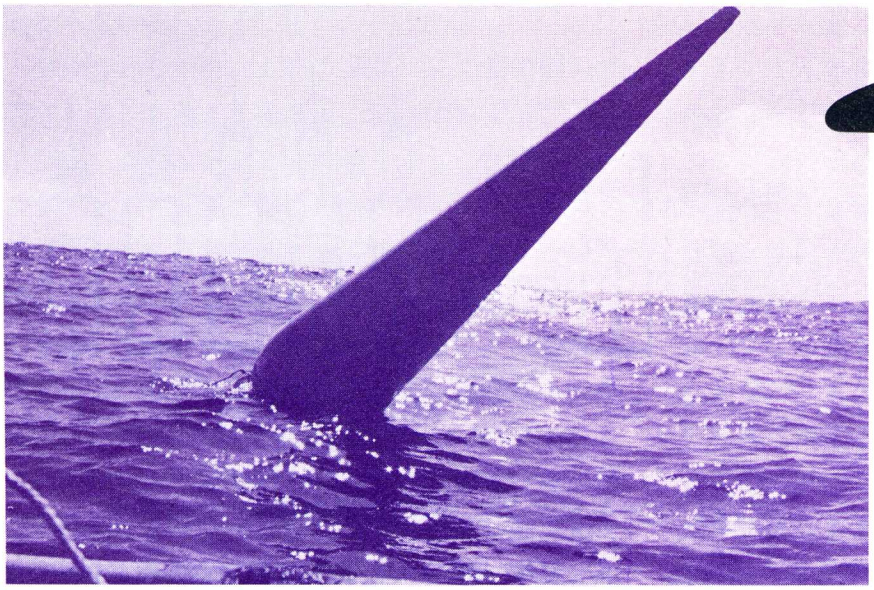
ISSN 0285-2861



ISAS ニュース

No. 31

宇宙科学研究所

1983.10

〈研究紹介〉

ヒートパイプエンジン

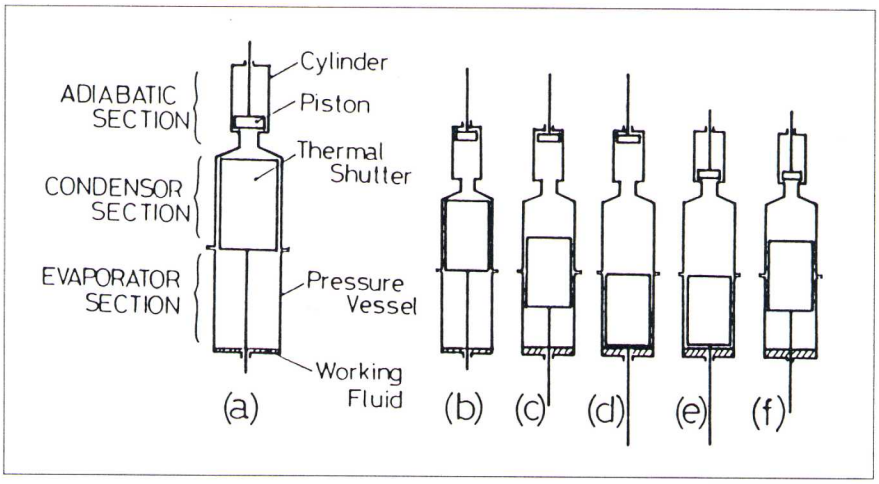
筑波大学　小林康徳

私がまだ学生で，当時の東大宇宙航空研究所にいた頃，研究室のゼミなどでよく宇宙推進機器の問題が議論されたことを思い出します。その頃(もう20年近くも前のことになってしまいました)，従来の化学燃焼型のエンジンの他に，イオンエンジン，プラズマエンジン，サーモイオニックエンジン，スターリングエンジン，などという私達には刺激的な名称が沢山登場してきました。事実，何人かの学生がこれらに取り組み始めました。現在，それらの大半が現実のものとなり，将来の宇宙推進系の担い手となり得ることが実証されているのを見ると，まことに今昔の感を深く致します。

ところで，将来，長期にわたって宇宙空間で活動することを目的とするスペース・ステーションの計画において，その動力源の確保が重要な課題の一つになることは論を待たないところです。これについては，数多くの有力な候補や提案があり，討議が加えられていることを承知の上で，敢えてもう一案提起したい，というのが，この小文の主旨であります。名付けて「ヒートパイプエンジン」。良熱伝達素子としてのヒートパイプの名称は，近年，省エネルギー志向の工業界の共感もあって少しずつ知れ渡ってきておりますが，この作動原理を逆手にとると，熱機関（エンジン，冷却機）になる，ということ。また，この熱機関は，地上でも十分能力を発揮できますが，本質的に宇宙空間での使用に適している，ということをお話ししたいと思うのです。

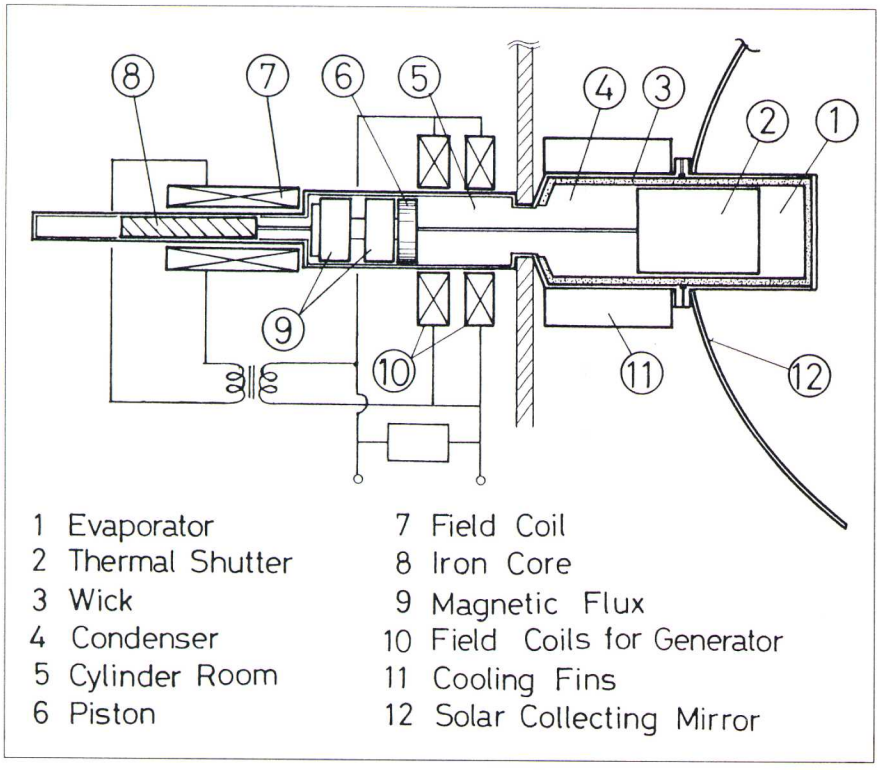
このエンジンの作動原理の要点は唯一つ，蒸気と液体の二相状態にある純粋な作動流体のみを含む密閉容器に外部から強制的に局所的な温度差を起こさせると，その部分に，その温度差に応じた局所的な蒸気圧力差が生じる，という熱力学現象を利用することにあります。この圧力差を何らかの仕掛けで周期的に生成・消滅させてやり，圧力変動分を仕事として外界に取り出せば，これはエンジンとなり，発電機の駆動部に直結すれば，発電機となるわけです。圧力変動の大きさや作動温度レベルは作動流体を適当に選択することによって自由に調整できます。このエンジンの作動原理

は，容器内部の作動流体の蒸気圧（従って蒸気温度）が一様になり，流体の相変化に伴う潜熱の授受が熱輸送の主役を演じている伝熱素子としてのヒートパイプ原理と丁度，共役的な関係にあります。この熱機関に「ヒートパイプ」の名を冠した理由は，圧力変動が純粋に作動流体の蒸発と凝縮によって生じ，容器内部は常に蒸気と液体の二相状態が維持されている，という現象上の類似性と，省エネルギー的特性，構造上の単純さ，がいずれもヒートパイプのそれと似ているからです。



第１図　ヒートパイプエンジンの基本構成と動作順序

第１図に，このエンジンの概念モデルとそのサイクルを示します。エンジン各部の主要構成は，圧力室，ピストン／シリンダ室，熱シャッタであり，熱的には，圧力室は外部の熱源によって冷却部と加熱部に，シリンダ室は断熱状態に保持されています。熱シャッタは，断熱材でできた，上下底面のない中空円筒ですが，このエンジンの心臓部ともいうべきで，圧力変動を造り出す仕掛け人です。すなわち，これが容器内を前後にほとんど壁面と接触することなく移動し，容器の冷却部を周期的に遮蔽あるいは開放することにより，壁面への蒸気凝縮を促進あるいは妨害し，蒸気圧を変動させる役割をします。図中の熱シャッタとピストンの相対的な動きから，このエンジンのサイクルを想像して下さい。理想的な熱力学的サイクルは二つの等容変化と二つの断熱変化から成り立っており，作動流体の飽和蒸気圧曲線内（蒸気－液体共存状態）に完結した形になっています。



第２図　宇宙船用発電機

このような概念のエンジンが実際に動作することを確認するため，フレオン11を作動流体とする試作品を製作して，目下あれこれ検討していますが，今まで，蒸気温度を 100℃に維持した場合，シリンダ室内で３気圧の圧力変動を検出しています。この種のエンジンの性能向上は，容器の気密性，圧力室の温度差の大きさ，熱シャッタの断熱性の良否に依ります。しかし，これらの技術的問題を解決する事は，基本的には可能ですが，今後どの程度人的，資本的投資をできるかによって，その実現が

大きく左右されるでしょう。

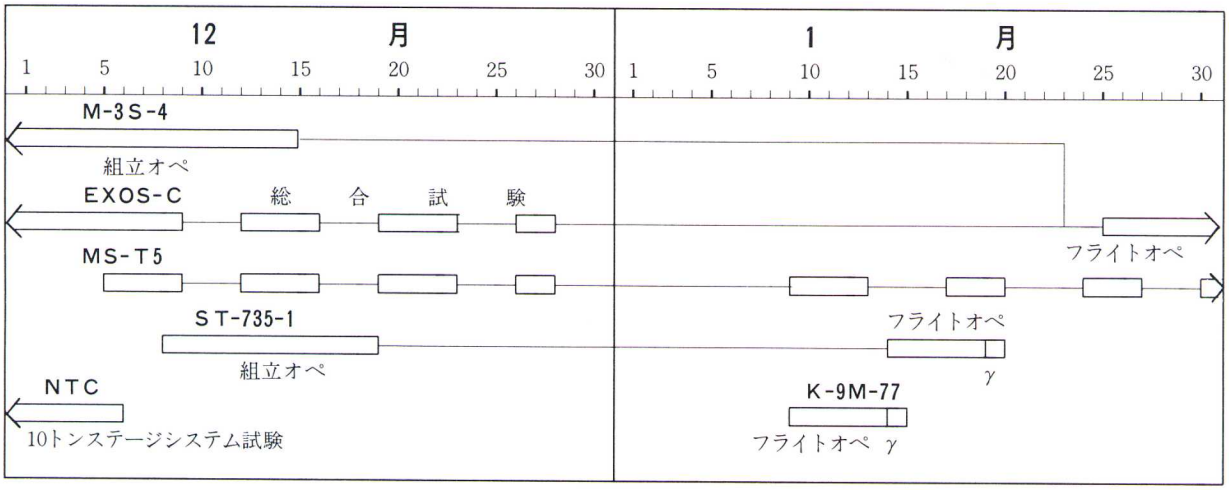
それはともかく，このエンジンを宇宙空間で使用する場合を考えてみます。第一の特徴は，宇宙空間は，このエンジンの熱源そのものになる，ということです。第２図にヒートパイプエンジンを用いた宇宙船用発電機の想像図を示しますが，太陽光集光板の焦点部分にエンジン加熱部を置き，その陰に冷却部を置けばよいわけです。大雑把に計算して，圧力室の加熱部を150℃，冷却部との温度差を100℃に設定すると，2000cc.クラスのシリンダー室から60rpmのゆっくりした回転で３KWの電力が得られます。宇宙船上でこの程度の温度差を造り出すことは至極容易であるし，熱／構造上の問題もほとんどありません。現在使用の太陽電池の性能と比較しても，単位重量当りの出力は充分大きくなります。次に特徴的なことは，作動流体の環流と正常なエンジン動作を確保するために，エンジン内壁にウィック材（多孔質物質）構造を内張りする必要が生じることです。これの設計と形状が性能を左右することは明白です。その他，太陽光集光板，冷却用フィンなどの設計も重要になってくるでしょうし，寿命の問題もあります。しかし，これらはいずれも既存の知識と蓄積された技術で解決できるものばかりです。

このエンジンがいつか陽の目を見ることを夢みて，今日も実験室の片隅で思いを廻らせていましたが，ふっと，このような誇大宣伝を試みてみました。

（こばやし・やすのり）

お知らせ

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（12月・1月）



ＭＡＰシンポジウム

期　　日　昭和58年12月15日(木)～17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）

宇宙研談話会 —Space Science—

臨　　時　10月20日(木)　午後４時～５時
　　土井恒成（芝高校）
　　「英国でのＸ線天文学の研究
　　—硬Ｘ線用IPCとその応用—」
場　　所　宇宙科学研究所・45号館5階会議室

講演と映画の会

・10月25日(火)　午後３時～４時30分
・宇宙科学研究所・68号館２階会議室
・Jack Robert Lousma（米国の宇宙飛行士）
　「宇宙からの帰還」
＊ルーズマ氏はスカイラブ３号，スペースシャトル・コロンビア３号に搭乗したベテラン宇宙飛行士。宇宙飛行の総飛行時間が1619時間，宇宙遊泳は11時間に及ぶ。豊富な体験をもとに大変興味深い話が聞けるものと思われる。

大熊さんの死を悼む

秋元春雄

当研究所管理部庶務課情報資料第二係長大熊敏治さん（57才）は，かねてから病気療養中でありましたが，薬石効無く去る９月12日他界されましたことは本当に残念というほかありません。

振り返って見ますと大熊さんは，昭和39年に宇宙科学研究所の前身である東京大学宇宙航空研究所に奉職し，昭和45年には能力，人柄が高く評価され出版写真掛長に昇任，昭和56年宇宙科学研究所への改組時から現職に就かれ，約19年間勤務されました。最初は庶務関係その後論文等の刊行物関係事務を担当し研究所に貢献されました。その間，温厚かつ誠実な人柄から多くの方々に親愛され，碁，将棋，パチンコ等々をたしなんで，趣味も多彩であられました。在りし日の姿を偲ばれている方々が多いことと思います。また，療養中も一日も早く復帰したいという熱意からリハビリテーションに励んでおられた努力の姿を忘れることができません。

職場に復帰され今後の御活躍が期待されておりましたのに御他界は誠に悔まれてなりません。謹んで御冥福をお祈りいたします。

★MINIX，回収ともに成功

―― S-520-6号機

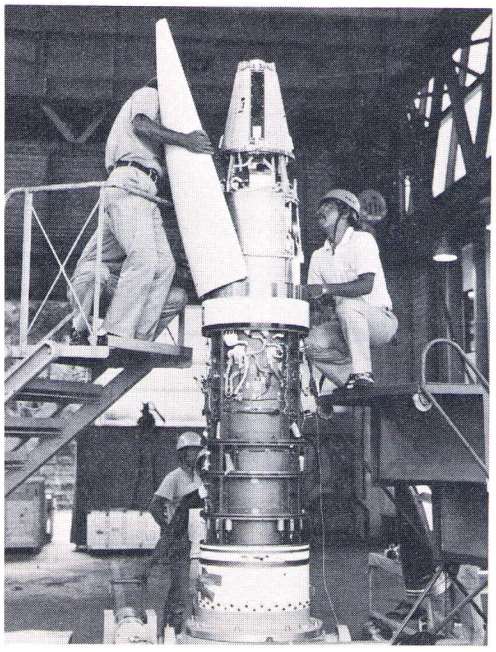
本年度の一番機Ｓ-520-6号機は，８月29日10時に上下角81°で発射された。搭載されたMINIX実験は大成功，また，沖合約 140kmにおける基本搭載機器の回収も無事行われた。

将来，太陽発電衛星が出来た場合，宇宙でつくられた電力はマイクロ波で地上へ送られる。このロケットに搭載されたMINIXは大出力のマイクロ波放射により電離層プラズマに惹起される物理現象の解明が目的であった。親ロケットにのっていたマイクロ波送信機（マグネトロン）は側方・前方ともに正常に作動，約 780Wのマイクロ波エネルギーを電離層プラズマに照射した。その他の機器も正常。基本機器回収の方は，発射後 526秒に高度 6.8kmでパイロット・シュートを放出し，さらに35秒後，メイン・シュートを放出，航空機・回収船・ＫＳＣ本部の見事なチームワークによって，回収作業を成功させた。

回収船は発射前日の13時過ぎに内之浦港を出発したが，波高しの感強く，近くのラーメン屋に乗組員が隠れてダダをこねるという事態があったとか無かったとか聞いている。しかし，本号「東奔西走」にもあるように，出港と入港の際の回収船乗組員の態度は，けなげにも，ご立派という外はありませんでした。本当にご苦労様。

なお，回収されたＶＴＲによって，親ロケットと子ロケットの分離の瞬間の映像が見事にとらえられていた。このたびの実験に有終の美を添えた神戸大・賀屋信幸氏の大奮闘がまことに印象的な実験であった。

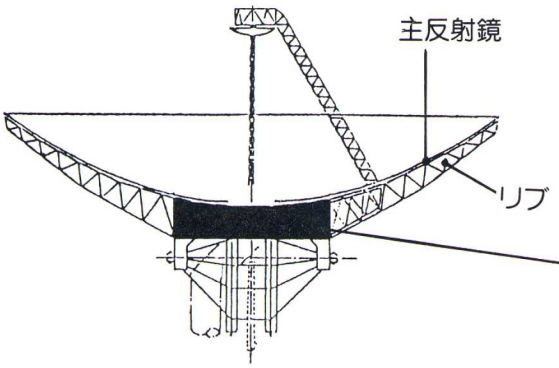
（**表紙カット**：回収船から撮った浮遊中のエア・バッグ）

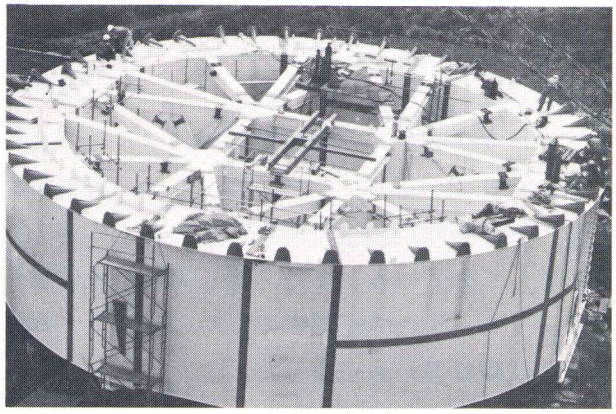


フェアリング取付中のS-520-6の頭胴部

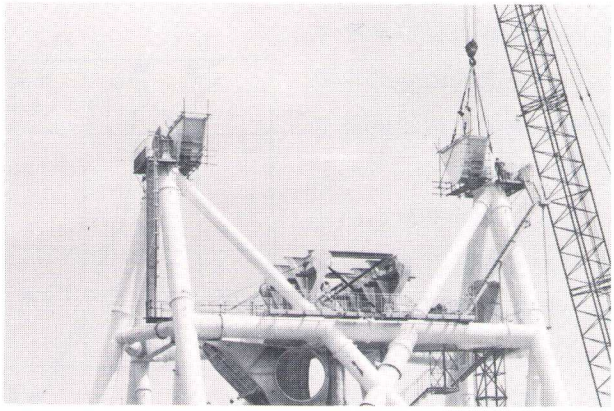
★臼田の大型アンテナの工事進む

工事状況は，当初より定点撮影の記録写真がこのISASニュースに連載されている。この９月10日には，**ＥＬ主軸軸受部**が**ＡＺ回転構造部**の最上段（地上高30ｍ）にとりつけられた。この工事に先がけてそのＡＺ回転構造部の水平度・真直度の測定が行われたが，いずれも非常に精度良く（Ｐ－Ｐ１㎜以内）おさまった。９月30日現在，**ＥＬ回転構造部**の組付工事が進行中である。この工事の後，仮組中のセンターリングが再び分解され，上記のＥＬ回転構造部上にとりつけられる（工事予定10月15日～25日）。つづいて主反射鏡パネル取付用のリブが等間隔・放射状にとりつけられ，その上に1200枚の主反射鏡パネルが，今年中に貼付完了予定。アンテナの総重量は約1990トンであるが，これまでに無事に約1500トンのアンテナ資材が臼田に運ばれている。また工場では既にアンテナ資材の90％以上が製造を終えており，この先天候さえ味方してくれれば今年の暮には，直径64ｍのパラボラのお椀を見ることができる。臼田の天の神様に祈るばかりである。　　（市川満）



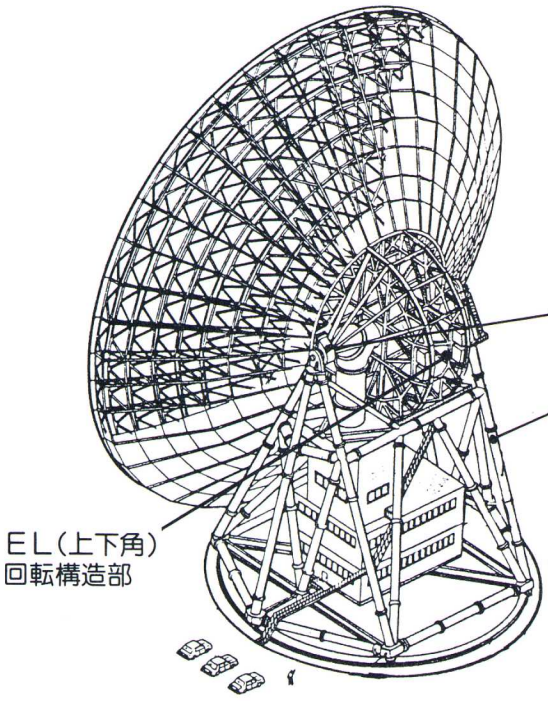


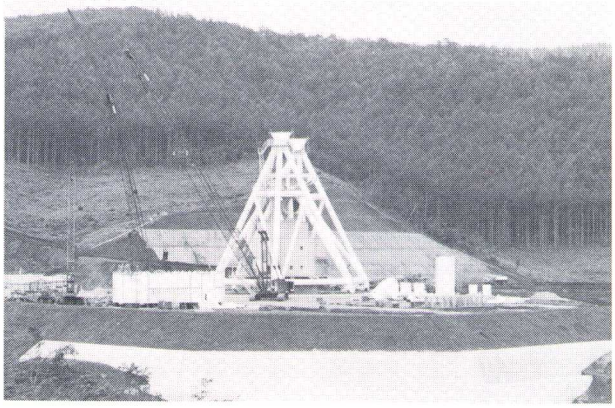
センターリング（上の写真はその仮組）▲



ＥＬ（上下角）主軸の軸受部▲

ＡＺ（方位角）回転構造体▼





スリハリコタ発射場(SHAR)

宇宙科学研究所　的川泰宣

世界の発射場

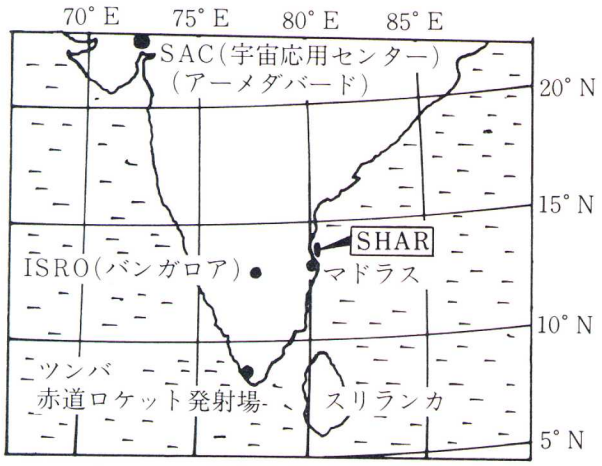
マドラスの北方 100km，ベンガル湾に面して，南北にスリハリコタ島が延びている。ISRO（インド宇宙開発機関）の衛星・ロケット発射場としてインド政府が買収するまでは，ここはユーカリ生い繁る植林の島であった。わが国と同様，ここもモンスーンの影響を受けるが，雨期が10月と11月に限られているので，他の時期は天候に恵まれている。

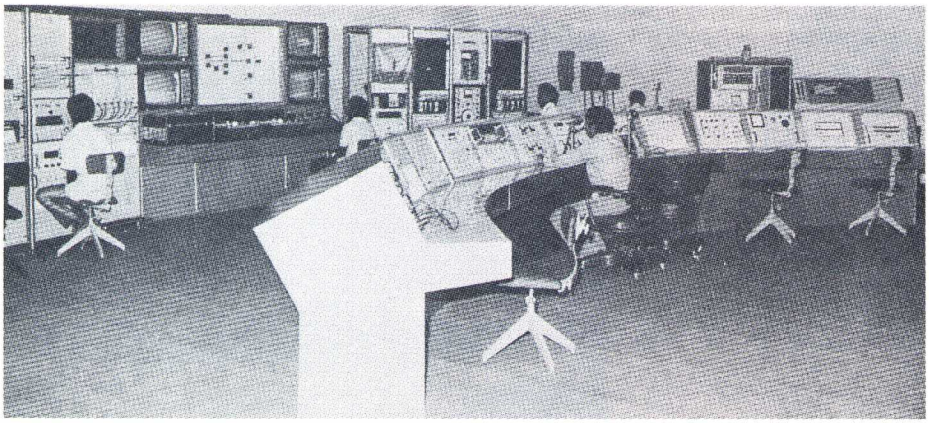
スリハリコタからの初発射は1971年10月９日のロヒニ 125ロケット。以来この島には，固体推薬工場，モータ燃焼試験設備をはじめ多くの地上設備が整って来ている。また，静止衛星打上げ用のアポジ・モータの性能試験のためのHATS（高高度燃焼試験設備）も完成した。

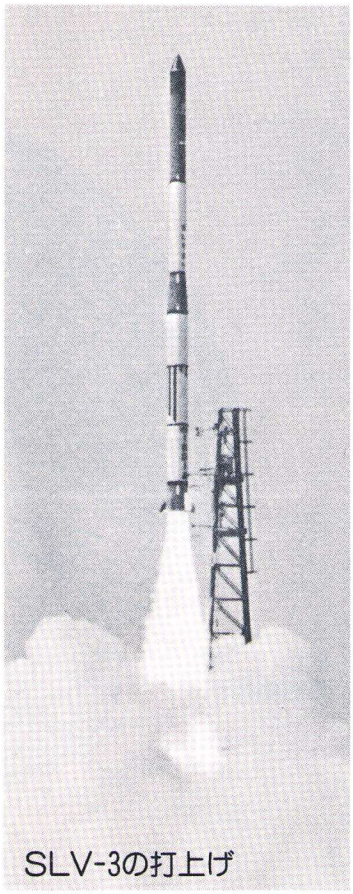
管制センターには，管制室，大型コンピュータシステム，リアルタイム追跡システムなどがあり，島内の３基のレーダやネットワーク内の他の中継基地と通信・電話回線で結ばれている。

スリハリコタからのインド人工衛星打上げは，1979年８月10日のＳＬＶ-3ロケット（全段固体４段）が最初だが，これは第２段ロケットの誘導装置が誤動作を起して失敗。翌80年に同じＳＬＶ-3の２号ロケットによってロヒニ衛星を近地点 300km，遠地点 900kmの軌道に乗せることに成功した。その後リモートセンシング試験衛星などをＳＬＶ-3Ｄ型ロケットで打上げてきた。現在インドは，改良型のASLV型ロケット（全段固体４段）とＰＳＬＶ（第２段のみ液体で４段）を開発中。低高度軌道への投入能力は，SLV-3が40kg，ＡＳＬＶが150kg，PSLVが600kg。ただし，液体燃料の第２段を備えることになるPSLVの実用化段階では，国内の他の発射場を探すことになる模様である。

広さ：145km²（海岸線27km）
位置：13° 47′ N，80° 15′ E







SLV-3の打上げ

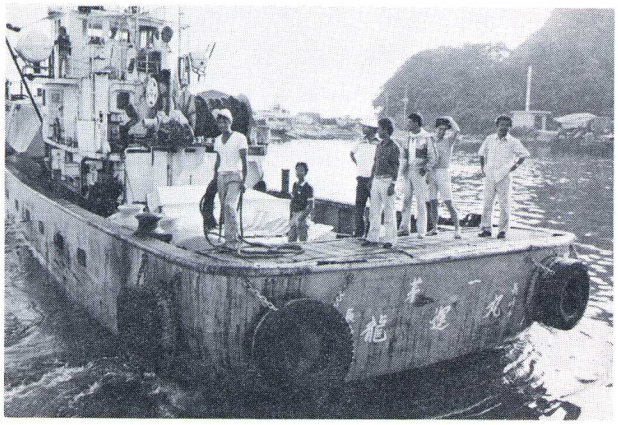
東奔西走

回収船同乗(情？)記

宇宙科学研究所　塚本茂樹

夏の終わりの定期便，ミニ台風のためＳ-520ロケットの打上げは２日延期。全打以来天気は上々だったのに。この季節台風の合い間しかないとは思っていたが。ひたすら通過を待つ。やがて夏の主役中緯度高圧帯が気象衛星の画面の中にも黒々と再登場。それにしても眼下の太平洋はあんなにうねっている。

翌28日13時内の浦港出港。どしゃ降り。大勢の実験班員に見送られる。一昨年もこうだった。梅雨前線を横切って 350km沖にでると，３日間雲一つ見かけなかった。出港と帰港だけは元気そうな顔をしようと心に決める。火崎を回ると思っていた通りだった。波高３ｍ。船尾で横になりマストと揺れ動く空を眺める。去年の三陸での回収実験あれはひどかったナ。４ｍの波と寒風，雨，波しぶき。セーター，ジャンパー，作業服，雨ガッパを重ね着しても震えが止まらなかった。岬の名も首崎，脚崎，死骨崎。それに比べて火崎とは良い名ではないか。これから行くのは火の国のはるか南，亜熱帯。天候も回復に向うはずだ。17：00，波高 2.5m。やや元気になる。願った通り晴れ上がる。雄大な日没を眺める。満天の星の下船上のプレハブ御殿で寝る。



無事使命を終え帰還した回収船。
乗組員の日焼けした顔々が痛々しい。

翌朝快晴，波高１ｍ以下。北緯30°線ははるか北だ。船上での準備作業が忙しい。ＫＳＣは霧だそうだ。スケジュールの進行が細かに伝わってくる。我が回収船は既に定点に到着，方位を定める。飛行機との連絡もとれ，あとは発射を待つばかり。不思議な位落ち着いていた。シーケンスを告げるＳＳＢが明瞭に船上に鳴り響く。MINIXは完全な成功だ。周囲は静かになった。パイロットシュート，メインシュート開傘の連絡が次々と飛び込む。ほっとすると同時にフローティング・バッグが心配になり始める。６分経ってロランの信号音をキャッチと飛行機から連絡，これで一安心と思う。ロランの連中は緊張している。やがてロランロック，皆余裕がでて甲板に出てくる。一路着水点へ。黄色の点が水平線に現われた時は格別の感慨は無かったが，船上に引き上げる際に，ロープを握る手がこわばった。板子一枚下は南海トラフ，たっぷり3000ｍの深さはある。船上で装置を点検。焼けた外板に衝撃波の模様が美しい。直ちにＤＳＳ不具合の原因が解明される。塗装が流れセンサーがめくらになっていた。これだから回収のメリットは大きいはずだ。得られる情報量が大きい上，装置の再使用という経済的側面がある。急に食欲を感じる。茜色から紫に変ってゆく空の下でスキヤキパーティ。美味。

帰路はベタナギでした。海上から白亜のＭ整備塔が朝日に輝くのを眺めながら，釣れたばかりの大魚をサシミにして朝食。全体ができすぎという感じもしないではない。回収はいつもこうではありません。

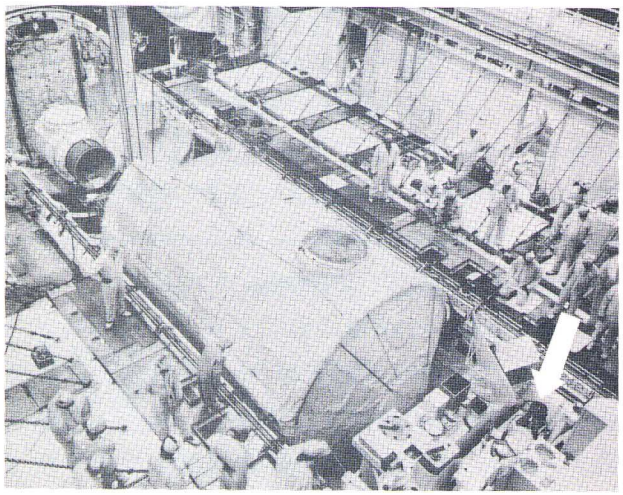
帰港後直ちに回収部解体作業。子ロケット分離を記録したVTRを取り出す。漆黒の宇宙空間と水色の地球を見てそれだけで満足。担当者の心配顔と一転して嬉しそうな顔が忘れられない。

（つかもと・しげき）

風のまにまに

★スペースラブ発進準備OK

ヨーロッパ宇宙機構(ESA)の開発した宇宙実験室（スペースラブ）が，いよいよ，スペースシャトル・コロンビアに積み込まれ，10月28日の打上げを待つばかりとなった。今度の飛行には，２人の操縦士の他に４人の科学者が乗り込み，宇宙実験室の中で，材料実験や地球観測など，さまざまな実験が行われる。宇宙科学研究所の人工オーロラ実験装置も積み込まれている（写真矢印)。　（AW & ST　1983年８月）



スペースシャトルに積み込まれたスペースラブと各種実験装置

★建設すすむアリアンの新発射設備

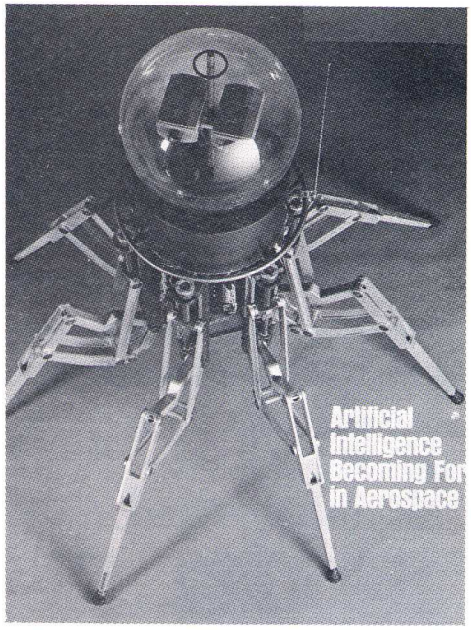
ISASニュースNo.28に紹介したギアナ宇宙センター（南米ギアナのクールー）に，現在アリアンの第２発射設備（ELA２）が建造されつつある。ELA1は1976年末に完成し実績も積み，アリアンのI・II・III型ならば年６回の打上げに耐える。しかしここからアリアンは1985年までに37個の衛星を打上げる（打上げ回数は23回）予定であり，ついに第２発射設備の建設に踏み切った。ELA2は今年中にほぼ完成，さ来年（1985）の初めに予定されているアリアンIII型の初飛行に使い初めとなる。ELA２は１ヶ月に１機の割合で発射可能という。

（Aerospatiale Revue，1983年９月号）

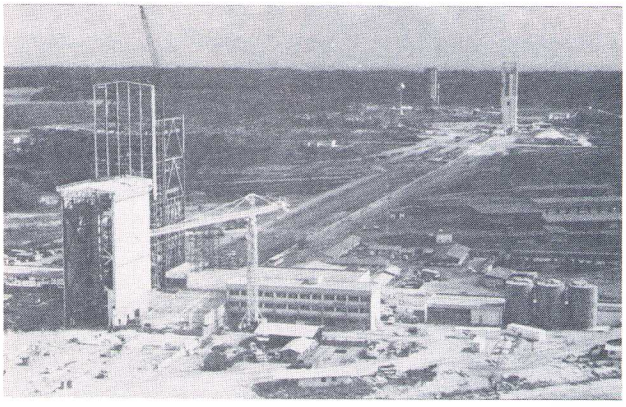
★宇宙へ進出するロボットたち

自動車の組立て工場やエレクトロニクス工場など，ロボットがさまざまな分野で活躍するようになってきた。アメリカ国内でのロボット人口は1990年までに２万人(?)を越すだろうと言われている。そんな中で，航空宇宙産業やNASAもロボットの開発を進めており，1990年までには，およそ1300人の万能ロボットがこの分野で働くことになるということである。もちろん，これらの中には，宇宙ステーションや太陽発電所を組み立てるロボットも含まれており，ロボット先進国である日本の活躍も注目されている。鉄人28号や，鉄腕アトム，ガンダムなどが生まれる日もそう遠くはなさそうである。

（Astronautics & Aeronautics　1983年7,8月）



オデティクス社の製作したロボット Odex-１



建造中のアリアンの第２発射設備(ELA2)――手前

赤外線検出器(その２)

小宇宙

織女星ベガに第２の太陽系を発見したというニュースで話題になった赤外線天文衛星（IRAS）には，３種類（Si:As，Si:Sb，Ge:Ga）計62個の検出器が，赤外線天体の探査用に用いられていて，波長8ミクロンから120ミクロンまでの赤外線を４つのバンドに分けて検出している。これらはシリコンやゲルマニウムなどの半導体に少量の不純物を混入した素子で，不純物型光電導検出器と呼ばれている。入射した赤外線の光子は，不純物によってできたエネルギーギャップに吸収され，電子－正孔対を生成し，電気伝導度が変化する。この変化を，バイアス電圧を印加することによって，電流の変化として取り出すわけである。またこれらの素子は液体ヘリウムによる冷却が必須である。IRASの場合はさらに望遠鏡全体を冷却し，雑音等価パワー（NEP）が10^{-16}W・$Hz^{-\frac{1}{2}}$ 以下という高感度を実現している。検出器に入射する背景輻射を極力小さくすることによって，本来の性能が引き出せるわけである。

ここで紹介できなかった検出器としては，近赤外域で用いられる硫化鉛(PbS)，シリコンやゲルマニウムのフォトダイオード，波長 120ミクロン以上の遠赤外域で最も高感度のゲルマニウムボロメーターなど，多くの種類がある。全般的に見て，個々の素子の感度が向上し，アレイやＣＣＤなどの多素子化が進むなど，日進月歩の状況であるといえるだろう。

－宇宙研－　芝井　広

スウィングバイ軌道

小宇宙

地球を含め９個の惑星が太陽の回りを公転している。これら惑星の軌道は楕円で，プラネットＡのように地球を脱出する人工天体も，いずれ太陽回りの楕円軌道となる。

ただし，「惑星の惑」は「誘惑の惑」であり，探査機といえども人の子，ある惑星に接近すれば，太陽・探査機という二体関係を越えて，太陽・惑星・探査機というこみいった三体関係の軌道が生成される。その中で，探査機の軌道が惑星近傍で惑星に振り回される軌道を「スウィングバイ軌道」と呼び，以下三点の特徴が挙げられる。

- 惑星の質量は太陽より非常に小さいため（最大の惑星である木星でも約1/1000），惑星の影響は惑星近傍だけであると近似できる。
- 惑星に近づけば近づくほど大きな効果がある。
- 「前後」「左右」「上下」と近づく方向によりそれぞれ異なる影響を受ける。

実際に生成されるスウィングバイ軌道は，惑星近傍通過前後で，あたかも全く違った楕円軌道同志が結びつけられたようになる。したがって，惑星探査等の軌道設計において，このスウィングバイ軌道を有効に用いれば，飛行時間短縮あるいは燃料節約が期待できる。同時に，よりよい三体関係を維持しつつ，ほどよく惑星に接近するためには高精度の制御が不可欠となる。

種々のスウィングバイ軌道が提案されてきているが，既にNASAでは木星や土星を利用し太陽系を脱出するようなスウィングバイ軌道をパイオニア計画やボイジャー計画により実現させた。また地球・月・衛星という３体の中で，月との接近を有効に利用し，地球・月の観測を目的としたスウィングバイ軌道も提案されている。

－宇宙研－　横田博樹

スペースシャトルと豚走

矢守　章

前日，ある新聞の海外の話題という欄に次の様な記事が出ていた。

――フロリダ州ケネディ・スペースセンターにいる野性の豚の数が多くなり，シャトル着陸等の安全に影響を与えるという事で，近くにある刑務所より囚人の食事用として豚の捕獲をやりたいという申し出があったが，それに対しNASA側は一石二鳥とばかり豚のム所送りを許可した。――

私は昨年と今年の２回，宇宙研の内の浦実験所と同じイニシァルをもつＫＳＣ（ケネディ・スペースセンター）に約２ヵ月出張するという機会を得たが，朝ＫＳＣへの車での出勤の途中，この野生豚が道路脇で数頭グループになり朝のえさを探している所をよく見かけた。この豚はＫＳＣを作る際，そこに住んでいた住民が立ち退く時，放していったものが野性化してうろついているものらしい。ＫＳＣ内には豚の他色々な動物が生息している。その代表的なのがアリゲーターと呼ばれるどう猛なワニである。ワニと言えば，動物園でしか見る機会の無い我々にとって野性のワニを目の前で見るという事はかなり興味深い事で，ＫＳＣ内に入ると，ワニのいそうな所を車で通るとキョロキョロして探したものである。

このＫＳＣは米軍の基地と一緒の敷地にある為に非常に広く，入口より我々が働いていたビルまで車で飛ばして20分位かかるというもので，建物や，アポロ及びシャトルの打ち上げ発射台等が広い敷地内に点在していて，その間には割合背の低い木が茂っているジャングルみたいな沼地もあり，その内には毒蛇もいるとの事である。内に入ったら二度と生きて出てこれないと言う話もあった。その沼地と道路の境には幅が10ｍ位の川があり，その川で泳ぐとどこからか，いかにも血に飢えた風なアリゲーターが現われ，哀れな犠牲者になりそうで，とても泳ぐ気にはなれないというふん囲気である。

大きなアリゲーターはいつも見れるという訳にいかないが，それ以上に見られないのが，シャトルの打ち上げであろう。ところが我々は非常に幸運な事には２回ともシャトルの打ち上げ時期と出張期間が重なり，見物出来たのである。

がしかし，昨年11月の時には幸運中の災いが発生したのである。前日，夜遅くまで働いていたにも拘らず，朝４時に起きてかなり車が渋滞している中をＫＳＣ内のビルに向かい，遠くではあるが発射台が良く見えるビルの屋上で７時の発射を今や遅しと待っていた。ところが発射10分位前に急に腰にピストルを吊るしたガードマンが屋上にやってきて，屋上は見物禁止区域との事で我々を追い出したのである。あわてて他の場所を探したが，良い所がなく，その内発射時間も迫り結局入った所がトイレ。窓にかかっているブラインドをあげようとしたところ，なんとこのブラインドはガッチリ固定されていて上下しないのである。ブラインドのブレードを目一杯拡げてそのすき間に顔をおしつける様にして，かろうじてシャトルの昇っていく様子を眺めたのである。

そこで，今年の４月の打ち上げの時には，NASA指定の見物席まで２km位歩いていって見物した。発射台までかなり距離がある為，迫力は今一歩であるが，発射台をすっぽり包んだ真白い噴煙の内よりシャトルの先端がポコッと出て，スローモーションの画像の如くゆっくり昇っていく様は印象深いシーンであった。

いよいよ10月28日，SEPAC搭載のシャトルがあがる日を迎えるが，遁走中の豚君にはとても見物出来る余裕は無いであろう。（やもり・あきら）

原稿依頼の際，この人は原稿の締切日を守るが，あの人は守らない，といった評価が出て来ます。本号のISAS事情に臼田のアンテナのことを書いて頂いたＩさんなどは，超Ａ級の「手強さ」を持った人。でも強くは催促できないのです，すれ違う度に「ア，まだ書いてない。もう少し待って」と機先を制せられるから。原稿用紙１枚とあの気苦労ではとても釣合がとれないとボクには思えますけど……。でもＮＴＣのＫさんのように文章に高度なテクニックが無いから，読むのはラクですよ。次号の東奔西走には手強さ超ド級のもう一人のＩさんが登場します。乞ご期待。（的川）

ISASニュース　No.31　1983.10.　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