

委18-2

静止気象衛星3号(GMS-3)の可視赤  
外走査放射計(VISSR)に生じた不具合  
及びコマンド系に生じた不具合の原因  
究明及び今後の対策について(報告)

昭和61年11月

宇宙開発委員会 第四部会

静止気象衛星3号（GMS-3）の可視赤外走査  
放射計（VISSR）に生じた不具合及びコマン  
ド系に生じた不具合の原因究明及び今後の対策に  
ついて

昭和61年11月7日

宇宙開発委員会第四部会

宇宙開発委員会第四部会は、静止気象衛星3号（GMS-3）の可視赤外走査放射計に生じた不具合について、昭和61年6月20日以来、またコマンド系に生じた不具合について、昭和61年9月26日以来、それらの原因究明及び今後の対策に係る技術的事項を調査審議してきたが、このたびその結果をとりまとめたので報告する。

## 目 次

1. 静止気象衛星3号(GMS-3)の可視赤外走査放射計に 生じた不具合について .....	1
1.1 可視赤外走査放射計(VISSR)の概要 .....	1
1.2 不具合発生状況 .....	2
1.3 不具合原因の究明 .....	4
1.4 今後の対策 .....	8
2. 静止気象衛星3号(GMS-3)のコマンド系に生じた 不具合について .....	10
2.1 コマンド系の概要 .....	10
2.2 不具合発生状況 .....	11
2.3 不具合原因の究明 .....	11
2.4 今後の対策 .....	13
3. 総合意見 .....	15
参考1. 静止気象衛星3号(GMS-3)の可視赤外走査放射計(VISSR) に生じた不具合の原因究明及び今後の対策について .....	27
参考2. 静止気象衛星3号(GMS-3)のコマンド系に生じた不具合の原因究 明及び今後の対策について .....	28
参考3. 宇宙開発委員会第四部会構成員 .....	29

# 1. 静止気象衛星3号(GMS-3)の可視赤外走査放射計(VISSR)に生じた不具合について

## 1.1. 可視赤外走査放射計(VISSR)の概要

### (1) 衛星の概要

静止気象衛星3号(GMS-3)は、我が国の気象業務の改善及び気象衛星に関する技術の開発に資することを目的とする衛星で、昭和59年8月3日、Nロケット13号機(F)(N-IIロケット6号機)により東径140度の静止軌道に打ち上げられた。初期機能確認後、静止気象衛星2号(GMS-2)に代り、気象庁による運用に供され、可視赤外走査放射計(以下「VISSR」という)により1日14回、雲画像データの取得を行っている。

### (2) VISSRの概要

VISSRは、地球を可視及び赤外波長帯で観測する装置であり、その構造は図1のとおりである。

地球画像は、光学軸に対し45度の角度をなす位置を中心に約10度の範囲で可動する走査鏡を介して光学軸方向へ導かれ、可視、赤外それぞれの検出器により画像信号に変換する。地球画像全体の撮像は、衛星の約100回転/分のスピンのとスピン毎の走査鏡の約0.004度の回転(以下「ステッピング」という)とを組み合わせた二次元走査により行われる。すなわち、衛星のスピンのとにより地球を西から東へ、走査鏡のステッピングにより北から南へ25分かけて2,500ステップを走査し画像取得を行っている。画像取得後、走査鏡は画像取得の際の速度の10.667倍の速度(このような走査鏡の動きを「ラピッドレート」といい、通常の画像取得の際の動きを「ノーマルレート」という)で、南から北端の位置へ戻り(「リトレース」という)、観測を終了する。

### (3) VISSR走査鏡駆動系の概要

VISSR走査鏡駆動系は、図2に示すとおり走査鏡、エンコーダ部、ランプレギュレータ等からなり、システム構成は図3のとおりである。

エンコーダ部には、トルクモータ、軸受及び光学式の走査鏡走査位置検出

機構(以下「エンコーダ」という。)が収められており、左右一対の冗長構成となっている。

走査鏡の走査位置の検出は、エンコーダで行われ、走査鏡回転軸に固定されたガラス円盤(以下「エンコーダディスク」という。)のパターン(図4)を透過するランプ光を円盤の半径方向に並んだ15個の検出器で読み取り明暗を判定することによって行われる。走査位置データは、V I S S R画像データとともに処理されて地上へ送られ、同時にV I S S Rエレクトロニクス内の走査駆動論理回路にも入力され走査鏡の駆動制御に用いられる。

なお、GMS-2において、エンコーダが走査位置の検出を誤り、走査鏡が停止したと考えられる不具合が発生したことから、この対策としてGMS-3では、①ランプ供給電圧をコマンドにより可変にする、②冗長系エンコーダのランプにレニウム入りタングステンのフィラメントを用いる、③主系走査駆動論理回路に、仮に走査位置の検出に誤りが生じたとしても継続して画像取得が可能となるよう、シュードインクリメンタルステッピング機能(ノーマルレートの時のみ動作)を付加する等の措置が構じられている。

## 1.2 不具合発生状況

GMS-3は初期機能確認後、走査鏡駆動系の冗長系を使用して、運用されていた。この間、エンコーダランプの供給電圧はステップ2で運用されてきたが、昭和60年4月1日、走査鏡停止異常が発生したため、ランプ供給電圧はステップ3に上げられた。そして打上げ後1年8ヶ月を経過した昭和61年4月29日、画像取得中に走査鏡が同一ラインを2回走査するという異常が発生した。同様の現象は4月30日にも発生したため、5月2日にランプ供給電圧はステップ4に上げられた。しかし、不具合現象は解消せず、さらに悪化し、画像取得ができなくなってきたため、5月11日、V I S S R走査鏡駆動系は主系に切り替えられた。

(注1)

主系に切り替えた後、拡張フレームモード運用を実施した時、通常観測の北端位置を過ぎた所で走査鏡が停止する異常が発生した。

また、主系エンコーダランプ供給電圧はステップ1で使用したが、画像取得

時1ヶ所、リトレース時3ヶ所で、恒常的にライン番号表示異常が発生していたため、ランプ供給電圧をステップ2に上げ、この結果、異常は解消した。

さらに、これとは別に主系に切替後、リトレース時に走査鏡が一瞬停止していることが確認された。

(注1、走査鏡回転軸を支えるベアリングの潤滑剤の片寄りを防止するため、南北20度の範囲(2500ステップ)の南北端をそれぞれ1.024度広げ、2756ステップの走査を行う。)

これらのV I S S R走査鏡駆動系に発生した不具合の発生状況は次のとおりであった。

### (1) 冗長系

① ライン番号テレメトリ値をもとに、走査異常の特徴を調べた結果は次のとおりであった。

(i) 同一ラインを複数回走査するケースが一番多く、 $4n+2$ または $4n+1$ ( $n$ :整数、以下同じ)ラインのみで発生している。

(ii) 4ライン発振の表示誤りは、 $4n+2$ ラインのみで発生している。

(iii) 長時間停止時、2ラインをサンプリングして表示する現象が見られ、この2ラインはすべて $4n$ と $4n+2$ ラインであった。

一方、地球画像には4ライン周期の乱れが見られた。

② 走査異常の生じたラインは500ラインまでに集中している。

③ 走査異常の発生は観測時刻によって異なり、特に30分間隔で4回連続観測を行う風観測では、後の観測ほど異常の発生は少ない。

④ 走査異常は、詳しく調べた結果、昭和61年2月頃から発生しており、徐々に悪化している。

(注2、4ライン発振:GMS-2で発生した走査鏡停止の不具合現象であり、エンコーダランプの光量低下等により発生し、この場合、ライン番号テレメトリ値は、実際に走査鏡のある位置の値と、4ライン先の誤った値の論理和になる。)

### (2) 主系

画像取得後、ラビッドレートのリトレースにおいて、スピン周期でサンブ

リングされたライン番号テレメトリ値の間には10ないし11の差がなければならぬが、差が9ないし7を示すものが認められた。これは、スピン周期内で走査鏡が一瞬停止していたことを示す(停止推定位置を図5に示す)。この走査鏡停止は、毎回のリトレース時に発生し、ランプ供給電圧のステップアップによっても解消しなかった。また、ノーマルレートでリトレースを行うと、この走査異常は発生しなかった。

### 1.3 不具合原因の究明

#### (1) VISSR冗長系走査鏡駆動系の不具合の分析及び原因究明

##### ① 冗長系走査鏡の走査異常

VISSR走査鏡の回転角度は、図4に示すエンコーダディスクパターンの15トラックの明暗パターンをフォトセルで検出することにより、12ビットのエンコーダデジタル値として出力される。このうち、外側4トラックはファイントラックと呼ばれ、回転角 $280\ \mu\text{rad}$ の繰り返しパターンとなっており、これより図6に示すエンコーダデジタル出力のうち、下位2ビットと回転角 $70\ \mu\text{rad}$ を周期とする鋸歯状信号が得られる。この出力信号と回転角の関係は、ランプ光量低下により影響を受けない。

一方、内側11トラックはコーストラックと呼ばれ、このグレーコードパターンの読み取り結果とファイントラックから得られる下位2ビットから12ビットのエンコーダデジタル出力が得られ、これを変換して走査ライン番号が得られる。グレーコードパターンの読み取りは、明暗の境界で定義され、ランプ光量の影響を受ける。

今回の冗長系走査鏡走査異常は、4ライン周期で発生し、停止異常ラインは4ライン周期の中で一定の特徴を有することから、エンコーダ下位2ビットを生成する4つのファイントラックからの読み取り使号に誤りが生じた結果と考えられる。

##### ② 拡張フレームモード運用時のVISSR走査鏡の停止

5月13日拡張フレームモード運用時のメインバス電流の変化を調べると、走査鏡が停止している間、増加していることが認められた。この時、

走査鏡駆動系は主系が使用されていたが、冗長系を使用していた時の拡張フレームモード運用時のメインバス電流を調べた結果、同じ位置で瞬間的な電流増加が認められた。すなわち、この異常は走査鏡駆動系の主系、冗長系とも発生していること、また通常の画像取得範囲のすぐ外側で発生していることから、ベアリングの潤滑剤の片寄り(ループリカント・ビルドアップ)によるものと考えられる。(この潤滑剤の片寄りによる問題は、GMSシリーズでは初めて発生した現象であるが、米国で同様のVISSRを使用しているSMS/GOESで発生したことがある。)

##### ③ 走査鏡北端保持時のメインバス電流の増加

拡張フレームモード運用時の走査鏡停止時、メインバス電流が増加することが認められたが、走査鏡駆動系を主系に切り替えた5月11日と冗長系で走査異常が発生した4月29日のメインバス電流を調べると、主系で約0.2A、冗長系で約0.3A、走査鏡を動かしている時より北端に保持している時の方が高いことが分った。

また、走査鏡北端保持時のメインバス電流の増加量の経年変化を調べると、打上げ後は見られなかったが、その後徐々に大きくなってきていた。

このため、走査鏡の保持位置を北端から南の位置へ移したところ、メインバス電流の増加は解消した。また、この時、主系エンコーダ近くの温度変化を見ると約8度低下した。同様のエンコーダの温度低下は風観測時にも見られ、これが冗長系の走査異常の解消と関係している可能性がある。

なお、メインバス電流の増加は南端においても見られた。

##### ④ ロールダウン

ベアリングの潤滑剤の片寄りがあると考えられることから、ノーマルモードで何度も走査し、片寄りを押し均らす「ロールダウン」を実施した。その結果、北端では走査鏡が停止し、潤滑剤の片寄りの上を通過することができなかったが、回を重ねるに従って、停止位置は北へ移動した。また、南端では、片寄りの上を往復することによりメインバス電流の増加量は減少している。

このことから、走査鏡北端保持時のメインバス電流の増加は、潤滑剤

の片寄りのためエンコーダトルクモータ電流が増加したことによることが推定される。

#### ⑤ 不具合発生要因の詳細検討

冗長系走査鏡駆動系の走査異常とエンコーダ内の発熱が関係している可能性があることから、熱解析によるエンコーダ内の温度推定と、予備エンコーダを用いた温度シミュレーション試験を実施した。その結果は次のとおりである（エンコーダの内部構造を図7に示す）。

(i) 熱解析、温度シミュレーション試験の結果とも、エンコーダ固定部の温度は高くても40℃程度であった。この温度は設計許容温度範囲内であり、エンコーダの受入試験の高温側は45℃で実施されていることから、温度上昇により電子部品が特性変化、損傷等を起こして不具合に至った可能性は少ない。

(ii) エンコーダのモータは固定部側がコイル、回転部側が永久磁石になっており、熱解析の結果、コイルに電流が流れると固定部は急激に温度が上昇するが、回転部には走査鏡等熱容量が大きいものを取り付けられており、温度上昇はゆるやかである。この結果、固定部と回転部に約10℃の温度差が発生していることが予想される。

(iii) 温度シミュレーション試験の結果、エンコーダの固定部と回転部に温度差がある時、ファイントラックからの信号に異常が発生した。また、スレッシュホールド電圧（走査鏡の停止が生じる直前のエンコーダランプ電圧）に変化が認められた。これは、固定部と回転部に温度差があると、熱膨張量の差によりエンコーダ光学系とエンコーダディスクの相対距離が変化し、エンコーダディスク上に結像していたランプが焦点ボケを生じたことによると考えられる。

(iv) このため、同型のエンコーダを用いて、焦点調整機構を外し、強制的に焦点ぼけを発生させる試験を行った。その結果、エンコーダ光学系とエンコーダディスクの相対距離が短くなるに従い、急激にステップ幅の乱れが発生した。

以上のことから、冗長系走査鏡駆動系の走査異常の原因は次のように推定

される。

○走査鏡ベアリングの潤滑剤の片寄りに起因する走査鏡北端保持時のモータ電流の増加により、エンコーダ内部に内部発熱が生じた。

○この発熱により、固定部の温度が上昇し、回転部と温度差が生じた。これによる熱膨張量の差により、固定部に取付けられたエンコーダ光学部と回転部に取付けられたエンコーダディスクとの間の距離が縮み、焦点ぼけが生じた。また、エンコーダ光学部とエンコーダディスクの取付けは、設計許容範囲内でも短い方へ調整されていた可能性がある。

○この結果、エンコーダのファイントラックからの信号にゆがみが生じ、地球画像に4ライン周期の乱れが発生した。

○さらに、エンコーダ内の温度差が大きくなると、ステッピングの乱れが大きくなり、走査鏡が異常停止した。

#### (2) VISSR主系走査鏡駆動系の不具合の分析及び原因究明

走査鏡のステッピングは走査駆動論理回路で制御され、エンコーダのアナログ信号とステップ信号にトリガされて、時間と共に大きくなるランプ信号との値が等しくなるように走査鏡を保持しつつ行われる（図8）。ステッピングが $\frac{1}{2}$ まで達した時、アナログ信号は反転するため、ランプ信号も反転させる。

両信号の反転するタイミングは同時でなければならないが、タイミングがずれると、走査鏡の動きは異常となる。さらにタイミングのずれが大きくなると、次のステッピング開始時点で一時的に走査鏡が本来あるべき位置にない状態となり、ステッピングが行われなくなる。走査鏡は最終的には所定の位置に落ち着き、ステッピングが再開される。また、タイミングのずれがさほど大きくない場合でも数回ステッピングする間にずれが蓄積し、ステッピングが行われなくなることもある。このような現象は「つまずき現象」と呼ばれ、ラビッドレート特有の現象として、同型の走査鏡駆動系開発初期から認められていた。

今回の主系走査鏡リトレース時の不具合発生状況を見るとつまずき現象特有の特徴が見られた。

#### 不具合発生要因の詳細検討

主系走査駆動論理回路では、アナログ信号の不連続を検出してランプ信号を反転させている。また、エンコーダには一度反転が起こると、エンコーダシャフトの微小な逆回転等から生じるノイズに対してアナログ信号が再び反転しないようヒステリシス回路が設けられている。

今回の不具合はつまずき現象と考えられることから、アナログ信号の不連続、即ち反転が検出されず、その結果、ランプ信号の反転のタイミングがずれたものと考えられる。この時、ヒステリシス回路が十分に機能せず、ノイズの影響により、アナログ信号の不連続が鈍化していたものと推定される。

走査異常ライン番号は、約900、1,400、1,900ライン付近に集中しているが(図5)、これらの位置は、グレーコードの高位ビットの遷移箇所であるとともに、エンコーダデジタル出力信号に変換する際に、桁上り回数の多い箇所でもある。

このことから、桁上りの回路が、ヒステリシス回路のS/Nに影響を与え、その結果、ヒステリシス回路が十分機能しなかった可能性がある。

なお、冗長系の走査駆動論理回路では、ランプ信号の反転には、エンコーダデジタル信号の遷移を用いており、このためノイズによるランプ信号の反転のタイミングのずれは発生することはない。

#### 1.4 今後の対策

##### (1) GMS-3運用に対する対策

冗長系に生じた不具合は、潤滑剤の片寄りによる走査鏡北端保持時のトルクモータ電流増加に伴うエンコーダ内部の発熱によって生じたと考えられる。

このような潤滑剤の片寄りについては、メインバス電流と走査ラインの関係を適宜調査し、片寄りの発生状態を把握するとともに、片寄りが大きくなってきたと認められる場合にはロールダウン(押し均し)を行うことにより、未然に不具合の発生を防止することが可能であると考えられる。

従って、冗長系については、走査鏡を北端より南の位置に保持し、潤滑剤の片寄りをおさえることにより、使用できる可能性が高いと考えられ、今後、

使用について検討することが必要である。

なお、主系については、切り替えてから、観測後、走査鏡が一瞬停止するつまずき現象が発生しているものの、観測に支障はなく、潤滑剤の片寄りの発生に十分注意することにより、正常に運用されている。

##### (2) 今後の衛星に対する対策

潤滑剤の片寄りについては、エンコーダ内に温度テレメトリセンサを設け、走査異常に至るまでに片寄りの状況を把握し、ロールダウン(押し均し)等により、不具合発生を未然に防ぐよう検討することが必要である。

また、つまずき現象については、エンコーダのヒステリシス回路の性能を製造段階から確認を行い、信頼性の向上を図るとともに、つまずき現象がないことを確認するために十分試験を実施することが必要である。

なお、静止気象衛星4号(GMS-4)の開発において、今回の不具合とは別に、LEDを用いたエンコーダを採用し、発光素子の長寿命化、焦点深度の増大等の改良が図られている。また、走査駆動論理回路のランプ信号の反転にエンコーダデジタル信号の遷移を用いるよう設計が進められている。

これらにより、今回と同種の不具合が発生する可能性が少なくなることが期待される。

さらに、今後、静止気象衛星の観測機器については、要求精度を維持しつつ、信頼性向上を図るよう、その方式を検討するとともに、設計段階における解析及び試験等において十分確認が行われることを期待する。

## 2. 静止気象衛星3号(GMS-3)のコマンド系に 生じた不具合について

### 2.1 コマンド系の概要

#### (1) コマンド受信処理部の概要

GMS-3のコマンド受信処理部はSバンド受信機、USB受信機及びコマンド復調復号機から構成されており、これらの機器は二重構成になっており、図9に示すように結合されている。

2種類の受信機のうち、気象庁の運用にはSバンド受信機が用いられており、Sバンド受信機は主系、冗長系のいずれか一方のみがオンになっている。また、USB受信機は宇宙開発事業団で用いられており、主系、冗長系とも常時オンになっている。

#### (2) コマンド復調復号機の概要

コマンド復調復号機は図10に示すように復調部と復号部に大別される。

SバンドまたはUSB受信機で受信されたコマンドの処理フローは次のとおりである。

- (i) SバンドおよびUSB受信機の受信信号は復調部に入り、受信機選択器により交互にサンプリングされており、受信信号から、“0”、“1”または実行トーンが、トーン検出器により検出されると、受信機選択器はサンプリングを停止する。同時に、トーン検出器は復号部電源投入信号を復号部電源回路に送る。復号部は復調部がトーンを検出している間、オン状態に保たれる。
- (ii) 受信信号は復調部で復調され、振幅変調されていたクロック信号とコマンドデータまたはコマンド実行信号として復号部に伝えられる。
- (iii) 復号部に送られたコマンドデータは復号器固有のアドレスと照合され、合致すればコマンドシフトレジスタに収められる。
- (iv) アドレスが合致して、コマンドシフトレジスタに収められたデータはコマンドホールドレジスタに移されるとともに、テレメトリレジスタに分岐

される。

コマンドホールドレジスタに収められた8ビットのコマンド番号に応じて、パルスコマンドゲートマトリックスを駆動し、256通りのゲートのうち1個を導通状態にする。

テレメトリにより、地上でコマンド番号が確認されてコマンド実行信号が発信され、コマンド復調復号器で検出されることによりコマンドが実行される。

### 2.2 不具合発生時の状況

昭和61年8月6日、気象庁からGMS-3に向けてコマンドを送信したが、衛星からのコマンド復号ステータステレメトリデータはオールゼロとなり、コマンドを正しく復号したことを示さず、Sバンドによるコマンド送信が不能となった。このため、USBによるコマンドを送信した。この時、復調復号器1をアドレスしてコマンドを送信したが、テレメトリデータは同様に異常であった。次に、復調復号器2をアドレスしてコマンドを送信したところ、テレメトリデータは正しくコマンドを復号したことを示した。このため、Sバンド受信機を2に切り替え、復調復号器2を使用するようにし、その後、正常に運用が行われている。

### 2.3 不具合原因の究明

不具合発生時の状況から、今回の不具合の原因は、復調復号器1または、テレメトリユニットのコマンドテレメトリのみに係る部分に異常が発生したものと考えられる。このため、不具合発生時のテレメトリ等から不具合の分析を行った。

- (i) 復調部ロックステータスは、復調部がトーンを検出し、サンプリングを停止したことを示しており、また、メインバス電流テレメトリは、復号部に電源が投入され、正常時と同等の電力が消費されていたことを示していた。一方、受信機選択器から出ている受信機種別信号は正しくテレメトリで送られ

ていない。

さらに、不具合箇所の推定範囲を狭めるため、復調復号器1に切り替えて軌道上試験を行った。その結果は次のとおりであった。

- (ii) テレメトリユニットを主系から冗長系に切り替えても、異常は解消しなかった。
- (iii) パルスコマンドゲートマトリックスのコマンド番号に応じた駆動により、コマンド復号部の消費電力は変化する。このため、3通りのパルスコマンドを送信してメインバス電流の変化を調べた。

また、同様の試験を復調復号器2についても行った。その結果、メインバス電流は復調復号器1、2ともほぼ予測に合った変化を示した。

以上、(i)~(iii)から、コマンド信号は受信されてから、コマンドホールドレジスタへは正常に転送されており、また、テレメトリユニットの異常ではないと考えられる。従って、不具合箇所はテレメトリレジスタにコマンドデータを分岐した箇所からテレメトリユニットへのテレメトリデータ送出端子までの範囲にあると考えられる。

#### 不具合発生要因の詳細検討

テレメトリレジスタは4個のシフトレジスタで構成されており、その概要を図11に示す。今回の不具合は、コマンドシフトレジスタから正常に入力されたコマンドデータがオールゼロとして出力されているものと考えられることから、不具合箇所は次のように推定される。

- ① レジスタSR4
- ② SR4のQ<sub>D</sub>からテレメトリデータ送出端子に至る配線  
(レジスタ1個)
- ③ SR4のMODE端子に入力されているタイミング信号3  
(NANDゲート1個、インバータ1個)
- ④ CLK1端子に入力されているテレメトリクロック  
(NANDゲート2個、インバータ4個、JKフリップフロップ1個)

基盤内の部品は、それぞれのライン上にある部分で、いずれかが故障したければ、今回の不具合が発生し得る。

不具合箇所は、デジタル回路であり、不具合発生状況を見ると、不具合に結びつく前兆や不安定現象を伴っていないことから、今回の不具合は①~④の回路中にオープンあるいはショート故障が生じたことによると考えられる。

このような不具合を生じ得る要因として、温度環境を調べたところ、13°C~22°Cと推定され、この温度はコマンド復調復号器の設計許容温度範囲内である。また、不具合発生時の宇宙環境モニタ(SEM)のデータを調べた結果、通常時との差は認められなかった。

さらに、製造段階についても調査を行ったところ、同一設計のGMS-2のコマンド復調復号器と同一手順で製造されており、また、試験においても、不具合に結びつく要因は見当らなかった。

なお、GMS-2は軌道上で5年経過したがコマンド系に異常は発生しておらず、今回のGMS-3の不具合は、打上げ後2年を経て発生したものである。

以上のことから、今回の不具合の原因はコマンド復調復号器1のテレメトリレジスタの中の前記①~④の部分にオープンあるいはショート故障が発生したことによると考えられるが、さらに具体的に不具合に至る要因を推定することは困難である。

#### 2.4 今後の対策

現在、コマンド復調復号器2を用いて、正常に運用されている。今回、不具合が発生した箇所は、コマンド復調復号器1のコマンドデータをテレメトリユニットへ送出する部分と考えられ、送信したコマンドと復号されたコマンドとの照合が地上でとれないものの、実行コマンドを送信すれば、コマンドが正常に実行される可能性があると考えられる。

このため、万一、現在使用している系に不具合が発生した場合、コマンド復調復号器1を使用する可能性について十分検討する必要がある。

また、今後、同種の不具合の発生確率をより小さくするよう、さらに一層信頼性を確保するため、製造、試験等における品質確保、性能確認について検討する必要がある。

### 3. 総合意見

(1) 昭和59年8月に打ち上げられたGMS-3のVISSRに生じた不具合については、冗長系走査鏡駆動系の走査異常と主系に切替後のリトレース時の走査異常がある。

冗長系に生じた不具合については、走査鏡北端位置にベアリングの潤滑剤の片寄りが生じたことから、トルクモータ電流が増加し、これに伴う発熱により走査鏡位置の検出機構にずれが生じたことが原因と推定される。

この潤滑剤の片寄りによる問題は、GMSシリーズでは初めて発生したが、同種のVISSRでは片寄りが生じたことがある。

今後、片寄りの発生については、監視を強化し、兆候が見られた時はロールダウンの実施等により、不具合の発生を未然に防ぐようにすべきである。

また、主系に生じた不具合については、エンコーダのヒステリシス回路が十分機能しなかったため、走査鏡の微小回転によるノイズのため走査異常が発生したものと推定される。

このため、製造段階から十分性能確認を行い、信頼性の向上を図るとともに、システム試験等により十分機能確認を行うことが必要である。

なお、GMS-4の開発におけるエンコーダ光学系等の設計変更により、同種の不具合が発生する可能性は小さくなることが期待されるが、さらに今後も、観測機器については、その方式、信頼性向上について十分検討を行っていくことを期待する。

(2) コマンド系に生じた不具合については、コマンド復調復号器1のテレメトリレジスタの中に異常が発生したものと考えられる。今後、同種の不具合が起きないように、より一層信頼性を確保するため、製造、試験等における品質確保、性能確認について検討する必要がある。

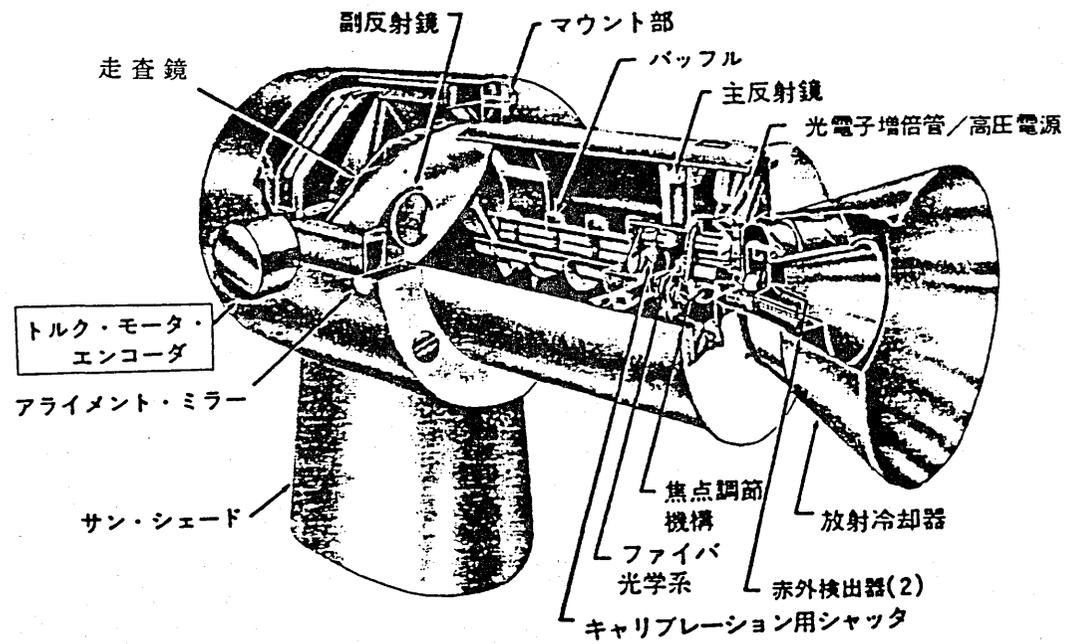
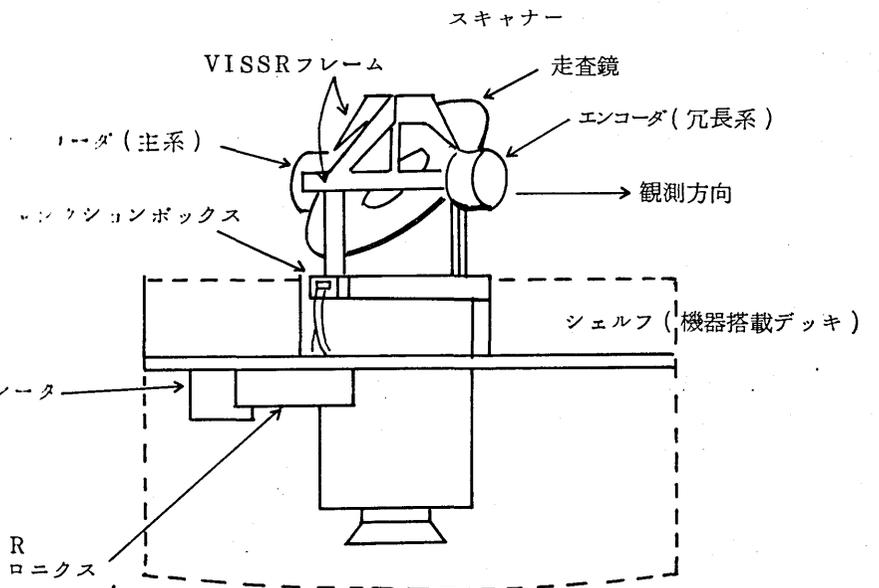
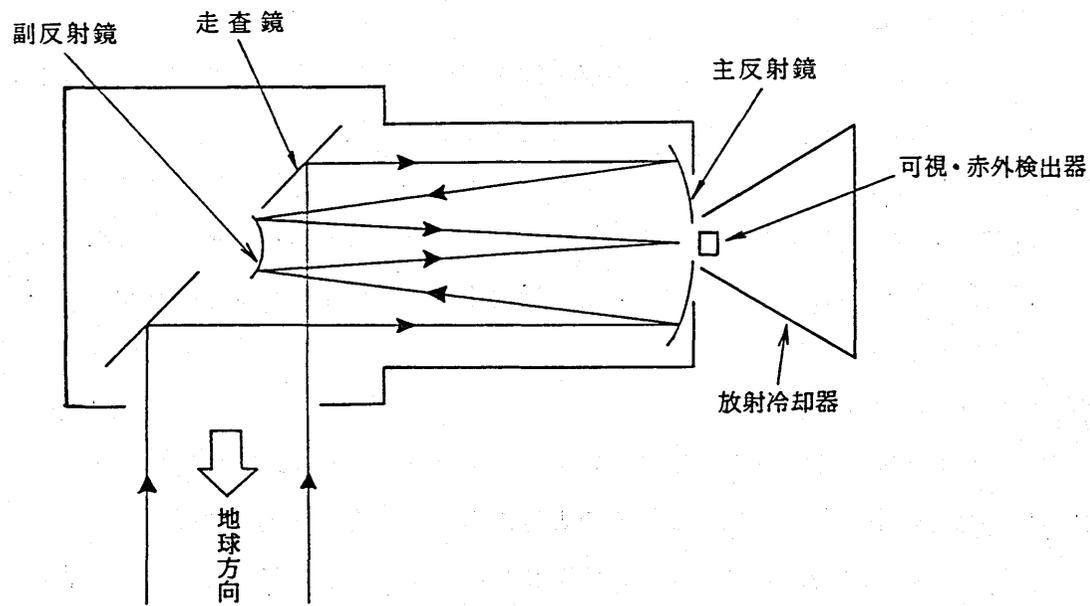


図1 可視赤外走査放射計 (VISSR) の構造



VISSR  
エレクトロニクス

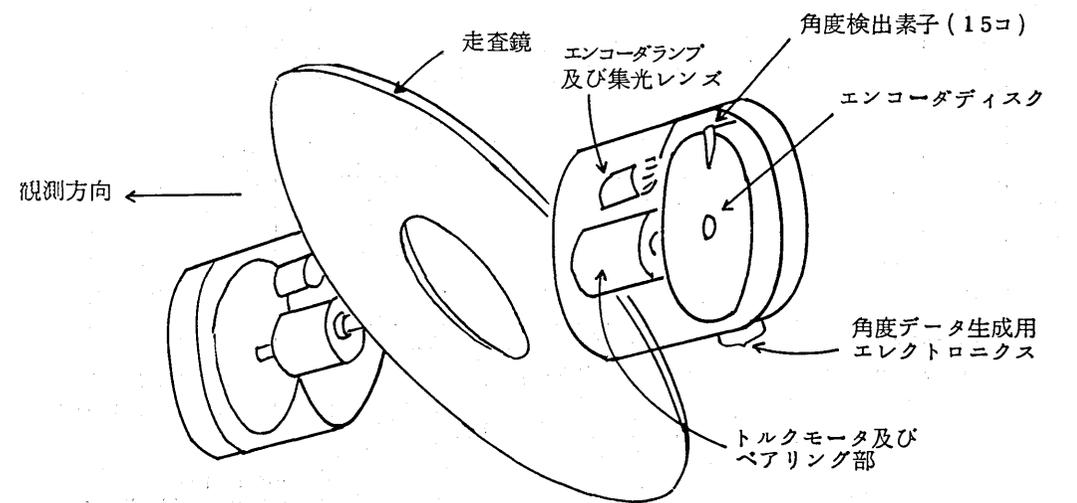


図2 VISSR走査鏡駆動系の配置

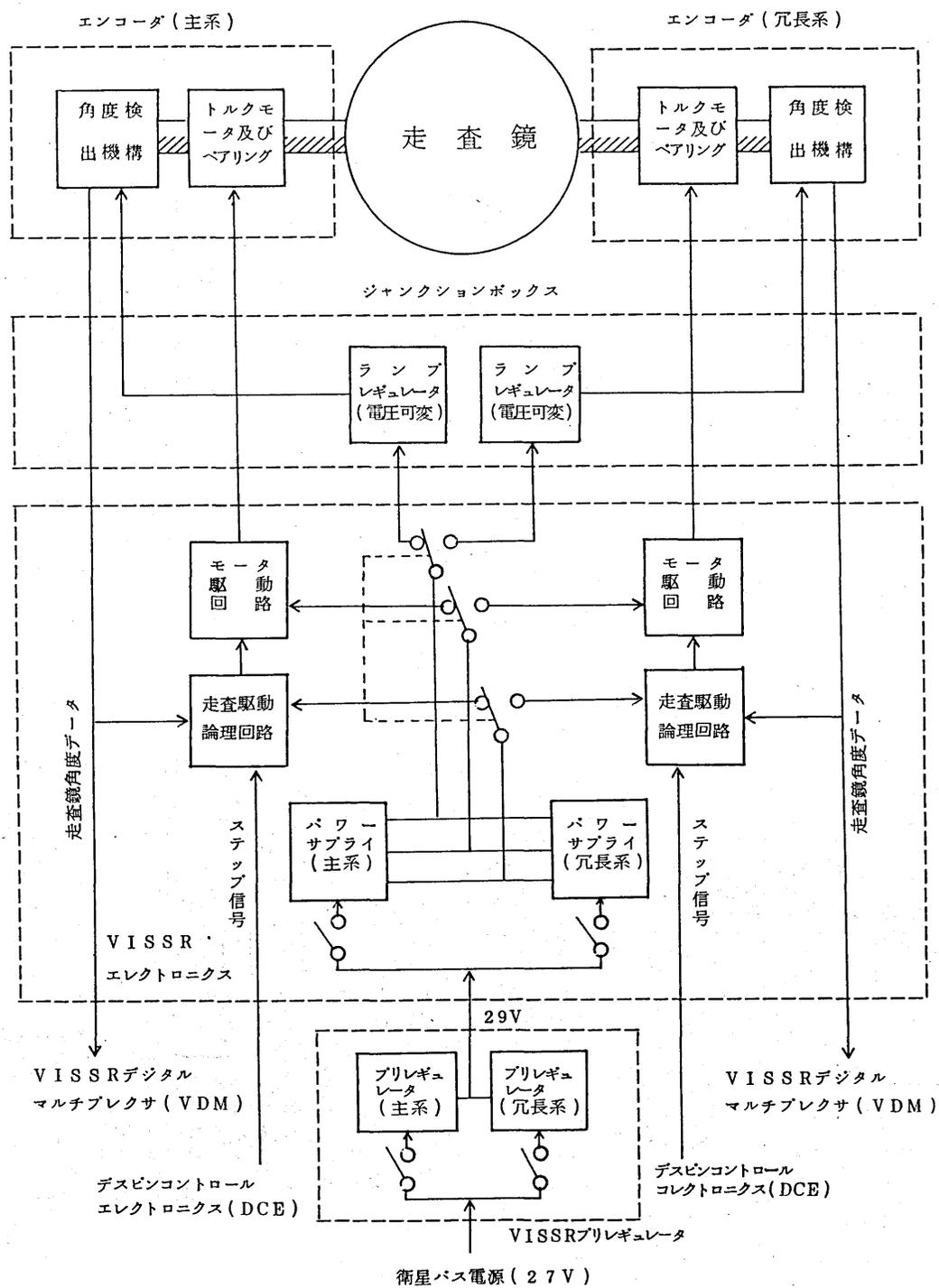


図3 VISSR 走査鏡駆動系のシステム構成図

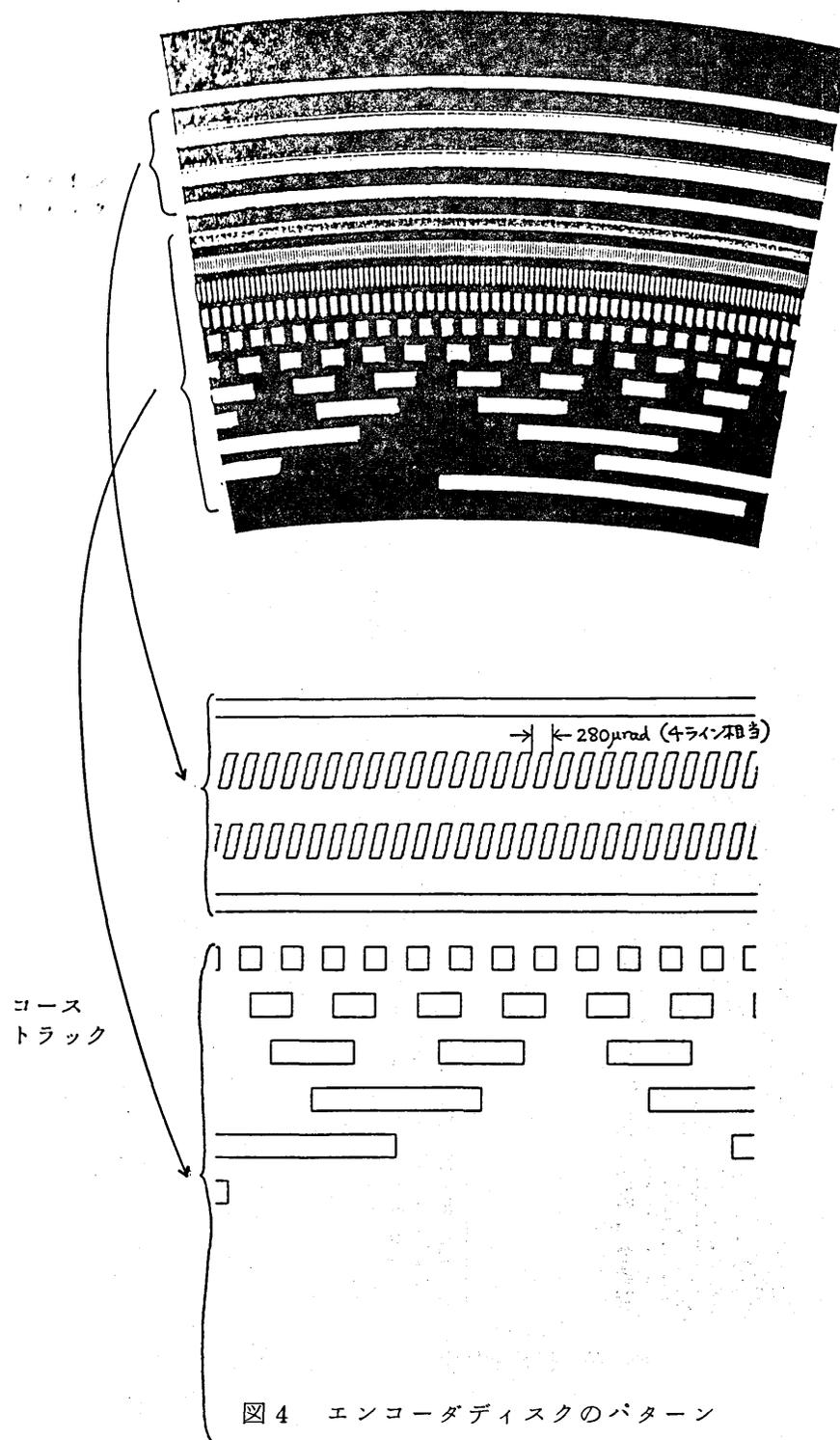


図4 エンコーダディスクのパターン

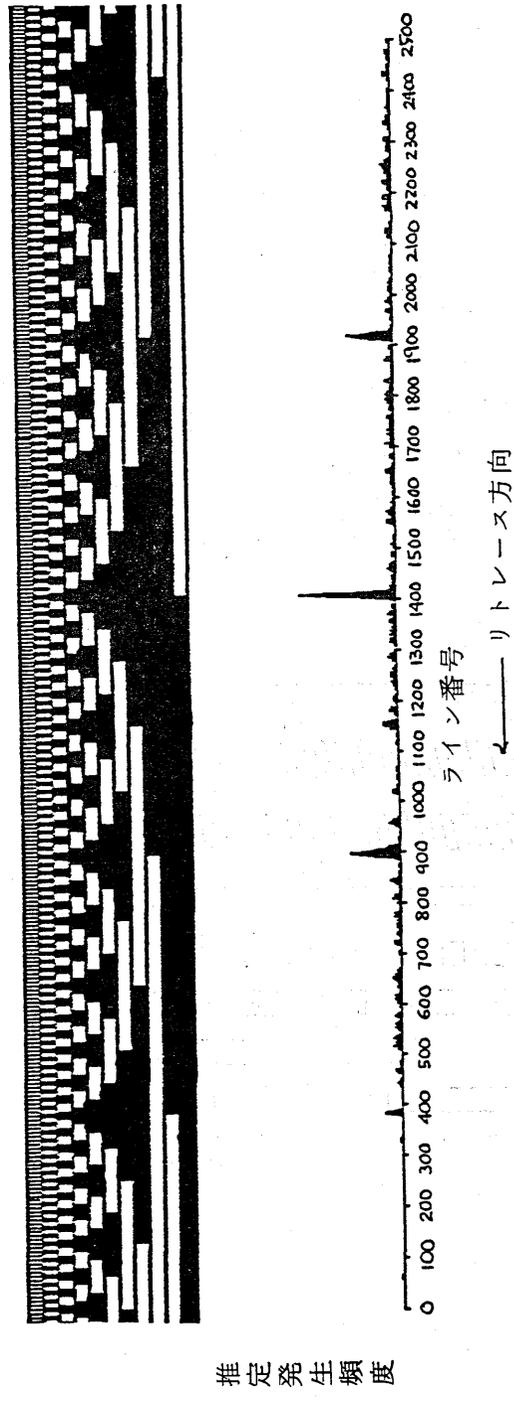


図5 主系リトレース時走査異常発生状況

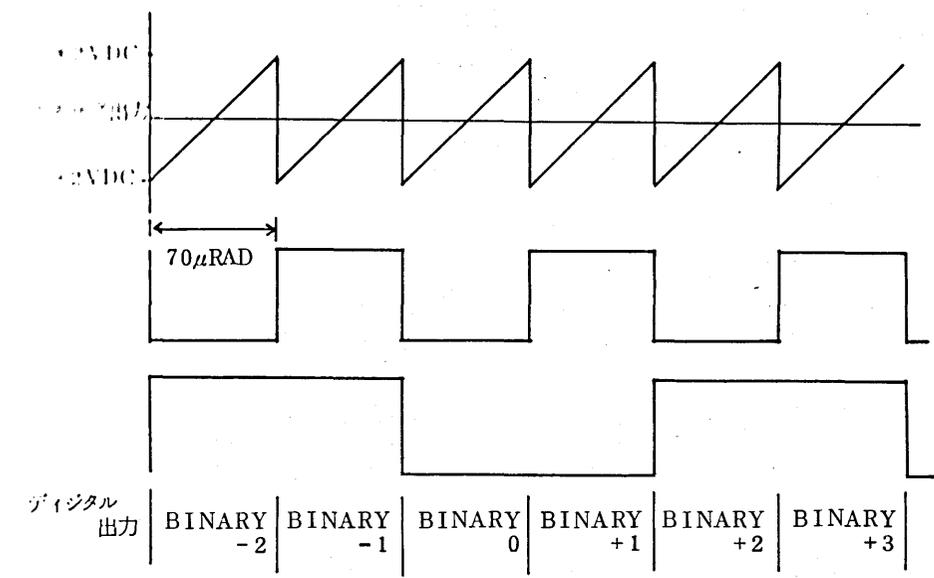


図6 エンコーダファイントラックからの出力

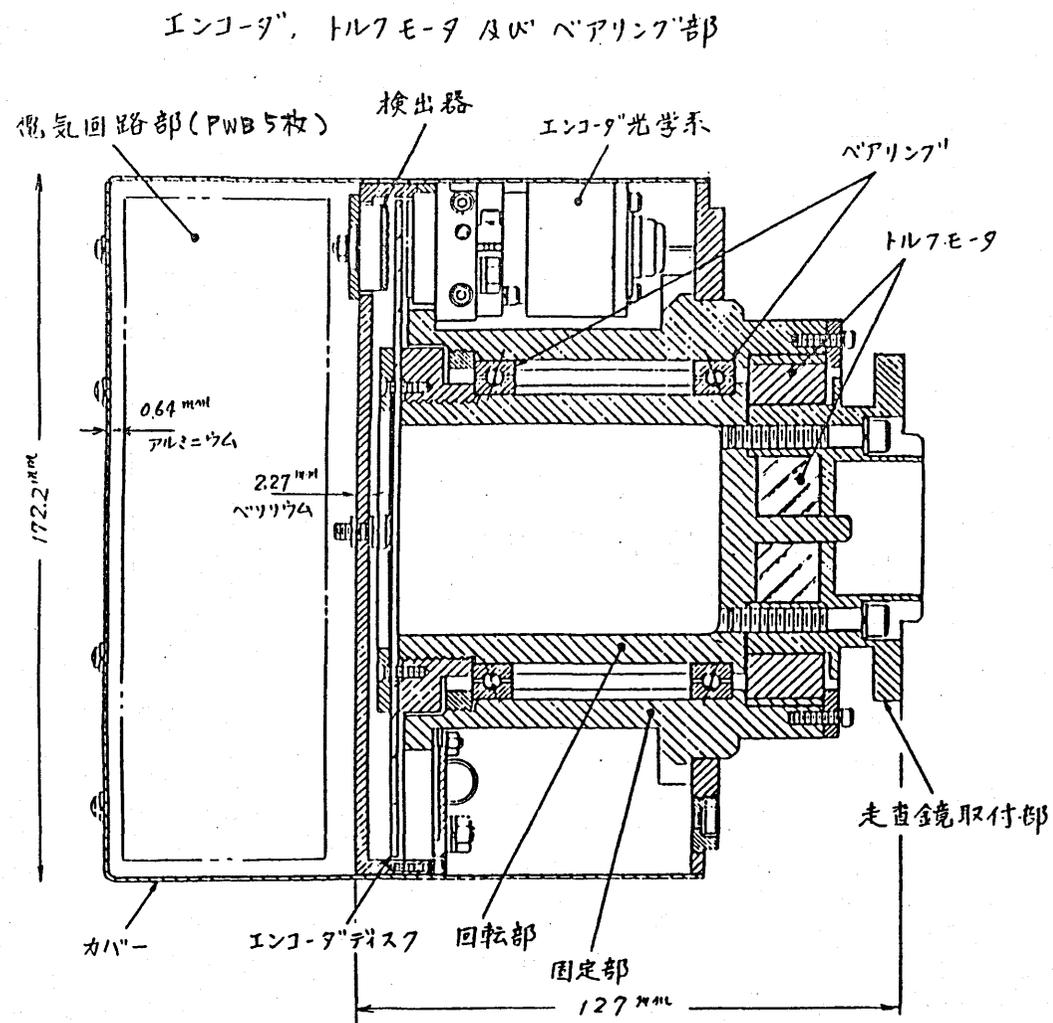


図7 エンコーダ断面図

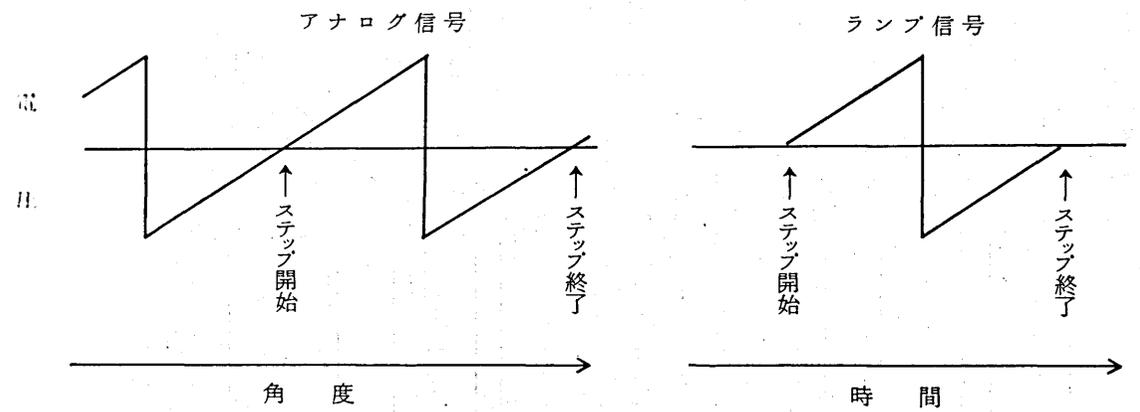
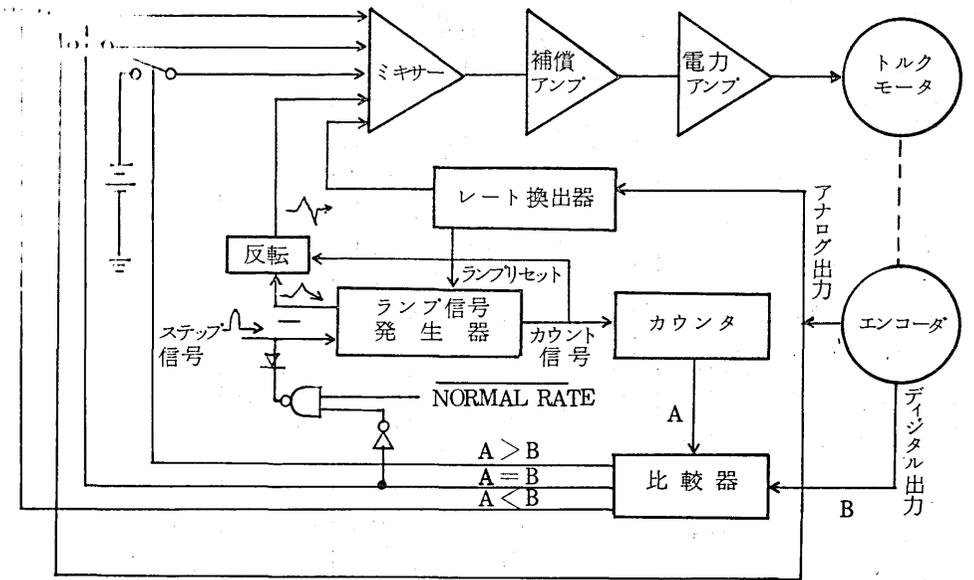


図8 走査鏡駆動論理回路とステッピング時の信号



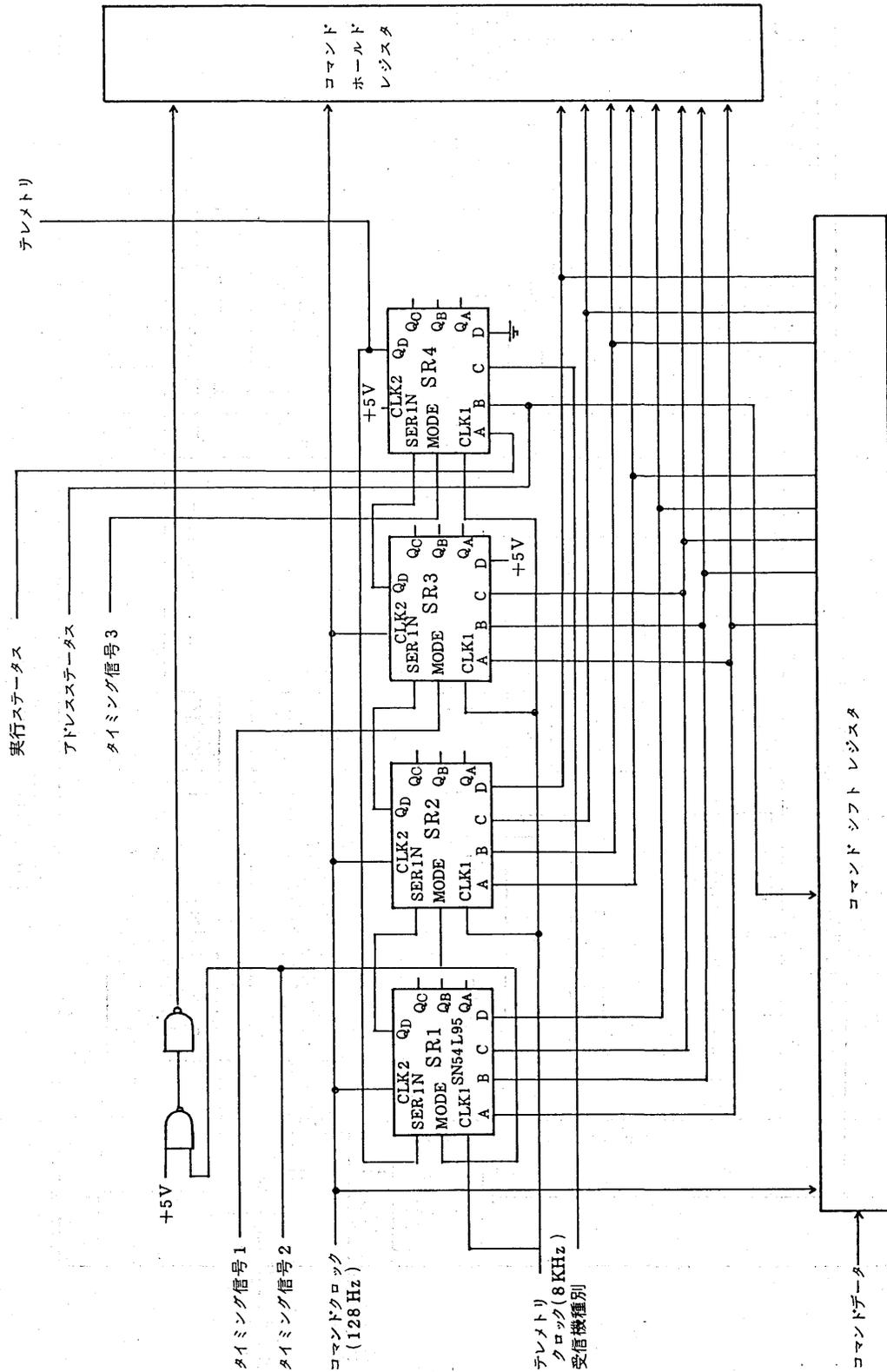


図 11 テレメトリレジスタ

静止気象衛星 3 号 ( G M S - 3 ) の可視赤外  
走査放射計 ( V I S S R ) に生じた不具合の  
原因究明及び今後の対策について

昭和 6 1 年 6 月 1 1 日  
宇宙開発委員会決定

1. 昭和 5 9 年 8 月に打ち上げた静止気象衛星 3 号 ( G M S - 3 ) の可視赤外走査放射計 ( V I S S R ) に生じた不具合に関して、その原因の究明及び今後の対策について調査審議を行うものとする。
2. このため、原因究明及び今後の対策に係る技術的事項について、第四部会において調査審議を行うものとする。この調査審議は、昭和 6 1 年 1 0 月末までに終わることを目途とする。

静止気象衛星 3 号 ( G M S - 3 ) のコマンド系に生じた  
不具合の原因究明及び今後の対策について

昭和 6 1 年 9 月 2 4 日  
宇宙開発委員会決定

1. 昭和 5 9 年 8 月に打ち上げた静止気象衛星 3 号 ( G M S - 3 ) のコマンド系に生じた不具合に関して、その原因究明及び今後の対策について調査審議を行うものとする。
2. このため、原因究明及び今後の対策に係る技術的事項について、第四部会において調査審議を行うものとする。この調査審議は、昭和 6 1 年 1 1 月末までに終えることを目途とする。

宇宙開発委員会第四部会構成員

( 5 0 音順 )

委員長	佐 貫 亦 男	日本大学理工学研究所顧問
委員代理	内 田 茂 男	名城大学理工学部教授
専門委員	秋 葉 鎌二郎	文部省宇宙科学研究所教授
	大 島 耕 一	文部省宇宙科学研究所教授
	小 林 繁 夫	東京大学工学部教授
	* 竹 中 幸 彦	宇宙開発事業団理事
	塚 本 賢 一	郵政省電波研究所長
	( 昭和 6 1 年 7 月から )	
	中 込 雪 男	国際電信電話株式会社常務取締役
	長 洲 秀 夫	科学技術庁航空宇宙技術研究所長
	林 友 直	文部省宇宙科学研究所教授
	* 船 川 謙 司	宇宙開発事業団理事
	前 田 弘	京都大学工学部教授
	虫 明 康 人	東北工業大学長
	* 村 山 信 彦	運輸省気象庁気象衛星センター所長
	若 井 登	郵政省電波研究所長
	( 昭和 6 1 年 7 月まで )	

注) \*印の専門委員は、今回の調査審議については、説明者として参加した。