



**AS** ニュース  
宇宙科学研究所  
1996.1 No. 178

初日の出をバックに新装なったミュー整備塔（撮影：榮楽正光）

## '96年頭の挨拶

所長 秋葉 鏡二郎

明けましておめでとうございます。90年代も余すところ4年となり、いわば、20世紀の総決算をする時期となったともいえましょか。もちろん、本来、宇宙開発にその様な意味で不連続がある訳ではありませんが、節目ごとに点検見直しをするのは無益ではありません。そこで、昨年来宇宙開発委員会で宇宙開発政策大綱の改定が進んでいるのは時宜を得たものといえます。この政策大綱では、地球観測も含む宇宙科学に従来以上に重点が置かれているのが注目されます。また、長期ビジョン懇談会報告に書かれていた月探査の積極的推進も取り上げられております。

そのような背景のもと、われわれ研究所の役割が益々大きくなることは明らかであります。さて、宇宙科学研究所の計画としては、まず、年頭早々に、昨年3月打ち上げられたSFUが回収される運びとなります。長年の広範囲に及ぶ関係者の努力が実ることを心から願っております。そして、今年、いよいよM-V-1号

機によるMUSES-Bの打ち上げが予定されています。初号機ながら、高度な衛星ミッションを担う実験遂行に向け、関係者全員が最後の点検、調整に全力を傾注して下さることを望んでおります。

それに続く、月探査計画LUNAR-A、火星探査計画PLANET-Bそして次期X線天文衛星計画ASTRO-Eも次第に佳境に入っており、多忙な一年となろうかと思われれます。加えて、意欲的な小惑星からのサンプルリターン計画、MUSES-Cもこの4月からスタートが切られるでありましょ。また、エアターボラムジェットエンジン(ATR)の基礎開発実験などの基礎研究についても内外の期待は大きく、国内ならびに国際協力のもとで、さらなる発展が予見されます。そのような新たな飛躍にむけ研究体制の強化に努めつつ、密度、質共に高い研究活動を維持することが我々の使命であります。年頭に当たり、職員一同の一層の奮起と、所外の皆様方のご支援をお願いする次第です。

## 〈研究紹介〉

# M-V型ロケット用発射装置の改修

宇宙科学研究所 橋元 保雄

M型ロケット発射装置は、昭和57年に旧発射装置の跡地にM-3S型及びM-3S II型ロケット用として新設され、現在までに、2機のM-3S型ロケット、及びハレー彗星探査機“すいせい”を含む8機のM-3S II型ロケットの打ち上げに供された。

この発射装置は、計画当初M-3S型、M-3S II型の他、最大径2.2mまでのロケットに多少の改修で対応できるように設計していたが、宇宙研はその後、月・火星等の惑星探査ミッションを実現すべく次期ロケットとして、更に大型化かつ高度化を目指したM-V型ロケットの開発に着手した。そのためランチャ及び整備塔を比較的大幅に改修する運びとなった。この改修の考え方として次のような基本方針を設定して具体的な改修設計を展開することとした。

・塔内でのロケットの組立は、基本的には従来と同じとするが、ロケット重量が約140tにもなるため、ロケットの移動を極力避ける方式とし、専用の組立台を新設しその上で組立作業を行う。

・整備塔の断層については、作業性を重視するが、現状の床を有効に利用し、ロケットの周囲に作業台等を設けて対応する。また、ロケットの形状寸法の増大に伴う作業床面積の確保については、十分な配慮を行う。

・ランチャガイドレールは、M-V型及びM-3S II型の打上げを考慮し、現有の物を改修して使用する。

・1段目のノズル位置は地上高で、M-3S IIと同等(6550mm)とする。

・ロケット全長(全高)に対して、ランチャ出入扉有効開口部上端との隙間は余裕(約800mm)をもつものとする。

・クレーンの容量を20tから50tに強化する。

以上の設計方針に基づき、平成元年頃から、三菱重工(株)神戸造船所の西田、大前両氏と宇宙研ランチャ班とを中心として、約5年の歳月をかけて設計検討を行った。以下に主要な改修箇所と、ランチャオペレーションについて述べる。また、改修後の本装置の全体

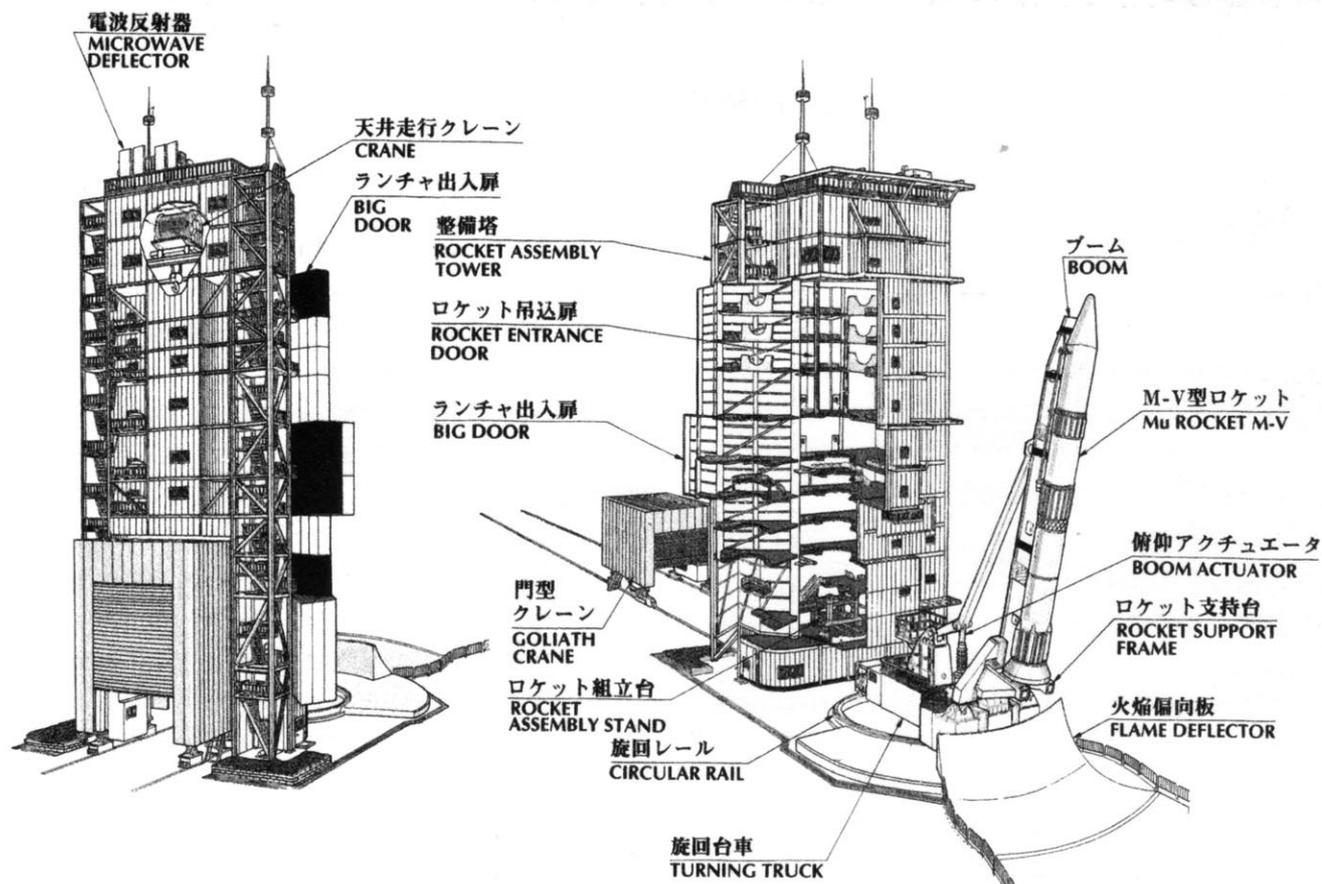


図1 M-V型ロケット用発射装置全体図

を図1に示す。

・M-V型ロケットの収納と作業床スペースの確保

ロケットの大型化に伴う作業床面積の確保は、作業の安全性、信頼性の面から見ても必要不可欠である。まず整備塔の主柱、主梁に影響を与えないロケットの配置を検討した結果、ロケットの組立中心を既設設備より約500mm海側に寄せることにした。また、ランチャの旋回中心、ランチャブーム俯仰中心を従来通りとする制約の中で、ランチャブームを大改造し、ブームを海側へ約1m移動させた。こうすることにより、整備塔及びランチャ出入扉の海側への拡幅が生じたものの、大口径のロケットを既設の整備塔に収納することが可能となり、また周囲の作業床スペースも十分広く確保することができた。ロケットと作業床の開口部との関係を図2及び図3に示す。このほか、頭胴部が位置す

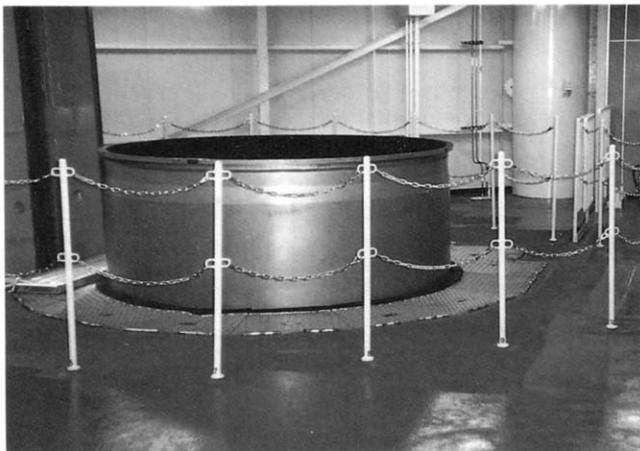


図2 ロケットと作業床の関係写真

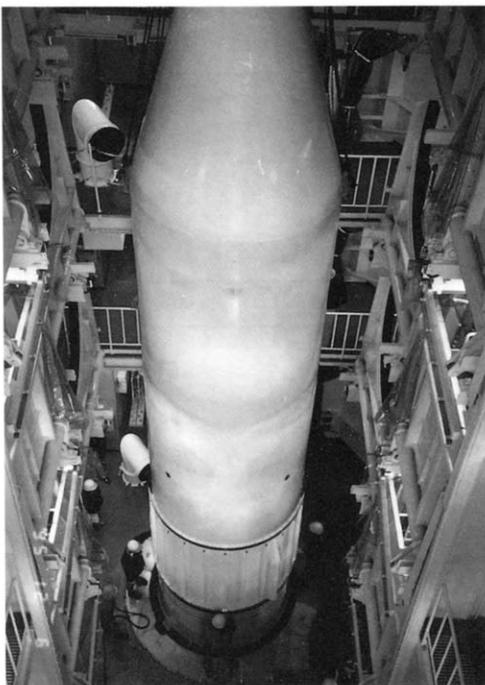


図3 フェアリング部と作業床の関係写真

る7～9階の昇降式作業床とクリーンルームを廃止、撤去し、作業室の拡張を図った。

・ロケット組立台の新設とロケット受梁の増強

M-3SII型までは、ランチャブームに吊り下げられた支持台上でロケット1段を組み立てた後、ブーム側に引き寄せてランチャに装着していたが、M-Vでは前述の基本方針に基づき、組立てられたロケットは極力移動させないものとするため、専用の組立台を設け、かつ、ロケット組立スペース確保のために、ブームを垂直状態から更に後方へ倒す構造に改造した。また、ロケットの組立台を整備塔2階床面に設置するため、床梁及び支柱を強固なものに置き換えた。ロケット組立中の支持状態を図4に示す。

・天井クレーンの容量増加と整備塔の高上げ

ロケットセグメントの重量増加により、従来の20t天井クレーンを、50tの容量のものに強化すると共に、クレーンの大型化に伴い整備塔最上階を4m高上げた。

・頭胴部空調の新設

衛星の温度環境を良好に保つため、頭胴部ノーズフェアリング内部用の空調装置を新設した。本空調装置は、オールフレッシュエアー方式で、温度20℃、湿度50%の清浄度クラス1万の空気を毎分20m<sup>3</sup>供給することができるものとした。

・ランチャオペレーションについて

M-V型では、前述のようにM-3SII型とは異なり、大重量のロケットを極力移動させない設計方針に基づき、ロケットは全段専用の組立台上に組立てられる。この

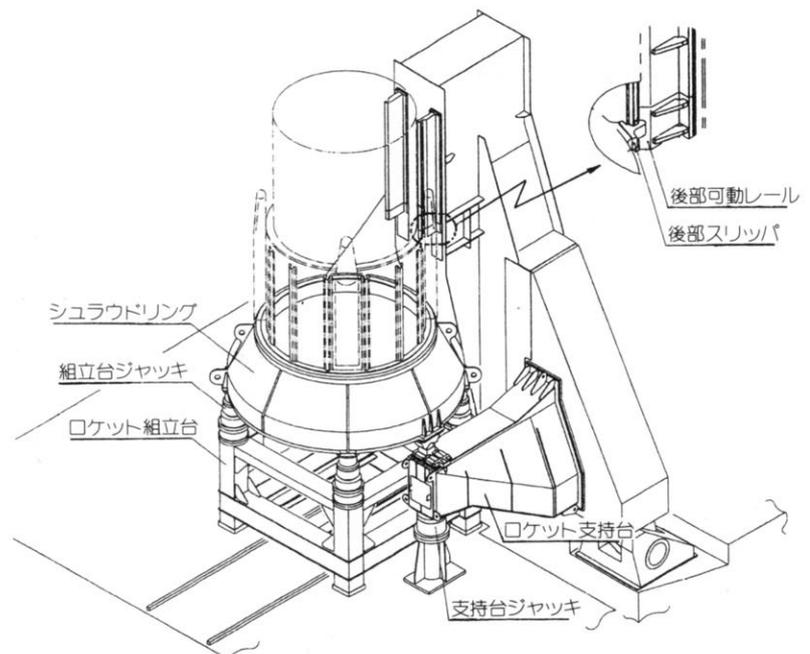


図4 ロケット組立中の状態

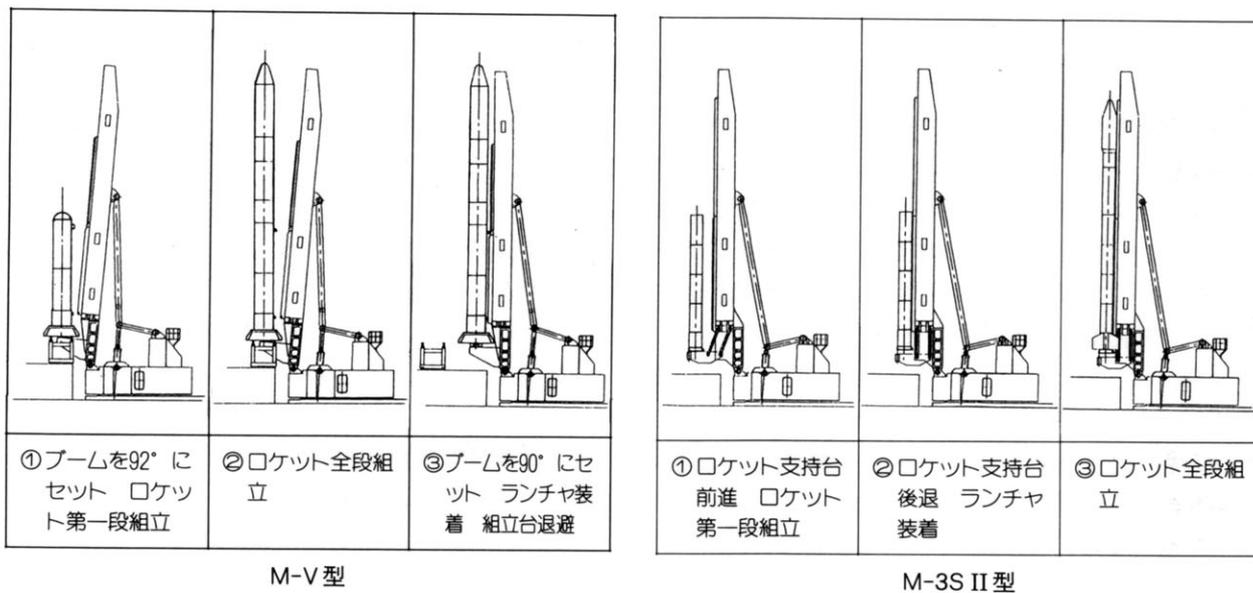


図5 オペレーションの比較

時ランチャブームは後方(92°)に倒しておく。組立後、ブームを垂直状態に戻してガイドレールをロケットのランチャフックに装着し、ロケット組立台に設置されたジャッキをわずか下降することにより、ロケットは、ロケット支持台を介してランチャで支持される。この概要の比較を図5に示す。M-V型ロケット用発射装置の改修は、昨年2月から11月の間にKSCに於いて

現地工事が施工された。次いで12月に寸法、重量、重心位置が実機と同じであるダミーロケットを用いたランチャ荷重試験を実施した。発射装置としての一連の機能確認を無事終了して、今年夏期に予定されているM-V-1号機の打上げ成功を目指し、各種オペレーションを待つばかりの状況となっている。

(はしもと・やすお)

## お知らせ

### ★シンポジウム

#### 宇宙エネルギーシンポジウム

日 時 平成8年2月8日(木)～9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

#### 大気圏シンポジウム

日 時 平成8年2月29日(木)～3月1日(金)  
場 所 宇宙科学研究所本館2階会議場

TEL 0427-51-3911 (内線 2234, 2235)

### ★平成7年度宇宙学校の開催について

平成7年度の宇宙学校は、相模原市内及び都内で開催致します。都内(東大駒場)の開催は初めて、開催内容は両会場とも同じ企画となっております、右表のとおりです。

#### 開催日時等

平成8年1月21日(日)10:00～ 東京大学教養学部7号館

平成8年1月28日(日)10:00～ 相模原市立産業会館

問合せ先: 宇宙科学研究所庶務課企画・広報係

TEL 0427-51-3911 (内線 2205)

#### 第1時限 (10:00～12:00)

##### 熱い宇宙と冷たい宇宙

- (1)赤外線で見えた宇宙の冷たい塵
  - (2)X線で見えた宇宙の高温ガス
- 映画『ロケット開発のあゆみ』

(担当教官)

村上 浩  
石田 学

#### 第2時限 (13:00～14:50)

##### 太陽系をさぐる

- (1)太陽系の衝突現象と小惑星
  - (2)にぎやかな宇宙空間
- 映画『ブラックホールをさぐる』

中村昭子  
中村 匡

#### 第3時限 (15:30～17:00)

##### 衛星をつくる

- (1)どんなかたちにしようかな?
- (2)人工の星に命を吹き込む

峯杉賢治  
齋藤宏文

## ★(財)宇宙科学振興会研究助成対象者決定

(財)宇宙科学振興会(関本忠弘理事長)では、その事業の一つとして宇宙科学に関する独創的・先駆的な研究活動を行う若手研究者に対する研究の助成について平成7年度の研究助成候補者を公募していたが、去

る11月27日に研究助成審査会を開催し、多数の応募者のなかから京都大学工学部助手・大谷文章氏の「宇宙空間における短波長紫外光エネルギーの高効率化学変換系の構築」に対し、研究助成金300万円を贈呈することを決定した。



## ★SFUの回収迫る

SFUの回収もいよいよあと半月に迫りました(原稿執筆時)。前月のISASニュースでも紹介しました回収に関わるNASAとの共同模擬演習も、去る8月に始まって以来最近では12月4日～5日、20日～21日と順調に進められ、日米間のやりとりも相手の声为谁であるかがお互いに聞き分けられる程に習熟度を増しています。この合同訓練も平成8年1月5日を最後に、いよいよ1月11日からの本番を迎えます。

SFUの回収はスペース・シャトルの打ち上げが正常に行われた場合、グランド・アップと呼ばれる方法によって行われます。これはシャトルがSFUの高度(476 km)まで上昇して回収する方法です。SFUは12月27日には、23.5時間毎にシャトルの発射場であるケネディ宇宙センタ上空を通過するフェーズ・リピーティング・オービットと呼ばれる特別な軌道に移行し、シャトルの打ち上げを待ちます。この軌道で待機することによってシャトルの打ち上げウィンドが毎日一回約1時間確保できることになります。

シャトルの打ち上げ後まもなく、SFUとシャトルのランデブーが開始されます。やがてSFUとシャトルの通信が確保されると、シャトルが安全距離にまで接近する以前にSFUの軌道変更推進器の動作禁止措置が取られます。このような指令は、相模原運用センタ(SOC)から発信され、NASA JSC、データ中継静止衛星、シャトルを経由してSFUに伝えられます。同じようにして、太陽電池パドルの収納、回収のための姿勢変更等が行われます。なお、送信時刻が限られていたり、安全に深く関わるいくつかのコマンドは、シャトルから直接宇宙飛行士が発行することもできます。

シャトル側ではSFUが捕獲態勢に入った事を確認した後、搭乗日本人宇宙飛行士がシャトルのロボット・アームを操作してSFUを捕獲します。シャトル貨物室においてSFUのトラニオンと呼ばれる固定部とシャトル固定装置の間の固定が確保されると、シャトルからリモート・オペレーテッド・エレクトリック・アンビリアル(ROEU)と呼ばれる電気的コネクタがSFUの受側コネクタに接合されます。このコネクタを介してSFUの推進燃料であるヒドラジンの凍結防止ヒーターに電力が供給されます。その後、SFUのバッテリーから

供給されていた全ての電力が遮断され、回収の主な作業が終了します。

予定ではシャトルは全9日間の軌道飛行後、ケネディ宇宙センタに帰還します。(清水幸夫)

## ★フランス国立宇宙研究センター(CNES)幹部来訪

フランスの国立宇宙研究センター(CNES)のルポー総裁ほか幹部5名とフランス大使館から1名が12月19日午後に来訪した。CNESはLUNAR-AとPLANET-Bの撮像装置に画像圧縮素子を提供して共同研究を行うことになっているが、今回の来訪の主な目的はその協定書(MOU)に調印することであった。CNESは将来にわたって宇宙科学研究所との共同研究を進めることに強い意欲をもっており、接触を深めてゆくことを希望している。来年度にはフランスの理学者・工学者が来日して日仏宇宙理工学セミナーを開催し、得意とする分野や問題意識について意見を交換するという計画を検討することになった。いまや定番となった「ようこう」運用室見学をルポー総裁は大いに楽しまれ、駐日フランス大使にも見学を勧めたいとのことであった。(西田篤弘)



## ★第19回ペネトレータ貫入実験

本誌の読者にはすでにお馴染みと思われませんが、ペネトレータとは1997年に打ち上げられる予定の月探査ミッションLUNAR-Aで地震計や熱流量計を月面に設置するのに使われる槍型の装置です。ペネトレータは月面に時速約1000kmの速度でぶつかるので、ペネトレータそのものもとより、その内部に搭載されている総ての機器が衝突時の衝撃に耐えることを確認する必要があります。

このため昨年12月の約20日間、岐阜県の神岡鉱山

の坑内に設置されたペネトレータ射出装置を使ってペネトレータ貫入実験が石井信明実験主任のもとで行われました。この実験ではこれまで能代ロケット実験場で行われてきた一連の実験をさらに発展させ、ペネトレータ本体の軸方向と貫入速度の方向がすこし食い違うように設定する（これをペネトレータに迎角を付けると称します）事ができます。しかしこれを実現するにはなかなか難しい技術を要します。

さて実験は鉱山の坑道の一つに、4 m×4 m×5 mという巨大な砂箱を組立て、そこに大枚をはたいて製造した月面模擬砂を入れるところから作業が始まりました。アポロ宇宙飛行士を悩ませた月面の細かい砂は、地球上ではさらに取り扱いが面倒になります。月面模擬砂を動かす度に、細かい砂が煙のように立ち昇り防塵マスクを着用していても息ぐるしくなります。

貫入実験は実験条件を探るための予備実験も含めて計6回行われました。実験のたびに砂の下に潜り込んでいるペネトレータを掘り出し、また砂を元の状態に戻さなければなりません。この砂との格闘作業は1日がかかります。文字どおりの汗と泥にまみれた実験の結

果から、ペネトレータのケースは実際の月面衝突時に予想される荷重の1.5倍の荷重にも十分耐えられる事が判明しましたし、地震計を積んだ回転装置、ペネトレータに搭載される各種センサーのデータをとるエレクトロニクスも期待した通りの性能を持っていることが確認できました。

実験の最終日は朝から雪がふり続き、鉱山から降りられるかどうか心配になるほどでしたが、全員無事にクリスマスイヴに間に合うように帰ってこられたのは幸いでした。（水谷 仁）



砂の中から掘り出されたペネトレータ

## M-V事情

### ★Mロケットランチャ・整備塔機能試験

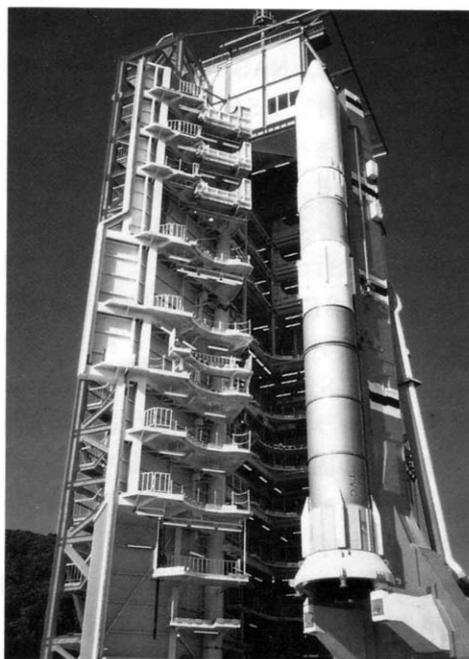
昨年2月から始まった、M-V型ロケット用にランチャと整備塔を改修する工事はほぼ終了し、昨年12月にその機能を確認する試験を行いました。この試験では、本物のM-V型ロケットと同じ長さ、太さ、重さ、重心位置を持つダミーロケットを使いました。また、このダミーロケットは本物とほぼ同じ構成になっていて、本物と同じようにパーツごとに整備塔に吊り込んで組み立てました。その際に、吊り込み作業性、整備塔天井走行クレーンの操作性、ロケット周りの作業性、整備塔各部に発生する歪み等を確認しました。

ダミーロケットの組立が終わると、いよいよ難関のランチャ装着です。これは、整備塔の組立台上に組み立てられたロケットをランチャに移し替える作業で、ロケットのスリッパとランチャのレールがうまく噛み合ってくれるか最も懸念したところでしたが、すんなりと作業が終わり、ほっと胸を撫で下ろしました。

そして12月9日、寒風吹きすさぶ中、整備塔ランチャ出入扉がゆっくりと開き、ダミーロケットを載せたランチャがそろそろ動き始めました。西日を浴びながら78度に角度セットされたロケットとランチャは、抜けるような青空とコントラストを成して、これも一種の機能美なのかなと見入ってしまいました。他の方々の間では、今までのロケットではランチャの方が大

きかったが、今度のM-Vではランチャとバランスがとれているという感想が最もよく聞かれました。もちろん、機能には何の支障もありませんでした。

10ヵ月間にわたる工事を無事終了させ、ランチャ・整備塔を立派に生まれ変わらせ、尚且つ、いろいろと無理な注文にも対応して下さった工事関係者の方々に深く感謝します。さてと、お次は……。（峯杉賢治）





## 銀河のはじまり

名古屋大学理学部 松本敏雄

宇宙はビッグバンによってある時始まったと思われる。ビッグバンの直接的証拠としては宇宙を満たす絶対温度約3度の背景放射の存在がある。3K背景放射光子の起源はビッグバン直後に宇宙を満たしていた高温プラズマが中性化した時期にさかのぼるが、これは宇宙が始まって数十万年後のことである。最近の宇宙背景放射観測衛星COBEの観測によれば3K背景放射は極めて等方的で揺らぎは数十万分の1程度である。これは始まって数十万年後の宇宙が極めて一様等方であったことを意味している。宇宙が始まってから現在まではほぼ100億年経たとされている。しかし、我々が今住んでいる宇宙は3K背景放射の観測から知られている宇宙とは大きく異なり、銀河団、銀河、星、惑星等の様々な天体が存在し、極めて非一様である。宇宙が始まって数十万年後から現在に至るまでの間に宇宙は極めて大きな変化をしたと言わざるを得ない。とりわけ銀河の形成はこの時期のもっとも大きな出来事とされ、これを解明するために理論および観測両面から大きな努力が払われてきた。

理論的に“銀河を作る”ことは昔からさまざまな方法が試みられている。しかし、COBE衛星によって観測された極めて小さな3K宇宙背景放射の揺らぎと矛盾しないように理論を組み立てることは簡単ではない。さらには、銀河形成においてもっとも重要な働きをする相互作用は重力とされているが、宇宙の質量の大部分を占めるのが正体不明の暗黒物質であり、これを何と思うかによって理論も大きく異なることになる。結局、どの理論が正しいかを新たな観測事実によって確かめねばならないのが現状である。

一方観測的にはさまざまな方法で銀河形成が探られている。もっとも直接的な方法はできるだけ遠くの銀河を観測し、銀河形成の現場をおさえることである。原始銀河がどのように観測されるかについてはこれまたさまざまな予測があるが、一般には最初の星形成時において大きな質量の星が一度に沢山出来るのではないかとされている。このため光度が極めて大きく、かつ色が青いことが原始銀河の一つの目安である。

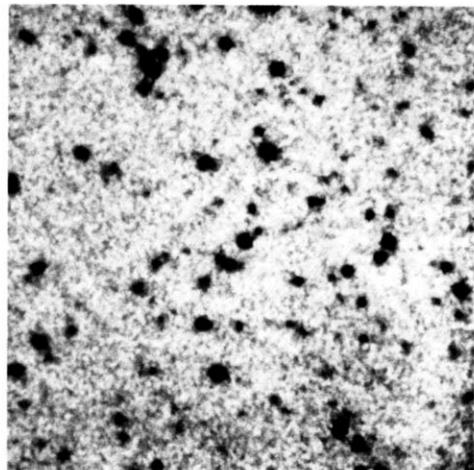
これまで遠い銀河として見つかっているのは主に電波銀河やクエーサーを光で同定したものであるが、宇宙が始まって十数億年後に既に銀河が存在していたことが確認されている。しかし、これらの遠い銀河を詳

しく観測すると赤くて年令の古い星がかなり含まれ、銀河が形成されてから既に数億年経っているものが多い、原始銀河とはいえないようである。

最近のCCD等の観測手段の進歩によってこれ迄には出来なかった暗い天体の観測が可能となった。図は星がない、暗い空を長時間撮像観測した結果であるが、暗い天体がいっぱい写っていることがわかる。これらの天体のほとんどは遠方の銀河であり、詳しく調べると暗い銀河ほど数がおおく、銀河が明らかに進化していることがわかる。この種の観測では特殊な銀河を選択的に選ぶことはないので、観測が進み、より遠方の銀河が観測出来るようになれば原始銀河を発見できるチャンスが大きくなると思われる。

さて、今後どのようにして銀河の始まりが解明されるかであるが、方向としては2つの道が考えられる。ひとつは3K宇宙背景放射の揺らぎをもっと細かく観測し、銀河、銀河団に成長する“種”を探ることである。今ひとつはより遠くの銀河まで観測を広げ、広い波長範囲でのサーベイ観測を進めることである。後者についてはハワイに建設中の大型望遠鏡すばる、宇宙研が計画中の次期赤外線天文衛星IRIS、国立天文台が計画中のサブミリ波干渉計LMSA等が原始銀河の探索の一つの目標として計画されており、今後10年間に大きな進歩が期待される。これまで、3K宇宙背景放射から銀河形成に至る時期は宇宙史の暗黒時代と呼ばれてきたが、暗闇に光が差し込むのも間近いと思われる。

(まつもと・としお)



地上望遠鏡による超高感度撮影の一例(白黒反転)。写っている斑点状のものは、すべて遠方の銀河と考えられている。(リリー他, ApJ, 369巻79ページ)

## 北京有情

矢島信之

北京天文台の艾 国祥教授の招きで怀柔太陽観測 station を訪れたのは、昨年7月に続いて2回目である。北京市街から北に60kmの所にあり、上水道の水源の人造湖に隣接している。写真のように、岸から湖に突き出すように斜めに太陽観測棟が立ち、屋上に望遠鏡が設置されている。建物の影は湖面に写り、なかなか美しい姿である。今回も隣接する来訪者用宿舎に泊まる。前回は初夏で、周りに色とりどりの立ち葵の花が咲き乱れ旅情を誘ったが、今は周囲の山々の木々の葉は落ち、侘びしいたたずまいである。宿舎に泊まるのも私一人である。ここに来るには、通常は湖を小さなモーターボートで横切る。陸路もあるが、湖畔を大きく迂回せねばならず、途中の道路も悪く、簡単にここから逃げ出すことはできない。招聘というより幽閉に近い。

この天文台では、地球の裏側になる米国ロス郊外のビッグベア天文台と組んで24時間の太陽観測を行っており、その成果は中国科学院でも高い評価を受けているらしい。この観測所の設立者にして研究の推進者である艾教授は、この余勢をかって気球にこの望遠鏡を搭載し観測したいという。いや、本当の狙いは太陽観測衛星である。壁に張られた衛星計画によれば、衛星の構成は「衛星由口径1米の望遠鏡和X射機、UV和Ha和太陽常数四傘小望遠鏡組成」であって、総重量2トンを越える。気球はその前段にすぎぬが、それでも口径80cmの望遠鏡を搭載するとのことで、生半可な規模ではない。この大きな気球ゴンドラの姿勢を制御するのに、私が試みた大型ジャイロ(CMG)を駆動装置として用いる方式でやりたいので協力して欲しいと頼まれた。多少気の重い話ではあるが、長年の友にして中国気球グループの責任者である顧 逸東氏を通じての話とあれば無下に断れない。

観測棟の6階の実験室で湖面を見下ろしながら、若い技術者の叶 祥明君が進めているジャイロの実験に付合い、また気球実験全般について議論する。3日間の滞在で、ジャイロその他も順調に動きだし、一応来訪の目的ははたし、4日目には北京中央に居を移して、まとめの討論をすることにする。北京市内での第一夜、叶君とその結婚したばかりの細君を招待してレストランで食事をする。同じ北京天文台で地震の研究をしているとか、なかなかの美人である。レストランではテーブルから溢れんばかりに料理を注文し、楽しい夕食となる。ところが、悲劇は前触れもなくやって来る。夜半、胸苦しさに目が覚める。吐き気がする。追い払っても追い払っても、今夜のレストランの料理がまぶたにフルカラーで浮かんでくる。あわててトイレに走って嘔く。そのうちに下痢も始まる。悪戦苦闘すること2~3時間、初めは驚いたが、どうやらこれは日本

から持ち込んだ流行性感冒らしい。前にも同様の経験がある。

幸い、叶君は翌朝8時前に迎えに来てくれる。単なる風邪だから心配してくれるなど言うのに、これは一大事といった顔でいそいで帰る。昼少しまえに艾教授現わる。起き上がろうとする肩をベッドに押しえつけ、宿舎が寒かったのでこんなことになったのでしょうか、申し訳ない、と恐縮することしきりである。かならず飲めと2種の薬を置いて、そそくさと帰る。多分、衛星計画の認知を受けるべく奔走しているのだろう。入れ替わりに顧氏が入ってくる。ベッドの横に座り、布団から手を出してはいかん、話してはいかんくたびれる、私の話だけ聞けと一方的に話す。まるで臨終の床である。この間、新しい中国の宇宙計画の策定を進めていて毎日夜の12時前には家に帰っていない。気球も山東省に新しい放球場を開く、2トン以上を上げられるランチャーも開発中だ、と意気軒昂である。この薬を飲めば大丈夫だ、となにやら茶色のどろりとした液体を置いて大股で立ち去る。夕方、叶君の奥さんがお粥を作って持参する。感激であるが、胃はまだ裏返のままである。

翌朝土曜日は目覚めもさわやかで、美女お手製のお粥も食べられる。そのうちに叶君と艾教授も現われ、用意しておいたメモをもとに三人で今回のまとめの討論を始める。少し気力も回復したのか、気球実験の心得等を厚顔にも列挙する。やがて、艾教授はホテルに特別に頼んでおいた昼食だといって黄色い粟の粥を持って来る。一人だけ浅ましくががつ食べる。今度は、叶君が紙包を持って来る。強力な中国製防寒下着を用意したと言う。袋の反対側には、男人袴紳士、女人愛紳士と書いてある。まさかと思いつつ、せっかくの好意でもあり下着を着替える。もはや時計を見ながらの行動となる。いささか着膨れた身体でよろよろしながら皆とあわただしく最後の挨拶を交わし、車で東奔のため北京空港に向かう。(やじま・のぶゆき)



通信系の設備 — 地上設備関係 —

山本善一・横山幸嗣

宇宙研の所有する衛星の追跡設備（地上系設備）には、深宇宙探査機の追跡を担当する臼田宇宙空間観測所(UDSC)64mアンテナ局（写真参照）と、周回衛星の追跡を担当する鹿児島宇宙空間観測所（KSC）の20m及び10mアンテナ局があります。また、今年9月に打ち上げ予定のMUSES-B衛星の運用を行うためのUDSC10m局がありますが、これについては別の機会にご紹介したいと思います。

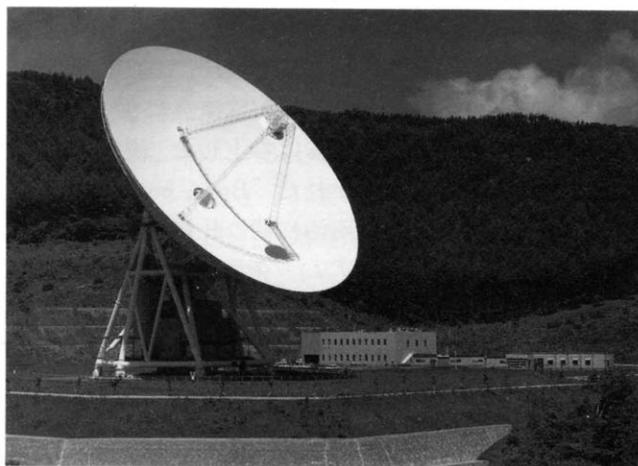
これらの設備の中でも、特に誇れるのが東洋一大きなパラボラアンテナを持つUDSC64mアンテナ局設備です。64mという口径は、アンテナとしては並外れた大きさで、縦に起こした時には15階建てのマンションと同じくらいの高さになる、と言え、いかにとんでもない大きさのアンテナであるかご想像頂けるでしょうか。このように大きなアンテナを常に探査機の方向に向けておくことは容易なことではありません。なぜならば、アンテナのビーム幅は口径や周波数に逆比例するからであり、UDSC64mアンテナの場合、本来の性能を発揮できるゾーンの大きさは、Sバンド（2.2GHz）の周波数でも半径0.13度（満月の半分程度の大きさ）に過ぎません。従って64mのお皿を支えるマウント部は非常に高精度でかつ非常に頑丈に作られている必要がある訳です。64mともなると主鏡がアンテナの仰角に応じて自重変形（たわみ）を起し、性能が落ちてしまいます。そこでこのアンテナでは、副反射鏡の位置を仰角に応じてコンピュータ制御する（ホモロジー変形補正を行う）ことで、利得の低下を極力抑えています。

ではなぜこれほど巨大なアンテナが深宇宙探査機との通信には必要なのでしょう。それは、深宇宙探査機があまりにも遠くまで飛んで行くからです。同じ「宇宙」でも、地球周回衛星が飛んでいる「宇宙」は地球半径の10分の1程度の高さのところですが、深宇宙探査機の飛んでいる「宇宙」は本当に遠く、「さきがけ」の場合には地球半径の4万6千倍以上にまで達しました。第1回でも述べたように、電波が自由空間を伝わって行く時、その強さは距離の2乗に逆比例して弱くなります。仮に同じ強さの電波を衛星から送信したとすると、地球に到達した時点で「さきがけ」の電波の

強さは、「ようこう」の場合の800億分の1ほどになってしまうのです。この差を少しでも取り戻すため、深宇宙通信では、ありとあらゆる手段を講じますが、地上局アンテナの超大型化はその一環です。利得が1のオムニアンテナ(全方向性アンテナ)と比べると、UDSC64mアンテナは160万倍も強力に電波を受信できることになります。しかしながら、これだけ大型の地上局アンテナをもってしても、深宇宙探査機からのテレメトリ電波はかなり微弱で、ほとんど雑音に埋もれてしまいます。そこで受信機も徹底的に低雑音化する必要があります。受信機の雑音を減らすためには初段アンプ(LNA)をできるだけ低雑音にしなければなりません。そこでUDSC64m局では、ヘリウム冷却装置を備えたパラメトリックLNAを開発し、良好な特性を実現しています。

ところで探査機の追跡を行うためには正確な軌道予測が必要となりますが、そのためには探査機までの距離とその速度をできるだけ精密に測定する必要があります。そこでUDSC局では、水素メーザ発振器と称する非常に正確なクロックを局全体のリファレンスとして使用すると共に、シーケンシャル・トーン・レンジング方式と呼ばれる特殊な測距方式と、インテグレートッド・ドップラ計測方式と呼ばれるこれまた特殊な距離変化率測定方式を採用することにより、雑音に埋もれた微弱な受信信号に対しても十分正確な測定が行えるよう工夫しています。

(やまもと・ぜんいち、よこやま・こうじ)





## 二人のクラーク

小田 稔

宇宙研の常連の一人、MITのジョージ・クラーク教授と顔見知りの方も多かろう。X線天文のグループとは長い付き合いで、中でも長瀬さんとは「ぎんが」以来、沢山共同の仕事がある。

40年余り昔のこと、私がボストンのMITに、ブルーノ・ロッシ先生の宇宙線観測の大きな装置を造るお手伝いに雇われて、太平洋を船で渡って初めてアメリカに行った時のことである。ロッシ先生は、まだ西も東もわからず言葉も不自由な私に二十代の若い助教授ジョージ・クラークをいわば専属の家庭教師としてつけてくれた。しばらくしてジョージが結婚するまで、若い独身の二人は仕事も一緒、遊びも一緒の生活をしたものである。

十年程たって、私は再びMITで今度は教授として働くことになった。私もすでに結婚していて、妻も幼稚園の息子も一緒に、ちょうど半年程イタリアに行っていたジョージ・クラークの留守宅と車をそのまま使わせてもらうことになった。ジョージが帰ってくると、私たちはその近くに居をかまえ、ジョージの娘と私たちの息子は小学校の同じクラスに通っていた。

それは、ちょうどX線天文学という新しい分野の学問の始まった曙の時代だった。ロッシ先生を助けてジョージと私はよく働いたものである。私はしばらくして、日本に新しく出来た東大の宇宙研にX線天文学のグループを作ることになって日本に帰ってきた。以来MITと日本の宇宙研とは常に行き来し、若い人達も交換するような間柄になっていた。宇宙研で次々にX線天文学衛星を打上げるようになってからは、ジョージ・クラークは頻繁に日本にくるようになった。そして、日本にきている時には、空いている私の家の子供部屋に夫婦で泊まり込むのが通例になっていた。

1994年2月、札幌に生まれ育った私を引っ張ってきて話をさせようということを北海道庁、北海道新聞が企画した。その時に北大の総長が講演会にきてくださったので後に総長室にご挨拶に参上した。そこには新渡戸稲造先生の毛筆で書かれた“Boys, be ambitious”というローマ字の額と、明治初期に札幌の農学校を開校した初代の校長ウィリアム・クラークの肖像画が掛かっていた。妻がそれを見て「似てる」と言い出した。

そういえば額が秀でて、前後に長い頭の形はジョージ・クラークそっくりである。それまで長い付き合いのクラークと札幌では子供の頭にもしっかりとしみついているウィリアム・クラークの名前と結び付けて考えたことは一度もなかった。

その後、1ヵ月程MITに滞在する機会があったのでジョージにその話をしたところ、ジョージは自分はメイフラワー号で英国からアメリカに移民してきたクラーク一族の9代目だと言う。若い移民の国アメリカでは、これは大変な名家だということになる。家に系図があるという。それで調べたところ三代か四代前のところがマサチューセッツ・アムハースト農学校長をしていたのが札幌の農学校建設に携わったと記してあった。

北海道庁、北大共にこの話を大変喜んで、一度札幌に連れて来いということになった。1995年7月、理化学研究所の外部評価委員として日本に来ていたクラーク夫妻ともう一人、STMの発明者として高名なスイスの物理学者ハインリヒ・ローラ夫妻を連れて札幌で私も含めて三人の講演会を開いた。自分の祖先が札幌とそんなに深い間柄だということに半信半疑でついてきたジョージも、札幌空港に着くなり、クラーク食堂があったり、街に入る前に月寒(昔はツキサップと呼ばれていた)の公園でウィリアム・クラークの銅像と対面したり、北大の構内でクラークの胸像、クラーク会館、ホテルにはクラーク・ガーデンという調子でクラークづくめに目を丸くしていたものである。また機会があったら北海道に連れて行ってやりたいと思っている。(評議員会会長・元宇宙研所長、おだ・みのる)



北大総長室でのウィリアム・クラークの肖像画とジョージ・クラーク

ISASニュース

No.178 1996.1.

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

◆ISASニュースに関するお問い合わせは、庶務課法規・出版係(内線2211)までお願いいたします。