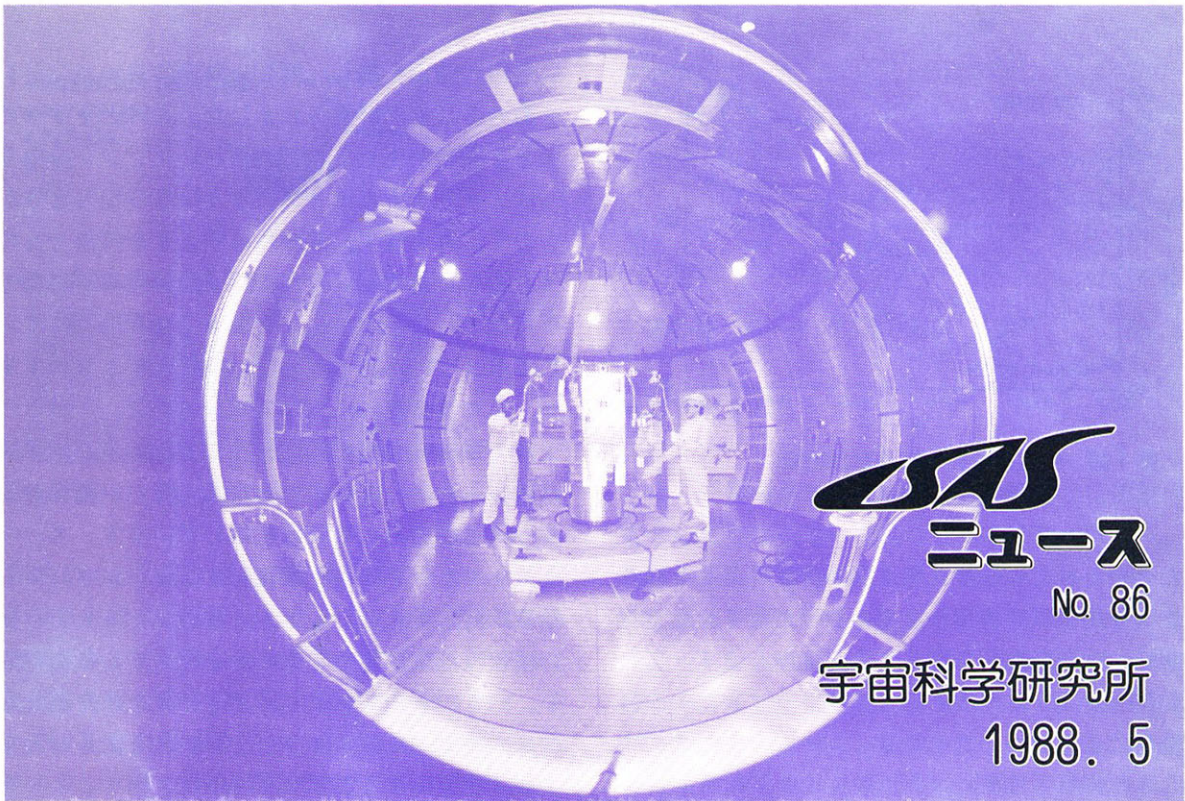




〈研究紹介〉

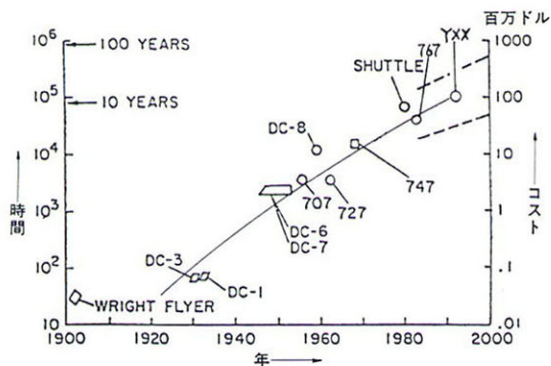
数値流体力学と航空機設計

宇宙科学研究所 藤井孝蔵

最近の情報伝達の早さには本当に驚かされます。私が航空宇宙技術研究所から宇宙研の高速流体力学部門にやってきましたのは3月中旬ですが、2週間後にはこの原稿の依頼があるので宇宙研の情報ネットワークは良く整備されているようです。さて、そんなわけで私の宇宙研での仕事は始まったばかりです。私自身の研究の詳細についてはこれから機会があるでしょうから、今日は一般的な話を御紹介しようと思います。表題にありますように私のこれまでの研究は流れ、特に航空機周りの流れの数値シミュレーションに関するもので、研究としては数値流体力学とか計算流体力学とかいわれている分野です。宇宙研には数値流体力学懇談会の会長である大島先生や大規模数値シミュレーションを数多くやられている桑原先生がいらっしゃいますし、辛島、安部両先生らも流体解析の道具として利用されていますから馴染

みのある方も多いかとも思います。

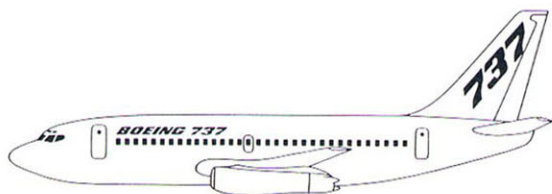
航空機は空気の力を利用して移動する交通機関ですから、形状設計には機体にかかる空気力を予測することが重要です。この機体にかかる空気の力を推定し、それによって安全性が高く、性能の良い航空機形状を設計していく過程は空気力学設計、略して空力設計と呼ばれます。空力設計はこれまで風洞試験と呼ばれる物理的なシミュレーション装置によって主に行われてきました。具体的に言えば、風洞内に飛行状態に相当する空気の流れを人工的に作り、実機と相似な小さな模型をその中において模型の周りの流れや模型にかかる空気力を測定するわけです。当然、最終形状に到達する過程においてはいくつもの模型を作成し、多大な試験時間が必要です。例えばボーイング747（ジャンボ）においてはおよそ1万時間、その後の輸送機では更にその数倍の試験時間が費やされ



第1図 航空機開発と風洞試験時間
(航技研数値風洞計画より)

たといわれています(第1図参照)。このことは、膨大な風洞試験費用が必要なだけでなく、航空機開発の大幅な遅れを招くことを意味します。この問題を解決する手段として注目されてきたのが計算機による流体の数値シミュレーションなのです。

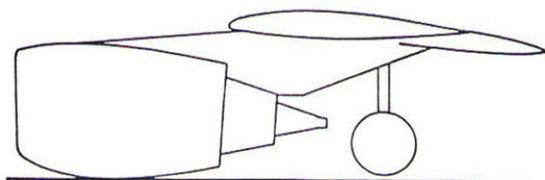
風洞試験が流れを模擬する物理的なシミュレーション装置であったのと同様に計算機を駆使し、航空機の周りの流れを数値的に模擬することが可能です。これが計算機、または数値シミュレーションです。もし数値シミュレーションが十分な信頼性をもって、適当な経費と時間内で可能であるならば、空力設計者は風洞に変わる優れた設計の道具を得たことになります。実際にボーイング767をはじめとする最近の航空機、更には開発中のボーイング7J7やエアバス340等には数値シミュレーションがすでに大きな貢献をしています。有名な1つの事例を御紹介しましょう。第2図はボーイング737-200という飛行機で米国では今でも飛んでいるので乗られた経験のある方も多いかもしれません。10年以上も飛び続けてきたこの機体



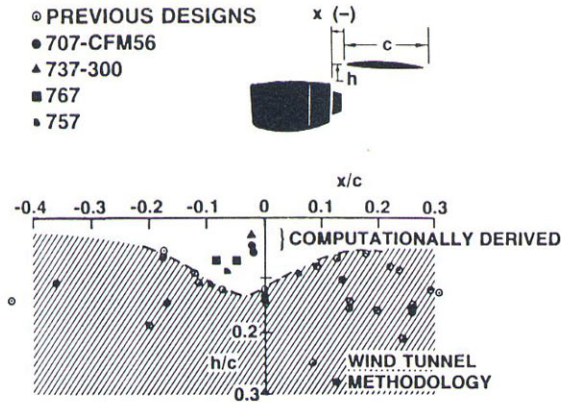
第2図 ボーイング737-200

に若干の修正を施し、新しい効率の良いエンジンを載せることが計画されました。このとき1つの大きな問題が生じました。新しいエンジンを取りつけようとする第3図のようになってしまうからです。脚を強化し着陸時にゆとりを持たせるのは大幅な重量増加、それに伴う設計変更が必要で不可能でした。エンジンを真下でなく前方にずらして取りつければ「ゆとり」は確保できるのですが、この場合翼の近くにエンジンを置くと翼との干渉で抵抗が急増してしまうことが数多くの風洞試験からわかっていました。第4図の斜線部が取り付け可能であった領域を示しています。スーパーコンピュータによる数値シミュレーションでも結果は同じでした。しかし、数値シミュレーションは何故抵抗が発生するのかを教えてくれたのです。いくつものエンジン形状で計算を繰り返した結果、研究者らはエンジン上部の形を変え断面をおむすび型にすることで干渉抵抗を消すことを見いだしました。その結果、第4図の斜線部以外にも取り付けが可能となり、第5図の様な737-300が生まれました。第4図のなかで黒塗りの印はこの近接結合方式と呼ばれる取り付け法を利用しているものの例です。

数値シミュレーションでは流れを支配する物理法則を記述する方程式を仮定して計算機に解かせます。支配する方程式を仮定していますからその近似度(どの位正しく流れを記述できるか)によって得られる流れ場の正確度や適用範囲は限定されます。航空機の設計作業の過程では何百何千という形状に対する流れのシミュレーションが必要で、かつそれが限られた時間と経費の中で実現されなければなりませんから、上述の実際の航空機の設計には主に近似度の低いポテンシャル方程式

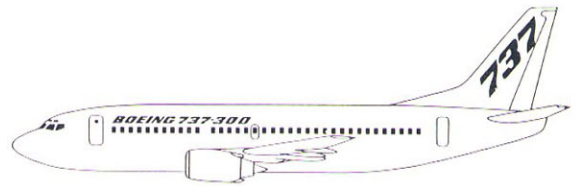


第3図 既存技術で可能なエンジン取り付け



第4図 エンジンの取り付け位置

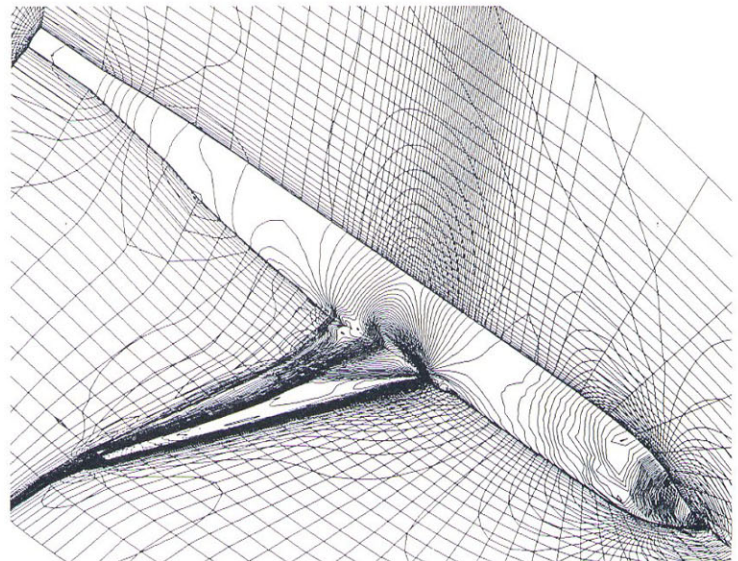
と呼ばれる支配方程式が利用されてきました。流れ現象を調べようとしたり、より複雑な流れを精度よくシミュレーションしようとする、複雑な偏微分方程式系を解くことが必要になります。これが、現在の先端的(?)な研究に利用されているナビエ・ストークス方程式です。より正確に流れをシミュレーションできますが、同時に莫大な計算時間と計算機メモリが必要になります。また、計算結果は流れ場に分布させた計算格子上で得られますから、より精密な情報が必要であれば格子の数を増やすことが必要で計算機能力に対する要求にはきりがありません。とはいえ取りあえずこれを可能にしたのがスーパーコンピュータです。ナビエ・ストークス方程式による流れのシミュレーションにはモデル化を導入し近似レベルを下げ、更に最新のスーパーコンピュータを利用してすかなりの計算時間が必要(例えば、主翼まわりの流れ1ケースで数十分、主翼と胴体で数時間)で、設計作業の道具として利用できる成熟段階には達していませんが、設計の補助的手段として利用されはじめています。私たちが行ったYXX(7J7)の仮形状の計算結果の例を第6図に示します。またNASAのスペースシャトルのエンジン部分の設計変更にもナビエ・ストークス方程式によるシミュレーションが



第5図 ボーイング737-300

既に利用されています。

よく、数値シミュレーションが発達して風洞はもういらなくなるのではないかと聞かれます。確かに風洞試験のある部分は数値シミュレーションで代用されていくでしょう。しかし、数値シミュレーションでは現象を支配する物理法則を仮定していますし、計算結果は限られた格子点のうえでしか得られません。数値シミュレーションの歴史はまだ浅くやっと最近その信頼性が議論されたところです。ですから数値シミュレーションと風洞シミュレーションとは相互補間の形態をとりつつ進んでいくでしょう。宇宙研では小回りのきく風洞が建設中ですし、計算機も整備されつつありますから各々の利点を利用できそうです。



第6図 翼胴結合体計算格子と表面圧力分布
(可視化は桑原研究室の協力による)

どうも宇宙科学とはあまり縁のない話になってしまいました。私自身の研究の中心はこれからは航空機から飛ばす体へと移っていくでしょうが、

宇宙研の利点を生かして実験、計算の両面で研究を進めていくつもりです。(ふじい・こうぞう)

お知らせ



資料解析(宇宙)シンポジウム

日時 昭和63年5月26日(木)

場所 相模原キャンパス A棟 2階大会議室

科学衛星シンポジウム

日時 昭和63年6月22日(内)~24日(金)

場所 相模原キャンパス A棟 2階大会議室

問い合わせ先：宇宙科学研究所研究協力課・共同利用係 0427(51)3911(内 2234)



★EXOS-D衛星の残留磁気モーメント測定

さる4月20日から23日まで、来年2月に打ち上げるEXOS-D衛星の残留磁気モーメントの測定及び機器間干渉テストが行われた(表紙カット、撮影：前山勝則)。

残留磁気モーメントとは、衛星に搭載されたサブシステムに使用されている磁性材料により、衛星全体としてあたかも一つの棒磁石と等価なモーメントを有する状態を言う。この磁気モーメントが衛星に存在することによって、大きく分けて二つの問題が生じる。一つは、地磁気との相互作用により衛星の姿勢を変化(ドリフト)させる要因になること。もう一つは、この磁気モーメントによる磁場が地磁気を観測する上で誤差を与える要因になることである。従って、この磁気モーメントの大きさと方向を知ることが、衛星の姿勢の振舞を把握したり、観測データを補正するために大切なことである。

現在宇宙研には、この磁気モーメントを測定する装置が2種類ある。一つは、被測定物を均一磁界発生コイルと検出用コイルを有した球形コイルの中で回転させ、検出コイルに誘起される電圧から磁気モーメントを知るシステム(回転法)である。一方、被測定物が大きくて回転させることができない場合や、小さくても回転させることが好ましくない場合には、磁気シールドルーム内において被測定物の周りの磁場のマップをとることにより磁気モーメントを算出するシステム(フィー

ルド・マッピング法)が利用できる。

今回のEXOS-D衛星においては、MS-T5, ASTRO-Cなどと同様、後者の方法によって測定され、0.9アンペア・ターンmで、予測通りであった。

(広川英治)

★「おおぞら」「ぎんが」の見た日食

3月18日のKSCは朝から薄曇り。時折雲間から

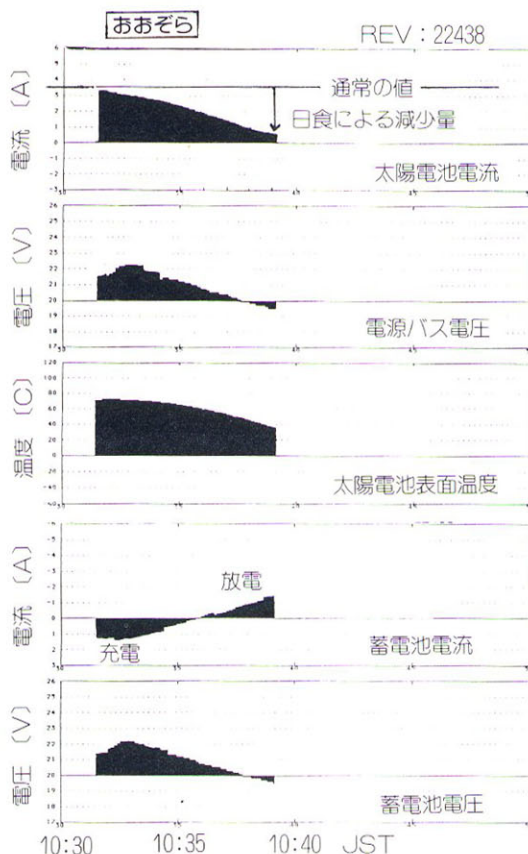


図1 1988年3月18日の「おおぞら」

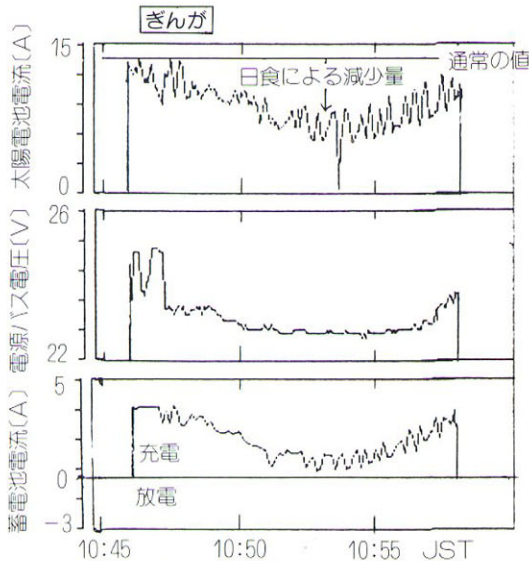


図2 1988年3月18日の「ぎんが」

太陽が見える天気だった。今日は日食とあって、望遠鏡を持ち出したり、減光用の黒いフィルムを用意したりした。10時頃から少しずつ欠け始めたが、「おおぞら」の追跡チームはゆっくり眺めるゆとりもなく、10時30分にはREV.22438の受信に入った。今回の観測は全て昨日スタートしたOGコマンドで行われ、これが順調なことを確認して、ゆったりとした気分で衛星のステータス画面を眺めていた。ところが、みるみるうちに太陽電池の出力電流が下がった。これに伴って蓄電池の充電電流が小さくなり、10時36分には遂に太陽電池の発電量は衛星の消費電力を賄いきれなくなった。ここでやっと「おおぞら」が日食の只中を通過していることが実感された。図1を見よう。太陽電池の出力電流は大きく減少して10時39分の消感時には通常の値の16パーセントまで減少していた。このため、本来は充電側であるべき蓄電池電流が10時36分には逆転して放電側になってしまった。また太陽電池の表面の温度も通常の70℃から下がってきて、35℃と冷えてきた。

その直後から受信が始まった「ぎん

が」でも太陽電池の発電量は下がったが、「おおぞら」のように急激な変化はなかった(図2)。

この二つの衛星受信後、両追跡チームの協力によって、今回の日食時に両衛星がどのように日食を見ていたかをまとめてみた(図3)。

衛星は300kmから600kmの高度を飛んでいることから、当然KSCのような雲に惑わされることはなく、くっきりした太陽の円い素顔が見えていた。それが突然凹凸の顔をした月に邪魔されて欠け始め、ついには三日月のようになってしまった。

「まるで太陽の一部がブラックホールに吸い込まれたみたいだ」と「ぎんが」の感想。「いや困った。僕には太陽のない観測なんて考えられないんだから!」とは「おおぞら」の実感。しかし幸いなことに太陽はブラックホールに飲み込まれずに生き返ったことが10分後にははっきりした。「つぎにKSCに戻った時にでも、地上に太陽の無事を皆に知らせて安心させてあげよう」と、二つの衛星は相談して別れて行ったのである。

(おおぞら：富沢，田頭，

ぎんが追跡チーム：田原，木村)

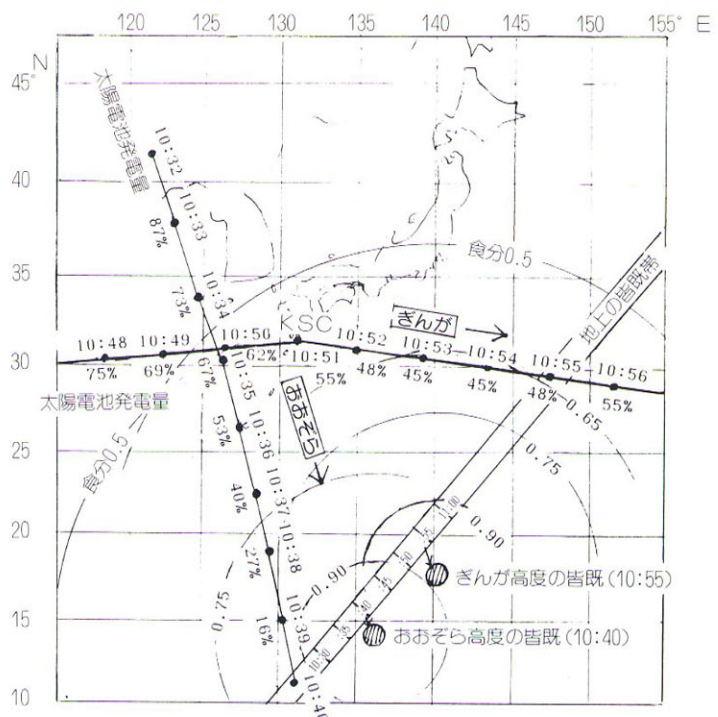


図3 1988年3月18日皆既日食時の科学衛星「おおぞら」「ぎんが」の飛翔経路



ヘリウム3は月面基地の本命となるか？

月面のHe3が、21世紀の人類のエネルギー資源として大きくクローズアップされている。核融合開発はあと一息で自己点火条件という所までたどり着いたが、例えそれが実現しても、炉材料や放射能の問題は、もともとクリーンなエネルギーを標榜した核融合の存亡に関わる大問題である。その意味で〔重水素+ヘリウム3〕

(D-He3) 反応は、従来の(D-T) 反応に比べれば、桁違いに放射能の問題が少ない。(D-He3) 反応の特色は、核融合反応の研究者の間では古くから注目されていた。特にミラー型(開放型)の核融合閉じ込め装置で燃やすと、反応生成物の大部分が荷電粒子であることから、直接発電によって効率を大きく向上できるとして騒がれた。従って今回急に、(1)クリーンな核融合燃料であること、(2)直接発電によって電気へのエネルギー変換効率が良いこと、として採り上げられているのは、何と言っても、月面の資源利用への期待が大きい。それに核融合の方では(D-H) 反応がもう一息という所まで来て、(D-He3) 反応がそれよりも3倍(60keV)以上の高温プラズマを作らなければいけないにしても、何とか出来そうな雰囲気になってきたからである。

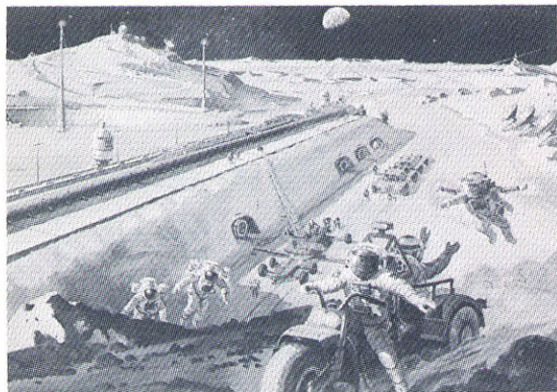
4月初めにヒューストンで行われた第2回「21世紀の月面基地と宇宙活動シンポ」には、予想を遙かに越えた千数百人が参加し、宇宙開発における月への最近の関心の大きさを浮き彫りにした。チャレンジャーの事故以来、21世紀の本命とされ

る火星有人探査の前に月面基地を作り、そこで火星への基盤を確立するという構想がだんだん固まりつつあることが窺われる。このHe3の話題はそうした流れの中で出て来た格好の火つけ役である。

月面のHe3はもともと太陽から太陽風に乗ってやってくる。太陽風のプラズマの約1/8はHeである。このうち300ppmがHe3であるが、これが数十億年にわたって月面の砂に蓄積されている。月面の砂を10万トン処理すると、1kgのHe3が得られるが、これを地球に持って帰って核融合炉で燃やすと、1万kWの電力を1年間発電できる。従って、年間数十トンのHe3があれば、21世紀の地球上の電力を賄うことができる。処理方法も1000度近くに温めるだけ、と簡単なもので、He3の燃料の生成・運搬コストは石油の価格に直して1バレル当たり7ドル(現在の石油は18ドル)という実に魅力的な話である。核融合炉さえしっかりしていれば、今でも飛びつきたくなる。月面のHe3の埋蔵量は100万トンと推定され、「月は21世紀のペルシャ湾」などとキナ臭いことを言わなくても十分だ。それに比べ、地上は大気があるために太陽からのHe3は蓄積されていない。わずかにトリチウムが崩壊してできる物があるが、その量は非常に少ない。この他He3を生成すると副産物として相当量の水素やチッ素、炭素などの人類が月で生活するための欠かせない素材が同時に得られる利点もある。このようにHe3は、少し行き詰り気味の核融合と仲々手掛かりが掴めない月面開発の推進に、またとない活性剤となっている。

宇宙資源の利用が今後重要なテーマになっていく中で、宇宙材料のプロセッシングは、特にわが国では殆ど行われておらず、まず実験室段階での基礎研究でやるべきことが沢山ある。太陽エネルギーを中心に考えて行く月面基地で地上とは違ったプロセッシングが多くあると考えられ、プラズマの利用など新しいプロセッシングの世界が開かれる。

(河島信樹)





紫外線二次元検出器

紫外線

東京大学理学部 尾中 敬

『紫外線で空を見たら、若い星なんかがいっぱい見えて、目で見るとどない違った空に見えるんやろか?』と、紫外域(140~180nm)での“写真”をロケットで撮ったときの装置のお話です。

まず光子を一個一個数えるために(カタカナではフォトンカウントというものです)、光子を電子に変えて増幅するのですが、ちゃんとした写真にするには、どこの場所からきた光子の電子であるかがわからなければなりません。そこで、直径10~20 μ mの細いガラス管を束ねたフォトマルのお化け(マイクロチャンネルプレート:MCP)を2段にして用いました。普通のお化け(MCP)は、管の入り口が、表面に対して13度くらい傾いています。ところが、今回の私たちの望遠鏡は写野を広くとっているため20度近く傾いて入ってくる光子もあります。管に平行に入ってくる光子はスイスイ通り抜けるので感度が非常に悪くなることがわかりました。このため、いろいろ試作をして、結局、一段目はこの角度を27度と大きくしたものを使用しました。

今回用いたMCPの特徴のもう一つは、波長感度特性です。裸のMCPでは、私達の見たい波長域での感度がほとんどありません。CsIでお化粧して感度をあげることにしました。CsIの塗り方もいろいろ試しましたが、できるだけ厚化粧にしたほ

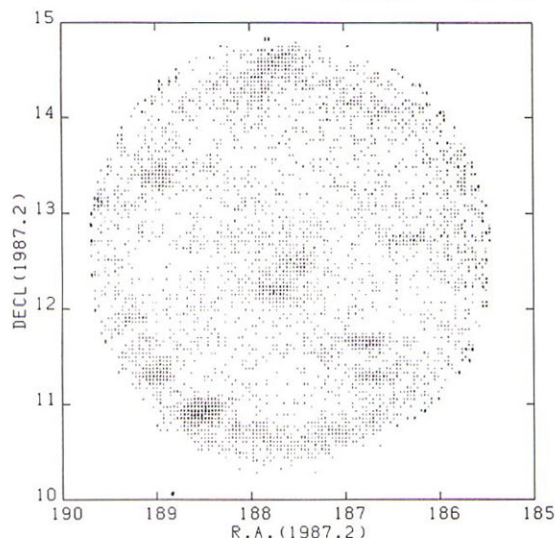
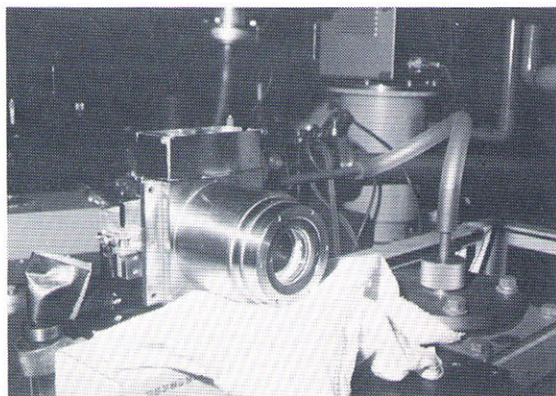
うがよいことになり、1.5 μ mのものを使用しました。量子効率、ピークで数%のものが得られました。

MCPから出てきた電子を場所で分けて数えるのは、レジスティブアノード(RA)と呼ばれる抵抗の塊です。これは、どこに電子が当たったかを、四隅に分割された電荷の分布から求めるものです。位置の精度は7bit $\times$ 7bitで、かつ速くカウントする様に(ゲートタイム10 μ sec)、電気系も工夫されています。

電子を加速するために、全体で2.1kVの高圧をかけます。このため、MCPとRAは真空容器に納められ、上空で裏蓋が開けられました。前面には、大気光をカットするためにBaF₂の窓がついています(写真)。

この装置は、昨年2月22日に内之浦から打ち上げられたS-520-8号機に載せられ、乙女座銀河団の紫外域での写真を撮ってきました(図)。まん中に見えているのがM87です。いろいろな条件から、分解能はちょっと落ちていますが、検出限界 $6 \cdot 10^{-15}$ erg/s/cm²/Åと、この方角の観測としては、最も高感度の結果が得られました。

(おなか・たかし)



宇宙開発と社会学

山田 隆 弘

SFUにおけるNASAとのインターフェイスについてNASA側と打ち合わせるために、3月19日より4月1日までアメリカを訪問した。行き先は、ジェット推進研究所とジョンソン宇宙センターが二日ずつにNASA本部とゴダード宇宙飛行センターが一日ずつというように、大変慌ただしい旅行であった。打ち合わせの中身は、おもにSFUに対するDSN局によるテレメトリ・コマンド・レンジングの追跡支援についてと、SFUがSTSによって回収される時のインターフェイスについてである。たいへん短い期間の訪問であったが、こちらの考えは十分に向こうに伝わり、また、向こうの考えもよく理解することができ、なかなか充実した出張であったと思っている。

さて、ここで、話がガラリと変わるのだが、NASAに行くといつも思うことがある（と言えるほどしょっちゅうNASAに行っているわけではないが……）。それは、一人の研究者あるいはエンジニアとして比べてみると、NASAの人間も宇宙研の研究者もそんなに違っているわけではないのだが、人と人とが結び付いて何かをするという段になると、どうもその手順というかシステムというようなもの、あるいは組織の作り方などが向こうとこちらではかなり異なっているように思える、ということである。この問題は、日本と欧米の文化の違いという観点からは、いろいろな人がいろいろな理論を既に提出しているが、これは、私にとってもたいへん興味深いテーマであるので、エンジニアの目からみた問題提起というような意味で、私の思いついたあやしげな社会学をここで開陳したいと思う。

私が出た一つの考え方は、アメリカにおいては、「仕事はどのようにすべきであるかということを考える仕事」（これは『メタ仕事』と呼ばばよいか？）、あるいは、「手順をどのように決めるべきかと言う手順」（こちらは『メタ手順』か？）と

というようなものが重要な存在となっているのではなかろうか、ということである。日本では、『メタ仕事』というような概念はあまり無いように思えるし、あったとしても、それがエンジニアの仕事であると思っているエンジニアは少ないだろう。

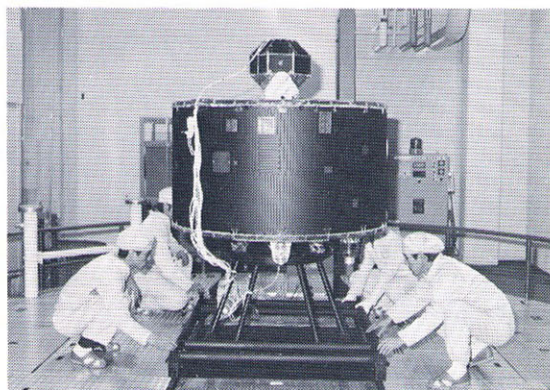
例えば、アメリカ式だと、新しく処理すべき問題が発生したときは、既に確立されているルール、あるいはアルゴリズムに従って、半ば自動的にその問題の処理の仕方が決定される。そのルールによって問題なく処理できる限りは、誰も文句を言わないし、「根回し」の必要もない。また、「欧米は契約社会であるが、日本はそうではない」ということがよく言われるが、これも『メタ仕事』のあるなしの理論によってうまく説明できる。

ところで、上に述べたこととよく似た話が中根千枝さんの『タテ社会の人間関係』という本に載っている。その本によると、ある集団Xに新しい人間hが加わろうとする場合、「タテ社会」では、「hはXの成員の誰か一人（たとえばb）と緊密な関係を設定し、bがXの他の成員へ依頼することによって、hはXに加入できる」。この場合、b以外の成員は、hを全然知らなくても、bのたつての希望ということでhの入団を認めてしまう。ところが、「ヨコ社会」では、「ルールが既に明確に規定されていて、そのルールにhがあてはまれば、自動的にhの入団が可能になる」そうである。どうやら、私の『メタ仕事』の理論も、中根さんの「タテ社会」「ヨコ社会」の理論とつながりがありそうである。

どうも「東奔西走」にしては話がメタメタになってきたが、SFUに関しては、我々は、『メタ仕事』の部分にも十分に力を入れていきたいと思っている。（やまだ・たかひろ）

スペースチェンバー

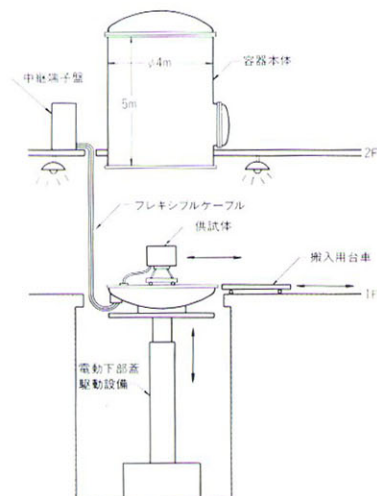
スペースチェンバーとは人工衛星等が飛行する宇宙の環境を地上で作出す装置である。その大きさや形状は目的によって異なり、宇宙実験室がそっくり入ってしまう巨大なものから、各々の機器を単独にテストする極く小型のものまで多種多様である。宇宙空間は空気の無い真空の世界である。その真空度は高度に対しておおむね指数関数的に変化する。高度 200 km での真空度はおよそ 10^{-6} Torr, 500 km では 10^{-8} Torr 以下となる。したがってスペースチェンバーには高性能の真空排気装置が必須である。また宇宙空間に置かれた物の温度はこれに太陽の光が当たっていない時には輻射により熱がどんどん逃げてしまい、非常に冷たくなる。この状況を模擬するためスペースチェンバーの内側の壁は液体窒素やヘリウムガスまたは液体ヘリウムを流して -200°C あるいはそれ以下に冷却する。逆に宇宙空間に置かれた物が太陽光に直接曝される場合には、その光エネルギーが地球の大気で弱められないため、地上での強度より 1.4 倍も強く、その上対流による熱損失が無いということにも注意しなければならない。太陽からの強烈な輻射エネルギーを模擬するために多くの場合、キセノンランプを用いた擬似太陽光源（ソーラー



MUSES-A 熱モデルのスペースチェンバー試験

シミュレーター) が使われる (ISAS ニュース 1988 年 4 月号小宇宙参照)。

図は宇宙科学研究所に設置されているスペースチェンバーの概略で、真空容器本体は 2 階の床面に固定され下側の蓋がエレベーターで上下出来る構造となっている。衛星等の供試体の出し入れは図のように下部蓋を 1 階の床面まで下げて、搬入用台車の上に取り付けてあるレールと下部蓋に取り付けてあるレールとを結合して行う。この方法により供試体の取り付け、取り外し作業を明るく広い場所で安全・確実に行う事が出来る。また、このスペースチェンバーでは太陽からの熱入力を模擬するのに、通常キセノンランプを用いたソーラシミュレーターの代りに分割した電気ヒーターで熱を供給するパネルヒータ方式を採用している。この方式はソーラシミュレータに比べ間接的な方法であるためやや解り難い欠点はあるものの、深宇宙探査機のように近日点で太陽強度が非常に強くなる場合や衛星の複雑な姿勢変化をシミュレートしようとする場合にはコンピュータプログラム上で熱入力の強度と入射方向を自在に変えられる利点がある。写真は本年 3 月に行った MUSES-A 衛星 (1990 年 1 ~ 2 月期に打ち上げ予定) の熱モデルのスペースチェンバーへの取り付け作業風景である。



下部蓋昇降方式スペースチェンバー

— 宇宙研 — 橋本正之



半導体デバイスと宇宙環境

菅野 卓雄

半導体デバイスや集積回路はいうまでもなく電子機器の基本的な構成要素であって、いわゆるハイテクの花形としてジャーナリズムに採りあげられているが、その割にはこれらの半導体デバイスや集積回路の立場は余り強くない。例えば過去数回にわたって経験してきた4～5年を周期とするシリコン・サイクルといわれるシリコン集積回路の不況もその例で、エレクトロニクスにおける必要不可欠な構成要素といわれながら単価が安く小型、軽量である本来の特徴が裏目に出て、過大発注による仮想需要等に基づく景気の過熱と発注停止、場合によっては既発注分取り消し等による不況を繰り返している。

理由がわかっているにも拘らず同様な失敗を繰り返すのは余りお利口ではないと思うのだが、マーケット・シェアの確保とか、部品メーカーとシステム・メーカーとの力関係とか、色々の経済的理由があって、そう簡単には解決しないものらしい。

半導体部品と宇宙との関係といえば、真先に頭に浮ぶのが、衛星に搭載される電子機器に使用される半導体デバイスや集積回路である。地上で使用される場合と異なり、高エネルギーの放射線や粒子による衝撃を受けることから、その信頼性に対して地上で使用される部品と異なった検討が必要であることは言う迄もない。

実用衛星が多く打ち上げられるにともなって、通産省の次世代基盤技術開発のプロジェクトのなかでもとりあげられている。

例えば、シリコンMOS電界効果トランジスタが高エネルギーの放射線照射により、シリコン酸化膜中に正電荷が発生し、その特性が大きく変動することは良く知られていたことであるが、水素を多く含有していると思われるシリコン酸化膜が、高エネルギー放射線照射による正電荷の発生に対し強い耐性を示すことが参加企業の一つから報告された。

非晶質のシリコン酸化膜の水素と酸素空位との

相互作用について、当該企業でどの程度詳細な物理的、技術的研究がその後行われたか寡聞にして知らないが、国立研究所や大学との共同研究テーマとしても重要なものであったかと思われる。

冒頭に多少場違いなシリコン・サイクルの話を書いたのは、半導体部品はシステムの構成要素としての重要性にも拘らず、その特性が優れていることと産業界の供給能力が大きいことから、地上で使用するシステムの構成に対し与える影響力は余り大きくないが、宇宙で使用する機器に対しては部品の特性の反映する度合いが大きいことを強調したかったからである。

更にスペースシャトルや宇宙基地を利用した材料実験にも、部品の素材となる材料の特性改善に関し多くの期待が寄せられている宇宙環境の特徴の筆頭は微小重力場ということであろう。

微小重力場では密度差に基づく熱対流が著しく抑制されるとか、液体の無容器支持が容易になるとかということは今日では高校生でも知っている程常識化しているが、それらの科学的意義、技術的評価、特に経済的評価になると、宇宙実験の成果の波及効果をどの程度にみるかによって、意見の分かれる場合がある。

極めて高品質の結晶が要求されるシリコンやIII・V族半導体の宇宙生産は、地上での結晶成長技術が進歩している為に皮肉にも経済的に引き合わないことは明白であろうが、それでも宇宙実験から得られるであろう結晶成長に関する基礎的データや結晶の特性には大きな期待がかけられている。

半導体デバイスの使用環境だけでなく、製作環境も宇宙にひろがることにより新しい展開が拓けることを期待している。

(すがの・たくお、運営協議員・東京大学工学部)



今月号の「風のまにまに」のように、皆さんの自発的投稿をドシドシお寄せください。大歓迎いたします。(的川)

ISAS ニュース

No.86 1988.5.

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