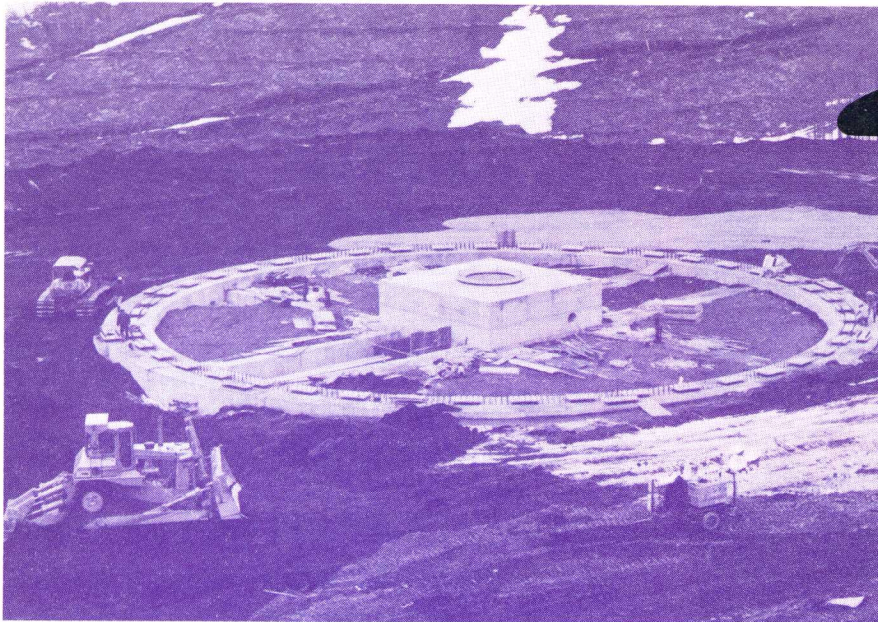




ニュース

No. 26

 宇宙科学研究所
 1983. 5

〈研究紹介〉

じゃじゃ馬ならしのロケット燃料研究

宇宙科学研究所 岩 間 彬

先日、化石燃料およびその燃焼の研究者達をロケット打上げの見学にあつたとき、彼等の一人がこういった。「何と云っても巨大ロケットが飛び立っていく様相は壮観ではあるが、エネルギー有効利用が叫ばれ、燃焼機器に対する公害規制がやかましい今時、派手にオレンジ色の炎とおびただしい煙を噴き出しているビヒクルはロケットぐらいのものでしょうか」と。

筆者はこれには反論しなかったが、ロケットが排出する炎と煙が誘導電波を妨害するため、これを消そうと研究者が懸命になっているところである。

コンポジット推進薬では組成が燃料濃厚側に偏っていたり不完全燃焼が起こると黒煙を、酸化剤成分である過塩素酸アンモニウムが燃焼過程で塩化水素となり水蒸気に溶けこんで白煙を、金属燃料や硬化触媒・燃焼触媒に用いる金属化合物はイオン特有の炎色と煙を、そして炭素質の煙、炭酸ガス、水蒸気、酸化アルミニウムなどの多原子分子は強い輝炎を発生する。

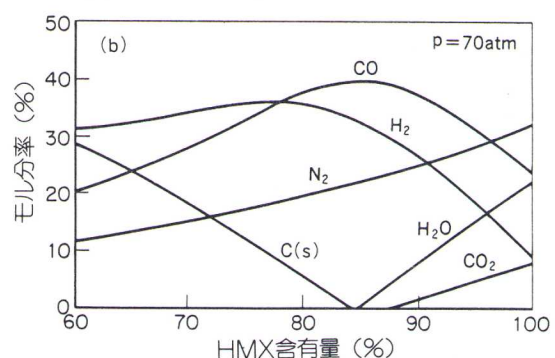
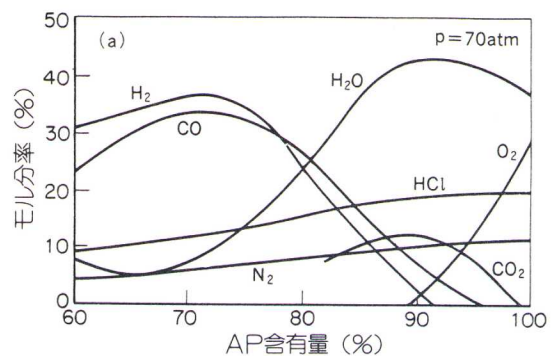


図1 AP/HTPBとHMX/HTPB推進薬の燃焼生成物の燃焼生成物

図1をみて頂きたい。酸化剤成分に過塩素酸アンモニウム (AP) の代わりに HMX (cyclotetramethylenetetramine), そして燃料結合剤成分に HTPB (hydroxyl-terminated polybutadiene) を組合わせると HMX 85wt% 付近に燃焼生成物が C, H₂O および CO₂ とともに含まない—すなわち, 煙も輝炎も生じない“窓”があることがわかる。これで無煙(炎)コンポジットができるのであるが, ノズルから排出されるのが燃料になり得る CO と H₂ とはもったいない話である。

そこで, これまで主として小形ミサイルとロケット弾に利用されてきたダブルベース推進薬と HMX あるいは RDX (cyclotrimethylenetrinitramine) とを混ぜる研究が始まった。一昔前の DB 推進薬はこちんこちに硬くとても多量の充填剤を加えられる代物ではなかったが, ニトロセルロース分子のなかで未硝化のまま残っている OH 基を末端イソシアナートをもつポリポリマと架橋反応させるか, あるいは別にポリエーテルオールとイソシアナート化合物を用意し, それらにニトロセルロースとニトログリセリンとをブレンドする方法で, 低温 (−30∼−40℃) でも弾性に富み, 比推力が高い推進薬が得られるようになった。C MDB の一種であるこの推進薬は φ500mm 程度のグレインならば直填法で製造可能である。

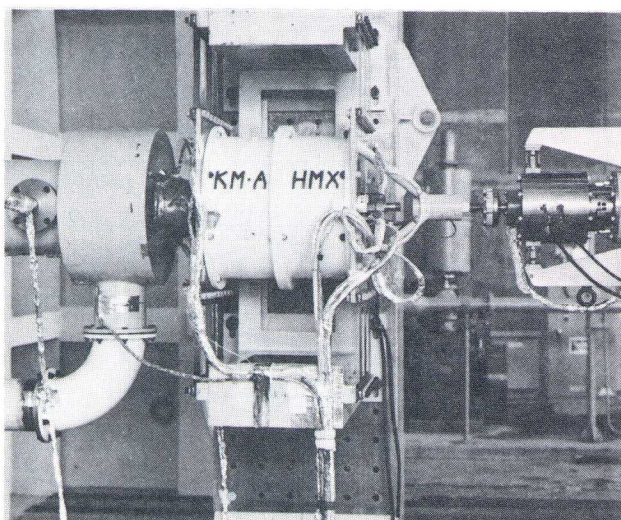


図2 HMX 10wt%を含む推進薬を装填した
キック・モータ



コンポジット推進薬に話を戻そう。AP の一部を HMX や RDX で置換したものは, いまのところ実用に耐えられる固体推進薬のなかで一番性能が高い。昨年 6 月, HMX 10wt% を含む推進薬を装填したキックモータの地上燃焼を高空燃焼試験設備を使って行ない, 開発の緒をつけた (図 2)。

HMX や RDX はなにぶんにも爆薬であるだけに, それらを含む推進薬のひ弱さ (vulnerability) が心配である。じゃじゃ馬みたいなこの推進薬について衝撃, 摩擦, 加熱, 燃焼, 爆轟への遷移等, 様々な角度からバルネラビリティを評価し, それを低下させる努力が続けられている。

HTPB 燃結剤は, 来年度打上げる M-3S II の第 2 段と 3 段モータから使用を開始する。HTPB は CTPB (末端カルボキシル基ポリブタジエン) 推進薬の開発を始めた 1965 年頃, グレインを試作したことがあったが, 当時我々が持っていたイソシアナートで架橋したバインダは物性に問題があって断念した経緯がある。その後, 耐老化性に優れ, HTPB プリポリマとの反応速度も手頃なイソフォロンジイソシアナートが見出され, グレイン物性を飛躍的に向上させるボンディング剤の研究も進み, ようやく日本でも世に出ることになった。ここ暫くは大形固体ロケットは HTPB 推進薬の時代になろう。

最後に推進薬燃焼研究の一つである低圧レーザ着火について述べておきたい。これはもう 17, 8 年も前, 上段モータが続けて 2 度も不着火事故が発生したのを契機として始めた仕事である。多くの

興味ある事実が明らかになったが、コンポジット推進薬は10~20Torrを臨界値として雰囲気圧がそれを下まわると着火しなくなり、黒色火薬（点火剤およびアクチュエータ作動火薬に使われている）も同様の着火性をもっていること、図3に示した流しカメラ写真からわかるように低圧ではアルゴンおよび酸素中では気相、ヘリウム中では表面に着火点があって雰囲気の種類によって着火機構が異なること、などを挙げておく。宇宙環境のもとで固体推進薬が着火し難くなるのは当然と思われる。

去る4月4日に打上げたスペースシャトル、チャレンジャー号はアポジモータに異常スピが発生し、通信衛星を静止軌道にのせるために姿勢制御用ヒドラジンを多量に消費しなければならなかったと伝えられている。1980年と1981年、NASDAが打上げたあやめ1号と2号がミッションを果たせなかったのもアポジモータと火薬作動装置の作動不良がからんでいる。残念ながら、これらのバルネラビリティは今もなおそう低くない。ロケットモータは推進薬、火薬技術を含めていまだ全幅の信頼を寄せるに至っておらず、一層の研究努力が必要であることを改めて強調したいのである。

推進燃料研究室では上記課題のほか、高密度炭化水素燃料、ヒドラジン分解触媒、ゲル化燃料、エマルジョン燃料、石炭石油混合燃料（COM）、高圧酸素中における金属とグラファイトの燃焼な

どを研究しているが、与えられた紙面が尽きたので次の機会にゆずる。（いわま・あきら）

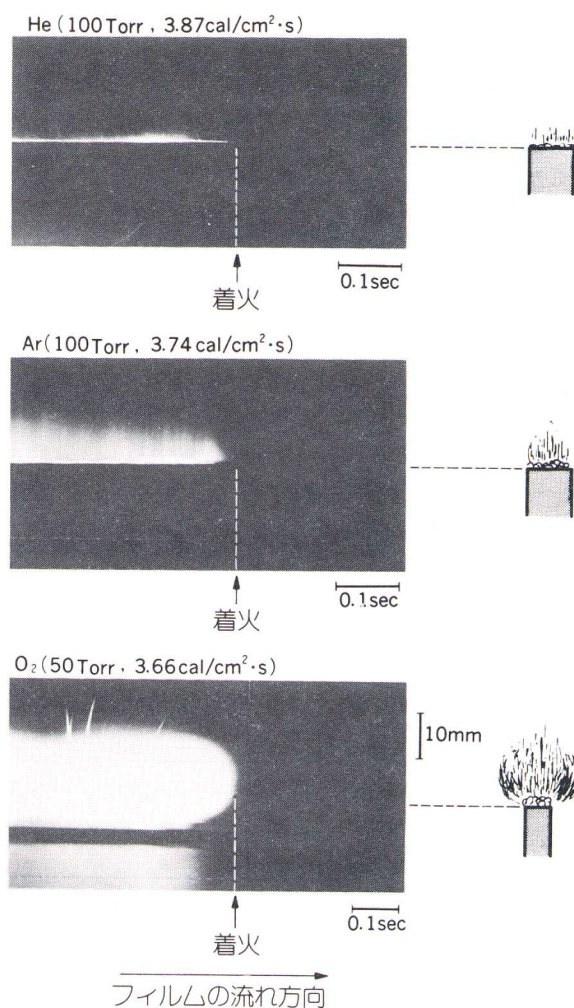


図3 流しカメラによるAP/CTPB推進薬の低圧レーザ着火写真

★臼田近況（表紙カット参照。撮影：杉山吉昭）

直径64m、垂直セット時の高さ70m、総重量約2,000トンという巨大な深宇宙探査用アンテナの本体工事がいよいよはじまることになった。昨年度から土木工事のはじまった現地の様子を今迄ISASニュースの写真でお伝えしてきたが、この巨大アンテナの回転台になる直径36mのレールをしくための基礎もでき上っており表紙カットに見られるようなSF的姿を見せている。この上にいよいよ組立てられるわけで今秋にはその全貌をうかがうことができるようになるとの事。大工事のために何よりも安全をと願う式典も行なわれいよいよGO!!





昭和58年度観測ロケット実験計画(案)

	ロケット	発射日時	目的
第一次	S-520-6	8月27日	MINIX実験, 回収実験
	S-310-13	9月12日	磁場他の観測
	S-310-14	9月15日	中性粒子密度他の観測
第二次	K-9M-77	1月14日	銀河赤外線他の観測
	MT-110(2機)	1月17日・18日	飛しょう試験
	ST-735-1	1月21日	飛しょう試験
	M-3S-4 (第9号科学衛星「EXOS-C」)	2月14日	成層圏, 中間圏の大気の観測

昭和58年度大気球実験計画(案)

1. オーストラリア(アリススプリングス)における大気球実験計画

実験期間 昭和58年4月25日～5月30日

気球	観測目的	担当者	所属
B15-A1	銀河中心とH II領域の近赤外観測	松本敏雄	名古屋大学理学部
B15-A2	低緯度における電場観測	小川俊雄	京都大学理学部
B15-A3	銀河中心とH II領域の近赤外観測	松本敏雄	名古屋大学理学部
B30-A4	重粒子の観測	西村 純	宇宙科学研究所
B30-A5	ブーメラン気球飛揚	西村 純	宇宙科学研究所

(メルボルン大学との共同実験)

2. インドネシア(東部ジャワ・ワトコセ)日食の大気球観測計画

実験期間 昭和58年5月20日～6月20日(日食6月11日)

気球	目的	参加機関
I5-1	日食予備テストフライト	宇宙科学研究所 東京天文台, 京都大学理学部 ラパン・スペースリサーチセンター

3. 三陸大気球観測所における大気球実験計画

実験期間 昭和58年8月下旬～10月上旬

気球	目的	担当者	所属
B50	30cm望遠鏡による太陽観測	平山 淳	東京大学東京天文台
B30	遠赤外線源の探査	奥田治之	宇宙科学研究所
B5	宇宙線粒子と大気微量成分	和田雅美	理化学研究所
B15	成層圏大気サンプリング	伊藤富造	宇宙科学研究所
B5	成層圏の乱流	田中 浩	名古屋大学

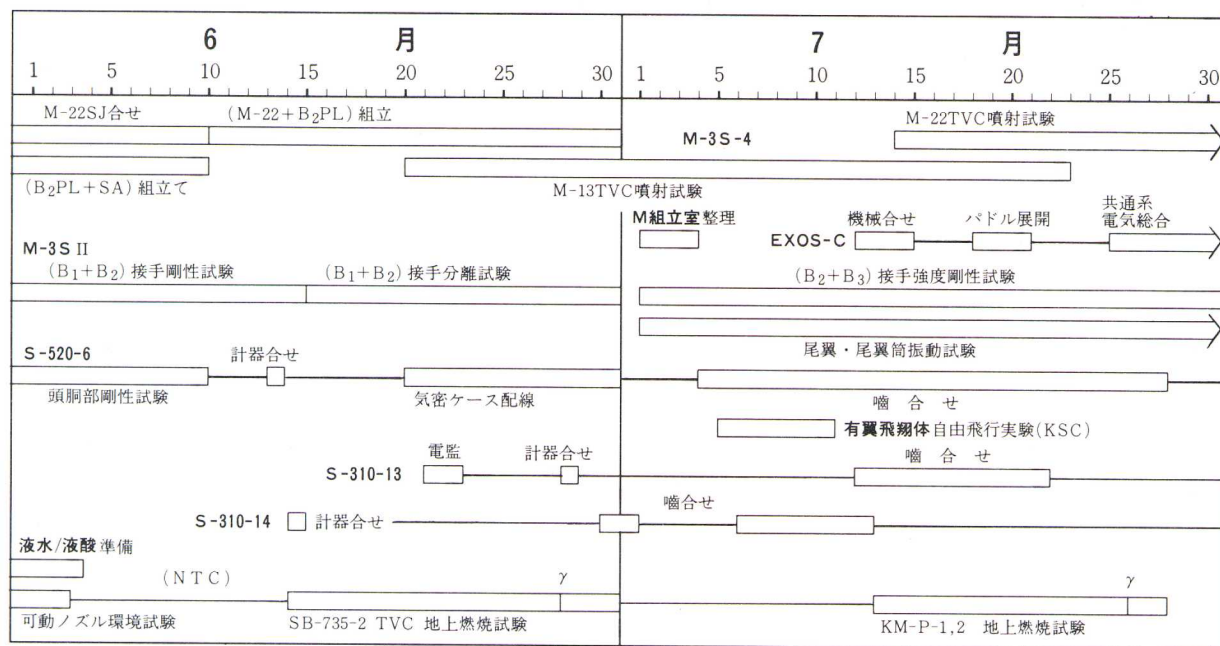
科学衛星シンポジウム

期 日 昭和58年6月9日(木)～11日(土)
場 所 宇宙科学研究所45号館会議室
問合せ先 宇宙科学研究所・研究協力課
共同利用係 (467)1111(内235)

宇宙観測シンポジウム

期 日 昭和58年6月23日(木)～25日(土)
場 所 宇宙科学研究所45号館会議室
問合せ先 宇宙科学研究所・研究協力課
共同利用係 (467)1111(内235)

★ロケット・衛星——おもな作業スケジュール



★相模原キャンパスの新営工事



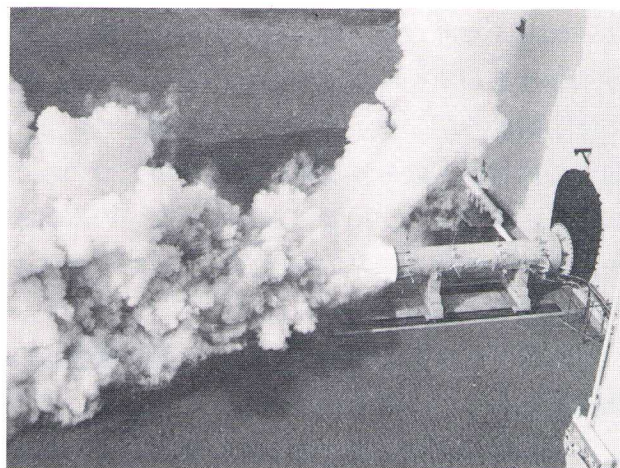
着工披露

相模原の新キャンパス建設予定地で、最初の建物の工事安全祈願祭が、さる4月5日午前11時より行なわれた。この建物は、惑星探査機MS-T5やPLANET-Aなどのための飛翔体環境試験棟で、面積は8,200㎡。プロジェクトの大型化に伴い環境試験装置も大型化が必要となり、かくて新キャンパス一番のりとなった次第である。安全祈願祭当日は本研究所からは所長以下20名が参列し、所長のクワ入れなどが厳かに行なわれた。続いて着工披露が文部省、相模原市などの関係者約100名の出席のもとに、同予定地で行なわれた。同試験棟は昭和59年3月に完成の予定である。



★M-3Bモータの地上燃焼実験終わる——能代

ミュー・ロケットの次型機であるM-3S II型ロケットの第3段モータM-3Bの簡易高空性能・スピン燃焼試験が、さる4月25日15時14分点火により行われた。世界でも最大級の上段モータとして内外の注目を集めているこのM-3Bモータは、スピン回転数1.9~1.5Hz、真空槽圧88torr という条件下で正常に燃焼、最大推力13.2ton、最大内圧41.6kg/cm²を示し、所期の目的を達した。なお、同時に得られた燃焼室断熱ライナおよびノズルスカート部のアブレーションに関するデータは実機型モータの詳細な諸元設定に、有効な示唆を与えることになる。



点火直後のM-3Bモータ



ガリヴァー旅行記

桜井邦朋

「三昧」の意味について、手許の国語辞典を引いたら、「研究三昧」のように他の語につけて使う場合には、二つの異なった意味合いをもつことが、例をつけてでていた。ここでいう意味はどちらであろうか。「研究」とあるから、一心不乱にあることをなすという風にとれば、研究に打ちこむことに通ずるから、現在、私が研究に腐心していることを書くべきであろう。だが、一心不乱となると、ちょっと困る。私にはいろいろな問題に色気をだす悪い(?)ところがあり、多くのテーマが中途半端のままになっているからである。ところが、もうひとつの意味合いの方には、したいことをしたがる、或は、したい放題ということがある。私たちがよく聞く“何々三昧”という使い方には、むしろこちらの意味合いがこめられているようである。そこで、私も少しばかり脱線して、宇宙物理学に関する研究からはずれたことを、書かせて頂くことにする。

ジョナサン・スウィフトというと、「ガリヴァー旅行記」がすぐ思い浮かぶほどに、この本はよく知られている。リリパットという小人国、ブロブディンナグとよぶ巨人国へガリヴァーが流れつき、さまざまな珍らしい経験をするのは、子供の読み物となっているので、おおよそのことは大抵の人が知っている。だが原著では、主人公のレミュエル・ガリヴァーは、科学文明の王国ともいえるべきラピュタやバルニバービ、そして日本、更には幻想的な国フウィヌムなども遍歴している。四つの旅行から成る本なのに、最初の二つのみが知られ、後の二つが殆ど知られていないのは何故か、という文化人類学的な面白いテーマも生じようというものである。

科学国ラピュタの天文学者が、火星に衛星を二個発見したという話もよく知られているが、どのようにして、スウィフトがこんな着想をえたのかについては、今も謎のようである。さて、ラピュ

タからバルニバービの首都ラガードーへ行き、その学士院を訪問した際に、ガリヴァーのした経験は途方もないことばかりであった。胡瓜に太陽エネルギーを閉じこめいつでも利用できるようにする研究とか、人類の排泄物を原食物に還元する研究とかいったもので、出版当時は呆れられたのではないだろうか。だが、それらが当時ようやく発展の兆しをみせた科学文明に対する痛烈な風刺であったことは、当時の科学者の研究方法や態度を、彼が詳しく観察していたことから伺われる。

当時の科学者達が人類の未来の進歩を確信し、未来に賭けて研究の道を突き進む姿を、現代に置き換えてみれば、彼の描き方が不当であったとは、誰しも考えにくいことであろう。時には奇想天外ともみえるテーマを持って、現代の科学者達も未来を信じて(?)研究している趣が、みえるからである。研究三昧に身を焼く科学者達をみていると、ラガードーの学士院でガリヴァーがみたいろいろな研究テーマと似たりよったりのものが、現在でも、かなり多くの科学者(人文・社会も含めて)によって追求されていることがわかる。

科学の研究は価値の追求をしない、というよりもむしろ、歴史的にみると、社会の共通基盤をなす価値観を崩壊さすように働いて来たとは、ジャック・モノーの指摘である。ラッセルがいったように、科学の進歩が価値の相対化を生んだとすれば、科学文明の発展が人類に精神の荒廃をもたらし、文化の退廃を生むと考えたスウィフトは、遙かに深い洞察を科学文明の未来に思い描いていたといつてよい。彼の眼が、アイルランドにおけるウッド銅貨の鑄造をめぐる、ニュートンをやっつけることに向いていたとしても、彼に人類史に普遍な問題をみぬく力があったからこそ、この旅行記は今も読み継がれているのであろう。

一科学徒として、ヤフーの未来について深刻に考えさせられているこの頃である。(さくらい・くにとも)

ESAシンポジウムとICOBART

宇宙科学研究所 西 村 純

今年は4月にオーストラリアの気球実験、5月にインドネシアの日食気球観測、それに秋には国際学会と大分忙しくなりそうな気配があった。この4月にESA主催のロケットと気球に関するシンポジウムがスイスで開かれることは承知していたが、こんなわけで出席しようとは思ってもみなかった。ところが2月になってアメリカの気球の責任者シップレー氏から、この機会にICOBARTを開くので是非出てくれという手紙を受け取った。

ICOBARTというのはInternational Committee of Balloon and Related Technologyの略で、年に一度位開かれる会である。気球のエキスパートと称する人達が集って、気球技術、これからの方針について忌憚なく経験や意見の交換を行なう。

4月10日会議の開かれるインターラーケンに着くと天気は快晴、意外に東京なみの暖かさで、グリーンデルワルドや白銀をいただいたユングフラウが一望できる広窓のある部屋に入って御満悦の気分になっていた。

ESAシンポジウムの参加者は約150人、ヨーロッパ各国から十数名ずつ参加、特にESRANGEに関係の深いスウェーデンやノルウェーからの参加者が目立って多いように感じられた。シンポジウムの講演は申込むには遅すぎたので、1日フィルムの夕べに学振に作っていただいた英語版の「大気球で宇宙を探る」を上映してもらうことにした。三陸の景色がよいせいか皆さんいたく感心の体。「あんなにロジカルに手順よく無駄なく開発や実験が進んで行く様は他の国では考えられないことだ。」といってくれた人もいる。それはそうでしょう。そういう所だけ映画にしたのですから……。

ICOBARTはアメリカ、フランス、イタリア、イギリス、ドイツ、カナダそれに日本の私の十数名の会合。まず最初の議題は上空での気球の破壊。1975年頃よりアメリカの気球の破壊率が十数%とふえて、色々検討改善のすえ、1980年には2%に下った。ところがである。1981年からまた元に戻って悪化。色々調べているが原因がよくわからな

い。SF(ストラトフィルム)という気球用フィルムが、この2~3年少し性能が落ちたようにみえる。以上がアメリカ側の検討結果である。フランス、イギリスの気球天狗達それに私が、材料だけとは思えない。「放球の腕がおちたのではないか…」「気球製作が雑になったのではないか」とたたみかける。アメリカ側はガンとしてそんなことはないと言う。ついに、フランス側は「日本のフィルムでも使ったらどうか」といやみを言う。アメリカの天狗達は目をつぶって黙して語らなかった。次は長時間フライト。アメリカは最近ラクーンという方式で南半球を一まわり、22日間観測ができたと報告。フランスはブーメラン気球もはじめたが、モンゴルフィエ・インフラ・ルージュという方式で70日間のフライトに成功。日本で開発したゴムマグネットを使う逆止排気口やオートバラストを使ったらラクーンの寿命はもっと延びるはずとコメントすると、イギリスがそうだそうだという。アメリカはあまりよい顔をしない。ここで太平洋横断、日中横断気球、ついで将来の計画として南極パトロール気球の話を出すと、色々なサセッションとともにおいにやれと皆ではげましてくれた。この会議は時間の制限なしに談話的にやるので仲々有益。因みにアメリカ、フランスはランチングスタッフ以外に60人、40人で色々開発にあたっている由。

シンポジウムも終わりに近づいた頃、お定まりのバンケット。どうした風の吹きまわしか、秋葉さんと小生は最上席のESAディレクターのわきにすわらされて雑談にはげむことになった。

秋葉さんは到着の時は風邪と時差ボケで不調、会議中は回復してまあまあ。講演も御立派。ただバンケットで御馳走を食べすぎて、やや不調の御様子だったが、会議が終わると同時に回復。ESAのディレクターが秋葉さんのために特に世話してくれた割引切符をにぎって1週間ぶりの青空にめぐまれたユングフラウを目指して元気潑刺と出発して行かれた。(にしむら・じゅん)



★パイオニア10号が6月に太陽系の彼方へ

1972年3月3日に打ち上げられた最初の本星探査機パイオニア10号（アメリカ）は、11年余の長旅を経て、ついに来る6月13日、現在太陽系の最も外側にある海王星の軌道（太陽から45億km）を横切り、惑星系の外へ脱出する。すでに木星の正体や黄道光の起源について貴重な発見を行ったが、これからは太陽と惑星を包む太陽の「大気」がどこまで広がっているか、またどのような挙動を示すか、を探索することになる。またパイオニア10号のデータは、海王星や冥王星の軌道の摂動データと共に太陽の伴星探しにも使われているし、またこれまで人類が所有した最長の距離という利点を活かして重力波の探知を試みるなど、魅力的な話題がいっぱいである。

周知の通りパイオニア10号には、地球系外人類へのメッセージとして、男女の裸像などを描いた有名な銘板が搭載されているが、今後85万年以内における他の恒星への最接近は32610年後（Ross 248星から3.27光年の所を通過）になるという。

太陽から全方向に吹き出す時速100万マイルもの太陽風によって作り出される「太陽圏」は、従来考えられてきたよりもはるかに大きいと考えられてきている。そして太陽圏は一つの巨大な磁気バブル状のもので、太陽系が星間ガスの中を通過することによって変形し、涙の粒のようになっていると思われている。パイオニア10号が、この涙の粒の表面に当たる太陽「大気」と星間空間の境界についてどのようなことを我々に教えてくれるか、興味深い限りである。

（NASA News, 1983年3月22日）

★アリアンからデルタへ

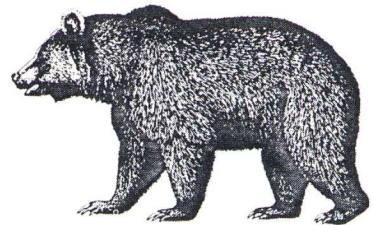
何年にもわたり打上げ延期の憂き目を見てきたヨーロッパ宇宙連合（ESA）のX線天文衛星EXOSATが、ついにアリアンロケットによる打上げを

あきらめ、NASAのデルタロケットに載ることになった。EXOSATはその特殊な長円軌道のため、1年のうちで打上げ可能な時期が限られている。次の窓は5月末だが、昨年のアリアン5号の失敗（ニュースNo.21参照）の影響で、アリアンによる5月の打上げは絶望的となっていた。このため科学者たちはデルタへののり替えを働きかけていたが、ついにESAがそれを承認したもの。科学者たちにとっては喜ばしいニュースだが、ESA関係者にとってはまさに断腸の思いであったに違いない。打上げ予定日は、5月26日とのこと。

（Nature, 1983年3月3日号、ほか）

★グリズリーにご用心

アメリカ合衆国モンタナ州のGlacier国立公園の監視員たちは、初夏になると、Cow parsnip



がどんな草であるかをハイカーたちに説明してまわらなければならない。というのも、パセリの一種であるこの草は、大型の熊、グリズリーの好物で、この草のはえているところにはグリズリーのいる確率が非常に高いからだ。ハイカーたちをグリズリーの被害から守るためには、Cow parsnipのはえている地域をはっきりつかむ必要がある。Glacier国立公園では、ランドサットを利用して、そのような地域をわりだしている。ランドサットのマルチ・スペクトラム・スキャナーによって宇宙から撮られた画像データを処理するとCow parsnipを識別できるというわけだ。Cow parsnipがはえていると判断された地域のキャンプ場や道は、さっそく、一時的に閉鎖される。

ランドサットのデータから植生を知ること、このようにして、人間を猛獣から守るばかりでなく、しだいに数の減っていく、これらの動物たちを守るのにも役立つという。

（Spaceport News, 1983年3月）

X線検出器(その1)



天文学の最前線でX線バーストやブラックホールを追い続けている「白鳥」や「天馬」衛星にはX線検出器としてガス比例計数管(以後PCと略す)、シンチレーション計数管(SC)、ガス蛍光比例計数管(SPC)が使われている。PCやSCの歴史はたいへんに古く、20世紀初頭の放射能の発見と同時代である。PCの原理は、入射X線によってガス(多くAr, Xeなどの稀ガス)よりたたき出された一次電子を強い電場中のガスで増倍させ電気信号としてとり出すことである。入射X線のエネルギーとこの出力波高が比例することから比例計数管と呼ばれる。一方SCは一次電子により蛍光物質(シンチレーターと言ひ代表的なものはNaI(Tl), CsI(Tl))を発光させ、その光により光電子増倍管を作動させて大きな出力パルスを得る。PCではX線を受けとめる物質がガスであるのに比べ、SCでは固体の蛍光物質であるため、PCはおもに1KeV~30KeV、SCでは10KeV~数MeVのエネルギー領域に適している。

原理の発見は大変古いものだが、原子核実験やX線天文学の発展に伴い、その改良には大きな努力がはらわれて来た。いかに低エネルギーまで測定できかつ低ノイズで安定なものにするか、いかに大面積にするか等である。例えば「白鳥」のPCの約半数は、窓材に厚さ $1\mu\text{m}$ のプラスチックが使用され、0.1KeV以下の超軟X線の測定も可能になっている。「天馬」の一部のPCでは入射X線の窓上での位置を数mmの精度で測定することもできる。ASTRO-C衛星のPCでは1本の有効面積が 600cm^2 にも達する予定である。最近このようなPC/SCにかわって半導体(SSDやCCD)やチャンネルプレートを使用したX線検出の試みが行われている。これら新しい検出器は高いエネルギー分解能や位置分解能を持つが、欠点も多く、まだ広く人工衛星でX線検出器として使用されるには至っていない。SPCについては次回に紹介する。

—宇宙研— 村上敏夫



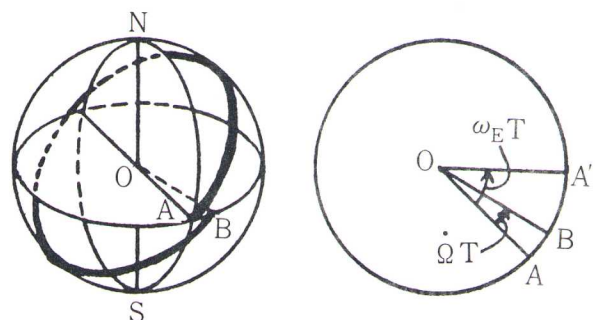
回帰軌道

図において昇交点Aを通過した衛星が1交点周期Tを経て次の昇交点Bに達した時(昇交点赤経 Ω が摂動をうけるので、Aは1周してくと異なる点Bに来る)、前のAは地球の自転のためA'に移動している。衛星が周回を重ねる度に、はじめの昇交点は地球の自転のためどんどん先に進んでいき、ついにN周後に、最新の昇交点が追いぬかれる時が来る。軌道周期を適当に選ぶと、もとの昇交点が最新の昇交点に、約1日の間の周回数Nで丁度過不足なく追いつくようにできる。つまり約1日(正確には $N \times T$)の時間間隔において、地表と衛星軌道面の相対関係が同じになる。このような軌道を回帰軌道と呼び、Nを回帰数という。この場合、 $N(\omega_E - \dot{\Omega})T = 2\pi$ なる関係が成立している。

いうまでもなく回帰軌道は、特定の地表区域についてくり返し観測や通信を行うのに適している。

ソ連が自国の通信用に打ち上げているモルニヤI型衛星や、ソ連・東欧圏のためのモルニヤII型衛星は、いずれも回帰数 $N=2$ (周期12時間)の回帰軌道である。モルニヤの場合、とくに近地点引数(ω)の時間変化がゼロになる軌道傾斜角($i \approx 63.4^\circ$)付近に寄せ、遠地点がソ連の上空に来るようにして、長時間ソ連上空に滞在できるよう工夫されているのが特徴である。

—宇宙研— 的川泰宣





実用宇宙線学

楨野文命

高エネルギー天文学の一部である宇宙線学は比較的長い歴史を持っているが、世の中の実益と直接つながる事柄は少い。ピラミッドの中での宇宙線の到来方向の分布から、知られていない秘密の部屋を見つけ宝さがしを行う実験は有名であるが、結果は知らない。最も広く利用されているのは炭素14の放射能による年代測定であろう。考古学だけでなく、骨董の鑑定にも採り入れ、利益にあずかった学者もあるという噂を聞いた。筆者の所へも、外国で手に入れたという緑色の陶器の破片を握りしめた男がやって来て興奮した口調で測定を頼まれたことがあった。私は測定装置を持っていなかったし、また陶器は不適當であることや熱ルミネッセンスの話などをして帰っていただいた。おそらくこれが実用宇宙線学の第一号であろう。

最近第二号と思われる事が現われた。Physics Today という雑誌の今年の一月号に「宇宙空間における集積回路の誤動作」という記事が掲載されたので御存知の人も多いだろう。これは宇宙線が集積回路を貫通する際の電離電荷によってビットが反転したり、寄生回路の発生で大電流が流れたりするというものである。KSCで衛星の追跡に従事した人の中には、OFFにしてある筈の搭載機器がいつのまにかONになっているという経験をした人もある筈である。周回の間に飲んだ焼酎のせいではないかと我目を疑いながら緊急コマンドの発信となる。一時は、某超大国の発する妨害電波のせいであるという噂が流されたこともあるが、多分、放射線帯粒子または重一次宇宙線（主に鉄の原子核）による障害と考えられる。単一粒子による現象は数年前に起ったLSIの α 線騒ぎと同じであるが、 α 線と違って不純物の除去や遮へいで防ぐことはできない。このような事は十年以上前から

知られ、宇宙線によっても起り得ることが予想されていたが、深刻な問題となったのはCPU、メモリなどのLSIが使用されるようになってからである。集積度が上るとセル当りの電荷量が小さくなり、反転が容易になるからである。この問題に宇宙線学者が直接協力するようになったのは最近のことである。デバイスに工夫をすることで発生率を減らすことはできるが完全に防ぐことはできないので、発生率を正確に予想して、システムに冗長性を持たせる以外にない。このような目的で宇宙研では昨年、作業のための委員会を設け実験計画などを検討している。幸い所内には各分野の専門家が居られ、併任教官、所外研究者の協力も得られ、一流のメンバーをそろえることができた。米国では宇宙の放射線環境を測定する衛星の計画を含めて、誤動作発生の予想手法を確立する研究が進められている。一方、軍事用では核戦争を生きのびるデバイスの開発も進められているようである。

実用第二号はネガティブな応用であるが、会社のお役に立つことができるということは宇宙線史上の重大事件であろう。宇宙飛行士が見たという宇宙閃光も網膜を貫通する重一次宇宙線であるといわれている。実用第三号として宇宙線医学が期待される。（まきの・ふみよし）



「小宇宙」はここしばらく、放射線検出器に関係したテーマと、飛翔体の軌道についてのテーマを、準シリーズ的に続けています。これらのテーマに限らず、面白い題材をお持ちの方はぜひ編集部あてにお寄せ下さい。将来、「小宇宙」を一冊の本にまとめてみたいと思います。（牧島）

ISAS ニュース

No.26 1983.5.

ISSN 0285-2861

発行：宇宙科学研究所（文部省） ☎153 東京都目黒区駒場4-6-1 TEL 03-467-1111

The Institute of Space and Astronautical Science