

## 技術試験衛星Ⅶ型（E T S - Ⅶ）の運用状況について

平成 1 0 年 3 月 1 8 日

宇 宙 開 発 事 業 団

1. 報告事項

技術試験衛星Ⅶ型（E T S - Ⅶ）の最近の運用状況と、この間に発生した異常事象等に関する原因及び処置対策について報告する。

2. これまでの運用状況

（1）E T S - Ⅶの最近の主要な運用イベントは次のとおりである。

|                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 平成 1 0 年 3 月 2 ～ 3 日 | R B T チェックアウト①           |
| 同 4 日                | R V D チェックアウト① (1/2)     |
| 同 7 日                | 電源系チェックアウト② (フェイル/ターゲット) |
| 同 9 ～ 1 0 日          | 原子状酸素モニタチェックアウト          |

（2）初期機能確認の結果

## ① バス系

3 章に述べているような一部の異常事象を除いては、バス系の各サブシステムとも正常に機能動作を行っていることが確認された。

## ② ロボット実験系（R B T）

3 月 2 日及び 3 日のチェックアウト（R B T ①）の結果、ロボット実験系搭載計算機への搭載ソフトウェアの転送、搭載計算機／アーム駆動回路の機能確認、アーム先端のツールの動作確認、そしてロボットアームの関節の動作等、ロボット実験系に関する最初の一連の機能確認が良好に行われた。

## ③ ランデブ・ドッキング系（R V D）

3 月 4 日にランデブ・ドッキング系（R V D）の最初のチェックアウトを行い、搭載計算機への搭載ソフトウェアの転送、R V D モードで正常にフライトできること、R V D 機器の動作、G P S 絶対航法などが正常に行われることを確認した。

なお、チェックアウト終了後に R V D モードから通常の A O C S モードに戻すときに、3 章で述べる姿勢異常が発生したことから、3 月 5 日のチェックアウトは延期した。

## ④ 原子状酸素モニタ（A O M）

3 月 9 日及び 1 0 日に、T D R S による S S A オムニ回線を使用して、A O M の初期機能確認試験を実施し、A O M - E（エレクトロニクス）及び A O M - S（センサ）のいずれも正常に動作すること、また A O M - S に使用しているイオン検出及び電子増倍管（M C P）が最大電圧 9 0 0 V でも正常に動作することを確認した。

### 3. 異常事象とその原因及び処置対策

#### (1) 衛星の姿勢異常(11月30日)

平成9年11月30日に発生した姿勢異常に関して、慣性センサの信号にスパイク状のノイズが見られたが、対応処置としてスパイク状のノイズが発生した場合にそのデータをリジェクトするように、姿勢制御系のソフトウェアを改修した。その結果、設定値(0.04度/秒;ホイール制御時)以上のノイズはリジェクトされ、この機能が正常に動作していることが確認されている。

改修ソフトウェアにはこのデータリジェクト回数、即ちノイズ混入回数を累積カウントする機能を持たせており、1月21日以来、1日1~2回の頻度でノイズ混入頻度をモニタする運用を続けてきた。その結果、次のことが分かってきた。

- a. ノイズの混入はピッチ軸に顕著に現れている。
- b. ロールバイアス運用により軌道レートがヨー軸にも現れる期間では、ノイズ混入頻度がヨー軸でも増加する。

これらの事実より、ノイズ混入は角速度入力値が大きければ頻度も増加する傾向があると推測される。

今後もデータを累積することにより、不具合原因の解明に資するものとする。

なお、改修を施したその他のソフトウェアについても、現在まで軌道上で安定して動作している。

#### (2) ハイゲイン系リターン回線出力の低下

##### (i) 異常のその後の経過

平成10年2月2日に発生したハイゲイン系リターン回線送信出力の低下現象については、2月10日以降正常な値を示さなくなったが、3月4日の最後の2パスになって、再び可視の最初の数分では正常な値を示す現象に戻った。また、変動幅及び低下量ともに落ち着く傾向も見られている。

図1にはこれまでのハイゲイン回線の運用パスにおける送信出力テレメトリデータのトレンドを示す。

##### (ii) 異常の原因調査状況等

原因調査として故障要因分析(FTA)を行っているが、現状としてはスイッチからダイプレクサに至るまでの各接続部における接触不良か、あるいは途中のどこかで放電が発生しているかのいずれかであるものと推定し、ケーブル及びバンドリジェクションフィルタを対象に再現試験を実施中である。また併せて、打上げ前の地上における試験データの詳細なレビューを行っている。

現在、送信出力レベルが低下している場合においても、NASAから送られてくるC/N0 データからは回線マージンがあり、実際テレメトリデータ及び画像データは

正常に取得されている。

なお、3月4日に姿勢異常が発生したときに、TDRSからのフォワード信号の受信レベルテレメトリ値が約10dB低下するまでリターン回線は繋がっていたことから、実際にはさらに回線上のマージンがあるものと思われる。

従って、このままレベルの低下が進むことなく現在の状況が続く限りは、衛星運用において送信出力が低下した状態でも実験運用等に支障はないものと判断している。

### (3) ランデブ・ドッキング系から姿勢軌道制御系への切替時姿勢異常

#### (i) 異常発生状況

- ・3月4日23時15分頃、ランデブ・ドッキング系初期機能確認作業を終了するため、衛星の姿勢制御をランデブ・ドッキング(RVD)モードより姿勢軌道制御系(AOCS)モードに切り替えたところ、ピッチ軸まわりに約0.1度/秒で回転する状態に至った。
- ・このため3月5日午前1時37分(日本標準時)頃に欧州宇宙機関(ESA)クール局より地球捕捉モード移行のためのコマンドを送信し、同日午前2時33分(日本標準時)頃の沖縄宇宙通信所にて、地球捕捉モードに移行していることを確認した。また、同日午前9時17分頃に、沖縄宇宙通信所からのコマンドにより定常制御に戻した。
- ・不具合発生時、RVDモードからAOCSモードへの切替の際に、姿勢軌道制御系(AOCS)のFDIR(故障検出・分離・再構成)が動作し、地球捕捉モードに移行している。FDIRが動作したのは、衛星のピッチ軸まわりの姿勢角速度が規定の値(0.05度/秒)を超えたことに起因する。
- ・このとき、FDIR機能で切り替えるはずの入出力制御回路(IOC)が切り替わらず、衛星がピッチ軸まわりに回転する状態に至った。IOCは姿勢軌道制御電子回路(AOCE)と地球センサ、スラスタ駆動回路等の周辺機器とのインターフェースを取り持つ役割を有するが、AOCEからの冗長系への切り替え指令に対し切り替えが行われなかったために、これら周辺機器からのデータ、及び周辺機器へのデータが授受できない状態となった。

#### (ii) 発生の原因調査及び処置状況

- ・RVDモードからAOCSモードへの切替とほぼ同時に、瞬時に衛星のピッチ軸まわりに姿勢角速度の変化(約0.05deg/s)が発生しており、スラスタの誤噴射によりFDIRが動作したものと判明した。
- ・スラスタ誤噴射の原因は、モード切替直後の最初の1メッセージ(データ列)をAOCS側で誤解釈し、スラスタを噴射させたことによる。
- ・IOCが切替わらなかった原因については、正常時には安全性を考慮し、地上からのコマンドでRVDモードからAOCSモードへの切替を行い、続いてIOC切替禁止の解除を行う手順となっている。しかし、今回の不具合ではモードの切替直後に姿勢レート

が規定値を越えFDIRが動作したため、FDIRによるIOC切替動作が利かなかったことによる。

- ・これら一連の不具合に対する対処として、モード切替直前にスラスト噴射を禁止し、AOCsからのIOC切替禁止解除のコマンドを、モード切替と同時に送出する。その直後にスラスト噴射する禁止解除をする手順とすることとする。

#### (4) ロボット実験系初期機能確認時に発生した関節動作異常

##### (i) 異常発生状況

平成10年3月17日(火)に実施したロボット実験系初期機能確認試験時に、関節1を約-50度回転させる試験において、約-29度で可動範囲リミットスイッチが作動し緊急停止した。

##### (ii) 発生の原因調査及び処置状況

発生原因及び処置方法については現在検討中である。

#### (5) ロボット実験系初期機能確認時に発生したロボット実験系搭載計算機ステータス異常

##### (i) 異常発生状況

平成10年3月17日(火)に実施したロボット実験系初期機能確認試験時に、ロボット実験系搭載計算機の、視覚制御系インターフェースユニットのステータス異常がテレメトリにより確認された。その後の再現試験においては異常は再現しなかった。本回路は視覚系カメラからの画像をロボット実験系搭載計算機に取り込むためのインターフェース回路である。

##### (ii) 発生の原因調査及び処置状況

発生原因及び処置方法については現在検討中である。

#### 4. 今後の予定

現在バス系の初期機能確認は終了し、引き続き実験系のチェックアウト及びミッションチェックを実施中である。

今後の予定としては、3月にロボット実験系のチェックアウトの残り(RBT②)及び外部機関(MITI、CRL、NAL)のロボット実験機器チェックアウトを行い、3月末にはランデブ・ドッキング系についてもチェックアウトの残り(RVD②(2/2))と引き続いてターゲット衛星保持解放機構(TRR)展開を行う。

そしてミッションチェックを5月初めには終了し、その後本格的な実験運用に移行する予定である。

なお、これまでに発生した異常事象に対する対策等については、それまでに処置を完了し、衛星の安全性を十分に確保した上で実験を開始する考えである。

また、COMETSが静止軌道に投入されなかったことから、当初の考えに従って米国NASAのTDRSを使用してETS-VIIの実験運用を行っていく方向で、今後具体的な計画を検討している。

DIP PWR  
最大/最小トレンド  
(パス間等間隔)

1998年3月6日

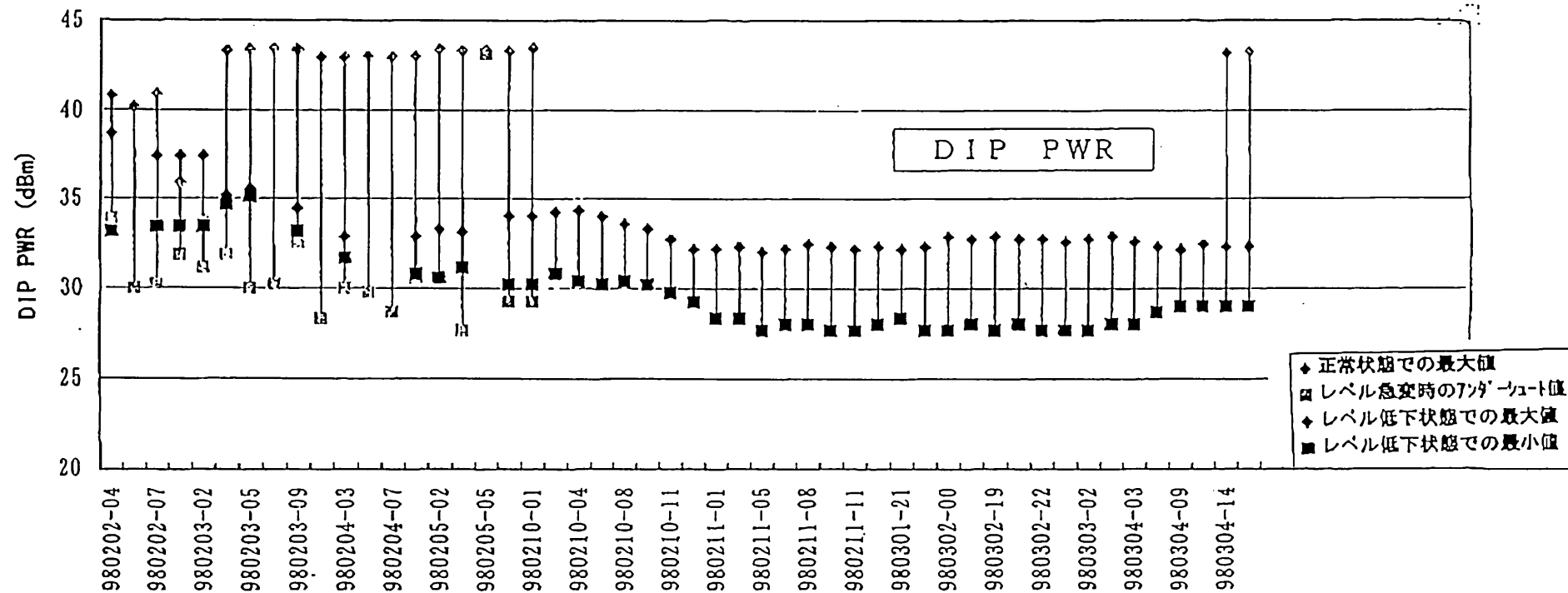


図 1 送信出力テレメトリのトレンド

平成10年3月18日  
宇宙開発事業団

技術試験衛星Ⅶ型(ETS-Ⅶ)「おりひめ／ひこぼし」の  
初期機能確認試験の状況について

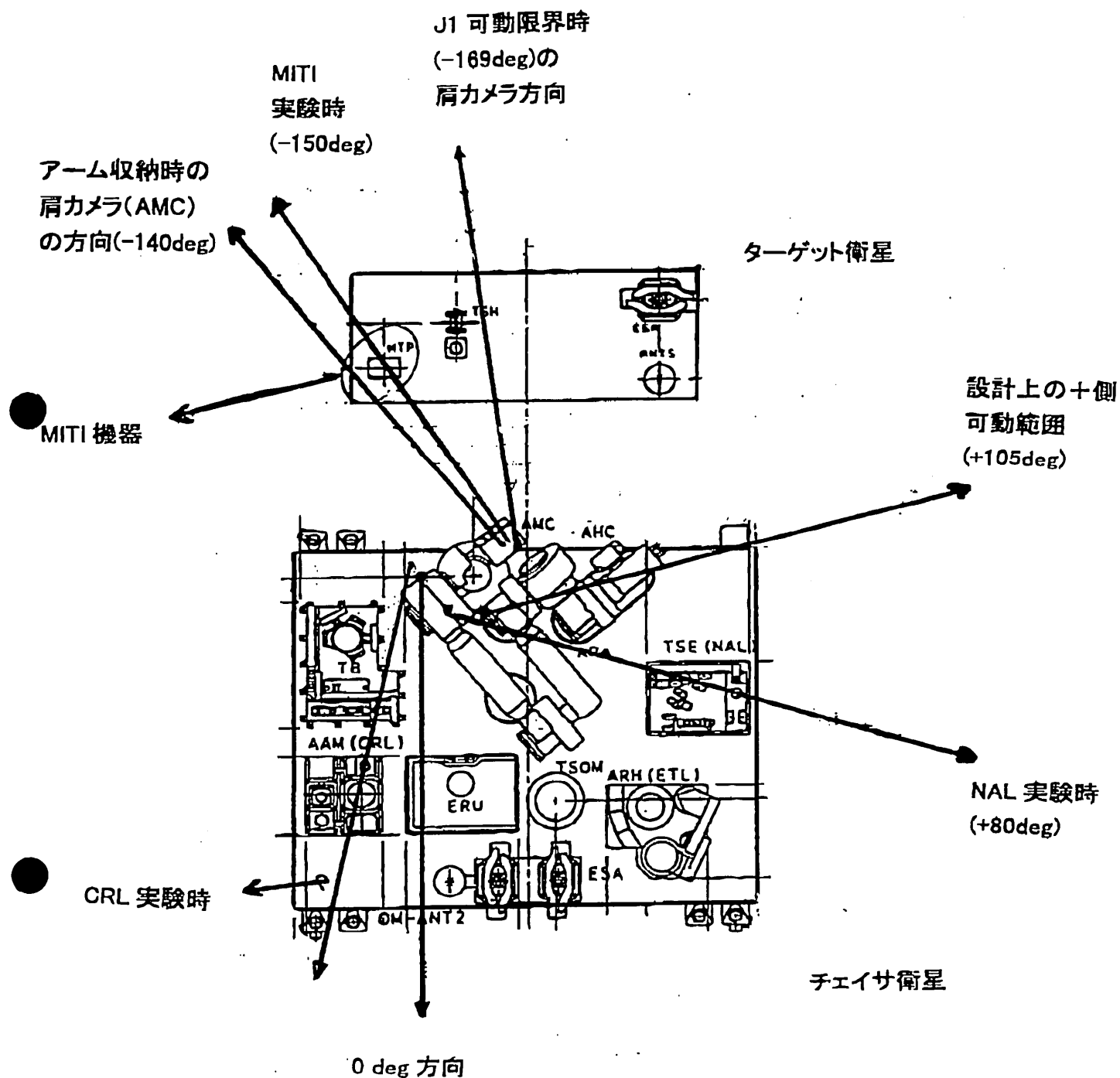
技術試験衛星Ⅶ型「おりひめ／ひこぼし」のロボット実験系の初期点検を3月17日から実施していたところ、昨日関節1が可動範囲リミットスイッチの作動により停止するという事象が生じ、お知らせした致しました。その後、3月18日4時19分からの機能試験で異常動作の原因を調査したところ、ロボットアームを $-29\text{ deg}$  から $+138\text{ deg}$  までの展開・収納が可能であること及び基準位置(ゼロ度方向)を確認致しました。

これによりロボットアーム使用の各種実験は支障なく行えることが確認されました。  
なお、以下の様に原因を推定致しました。

異常動作の原因

ロボットアームの関節1の取り付け面の基準位置が、約30度ずれて衛星表面へ取り付けられていたため。

－ 以 上 －



ロボット実験面の搭載機器配置