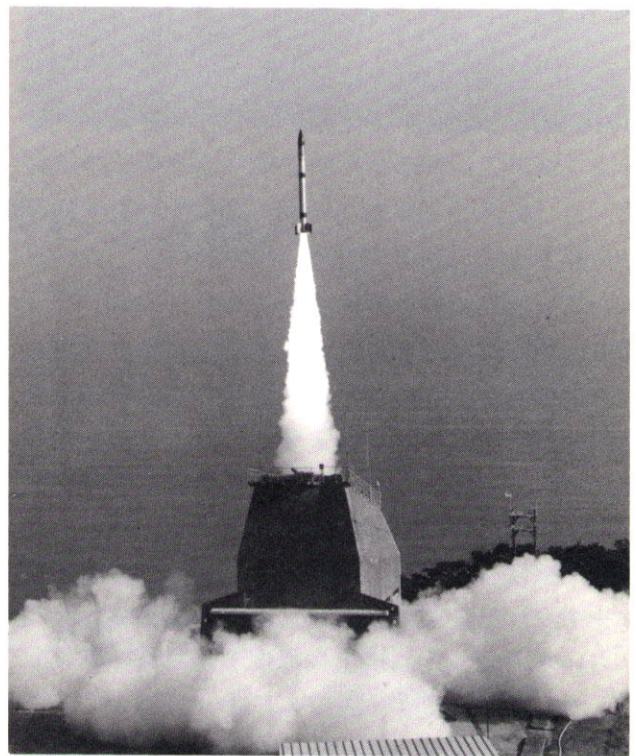
超音速パラシュートは、将来の惑星プローブの大気圏突入時の減速システムへの適用を考慮して研究中のものであり、昨年9月に実施された気球からの落下実験に続くものである。精測レーダデータに基きパラシュート収納カプセルの速度を予

測し、大気圏突入直前にコマンドが送信され、20秒後にマッハ数約1.8でパラシュートが開傘された。開傘は正常に行われ、開傘特性に関する有意なデータが得られた。

その他、搭載された精デジタル太陽センサ、ガスレートジャイロも当初の実験目的を果すことができた。

マイクロ波送電実験は、ISYの記念事業として位置づけられており、実験班一同は、長期にわたった噛合せ試験の苦労を思い感慨に耽っていた。

(中島 俊)



★宇宙学校への一通の手紙

今年1月17日の相模原での「宇宙学校」がおわって数日して、研究所に一通の封書が届いた。—宇宙科学研究所の皆さん、こんにちわ。お元気でしょうか？私は先日、宇宙学校へ行ったものです。とてもおもしろかったです。私は一人のアマチュア天文家としてみなさまのお役に立ちたいと考えました。少ない量ですが、お受けとりください。実験にこの1000円を使って下さい。たくさんのことをして、宇宙をさぐって行って下さいネ。さようなら。……—

これがかわいらしい便せんに書かれた匿名の、

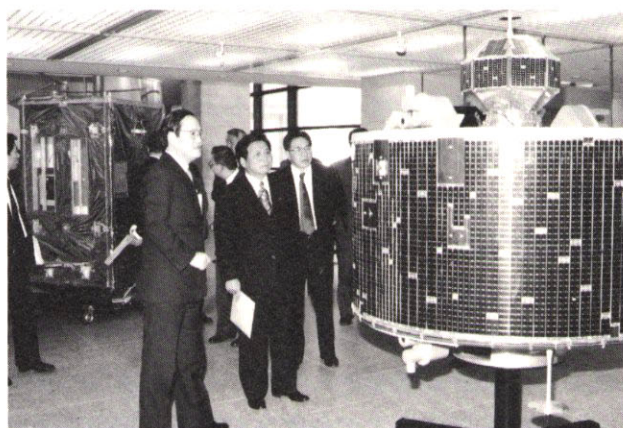
たぶん女子中学生からの手紙の全文である。宇宙学校で披露したさびしい宇宙科学予算の話を書き、この子供さんは少しでも役に立ちたいと思ったのだろう。その気持ちがうれしく、我々を元気づける。私にそっとあなたの名前をおしえてくれませんか？（宇宙学校長、小山孝一郎）

★文部政務次官の行政視察

さる2月1日(月)、鈴木恒夫文部政務次官が行政視察の一環として宇宙科学研究所を訪問した。

まず所長室で秋葉所長と懇談の後、研究棟のエントランス・ホール、管制棟前のM-3S II型ロケット模型、「ようこう」データ解析室等を視察。終始熱心な質疑が続けられ、「お役に立てることがあったら何なりと言ってください」との心強い言葉

を残して宇宙科学研究所を後にした。なお随行の山田文部省審議官、宮脇研究機関課課長補佐は、その後特殊実験棟のレーलगンと宇宙蛙、風洞実験棟等を視察した。（的川泰宣）



大蔵先生の御退官に寄せて

栗林一彦

大蔵先生は三年半前に東大の生産技術研究所から宇宙研に移られ、翌年から新設の高温材料工学部門を担当され今日を迎えておられます。高温材料とは読んで字のごとく高温で使用できる材料のことで、種々の材料が対象となります。我々が日常使う鋼は強い材料の典型として良く知られておりますが、その強さは情けないことに大体300℃ぐらいまでで、それ以上の温度では急速に軟化してしまいます。アルミニウムに至っては100℃が限界です。航空機、レーシングカーのブレーキ、超音速ジェット飛行機の先端等、発熱あるいは高温に晒される箇所では特殊な材料を用いなければなりません。1000℃ぐらいで使える材料となると、超合金（マジンガーZではない）、セラミックス、金属間化合物等が考えられておりますが、いずれも加工し難く常温では脆いことが致命的とされております。まして宇宙往環機等に使用される熱防御用の材料に至っては、温度環境はさらに厳しく信頼性も高いものが要求されます。大蔵先生が宇宙研にこられると最初に聞いたときは少々びっくりしましたが、すぐ理解できました。先生は、軽量、高強度、高靱性、高耐熱性を備えた夢の材料とでもいふべき炭素基／炭素繊維複合材料（CCコ



ンポジット）の草分であり、製造技術のノウハウの蓄積に関しては世界の最先端を行っておられるからです。宇宙研にこられてからいくらか経っていないにもかかわらず、導入して間もない実験装置を駆使して最新のデータをだされる等、先生のパワーに圧倒されております。また先生の哲学である「材料研究は性質の評価よりも作ること」は、我々が忘れていたものを呼び起こしてくれました。材料開発には地道な努力が必要と改めて感じております。今後はお身体を大切にされライフワークである複合材料の研究を続けられることを念じております。また時々研究室にもお越し下さって苦言の一つでも頂ければと存じます。

桜井さんを送る

秋葉 遼二郎

いずれ、こうなることはわかっていたが、ついにその時になったかという感慨はご当人も私と共通しているに違いありません。桜井さんは、生産技術研究所が千葉にあった時代、恩師の糸川先生が目をつけて、東京放送から引き抜いただけあって、若々しく才気溢れる有能な秘書として所内外の評判でありました。まもなく、糸川先生の発想で発足したデータセンターを取り仕切るようになり、計画書などプロジェクト遂行に必要な文書や資料の調整や配布、保管の責務を果たしてきました。後年、かたわら国際学会ISTSの事務局を引き受けることになってからは、広くわが国の宇宙関係者の結束に大きく貢献しました。このような、数多くの人との接触を必要とするような仕事が円滑に進められてきたのは、単に桜井さんの仕事の能力だけでなく人間的魅力に裏付けられてはじめて成し遂げられたと言えましょう。

実際、研究所の職員のみでなく、多くの人達が



特段の用件がなくてもちょっと覗いてみたくなる雰囲気がデータセンターには漂っていました。あるいは、その様な誰もが自由に話しあえる場所こそデータセンターの最も大切な機能であったのかも知れません。私個人としては、次回ISTSのために桜井さんにはまだまだ働いてもらわねばなりません。

今後とも益々のご活躍を期待しております。

創・美・遊の35年

—— 三浦公亮先生のご退官に寄せて ——

酒 卷 正 守

東京大学航空研究所に改組して間もなく、池田健先生の研究室で、電動式の計算機を操っていたまだ院生だった三浦先生——それまでは専ら手動のタイガー計算機か計算尺でしたから、もの珍しさもあって使い方を教えてもらったのが運のつき。早速そのブルンスビガで数値計算のお手伝いをさせられました。これが先生との出会いです。以来昔風に言えば三昔半、このように送る言葉を書くことになるとは、感慨無量の思いがいたします。

先生は、終始構造工学をご専門として研究を続けられ、それも非常に幅広くまた多岐にわたっておられることは良く知られております。先生からたくさんのご教示ご指導いただきました。



与えられた紙面ではとても書き尽くすことはできませんが、折りに触れて語られた言葉や研究者としての姿勢を思い浮かべます。

創：「創造主の造られた自然の中からも多くのものを学ぶ」。人まねではなく、常に新しいものを作り出す、オリジナリティは先生がいつも言われていることでした。また、実際に手で触れて確かめることを教えられました。

美：「美しい形は合理的——機能的なものほど美しいかたちを備えられている」。シンプルな美しさを求め、それはかたちそのものでもあり、また数式あるいは導かれる解でもありました。

遊：「遊びごころは大切だよ」。いつも張りつめて机にばかり向かっておられた先生ではなく、時にはジョークを飛ばして周囲をなごませ、自らスポーツに飛び出し、遂にはスポーツを科学の領域に取り込んでしまいました。

次から次へと湧き出す先生のアイデアに追いつ

けず、先生をいらいらさせたのではなかったでしょう。

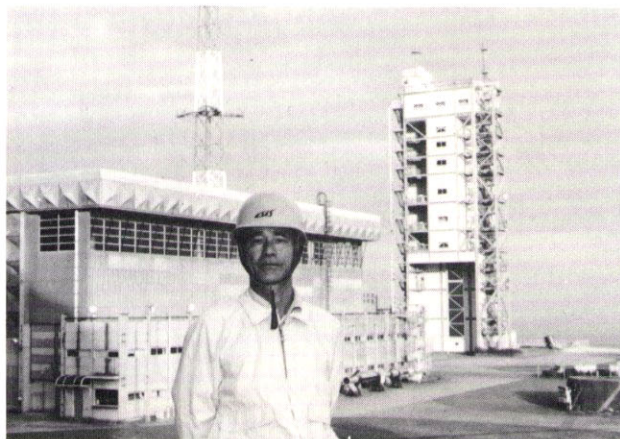
『構造はもはや“木偶の坊”ではなく“テクノボウ”……』。知的適応構造物の研究を最初に手がけられましたが、テクノボウとなった宇宙構造物の一部は伸展マストとして宇宙を飛んでいます。SFU, Solar-Sail には“ミウラ折り”が生かされ、またMUSES-Bでは三角形の網が広げられます。

かたちを支配するものは何か——先生が求め続けているもの。「私には夢がある」M・L・キング牧師の言葉ですが、三浦先生も新天地でまだまだ尽きることのない「見果てぬ夢」を追いかけて下さい。ご健康が守られますように祈ります。

川添さんとの思い出

池田光之

川添さんとの付き合いは長く、もうかれこれ25年以上にもなります。振り返ってみると色々なことがありました。よく二人でサザエ取りや、魚釣りに出かけたものです。その中で一番印象に残っているのは冬の海に飛び込んだ時のことです。それは10年以上も前の11月末、場所は内之浦入口トンネルの下でイカ釣りを楽しんでいた。数匹釣り上げいい気持ちになっていると突然エンジンが停止してしまいました。散々手を尽しましたが始動してくれず、付近には他の船もなく、私達二人は暗い冬の海に往生してしまいました。迷ったあげく結局泳いで帰るしかないということになり、服を雨合羽に包み二人で冷たい海に飛込んだのです。多少波があったため岩場に這い上がったときには、からだは冷えきったうえいたところキズだらけでした。今度は海拔 100 m 以上はあろうかと思われる道路まで藪の中を這い上がらなくてはなりません。月が少し残っていましたが、山の中に入ると中はまっ暗で道路までたどりつくのも又たいへんでした。通りがかった軽トラックを止め荷台に乗せてもらい家に帰りついたのは10時過ぎだ



ったと思います。トラックの荷台では服は海水で濡れているため寒くてこごえそうでした。川添さんは自分も寒いはずなのに、あまり濡れてなかった自分の防寒着を私に着せようとされたのです。私はもちろん断りました。川添さんという人はほんとうにやさしい人です。きっと川添さんもあの夜のことははっきり覚えていらっしゃるでしょう。川添さん、退職してもいつまでもお元気で今度は新品のエンジンのついた船でいっしょに釣りに行きましょう。

ドイツ出張記

安 部 隆 士

日独共同の回収カプセルの開発は、1990年10月に概念設計のキックオフミーティングが行われて以来、いろいろ紆余曲折があり、一時中断かと思われた時期もあったが、急転直下懸案事項が解決し、急遽、製造フェーズのキックオフミーティングが行われることとなった。余りにも急に会議が設定されたため（何しろ、会議の1週間前には、初めてそのことを知ったありさま）、宇宙研からは1人で参加しなければならなくなり、心細い出発となった。成田でのチェックインは、真新しい第2空港ビルで、フロア面積に対し余りに客が少なく寂しさをさらに募らせての出発であった。行き先は、共同開発が始まって以来おなじみとなったブレーメン。フランクフルト経由でその日の夜にブレーメンに着くという、これまた、おなじみのコースであった。

会議は2日間予定されており、この会議と平行して、政府間のMOU（Memorandum of Understanding）を締結する儀式がボンにおいて行われていた。このMOUは、締結までに約2年間を要したわけだ。我々だと、特に時間的な制約がきびしい場合には、それはそれとして可能な作業（あるいはそのための準備）を進めるところであろう。また、実際に米国とはそのように進めているとも聞いているが、ドイツ相手では事情が違っている。つまり、ドイツでは、MOUありき、全てはMOUから始まると言ったところだ。いかにも、堅実（頑固？）なドイツらしいと言ったところだが、この頑固さは、この共同開発の経過中、至るところで見られ、笑って済ませられないところが、担当者としては、つらいところ。この会議中でも、冗談とも思えぬ程頻繁に「MOUが締結されたかボンにどうか問い合わせてみてはどうか」という動議がだされ、そのたびに若い人が電話を掛けさせられていたのには、同情に値する。

会議は、淡々と進み（余りに、急に設定された

ために、準備不足か？）、1日で、ほとんど予定の議題を消化した。この会議では、カプセル衛星に搭載予定の実験機器に関する議題もあり、ドイツ側の実験の代表者の出席を想定していたが、一日目は、ボンでのセレモニーに出席していたため、欠席、二日目も、セレモニーは終了していたにも関わらず欠席で、結局顔を合わす機会がなかった。その代わり、ドイツ側の実験者の1人に出てドイツ側の実験についての議論をすることを思い付き、その場で電話をしたところ、好運にも連絡がつき、訪問することにする。場所は、ゲッチンゲン郊外のリンダウ。ここには、Max Planck Institut もあり、ご存じの方もいらっしゃるかも知れない。ゲッチンゲンは、私の専門である流体力学では、よく知られた場所で、個人的友人も多い。訪問した人もその1人だ。訪問した日は、時間も遅くなり、たまたま研究者仲間のクリスマスパーティーがあるとのことなので、飛び入り参加となった。たくさんの懐かしい顔に会い、ブレーメンでの疲れもとび、リラックス。翌日は、昼食抜きで議論に熱中し、最後は、フランクフルトから日本への最終便に間に合わなくなりそうになり、慌ててゲッチンゲンから列車でフランクフルトに向かう。出発30分まえにやっとの思いでカウンターに着き、「席ありますー？」（もちろん、予約はしていない）と聞いたところ、運よく席が見つかり、慌ただしいドイツ出張がようやく幕となった次第。

いつもながら、ドイツ出張は、慌ただしいが、今回の出張では、懸案であったMOUが締結され、これでやっとう共同開発が軌道に乗りそうだという感触を得たこと、また、ドイツ側研究者と具体的議論ができこの面でも軌道に乗りそうだという多少の感触を得た安堵から、帰りの便では、ぐっすり寝て帰国の途に着くことができた。

（あべ・たかし）

模擬惑星環境下での生体有機物の合成 宇宙生命 (5)

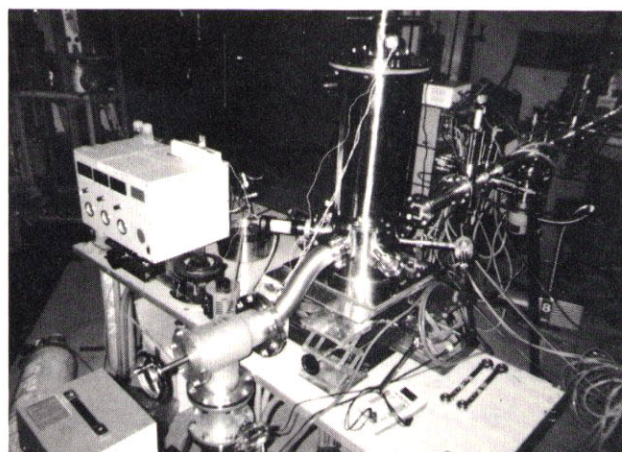
Millerが「原始地球環境」を模したメタン・アンモニア・水蒸気の混合気体から火花放電によりアミノ酸を合成したのが1953年。アミノ酸のような「生体分子」が簡単に出来てしまうということを示したという意味で、画期的な報告であった。しかし、今日では原始地球上には彼の用いたメタンやアンモニアはほとんどなかったことが定説となっている。では「Millerの実験」が起こりうる場所はないのだろうか。

木星などの外惑星にはメタン・アンモニアを含む大気が、土星の衛星タイタンには窒素・メタンを主とする大気が存在することがわかった。つまり、木星やタイタンはMillerの考えていた原始地球環境に近いことがわかる。実際に、メタン・アンモニア（または窒素）の混合大気に陽子線（宇宙線主成分）を照射した後、水を作用させると種々のアミノ酸が生成することがわかった。このことは木星やタイタン大気中にアミノ酸そのものはなくとも、水的作用によりアミノ酸を生じる「インスタントアミノ酸」ならば存在することを示唆している。しかし、木星やタイタンに生命が存在すると考える研究者は稀である。生命の誕生と進化には液体の水の存在が不可欠と考えられているからだ。太陽系でこの条件を満たす惑星といえば地球と火星であり、地球上には実際に多様な生物が存在する。では、地球上での生命の誕生に用いられた生体有機物はどこでできたのだろうか。この点に関しては地球起源説と地球外起源説が互いに譲らない状況である。

今日、原始地球大気は二酸化炭素・一酸化炭素・窒素・水蒸気を主とするものと考えられている。このような混合気体からは放電などではアミノ酸や核酸塩基の生成が難しいというのが生体分子地球外起源説の根拠のひとつである。この場合、生体分子の誕生の地の本命は彗星である。彗星核は水・一酸化炭素・アンモニアなどを主とするもの

と考えられている。Greenbergらはこのような「氷」に紫外線を照射することによりかなり複雑な有機物の生成や、さらには、最近、アミノ酸も生成をも報告している。筆者らも最近、同様な「氷」に陽子線を照射することにより、アミノ酸の合成を試みている（写真参照）。一方、今日考えられているような「模擬原始地球大気」からも陽子線照射を行えばアミノ酸や核酸塩基が容易に生成することが、筆者らの実験により確認された。つまり、生体分子の地球起源説と地球外起源説は両立しうることになる。

地球外起源説の確認のためには彗星核の分析が望まれる。しかし、すでに存在しない「原始地球」での生体分子の生成はどのようにして確かめればよいのだろうか。答は火星である。火星大気は二酸化炭素・窒素・一酸化炭素・水蒸気を含み、そこへ強烈な紫外線や宇宙線が降り注いでいる。そのような環境でアミノ酸（の前駆体）は生成可能と考えられる。ただし、バイキングが降りたような砂漠上では有機物は超酸化物により、あっという間に分解されてしまうだろう。ただ、極冠の氷上ならばこのようなアミノ酸前駆体が蓄積されているかもしれない。極冠「氷」の分析こそ、原始地球上での生体分子誕生の動かぬ証拠となりうるものである。 —横浜国立大学工学部— 小林憲正



模擬彗星核への陽子線・紫外線照射実験装置



ワラの文化と宇宙

三浦公亮

数年前のこと、直木賞作家の井出孫六さんとNHKで対談したことがある。井出さんと言えば、知る人ぞ知る64米のアンテナのある、あの臼田の井出一族の御出身である。

主題は、「ワラの文化」ということであった。井出さんの子供のころは、信州の臼田のあたりは、四季を通じてそれぞれに、身辺がワラに囲まれた暮しであったことを語られたと思う。

私は、それを受けて、夢みるスペース・コロニーの世界は、まさしくその昔の日本の農村をほうふつされる世界であると語った。スペース・コロニーの設計は、物質に関してそれが外部に対して閉じられた、閉鎖系でなければならない。つまり、その建設初期を除いて、物質の出入りはない。あるのは太陽の放射とその反対の宇宙空間への放射である。そうしてみると、太陽光によってコロニーで生産されるバイオマテリアル、木とかワラのような材料が、私達の身の周りに使える材料なのではないだろうか。だから、スペース・コロニーはS.F.に画かれるような、メタルとプラスチックの超モダンな世界ではないのである。

それから、話題は井出さんのお気に入りの私の主張「ワラはいいかげんな材料である」に移った。すこし以前に、私達は愛知の足助町で「ワラの文化シンポジウム」を開いた仲である。シンポジウムでの私の主張から引用しよう。

……そう考えてくると、世の中の大部分をしめている非最適の構造・材料が、現代の地上の繁栄を支持していることになるのではないか、したがって、真に大事なものはMAJORITYを占める非最適な、つまりいいかげんな構造・材料であって、MINORITYである最適の構造・材料ではない。われわれはもっと「いいかげんな」構造・材料を真剣に研究し、それらがより安全であるべき方策をたてることが大事ではないかと

思うのである。

国語辞典をひく。

いいかげん【好い加減】①よい程あい②でためめ③だいぶん

とある。②では困るが、①に近い「いいかげん」な結構であろう。

ワラという材料を考えると、わたしは、まさに、これは「いいかげんな」材料だと思わずにはいられない。ワラのもろもろの物性は、決して、現代の諸材料には及びもつかない。しかし、桁外れに劣っているわけでもなく、かなり健闘しているところもある。そして、総合的には「いいかげん」な材料であった。それが、何世紀にもわたってワラの文化を支えてきた、一つの理由ではないかと思うのである。……

こういった考えは、宇宙の構造物にも適用できるが、井出さんのお気に入りの理由は、多分この「いいかげん」という言葉が、材料だけではなく、社会や人に当てはめたときの、面白さにあるのかもしれない。例えばこんな風に、……「いいかげんな」研究所の「いいかげんな」所員達が「いいかげんな」予算で「いいかげんな」ロケットを打ち上げ、「いいかげんな」宇宙観測をする……

ただし、その発音には細心の注意を要する。なにしろ、一太郎で「いいかげん」と打ち込み、変換キーを押すと、最初にでてくる候補は「いい加減」で、「好い加減」がでてくるのは殆ど最後だからである。

いいかげんに原稿用紙がうまりました。

(みうら・こうりょう)





古代にみる複合材料

大蔵明光

いも焼酎との出会いは1945年9月のことである。終戦、復員し、歓迎会の席で初めて口にした（未成年）、当時は田舎作りのドブロクか、いも焼酎が唯一の気分開放の糧であったのでしょう。何処へ行っても宴席の主役は焼酎であった。最も愛好したのは焼酎ならぬ泡盛である。本郷、農学部正門から100mに位置した「南州屋」に大変お世話になったが、数年前に予備校の雄「河合塾」に買収され閉店してしまい、我が青春の泡盛は消え去り大変残念である。ギリシャに焼酎、泡盛に類するウゾォと言う酒がある。これは冷水で割るとカルピスの様に白濁する、温水だと透明で最高アルコール濃度は60%、そのままでもなかなか美味であるが冷水、温水割りもおつまみものである。ウオッカよりも美味である。

ところで本論の古代文化と複合材料に話を戻す。

古代文化に栄えた国における先端材料に関する国際会議に興味を持ち、参加する機会を得た。ローマ、ギリシャ、エジプトと回を重ねる毎のゆとりの故か、寸暇を利用して古代文明に接し古代に思いをはせるようになった。

ギリシャ、ローマ、エジプトに見られる構造物遺跡は天然石の異方性を巧みに利用し、設計構築されている。また随所に見られる窯業物体の積層構造で歴史を遡ると約2500年前になる。

宝飾品出土に見る、金属（Cu, Fe, Au）と天然石や焼石ガラス玉を組み合わせた手法は、まさしく複合化技術を活用したものである。現代の言葉で表現するならば先端複合化技術を使ったインテリジェント建造物と言うことになるでしょう。何れにしても古代ギリシャ、ローマ、エジプトの遺跡の至るところに複合化の試みが記されている。これは多分自然から学んだものでしょう。地殻変動（沈降・隆起）により露呈している断崖の積層構造、樹木の断面構造にそれを見ることが出来る。

特に構造材の使用目的に応じた複合化技術の適用は現代でも学ぶ処が多い。現代にも通用する、必要な機能を発現するために既存の材料を組合せ

る技術を習得していたことにある。

最も驚いたのはエジプト、ルクソール東岸にあるカルナック、アモン大神殿である。巨大な石柱と建物群は圧巻である。石柱の高さが15mと23mで、これらが135本も並びそびえる。殆どが花こう岩である。この多くはナイル川の上流アスワン地方から加工して運んだと説明された。何万もの人の手を経てナイル川を下り、そしてここに建てられた。アスワンの石切り場には、一つの花こう岩から切り出し中に失敗し放置された石材（未完成オペリスク）、ルクソール神殿、パリのコンコルド広場に建っているオペリスクと同じものがそのまま残っていた。よくみると柱の軸方向に切出し加工中に生じたと思われる約35度ぐらいの亀裂が見られる、恐らく外側から計測したが、内部に含まれた脈石は計測できなかったのだろう。ちょっと古代の石切り技術に興味をわいてくる。その方法は先ず石に切り込みをつける、そして木のくさびを打ち込む、次にくさびを水で濡らす、するとくさびが膨張して、自然に石が割れるのである。切口は殆ど凹凸がなく滑らかに仕上がる。これは花こう岩生成時の積層方向に切口が入ったのである。この様に自然の法則に沿った技術が古代遺跡の至るところに存在している。この様な石柱を切出し、コロで川まで、そしてイカダ等の手段で現場まで運んでくる。ここまでは理解ができるが、どの様にしてこの巨大な物を建てたのか、この点に最も興味があり、解説者に聞いてみた。彼いわく、土で小山を作り、其の山の勾配に沿って石柱を逆さに（土台側を上向きにする）して引き上げ、小山の向かい側に引き下ろし、建立完了となる。なるほど現在はクレーンが自由に移動して建立可能であるが、当時は必要に応じ土を移動し小山を作った。この様な多種多様な手段によって異種材料を組み合せ壮大な建造物を作ったのである。

古代のインテリジェント建造物には自然から学んだ生きた複合材料技術が潜んでいる気がしてならない。（おおくら・あきみつ）