放射計試験用スペースチェンバ

井 口 充 弘*・中 村 安 雄*

(昭和56年7月4日 受理)

Radiometer Test Chamber
Mitsuhiro IGUCHI and Yasuo NAKAMURA

(Tsukuba Space Center, National Space Development Agency of Japan,
Sakura-mura, Niihari-gun, Ibaraki)

(Received July 4, 1981)

1. はじめに

最近、人工衛星、航空機に搭載したカメラ、放射計等により、高空から地表面をさまざまな波長の光で観測し、気象状態、環境汚染状況、植物の育成状況等の監視や、資源の探査、土地利用の調査等を行う、いわゆる、リモートセンシング（遠隔探査）技術が盛んになりつつある。特に人工衛星の軌道・姿勢制御技術の進歩、また光学系の設計、製作技術の進歩、光検知素子の開発、さらには地上における画像データ処理技術の進歩に伴ない人工衛星によるリモートセンシングは急速に発展してきた。これに伴ない、人工衛星搭載用観測機器の試験に対する要求も高度化してきている。一般に人工衛星搭載機器は軌道上で遭遇する環境が地上環境と比べ過酷であるのみならず、打上げ後に発生した故障に対し、修理が不可能であるという理由により、高信頼性が要求される。従って、これらの機器は打上げ前に、機器が遭遇すると予想される環境、あるいは、それより厳しい環境条件下で各種の試験に供せられる。これらの試験のうち、宇宙空間の真空、冷暗黒状態を模擬した環境中で、主に機器の熱的な設計及び機能、耐環境性、規定された温度レベルにおける機器の性能等の確認を目的として行われる試験を一般に熱真空試験と呼び、この宇宙環境を模擬する装置を、スペースチェンバと呼んでいる。

リモートセンシング用観測機器に多数使用されている光学のコンポーネントは、熱歪み等の影響により、その光学の特性が変化する。また人工衛星より地上に送られてくる画像データは、コンピュータにより処理が行われ

るが、この画像処理プロセスの中で使用される校正データ等は熱真空試験中に取得する必要があるため、これらの観測機器の熱真空試験に対する要求も、より広範なものとなっている。

宇宙開発事業団では、昭和59年度に打上げ予定の海洋観測衛星1号（MOS-1*）に可視熱赤外放射計、可視近赤外放射計及びマイクロ波放射計の3種類の放射計を搭載する。これらのうち、可視熱赤外放射計と可視近赤外放射計については、熱真空環境中で光学試験を行う必要があるため、スペースチェンバと光学装置類から構成される放射計試験設備の建設を行い、昭和56年3月に完成した。本稿では、このスペースチェンバを中心に、放射計試験設備の概要を紹介する。

2. 放射計の概要

MOS-1 は図1に示すような形状を持っており、昭和59年度冬期にN-II型ロケットにより種子島宇宙センターから打上げられ、高度約900 kmの円軌道に投入される予定である。MOS-1のミッションを以下に示す。

- (1) 地球観測衛星の基本技術の確立
- (2) 可視近赤外放射計、可視熱赤外放射計及びマイクロ波放射計の開発及び機能、性能の確認、並びにこれらによる海洋を中心とした地球全般の実験的観測
- (3) データ収集システムの基礎実験
- (4) 太陽同期軌道投入技術の習得
- (5) 太陽同期軌道の追跡管制技術の習得
- (6) 地球観測衛星運用技術の習得。

本節では、MOS-1に搭載される3種の放射計のう

* 宇宙開発事業団 筑波宇宙センター試験室（茨城県新治郡桜村）

* MOS 1 : Marine Observation Satellite-1

図1 MOS-1

ち、放射計試験設備を使用して試験を実施する可視熱赤外放射計と可視近赤外放射計の概要について述べる。

2.1 可視熱赤外放射計 (VTIR*)

可視熱赤外放射計 (以下 VTIR と呼ぶ) は、可視波長域 1 バンド 及び熱赤外波長域 3 バンドにより雲の分布、海面及び地表面の温度の観測を行う。VTIR の主要諸元を 1 に、概略形状を図 2 に示す。

VTIR の特徴は熱赤外波長域の検知素子としてカドミ水銀テルル (HgCdTe) と呼ばれる三元結晶を使用しており、この感度、S/N 比向上のため、放射冷却器により宇宙空間に放熱し、検知素子をおよそ 100K 程度に冷却していることである。このことは逆に 100K 程度に冷却しなければ、VTIR の性能試験は実施できないことを示し、つまり熱真空試験という目的以前にスペースチェンバ内であれば VTIR の基本的な性能確認ができないことを意味している。またスペースチェンバに対しては、後で述べるように放射冷却器からの放射熱を吸収するためのスペースバックグラウンドと呼ばれる極低温面を要求している。

2.2 可視近赤外放射計 (MESSR*)

可視近赤外放射計 (以下 MESSR と呼ぶ) は、可視及び近赤外波長域 4 バンドにより、海面色の観測による

図2 VTIR

表1 VTIR の諸元

項 目	性 能	
波 長 (μm)	0.5~0.7	6.0~7.0 10.5~11.5 11.5~12.5
瞬時視野角 (mrad)	1	3
観 測 幅 (km)	1,500	
走査方式	機 械 式	
検 出 器	Si-PIN ダイオード	HgCdTe

* VTIR : Visible and Thermal Infrared Radiometer

* MESSR : Multispectral Electronic Self Scanning Radiometer

表2 MESSR の 諸 元

項 目	性 能
波 長 (μm)	0.51~0.59 0.61~0.69 0.72~0.80 0.80~1.10
瞬時視野角 (mrad)	54.7 $\pm$ 5.0
走 査 幅 (km)	200
走 査 方 式	電 気 走 査 式
検 出 器	2048 素 子 CCD

図3 MESSR

海洋汚染の監視，土地利用状況の観測を行う。MESSRの主要諸元を表2に，概略形状を図3に示す。

3. 放射計試験設備

3.1 構成と特徴

放射計試験設備は，宇宙空間の真空及び冷暗黒環境を模擬する放射計スペースチェンバ，VTIRの光学性能を試験するための可視熱赤外放射計赤外試験装置及び，MESSRの光学性能を試験するための可視近赤外放射計光学試験装置の各装置から構成される。

放射計試験設備は，VTIR及びMESSRの熱的，光学的試験を実施するため以下のような特徴を持っている。

- (1) 供試体及び試験設備とも光学部品等の汚染をきらう部品を多数使用しているため，機器類はすべて清浄度管理されたクリーンルーム内に設置され，またスペースチェンバの高真空排気系は，クライオポンプを主体としたオイルフリー排気システムとなっており，汚染を防止している。

図4 赤外試験装置

図5 赤外試験装置のチェンバ内コンフィギュレーション

- (2) VTIRの放射冷却器により，赤外検知器を約100 Kに冷却するため，宇宙のヒートシンクを模擬する「スペースバックグラウンド」と呼ぶ極低温面がスーパーチェンバ内に設置されている。
- (3) 光学的試験を高精度で行うため，振動防止に考慮がはられており，試験棟，スペースチェンバ，光学ベンチ及び回転機器類は，おのおの独立したコンクリート基礎の上に設置されている。さらにスペースチェンバと回転機器類を結ぶ配管類は，すべてベローズ（蛇腹）を介して取り付けられており，振動の伝達を防止している。

3.2 機 器

放射計試験設備は前項に述べたように，大別して3種の各装置から構成されているが，放射計スペースチェンバについては後章で詳細に述べるので，本節では可視熱赤外放射計赤外試験装置と，可視近赤外放射計光学試験装置について述べる。

3.2.1 可視熱赤外放射計赤外試験装置

可視熱赤外放射計赤外試験装置（以下「赤外試験装

図 6
光学試験装置

置」と呼ぶ)は、放射計スペースチェンバ内に設置され、VTIR の光学性能に関し、以下に掲げる各項目の試験に使用される。

- (1) 可視及び赤外チャンネルの距離分解能の測定
- (2) 可視チャンネルの S/N 比の測定
- (3) 赤外チャンネルの温度分解能の測定
- (4) 赤外チャンネルの放射感度の校正

図 4 に赤外試験装置の概略図を、図 5 に放射計スペースチェンバ内コンフィギュレーションを示す。

赤外試験装置の主な構成及び機能は以下の通りである。

- (1) 黒体源アセンブリ

黒体源アセンブリは VTIR に入射する可視光及び赤外光を発生させる部分であり、地球表面による太陽光の反射であるアルベドを模擬する可視光源、地球の赤外放射を模擬する地球黒体、基準光源となる宇宙黒体からなり、地球黒体及び宇宙黒体は液化窒素とヒータにより、それぞれ約210K から330K 及び約100K に制御される。なおこの3種の光源にはポジションミラーと呼ばれる回転鏡によって、VTIR に入射する光を選択できるように構成されている。

- (2) コリメータ鏡

コリメータ鏡は、上記黒体源からの光を平行光にするもので、直径約600 mm、焦点距離約2000 mm のアルミニウム蒸着ガラス鏡である。またこれは冷却による光学アライメントの変動を許容範囲内に抑えるため、膨張係数の小さなインバーを主材料とした調整架台により保持されている。

- (3) 光学ベンチ

光学ベンチは上記(1)及び(2)等の光学機器を搭載するもので、熱歪みの影響を少なくするため、下の可動台とは3点による自由支持機構となっている。

3.2.2 可視近赤外放射計光学試験装置

図 7 光学試験装置とスペースチェンバの
組合せコンフィギュレーション

可視近赤外放射計光学試験装置(以下「光学試験装置」と呼ぶ)は、MESSR の光学性能に関し、以下に掲げる各項目の試験に使用される。

- (1) 距離分解能の測定
- (2) 感度測定
- (3) 像歪みの測定
- (4) バンド間のレジストレーション変化の測定

なお、光学試験装置は放射計スペースチェンバ外に設置され、チェンバ窓と呼ぶガラス窓を通し光を導入する。図 6 に光学試験装置の概略図を、図 7 に放射計スペースチェンバとの組合せコンフィギュレーションを示す。

光学試験装置の主な構成及び機能は以下の通りである。

- (1) コリメータ

コリメータは地球からMESSR に入射する可視光及び近赤外光を模擬するもので、赤外試験装置とは異なり光源を内蔵した屈折型の光学系を使用し、光源はハロゲンランプである。

- (2) 光学ベンチ

光学ベンチは上記のコリメータを搭載するもので、振動防止のため、1 mの深さを持つ独立したコンクリート基礎上に設置される。

図8 放射計スペースチェンバシステム構成

4. 放射計スペースチェンバ

放射計スペースチェンバは、VTIR 及び MESSR の熱真空試験の際、宇宙空間の真空及び冷暗黒環境を模擬する。

まず真空に関して述べれば、一般に宇宙空間では、きわめて高い真空度のため、熱の伝達はすべて伝導と放射による熱交換の形で行われる。従ってスペースチェンバに要求される圧力は、残留ガス分子による伝熱を誤差として無視し得るまで小さくすることから決定される。一般的にはスペースチェンバ内圧力が 10^{-6} Torr 程度になれば、ガス分子による熱伝達量が放射の 1% 以下となり、十分なシミュレーション精度が得られる¹⁾。

また冷暗黒環境については、宇宙空間では、人工衛星の外表面から宇宙に放射された熱放射は、再び人工衛星にもどってくることはない。これをヒートシンクと言うが、スペースチェンバは有限な閉じた空間で構成されているため、その壁（シュラウド、後述）と衛星との間の放射熱交換に基く誤差が生ずる。この誤差を小さくするためには、シュラウドの温度を低くすること、供試体とシュラウドの面積比を小さくすること、シュラウドの放射率を大きくすることが必要であり、これからシュラウドの冷却温度、表面塗装及び形状、有効表面積が決定される。

さらに宇宙空間では、人工衛星から放出されたガス分子は熱放射と同様、決して自分自身にもどってくることはないが、スペースチェンバにおいては、シュラウドは

図9 放射計スペースチェンバ構成図

図10

No.1 チェンバ断面

完全な分子吸収壁(これを「モレキュラシンク」と言う)ではないので、反射されて再び人工衛星にもどり得る。この程度は自己汚染係数で表わされるが、これを小さくするためには、壁の気体分子捕獲確率を大きくし、また供試体に対し十分大きなシュラウド面積をとることが必要とされる。このことからシュラウドの形状及びシュラウドとクライオパネル(後述)の位置関係が決定される。

これらの要求を満足するため、放射計スペースチェンバは以下の総合性能を満たすよう設計製作された。

- (1) 供試体を入れない場合、8時間で圧力が 10^{-8} Torr 台に到達可能なこと。
- (2) 供試体を入れた場合、圧力が 5×10^{-6} Torr 以下に維持できること。
- (3) シュラウドは100K以下に冷却可能なこと。
- (4) シュラウド表面の黒度は0.9以上のこと。
- (5) 高真空排気系はオイルフリーシステムとすること。

4.1 構成と概要

放射計スペースチェンバは、大別して真空容器系、真空排気系、極低温系、計測制御系、付帯設備から成る。

図8、図9に放射計スペースチェンバの構成を示す。

4.1.1 真空容器系

(1) 真空容器

真空容器は内径約2.4m、全長約4m、内容積約 17 m^3 の横置円筒型のもので、図9に示すようにほぼ同型のもの

のが2基 (No. 1, No. 2) 平行に設置されている。2基の容器は内径約500mmの連結管により接続されているが、中間に真空遮断弁を設け、試験条件等の要求により2基同時、あるいはそれぞれ独立して運用可能な構造となっている。材質は、真空接触面には SUS 304 を使用し、パフ # 300 研磨及び脱脂洗浄を行っている。容器端部鏡の板は扉となっており、モータ駆動により開閉する。

容器胴部及び鏡板部には、No. 1 の場合は41個、No. 2 の場合は36個のノズルを設け、電気的及び光学的な計測に対応できるよう配慮している。ガasketは、扉部にはバイトンの甲丸リングを、ノズル部には、バイトンのOリングを使用している。

図10に No. 1 チェンバの断面図を示す。

(2) シュラウド

シュラウドは液化窒素により100K以下に冷却され、宇宙空間のヒートシンクを模擬する。従ってチェンバの内面は、すべてこのシュラウドで覆われ、供試体からは常温のチェンバ壁が見えない構造となっている。寸法は有効内径が2m、長さが3mで、胴部外、内部及び両鏡部の4ブロックに分割されている。内側表面は放射率の大きい黒色塗装を施し、形状は実効放射率と後述のクライオポンプの捕獲確率との関係から図10に示すような形状となっている。材質は低温特性、熱容量、熱伝導率及び加工性等から、アルミニウム合金を使い、胴部について

は押し成型のフィン付管の集合型をベルトにより吊り下げる構造となっている。

なおシュラウドはヒートシンクとしての役割の他に、水分子や二酸化炭素分子に対する非常に大きな排気量を持つクライオポンプでもあり、さらにクライオポンプのシールド板としての機能も持っている。

(3) クライオポンプ

クライオポンプは、(2)で述べたシュラウドに包含されたクライオポンプ用ヘリウム管（クライオパネル）から構成され、ヘリウム冷凍機設備（後述）で発生する低温ヘリウムガスにより20K以下に冷却され、室素ガスに対して 1×10^5 l/sの排気速度を持つよう設計された。

材質はSUS 304で、図10に示すようにシュラウドに断熱材を介し固定されている。シュラウドとの位置関係は、ガス分子の捕獲確率と高温である供試体及び治工具からの可視性から決定された。

(4) スペースバックグラウンド

スペースバックグラウンドは、放射計スペースチェンバに特徴的なもので、宇宙空間のヒートシンクをより高度に模擬し、VTIRの放射冷却器からの放熱を吸収することにより赤外検知器を100K以下に冷却する。放射冷却器に正対する面は、有効開口面500mm四方、厚さ12mmの銅板で黒色塗装を施している。スペースバックグラウンドもクライオパネルと同様にヘリウム冷凍機からのヘリウムガスにより20K以下に冷却されるが、放射冷却器に対する面は液化室素によるシールド板を持たないため、常温放射を受けながら（初期最大熱負荷18.5W）冷却されるという熱的に過酷な条件で運用される。

実際のVTIRの試験時は放射冷却器の開口部形状に合わせたカバーをスペースバックグラウンド開口部に取付けることにより、外来の熱放射を遮断する。

なおスペースバックグラウンドには、加温のための1kWのヒータが2本取付けられている。

4.1.2 真空排気系

(1) 粗引排気系

粗引排気系はチェンバを大気圧から 10^{-2} Torrまで排気するためのもので、1基のチェンバにつき1基の油回転ポンプ（3000 l/min）と1基のメカニカルブースタ（1500 m³/h）とから構成される。基本的には1基のチェンバは1系列の系で排気するが、弁操作により2系列の系で1基を排気することも、またNo. 1チェンバをNo. 2系で排気（逆も同様）することも可能で、運用に柔軟性、信頼性を持たせている。

またチェンバへの油蒸気の逆流を防止するため、トラップを設けている。一般にはコールドトラップが使用されるが、放射計スペースチェンバでは、大気圧から、

図11 真空排気曲線

10^{-2} Torrまで約30分で排気できること、自由分子流となる0.1 Torrから後述のターボモレキュラポンプを運転すること、運用が容易なこと等を考慮しコールドトラップと同等のトラップ能力を持つアルミナゲルのフォアライントラップを採用している。

(2) 高度空排気系

高真空排気系は、(1)の粗引排気系に引続き運転され、チェンバ圧力を 10^{-8} Torrに到達させるもので（但し空引時）に対する高い要求から1基のチェンバにつき各々1基のターボレキュラポンプ（250 l/s）、クライオポンプ（ 1×10^5 l/s）及びスパッタイオンポンプ（400 l/s）から構成されるオイルフリーシステムとなっている。図11に排気曲線の例を示す。なお、放射計試験時は振動防止の観点からターボモレキュラポンプは停止し、クライオポンプとイオンポンプにより高真空維持を行う。

また前述のシュラウドの排気効果については、図からわかるようにターボモレキュラポンプと4ブロックのうちの1ブロックのシュラウド冷却のみで 10^{-6} Torrに到達しているところから確認される。

室素系は液化室素系とガス室素系から成るが、ともに液化室素貯槽から供給を受けている。

1) 液化室素系

液化室素系は主としてシュラウド冷却に使用する。供給源である貯槽（容量は15000 l）からシュラウドに至るまでの弁類は、すべて弁箱と呼ぶ集合型保冷箱に収め、スペース及び運用の効率化を図っている。送液は貯槽圧力による圧送式である。貯槽の圧力は約4 kg/cm²、圧力損失は約3.5 kg/cm²で、シュラウド内は気液二相で流

れるためポンプによる送液に比べ、流れが不均一になりやすいという欠点を持つが、小型のシステムであること、信頼性が高いこと、運用が容易であることから採用した。今迄の運転では上述の不均一流れによるシュラウド温度の変動や温度分布の不均一は見られない。シュラウドからの帰還は、予冷時は大気放出、予冷完了時は気液分離器により液分を分離し回収している。気液分離器は大気圧のため、貯槽との間にバランスタンクを設け、均一化の後、落差で貯槽に戻している。また液化窒素は赤外試験装置の黒体の冷却にも使用する。

2) ガス窒素系

ガス窒素系は、シュラウドの加温、ページ、チェンバの大気圧戻しの他、停電等で計装空気が断たれた場合のバックアップガスとして使用する。貯槽からの液化窒素を蒸発器によりガス化し、1000 l のバッファタンクに導入し使用する。ガスの加温はライン中に内蔵された 10 kW のヒータにより行う。またガス窒素は赤外試験装置の可視光源の冷却にも使用する。

3) 大気開放システム

大気開放システムは試験終了後、チェンバを大気圧まで戻し、開放後チェンバの汚染を防止するためのシステムである。チェンバは、シュラウドの常温戻し後約 700 Torr までガス窒素を導入し、対流による温度の均一化を図り、その後 100 Torr 付近まで排気する。その後、後述の計装空気発生設備からの乾燥空気を $0.45 \mu\text{m}$ の高性能フィルタを通し導入する。

(2) ヘリウム系

ヘリウム系は、クライオパネル及びスペースバックグラウンドを 20 K に冷却するためのヘリウム冷凍機 3 基、バッファタンク及び寒冷輸送のためのトランスファチューブから構成される。

ヘリウム冷凍機は 2 段膨張のスターリングサイクル式冷凍機で、冷凍機ヘッドのファンにより寒冷を循環する。冷凍能力は 20 K で 55 W である。冷凍機からの低温ヘリウムガスは約 15 m の距離を液化窒素シールド高真空断熱トランスファチューブにより、クライオパネルまたはスペースバックグラウンドに輸送される。基本的な運転パターンは、3 基の冷凍機が 1 基ずつ、それぞれ No. 1, No. 2 チェンバのクライオパネル及びスペースバックグラウンドの冷却を分担しているが、クライオパネル系については、切換弁により、たすきがけの運用、または 2 基の冷凍機により 1 基のクライオパネルを冷却することも可能で、全体としての信頼性を高めている。なお、それぞれの予冷に要する時間は、クライオパネルが約 5.5 時間、スペースバックグラウンドが約 4 時間である。

4.1.4 計測制御系

図12 データ処理装置システム構成

(1) 計測制御装置

計測制御装置は、放射計スペースチェンバの運転に必要な情報の表示、記録及び機器の運転、制御を行うためのもので、以下の基本的な要求を満たすよう計画された。

- ① 少人数による効率的な運用をはかるため、極力自動及び遠隔運転ができること。
- ② 清浄度の管理を良好に行うため、チェンバ運転員がクリーンルームに入らずに運転ができるよう、制御室に設置する中央盤に機能を集中すること。
- ③ 異常発生時には、装置の保護と供試体保護の観点から、最適状態へ移行すること。

特に③項については、異常発生時における装置保護のための処置と供試体保護のための処置とは必ずしも一致しない場合も多く、利害が対立することがある。しかし、宇宙開発における供試体は一般に非常に高価であるのみならず、破損した場合、代替品の入手がほぼ不可能である場合が多い。従って供試体と装置の利害を照らし合わせ最適状態となるよう決定する。

(2) データ処理装置

データ処理装置は、ミニコンピュータにより放射計スペースチェンバの運転状況の監視及び記録、供試体関係の温度環境データの処理及び記録に使用する。図12にデータ処理装置のシステム構成を示す。入力については、チェンバの運転状況がシュラウド温度、液面、真空度等のアナログ入力 32 点、機器ステータスのデジタル入力 32 点、温度計測用熱電対が 32 点さらに運用に柔軟性を増すため外部スキャナを使用し、40 点の入力が可能である。

(3) 計装空気発生設備

計装空気発生設備は、空気圧縮機、除湿機及びバッファタンクから成り、計装装置の駆動及びチェンバ内への

図13 クライオポンプの排气速度

空気導入に使用する。

空気圧縮機は、70 m³/h の油混入の少ない往復動型で、除湿機は吸着剤を使用したプレッシャスイング方式であり、露点が-40℃の乾燥空気を発生する。

5. 運転結果

放射計スペースチェンバの試運転及びその後の運転結果とその評価について述べる。

5.1 排气性能

図11に示した排气曲線は、MESSR の開発試験のものであるが、要求仕様の 5×10^{-6} Torr を十分満たしている。また試運転時のデータによると空引性能についても、約6時間で 10^{-8} Torr 台に到達しており仕様値を満足している。図13にクライオポンプの排气速度の測定結果を示す。

5.2 冷却性能

図11にクライオパネル及びスペースバックグラウンドの冷却曲線を示す。またシュラウドは約1時間で予冷が完了するが、液化窒素消費量は、予冷時が約150 l/h、定常時が約250 l/h である。

5.3 残留ガス

放射計スペースチェンバには、ガス分析のための四重極質量分析計が付属しており、その分析結果によれば、残留ガスの大部分は水である。また質量数の大きな成分は、ほとんど検出していないことから、チェンバ内への油蒸気の侵入は、ほぼ無いと考えて良い。しかしその後実施された供試体を入れた試験では、供試体を使用している接着剤及びヒータ等の熱制御材からの脱ガス成分と思われる質量数の大きな成分が少量ではあるが、検出されている。これは今後、供試体光学部品等の汚染との関連において検討されなければならない。

6. おわりに

放射計試験設備は光学設備も含め昭和56年3月に完成した。我が国においても人工衛星のシステム試験に使用される大型スペースチェンバ^{2,3)}についてはすでに実用段階に入って6年が経過し、その運用技術についても確立しているが、本稿で紹介した熱真空環境中で光学試験を行うという技術は、日本国内のみならず、世界的にも例が少なく^{4,5)}、いまだ試験設備、試験設備、試験技術及びその評価法についても開発途上にある。その特有の問題は、

- ① 光学コンポーネントの汚染防止
- ② 温度変化による光学的アライメントの歪み
- ③ 低温放射を測定する際の外来放射ノイズ
- ④ 試験期間が長期にわたるための装置の信頼性

などであるが、特に汚染防止については、今後の放射計試験設備の運用において最も重視すべき事項のひとつである。殊に VTIR の試験では、最も汚染をきらうべき赤外検知器及び放射冷却器鏡面部が、最も低温になり、なおかつ、それ自身は加熱源をほとんどもたないという皮肉な状態であるため、シュラウド及びスペースバックグラウンドの冷却及び常温戻しの運用には細心の注意が必要である。

このような一例だけでも、放射計試験設備の運用には、それ特有の困難さのあることがわかるが、一方では本年度中に放射計のエンジニアリングモデルの試験を完了せねばならないというスケジュール的な要求もあり、運用技術の開発を行いつつ同時に試験を消化していかねばならない。従って今後とも識者諸兄の有益なご指導、ご助言を期待する次第である。

最後に放射計試験設備の建設にあたった日本酸素㈱、富士通㈱、日本電気㈱の関係各位に深く感謝の意を表する。

〔文 献〕

- 1) R. L. Chuan (大島訳)：宇宙航空学会誌，**16**-177 (1968) 322.
- 2) 遠藤，田代，高田，榊原：低温工学，**11** (1976) 164.
- 3) 西川，金森，榊原：真空，**19**-8 (1976) 257.
- 4) J. D. Shoorc, A. B. Dager, R. P. Day and R. H. Meier: NASA SP-336 (1973) 65.
- 5) W. R. Williamson, A. A. Ott: NASA CR-1902 (1971).