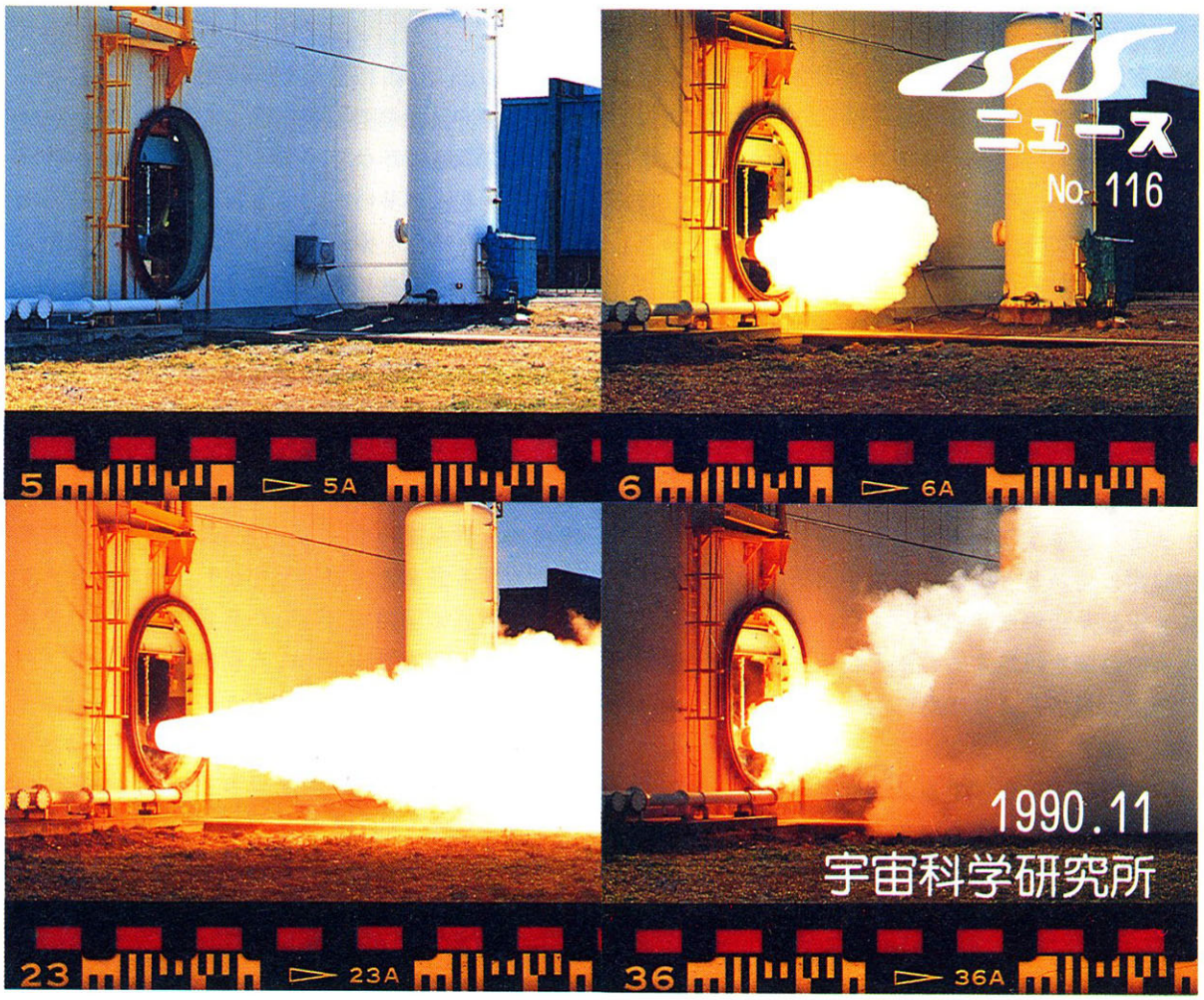
ISSN 0285-2861



〈研究紹介〉

「超」燃焼の研究

東北大学流体科学研究所 新岡 嵩

超燃焼などという用語はない。新語であってもあて字であっても，見ると何となく意味がわかるものであるが，超燃焼では意味不明とのそしりを受けるかも知れない。研究室の強い願望がこめられた，研究室内での用語であるが，多少の「野心」と「邪心」をもって説明したいと思う。平成元年度，東北大学高速力学研究所が流体科学研究所に改組転換されたとき，機能流体，極限流体，熱および流体の高度制御などを研究対象とした流体科学のメッカを目標として発足した。流体科学の伝統的基盤の上に一層蓄積を図らなければならない面と，新しい分野を展開して行かなければならない面を両立させるために，人間の誕生以来の科学技術である「燃焼」の上に，ブレークスルーを目指して「超」という形容語をつけてまい進しようとする魂胆である。昨今，燃焼は一層の高負荷化の傾向にあり，極限の環境の下で安定燃焼が要求されている。その研究や開発の中で新しい現象が見出されつつあるばかりでなく，無重力環境利用などによる新しい現象の解明なども進められている。これらを包含した研究を超燃焼は目指している。まだ研究の途中であるが，具体例として，超音速燃焼，超臨界燃焼，超微小重力燃焼の三つについて述べたい。

◆超音速燃焼

超音速燃焼は，研究の歴史は意外に古く，概ね30年前に逆のぼるが，いまだ人類はその恩恵を享受していない。燃焼は一種の化学反応であるため，反応時間が必要であり，燃焼器内の流れが速いと，反応し終えないまま燃料が排出してしまうことになる。例えば，将来の宇宙航空推進エンジン用として注目されているスクラムジェットエンジン内流れは超音速であり，この中で空気と燃料の混合，着火及び燃焼を安定的に行わせることは至難になる。ろうそくやマッチに息を強く吹きつけると炎が消えてしまうたとえは，その難しさをわかり易く説明している（厳密な燃焼学的議論では必らずしも正しくないが）。

反応時間を短くする方法としては，最も効果的なのは空気（および燃料）温度を上げることや，プラズマジェットなどにより活性種を反応帯内へ導入することなどである。温度上昇にしても，活性種濃度増大にしても，燃焼反応さえ開始すればどちらも自ら達成されるので，着火は極めて重要なポイントになる。そこで，研究室では，より高速流における着火に関心を持って取組んでいる。その後の燃焼にとって律速となるのは，混合過程だと唱える人が多いが，あまり明解な説明は聞かない。混合過程を極めて短時間に終えることができれば，究極の燃焼としてはデトネーションとなり，デトネーションの利用は人類の夢である。

超音速流における着火について，実験的には，超音速燃焼装置がまもなくでき上がるので，これによって超音速流領域を行えるようになるが，現在までは，亜音速流領域について，着火あるいは保炎の実験を進めている。図１は，ステップ流れ場における保炎の実験結果を示している。ステップ後方の再循環領域に下方から各種気体燃料を噴射し，吹飛び限界を求めた。横軸には，密度（ρ）と燃料ガス流速（v）と発熱量（Q）を乗じた，可能な発熱熱流束（q）がとってあり，縦軸には，吹飛び限界空気流速（Uc）を燃料の理論混合比における燃焼速度（Su）で除した値がとってある。このように整理すると，燃料の種類によらず，ほぼ

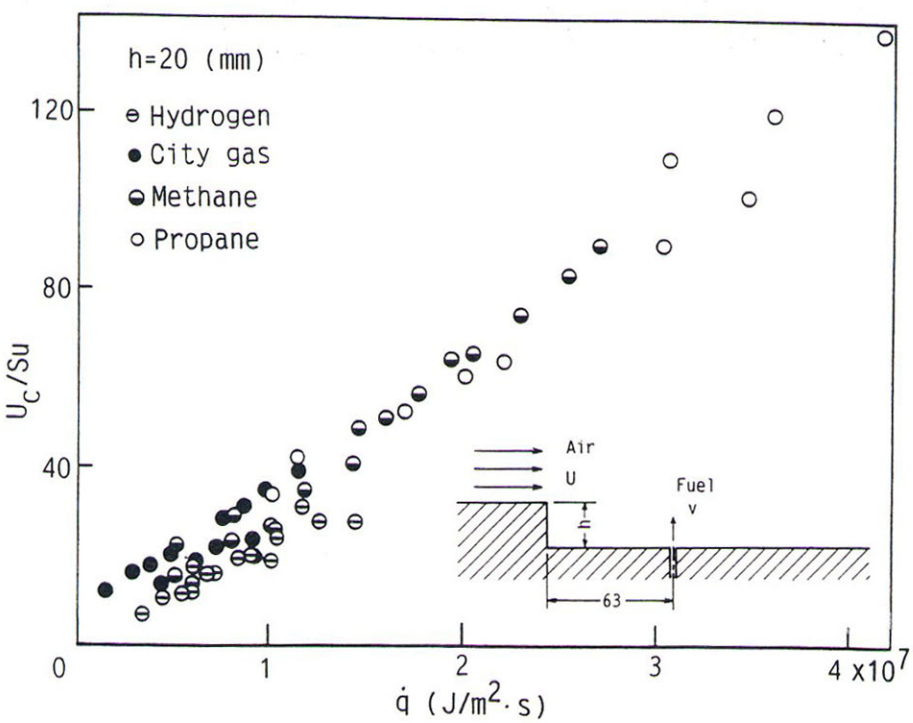


図１　ステップ後方燃料噴射時の吹飛び限界

一直線上に実験データが並ぶ。LDVによる流速分布を測定して，図１の結果に理論的説明を与えることができている。ろうそくの単純な吹飛びとは明らかに異なっている。

◆超臨界燃焼

燃焼現象は，発熱反応と共に物質と熱の大きな移動が生じるため，熱伝導率，比熱，拡散係数などの物性値は極めて重要なパラメータである。この物性値は，臨界圧力及び臨界温度近傍で急激な変化を示すので，液体燃料の燃焼状態は，臨界圧を越えると亜臨界圧とは異なったものに変り得るというのが研究の動機であった。初めに，燃料液滴の高圧雰囲気における燃焼実験を行ってみた。時間に比例して直径の２乗は小さくなることが知られており，このときのマイナスの勾配を燃焼速度定数（K）と呼んでいる。この値が大きいと速く燃焼することになる。高圧空気内でヘプタン液滴の場合，圧力によってKがどのように変化するか調べたのが図２である。実験点をみると，圧力と共に次第に大きくなり，燃焼は促進されることがわかる。しかし，臨界圧周辺では最大値をとり，超臨界圧ではもはや上昇しなくなる。

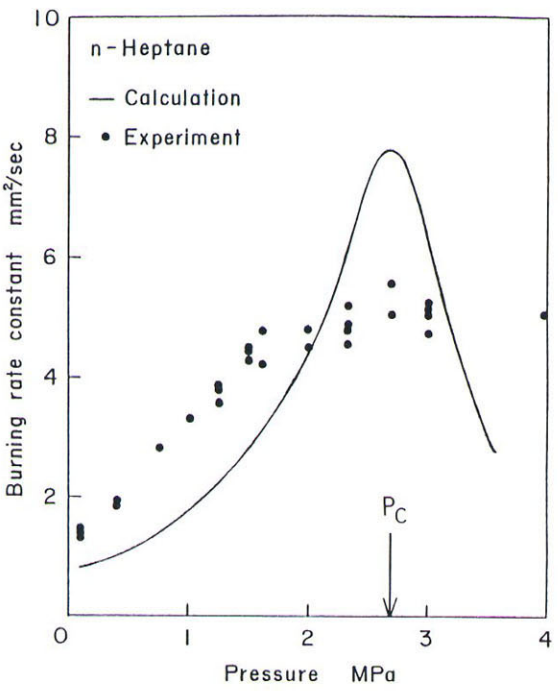


図２　液滴の燃焼速度定数の圧力による変化

圧力及び温度によって物性値が変化するとして，数値的に計算したのが図２に同時に示されているが，臨界圧で最大値をとり，超臨界圧で下降しており，実験値を説明している。計算結果によると，燃料液滴表面の温度は臨界圧温度に近いものの達してはおらず，従って，実験によっても液滴の輪郭は確認できる。しかし，臨界圧において臨界状態にかなり近い状態を経て超臨界圧に達していることが理解される。実用上の問題に，単純にこの現象を当てはめれば，高圧ほど燃焼状態は良くなる訳ではないことになる。

液滴燃焼は短時間に現象が終えてしまうこと，対象が小さいという欠点があるので，この液滴の系と，ほぼアナロジーが成立つ，燃料液面よどみ点流れ場を用いて詳細な分析を進めている。現在のところ，高圧における蒸発量が，やはり臨界圧周辺で飽和すること，液面温度も超臨界圧では一定であることなどがわかってきた。

◆超微小重力燃焼

通常なら微小重力という表現で十分であるが，いくつか進行あるいは計画されている微小重力環境における各種理工学実験の中でも，燃焼現象は特に自然対流の影響が大きいため，場合によっては10^{-5}～10^{-6}gを必要とする。スペースシャトル内でも概ね10^{-3}～10^{-4}gであるから，それ以下を超微小重力という表現をして，前述の二つと合わせたのである。米国ではNASAが中心になって燃焼研究は盛んであるが，わが国では過去に先駆的研究があったにも拘らず，十分に理解されていないように見える。液滴燃焼，可燃限界，液面火炎伝播，セルラ火炎伝播，粉末燃焼，くすぶり燃焼などが対象であり，いずれも重力を除くことによって厳密な現象の観察把握が可能になる。

研究室では，液滴の着火や燃焼に興味をもって取組んでいる。無重力場では，液滴回りに完全な球状火炎が形成されるはずであるが，自然対流のため上方に尾を引いた火炎となってしまう。重力場予備実験として，高温炉の中に燃料液滴を瞬時に導き，着火時間を測定した。燃料は，ヘプタンとヘキサデカンの混合物で，液滴径を変化させて

着火時間を調べたところ，ある液滴径のとき着火時間が最大になる奇妙な現象が見られた。

この特異な現象は，上述の実験結果に理論的解釈は与えられるが，自然対流の問題があり，最後は微小重力場による検証が必要になる。また，実験技術の上でも，より小さい液滴とか大きい液滴になると微小重力場でなければ不可能である。すなわち，液滴の懸垂棒を取り払って実験する必要があるからである。理論的には，より小さい径，より大きい径とも着火時間は大きくなるはずである。従って，液滴径に対する着火時間の変化は極めて複雑になることが予想されるが，これまで調べられたことはない。研究室では，簡単な７ｍ程度の自由落下塔を用意しつつあり，これによって詳細に調べたいと考えている。単純な液滴の問題ですらまだわからない現象があるのであるから，噴霧や粉末の燃焼は，未知のことが多い。粒子が時間と共に沈降しない超微小重力環境で是非とも実験したいと考えている。（にいおか・たかし）

お知らせ

宇宙輸送シンポジウム

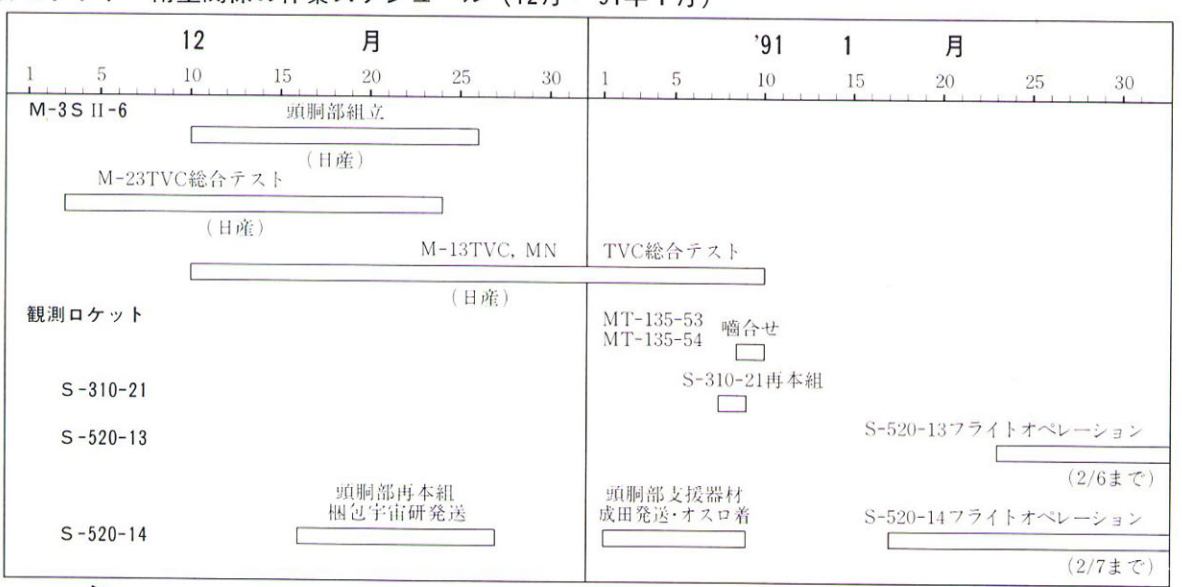
日　時　平成２年12月17日(月)～18日(火)
場　所　宇宙科学研究所本館２階会議場

大気圏シンポジウム

日　時　平成２年12月20日(木)～21日(金)
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 2234・2235）

★ロケット・衛星関係の作業スケジュール（12月・'91年１月）



ISAS 事情

★第８回月ペネトレータ貫入実験終了

回を重ねて早８回目の月ペネトレータ貫入実験が，９月６日から15日の期間，秋の気配の日増しに濃くなる能代ロケット実験場で行われた。今回は，昨年11月の第５回以来久し振りの実寸大ペネトレータ貫入実験で，図らずも，この間における各種搭載機器の耐衝撃特性改良の成果が競い試されることとなった。

供試体として，地震計・熱流量計・傾斜計等の主要科学計器もさることながら，何と言っても今回の目玉は，ペネトレータ貫入後レゴリス中で伸

★人事異動

発令年月日	氏　名	異動事項	現(旧)職等
2．10．16	大蔵明光	(配置換) 宇宙推進研究系教授	宇宙輸送研究系教授

展する仕掛けのVHFテレスコピック・アンテナと，同じく貫入後３成分地震計を正しく鉛直・水平方向に指向させるためのジンバル機構の２種類の試作機構部品であった。

月ペネトレータ貫入時の5,000Gを越える制動衝撃荷重に耐える機械的可動部品の開発は，仲々の難題であったが，実験結果は大方の予想に反して，いずれも成功！一同拍子抜けの感なしとせず。

貫入時の衝撃荷重で揮発性液体を封入したアンプルが壊れ，その蒸気圧で伸展する仕組みのテレスコピック・アンテナは，貫入実験後，目論み通り，擬似月面砂中で100％伸展していた。

貫入実験後のペネトレータ機体内から分解・回収された地震計ジンバル機構は，実験前と較べて左程劣らぬ自重回転機能を保存しており，試作１号機としては大成功と言える結果であった。同装置の設計と試作試験を担当した名古屋大学の増田氏の実験班員への説明にも，自ずと熱が籠って鼻高々となるも(写真)無理からぬか。　（高野雅弘）

第８回月ペネトレータ貫入実験終了

★エアーターボラムジェット(ATR)エンジン冷走／熱走試験

ATR(Air Turbo Ramjet)エンジンは，ターボ機械を用いて大気中の空気を酸化剤として吸い込み，これに水素を噴射して燃焼させ，その燃焼ガスジェットによって推力を得る推進機関です。このエンジンは将来のスペースプレーン等の高性能な宇宙輸送システムの推進機関に応用することが期待されています。

宇宙研では液水エンジン基礎開発研究の一環として昭和63年度からATRエンジンの開発研究を進めてきましたが，今年度にエンジンとしての形態に組上がりましたので９月14日から10月３日の日程で最初の試験がNTCで行われました。

今回の試験では，ファン，タービンおよび回転軸系から成るターボ機械部分とミキサー，保炎器および燃焼器から成る推力燃焼室部分を組み合わせたATRエンジンの冷走および熱走試験を実施しました。これらの試験によってATRエンジンの性能および機能を確認すると共にATRエンジンの運転方法をマスターすることができました。冷走試験は９月24，25日に行い，タービンを常温の窒素ガスで駆動し，主にターボ機械系の性能と機能を確認しました。

熱走試験は９月26，28，29日，10月１日に行い，常温の水素ガスを用いて設計値を越える回転数までターボ機械系を運転し，ファンで圧縮された空気と水素を燃焼室で燃焼させ，ターボ機械系と燃焼器系との整合性を調査しました。

この後11月に詳細なエンジンの調整を行い，次年度には燃焼室に熱交換器を組み込み，液体水素を加熱，ガス化してタービンを駆動し，地上静止状態におけるATRエンジンシステムの試験を行う計画です。　（棚次亘弘）

★M-14SIM地上大気燃焼試験

（表紙写真，撮影：佐瀬育男）

標記の試験が平成２年10月24日11時30分点火で行われた。M-14SIMモータは，M-V型ロケットの第1段に使用されるM-14モータを¼縮尺で模擬したもので，今回の試験は，M-14モータの試作に先立って各種新技術の性能を確認しその詳細設計に役立つ実用データを取得することを目的としている。

モータの燃焼は正常で，M-V型開発のために計画されている一連の地上燃焼試験の第１弾として，当初予定していた主推力等すべての計測に成功した。また今回採用された液化CO_2の注入による燃焼直後のノズル消化も顕著な効果を挙げ，燃焼終了後のノズル焼損を防ぐことにより，ノズルの事後解析の結果をより有効に将来の設計に反映させることが期待される。　（松尾弘毅）

特別コラム

Impressions of the Second Japan-Soviet Union Joint Symposium on Computational Fluid Dynamics

L.F. Henderson

1. The First Symposium, 1988

The First Syumposium was held at Khabarovsk in the USSR in 1988. Its aim was informal collaboration and exchange of information between Soviet and Japanese scientists in the field of computational fluid dynamics (CFD). Its sponsors were the USSR Academy of Sciences (Moscow), the Computing Centre of the Far East Branch of the Academy (Khabarovsk) and the Institute of Applied Mathematics of the Far East Branch. There were also five other Academy Institutes which acted as co-sponsors. The Japanese side was mainly represented by Professor K. Oshima of ISAS acting also for the Japan Society of Computational Fluid Dynamics. The USSR Organizing Committee included the President of the Academy, two other academedicians and 4 corresponding academedicians. About 140 delegates attended.

The proceedings were published in three volumes; these are available in ISAS and were edited by academedicians P.I. Chuskin and V.P. Korobeinikov.

2. The Second Symposium, 1990

This was held at the University of Tsukuba at the end of August this year. It was organized jointly by the Japan Society of Computational Fluid Dynamics and by the University. The Symposium was broadened somewhat in that a small number of delegates from other countries also attended, these included USA, The People's Republic of China, India, Germany and Australia. I attended as a member of ISAS but also as an Australian, similarly Professor Ling from the Shanghai University of Engineering Science and Mr. J. Kaudinya from India attended in dual capacities since they are also members of ISAS.

This time Japan was the host nation, so naturally most of the organizing fell upon the local organizing committee which was under the Chairmanship of Professor Yoshizawa of Tsukuba University. Although it is difficult for a "gaijin" who does not speak Japanese to judge who carried the greatest organizational burden, I believe that threre will be no dissent if I suggest that Professors Yoshizawa and Oshima had the heaviest loads. Professor Oshima is also Chairman of the JSCFD. The faultless way the Symposium ran certainly suggests superb organization by someone. Incidentally, Tsukuba is a planned city and reminds me of Canberra, the capital of Australia.

The Symposium lasted five days, with about 19 papers presented every day, except for Wednesday which was free time, or reserved for laboratory tours and private consultations. The topics included turbulence and vortices, hypersonic flow, free surface effects, shock waves, rarefied gas dynamics, reacting gas flows and applications. Papers presented by ISAS delegates included a study of micro heat pipes. These devices show considerable promise for the removal of unwanted heat from critical volumes, such as computer cores. ISAS has had a distinguished research record in this field extending back to at least the 1960's, under Professor Oshima's leadership. Professor Ling presented an invited lecture on the aerothermodynamics of internal flows, as well as a paper on the behavior of particles in cascade flow. I pesented a paper on our collaboration with Lawrence Livermore National Laboratory, California. This work consists of CFD studies of shock wave refraction using an XMP Cray Machine. Professor P. Colella, now of the University of California developed the code.

My impression of the Symposium was one of rapid progress in CFD, and in the presentation of the results in graphic form. Powerful colour graphics are now avaialble, and I believe that it is now increasingly important for scientific journals to routinely accept papers which contain colour graphics. Perhaps the most impressive were the results obtained by the Nissan Motor Co. They have created a "numerical wind tunnel" to study the flow over motor car configurations. They can even simulate flow visualization by smoke tracing. The results were presented as a colour movie. The cost was about $20,000 in CPU time.

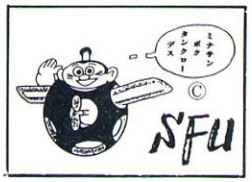
On the negative side, I noticed that there is a tendency for some CFD specialists to compare their results with those obtained by other CFD specialists. While this procedure is useful and has its place, it is ultimately essential to also compare the results with data obained from experiments, or from measurements obtained from observation.

3. Post Symposium Seminars

After the conclusion of the CFD symposium, the USSR delegates were split into three groups, travelling variously to the University of Nagoya, Tohoku University and with the third group attending post symposium seminars at Tokyo Denki Universiy (TDU) and ISAS. I can only report on the latter series. They were organized by Professor A. Sakurai (Chairman) of TDU, Academedician V.P. Korobeinikoff of the USSR and myself. Different papers were presented on much the same topics that were discussed at Tsukuba. The first day was at TDU in Kanda and the remaining two at ISAS. We saw some remarkable colour graphics from Dr. T. Aki of the National Aerospace Laboratory, on the implosion of polygonal shock waves. The configurations were symmetric and remained so for a considerable number of time steps, which suggests that the round-off error was not significant. There were also papers on shock reflection, diffraction, refraction and shocks in porous materials. The programme at ISAS included a tour of facilities.

Our director General Professor Jun Nishimura entertained some of the senior delegates to an excellent lunch, and an informal but spirited discussion on prospective Japan/USSR collaboration in space research took place over lunch.

(Visiting Professor)



SFU搭載実験機器（その7）

宇宙開発事業団 石原紀明

★SFU搭載実験機器部（EFFU）

EFFU（Exposed Facility Flyer Unit）は長期間かつ無人・自動化による高品質の微小重力環境を提供するSFUに搭載され，宇宙ステーション取付型実験モジュール（JEM）の曝露部及び搭載共通実験機器の信頼性向上のための，曝露部と実験装置の主要な要素技術について，JEM及び共通実験機器の開発・運用に必要なデータの取得とその技術の蓄積を図ることを目的としている。

EFFUの構造は，幅約1.5，奥行き約1.5，高さ約1.1（m）の大きさの直方体であり，SFUのフラクチャコントロールの方針に沿ってクリティカルな部分には複合材や接着構造を使用しないものとなっている。主構体は，水平材と斜材が複合材CFRPのフェイルセイフ構造であり，脚・脚部4本と十字ビームはチタン合金からなるトラス構造である。2次構体はアルミニウム材を使用した構造となっている。

EFFUは，SFU主構体の上部中央に脚部4点8ポイントで取付いており，SFU本体側からの電力と通信のリソース提供を受けることにより実験運用が出来る構造となっている。

EFFUの軌道上での実験運用としては，JEM曝露部主要要素技術の信頼性向上のための基礎試験と気相成長実験及び共通実験技術の基礎技術データの取得がある。

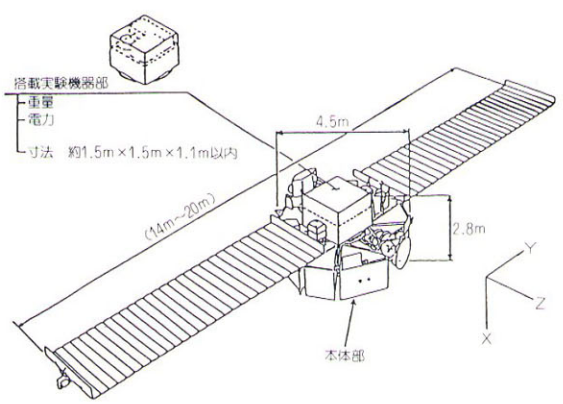
まず，JEM曝露部主要要素技術の信頼性向上のための基礎試験は，フレオンループ熱制御系要素試験と装置交換機構要素技術データの取得からなる。JEMなどの大型構造物の熱制御を行うには従来の排熱技術ではむずかしく，流体ループ方式による熱制御が有望視されている。EFFUに冷媒をフレオン114とする流体ループ熱制御系を搭載し，その要素技術データを取得するのが，フレオンループ熱制御系要素試験の目的である。

EFFUに搭載した機器からの発熱はコールドプレートにより吸熱し，ポンプによってEFFU上面に取付けたラジエータから直接宇宙空間に放熱する機構となっている。なお，JEMの場合はEFFUのようなラジエータはなく，ポンプからの熱をヒートシンクであるNASAのセントラルバスに移送する機構となっている点がEFFUとは異なっている。

また，EFFUの装置交換機構は，軌道上での実験終了後の米国スペースシャトルによる回収時の安全性確保のため，JEMのものとは異なる構造になっている。すなわち，曝露部相当側装置交換機構とペイロード側装置交換機構がアームで結合した構造になっている。その状態でモータ（ブレーキ付き）による着脱を行うと共に通信用コネクタを介しての導通試験と流体カプラを介しての冷媒ライン結合確認試験を行うことにより着脱機構，調芯機構，真空トライボロジ及びリソース結合要素の確認をする。

次に，気相成長実験及び共通実験技術の基礎データ取得は，EFFUの1搭載機器である気相成長基礎実験装置（GDEF：Gas Dynamics Experiment Facility）を使って行う。実験は，水素／メタン混合ガス（約99%は水素，残りはメタン）を使用し，プラズマ化学蒸着法（CVD：Chemical Vapor Deposition）における微小重力の効果実験，基板上でのダイヤモンド成長実験，空間におけるダイヤモンドの均一成長実験を行うものであり，これにより高品質のダイヤモンド結晶膜が出来るものと期待している。

以上EFFUを使ったこの実験運用によって，JEM開発のためのデータベースの一部となる要素技術や基礎データが出来る限り多く取得できれば幸いである。（いしはら・のりあき）



SFU及び搭載実験機器部（EFFU）の概念図

東奔西走

欧州への海外旅行

宇宙科学研究所 中村龍雄

このたび，ドイツ，オランダ，フランスの３ヶ国へ出張させていただきました。管理部長と文部省予算班主査との３人である。

まず最初の訪問国であるドイツには，10月14日㈪午前11時35分予定どおりミュンヘン，リーム国際空港へ到着した。現地は，晴天で気温16℃，少々時差ボケと寝不足気味であるが快適な第一歩である。早速車でホテルに向かったが，我々の宿泊ホテルはドライ・レーベンホテルで中央駅まで徒歩２分ぐらいの非常に便利な良いところである。IAF会議に出席していた松尾教授と夕方合流するまでの間，観光と洒落込んで思い切って郊外にあるノイシュヴァンシュタイン城に行くことにした。この城はバイエル王ルートヴィヒ２世が巨額の金を注ぎ込んで築いた美しい白亜の名城で，17年もの歳月をかけて1886年に完成したといわれ，さすがに優雅な容姿は，一見の価値がある。

15日㈫には，「ひてん」に搭載したダストカウンター実験で共同研究をしているミュンヘン工科大学のイゲンベルグ教授を訪問し，昼食をはさみ，４時間ぐらいのミーティングと学内のスチューデント，サービスセンターの諸施設を案内していただいた。

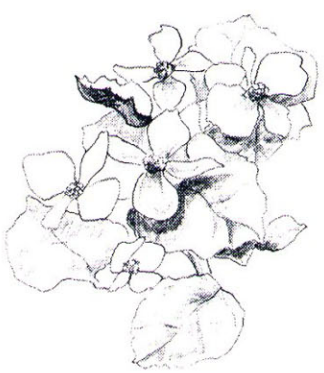
17日㈭は，欧州宇宙技術センター(ESTEC)を訪問したが受付けでは厳しいチェックが行われていた。対外協力室所属のボナチナ氏に地域住民へのＰＲ等研究所の広報活動について伺うと彼は科学館に案内してくれた。宇宙研究所にも，同様の将来計画があるため参考にしたいので案内を願った。この科学館はＥＳＡと民間基金で建物と展示物が造られていて今年８月にオープンしたもので，経営は独立採算性である。入場料はおとな１人日本円で800円，入場者数は年間10万人を見込んでいる。

19日㈮，文部省から派遣されているOECDの林氏に同席をお願いして国立宇宙研究センター（CNES）を訪問し，地域マネージャーのルシアニー氏に説明していただいた。設立の目的は宇宙開発・宇宙産業の振興を目的とし，宇宙研究に関しては２つの省（郵政宇宙省・研究技術省）の大臣があたっている。職員数は2500人のほかドクターおよびポストドクターが約100人と国際交流のために５～６人の外国人研究者を雇用している。

広報活動については，特に政策（内容等）を説明するためのパンフレットなどは作成されていないが，事業に対するテーマごとのパンフレットは作成している。地元住民のための一般公開はなく，施設の見学は協力関係にある国などには許可をしている。今回CNESにおけるルシアニー氏との話の中で日本の宇宙科学研究に対して非常に強い関心をもちかつ，日本の研究者等との研究協力を強く望んでいることが短い時間ではあったが，強く感じたところである。

今回の出張に際しましては，対外協力室の方々に大変お世話になりました。

（なかむら・たつお）



小宇宙

略語のしおり——衛星搭載機器
(2) CORSA, ASTRO系

今回は，X線天文衛星に搭載された（予定の）観測機器をご紹介する。観測技術の進歩にともなう観測機器の変遷がお分かりになろう。

【はくちょう(CORSA-b)】 1979年2月21日打ち上げ

◇**SFX**（SoFt X-ray）
軟X線観測装置：1-30keVのX線を観測する比例計数管。すだれコリメータによりX線星の位置が決定できた。X線バーストやX線パルサー等の銀河系内のX線星の観測で成果を得た。

◇**VSX**（Very Soft X-ray）
超軟X線観測装置：0.1-2keV のX線の観測を目的とした比例計数管。

◇**HDX**（HarD X-ray）
硬X線観測装置：10-100keVのX線の観測ができるNaI蛍光計数管。

【てんま(ASTRO-B)】 1983年2月20日打ち上げ

◇**SPC**（Scintillation Proportional Counter）
ガス蛍光比例計数管：優れたエネルギー分解能を生かした広いエネルギー範囲（2-60keV）のX線スペクトル観測を行った。
X線天体の鉄の特性X線の観測など，X線スペクトルの精密観測等で多くの成果を上げた。

◇**GBD**（Gamma-ray Burst Detector）
ガンマー線バーストモニター：NaI蛍光計数管により，ガンマー線バーストの検出を行った。

◇**XFC**（X-ray Focusing Collector）
X線一次元集光鏡：0.1-2keV のX線の観測を目的とした。

◇**TSM**（Trangient Source Monitor）
X線トランジェントソースモニター：広い視野を持ち，X線新星の発見，強度の時間変化の観測に成果をあげた。

【ぎんが(ASTRO-C)】 1987年2月5日打ち上げ

◇**LAC**（Large Area propotional Counter）
大面積比例計数管：4000㎠という大面積を有し，銀河系内のX線星の短時間変動や銀河系外天体のスペクトル観測などを現在も行っている。その成果は，国際的な評価を受けている。日英共同製作。

◇**ASM**（All Sky Monitor）
全天X線モニター：広い空のX線探査を行う。X線新星の発見，明るいX線星の強度変化の観測に成果をあげている。

◇**GBD**（Gammer-ray Burst Detector）
ガンマー線バースト検出器：ガンマー線バーストの広いエネルギー範囲の観測ができ，ガンマー線バーストの発生機構に迫る貴重な観測を行っている。日米共同製作。

【ASTRO-D】 1993年1-2月打ち上げ予定

◇**XRT**（X-Ray Telescope）
X線望遠鏡：大面積，広いエネルギー範囲(0.2-10keV)を有する4個のX線望遠鏡からなり，より遠方の銀河系外天体の観測などが期待される。日米共同開発。

◇**SIS**（Solid-state Imaging Spectrometer）
位置検出型半導体X線検出器：XRTの焦点面検出器の一つでX線CCDを使用する。大変優れたエネルギー分解能を持ち，X線スペクトルの観測に多くの成果が期待される。日米共同開発。

◇**GIS**（Gas Imaging Spectrometer）
位置検出型蛍光比例計数管：XRTの焦点面検出器の一つで，「てんま」のSPCの技術を進展させ，位置検出能力を持っている。宇宙線バックグランドの除去に高い能力を持ち，暗いX線天体の観測に成果が期待される。 —宇宙研— 紀伊恒男

ロケット開発今昔

川島　隆

鹿児島宇宙空間観測所の管理棟の壁に打ち上げ成功を祝してのサイン集が額入りで飾ってある。

この中の全てのMシリーズにサインが入っていることが私の数少ない自慢の一つである。このことは裏を返せば随分と昔からロケット屋をやってきた，謂わば生きた化石と云われかねないことではあるが，それを覚悟の上で昔話をさせて頂く。

M-4S初号機。3段切り離し以降のシーケンスはL-4Sの経験から装着されたレトロモータを含め極めて複雑であった。3段レトロ点火に始まりデスピン点火，デスピン停止，リスピン点火，CN部切り離し，4段点火，4段切り離し，4段レトロ点火まで16項目のシーケンスが組まれていた。このシーケンスを確認するため，フライトオペの中でM組立室内で全て実際の火工品を使用した作動試験を行った。今ではコスト，安全の観点から考えられない試験であるが，当時は最終確認ということで極めて真剣に実施された。なにしろ部屋の中で小型モータが火を吹き，セパレーションナットが飛び，切り離しが実際に行われるのだから迫力満点であった。関係者は梱包箱の影などに隠れ固唾を飲んで見守っていた。

考えてみると10米と離れない先で実際の推進薬がスピンをしながら強烈な炎を噴射する光景など，今の若い技術者は目にする機会は無いであろう。そして推進薬や火工品の持つ恐ろしさは過去の伝説になりつつあるような気がしてならない。若い人達に事故の恐ろしさと，それを防ぐ方法を伝承していくのが私達の努めと思っている。

さて先の作動試験の検討会において「4段燃焼中にノズル近傍に搭載しているレトロモータが噴射ガスの熱で点火してしまわないか」と言う疑問が出された。今ではプルーム計算も精度良くできるようになったが当時ではしっかりした計算を射場でやるなんてことはとても考えられない。心配していても始まらない，なにか対策せよとの結論となった。なにしろ最上段の出来事なので重量増加許容は数十グラムしかないし，発射も3日後に迫っている。元気で行動力のある長友先生と鹿屋まで走り模型屋を探し，模型用のバルサ板を買ってきた。このバルサをドーナッツ型に切り，アルミ箔を貼りつけて，にわか作り防熱板を作った。これを4段モータケースのノズルフランジにビス止めした。控室で仮定に仮定を重ね，今考えれば冷汗ものの計算書を作り上げOKを貰い，無事発射に間に合わせることが出来た。

発射間際のこのようなドサクサは今では許される訳はないが，なにしろ面白かったし勉強になった。基礎技術の修得などと偉そうなことを云うつもりはないが，ロケットがブラックボックス化しつつある現在，たまにはロケットの内臓まで分解・対策するような出来事があっても良いような気がする。

さて，前代未聞のバルサ使用ロケットが成功した後，いも焼酎で乾杯したことは勿論である。私は焼酎など嫌いなほうであったが，この時はしみじみと美味しかった。焼酎といえば発射成功を願い，フライト2，3日前には長坪観音に焼酎2本をこれまでずっと奉納してきている。M-3SII1号機の発射成功の後，奉納した焼酎を旅館に持ち帰り隊員一同で飲んでしまった。帰京後，その中の一人が大病を患い一向に治癒しないので，旅館の人に訳を話し焼酎を再奉納して貰ったところ，たちどころに全快した。あの壊れかけたお宮におられる観音様は余程の焼酎好きとみえる。

話が焼酎にそれてしまったが，それついでにもう一つ。種子島の焼酎は内之浦のそれに比し一際臭いが強い。Nロケットの発射整備の際，米国サイオコール社のエンジニアを同道したことがあった。一夜，彼らを私達の宿舎に招待し，あの臭いの強い焼酎を勧めたところ大変に喜び，これはテキーラに似てデリシャスだと云って痛飲した。そんなに気に入ったのならと一升瓶に半分ほど残ったのを土産に持たせ彼らの宿舎である南荘に送り届けた。一週間ほど後，所用で南荘を訪問した。ベッドの影に中身は全く減っていないあの一升瓶が埃をかぶって置いてあった。

西洋に育ちながら極めて東洋的な気配りをする彼らに接し，国際協力推進の原点をかいま見た思いがした。

（日産エアロスペースエンジニアリング
かわしま・たかし）

ISASニュース　No.116　1990.11.　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