

第4回宇宙開発委員会（定例会議）

議 事 次 第

1. 日 時 平成10年1月28日（水）
 14：00～
2. 場 所 委員会会議室
3. 議 題 (1) 前回議事要旨の確認について
 (2) 技術試験衛星Ⅶ型（ETS-Ⅶ）の運用状況について
 (3) その他
4. 資 料 委4-1-1 第2回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨
 委4-1-2 第3回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）
 委4-2 技術試験衛星Ⅶ型（ETS-Ⅶ）の運用状況に
 ついて
 委4-3 LE-7A#1の燃焼試験計画について
 委4-4 宇宙関係業務予定（平成10年2月）

委 4 - 1 - 1

第2回宇宙開発委員会（定例会議）

議事要旨

1. 日時 平成10年1月14日（水）
 14:00～15:30
2. 場所 委員会会議室
3. 議題 (1) 前回及び前々回議事要旨の確認について
 (2) 地球資源衛星1号（JERS-1）の運用状況について
 (3) 航空宇宙技術研究所及び宇宙開発事業団における研究評価及び実施要領について
4. 資料 委2-1-1 第46回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）
 委2-1-2 第1回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）
 委2-2 地球資源衛星1号「ふよう1号」（JERS-1）のMDRに係る調査結果と今後の運用方法について
 委2-3 航空宇宙技術研究所における研究評価について
 委2-4 宇宙開発事業団における研究開発評価のための実施要領について（報告）
5. 出席者
 宇宙開発委員会委員長代理 山 口 開 生
 宇宙開発委員会委員 長 柄 喜一郎
 末 松 安 晴
 秋 葉 鏖二郎

関係省庁

通商産業省機械情報産業局次長

河 野 博 文（代理）

郵政大臣官房技術総括審議官

麿 昭 男（ 〃 ）

事務局

科学技術庁研究開発局長

青 江 茂

科学技術庁長官官房審議官

大 熊 健 司

科学技術庁研究開発局宇宙政策課長

千 葉 貢 他

6. 議事

(1) 前回及び前々回議事要旨の確認について

第46回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）（資料委2-1-1）の修正点及び第1回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）（資料委2-1-2）が確認された。

(2) 地球資源衛星1号（JERS-1）の運用状況について

通商産業省航空機武器宇宙産業課 井元宇宙産業企画官及び宇宙開発事業団地球観測システム本部 市原地球観測推進部長より、資料委2-2に基づき、JERS-1の再生画像異常の原因調査結果及び今後の計画について説明があった。

これに関し、委員より、ミッションデータレコーダ（MDR）の設計寿命、観測運用及び衛星の運用に関する責任主体、今後の観測計画、MDRの再生側と記録側のどちらが異常原因なのか等について質問があった。

これに対し、通産省及び宇宙開発事業団より、MDRの設計寿命は期間ではなく累積作動時間として2000時間であること、観測の責任主体は通産省所管の（財）資源探査用観測システム研究開発機構であり衛星運用の責任主体は宇宙開発事業団であること、MDRを使う観測は停止するが、直接受信による観測は平成9年度及び10年度も海外のものも含め予定どおり実施すること、MDR磁気ヘッド及び磁気テープが原因であると推定できるが、再生側か記録側かは特定できないこと等の回答があった。

(3) 航空宇宙技術研究所及び宇宙開発事業団における研究評価及び実施要領について

航空宇宙技術研究所企画室 村田室長より、資料委２－３に基づき、同研究所の研究評価のための実施要領について、また、宇宙開発事業団企画室 樋口室長より、資料委２－４に基づき、同事業団の研究開発評価のための実施要領について説明があった。

これに関し、委員より、外部評価委員会には外国人も参加するのか、機関評価の実施時期が５年毎では勧告に対するフォローアップとしては長すぎるのではないか、評価のフォローアップを行う場合、航空宇宙技術研究所は国家公務員制度などにより人事面で制約があり、十分な反映が難しいのではないかと等の質問があった。

これに対し、航空宇宙技術研究所では平成１０年度以降に機関評価委員会に外国人を入れる方向であり、宇宙開発事業団では当初から半数を外国人にする予定であること、また、機関評価の実施時期については、評価後直ちにアクションプログラムの作成等により勧告のフォローアップを行う予定であるが、評価そのものは多大な時間と労力を要することから、５年毎としたいと考えていること等の回答があった。

また、事務局より、国研における評価の反映については制度や予算上の制約はあるかと思うが、周辺環境整備も進んでおり、その仕組みを活用すればできないことは少ないと考えるとの発言があった。さらに、委員より、研究評価については、時間と労力がかかるのでプロジェクトの大小によりバランスを取りつつ柔軟にかつ効率的に行うべきとの発言があった。

以上

委4-1-2

第3回宇宙開発委員会（定例会議）

議事要旨（案）

1. 日時 平成10年1月21日(水)
14:00～15:15
2. 場所 委員会会議室
3. 議題 (1) 土井宇宙飛行士の帰国報告について
(2) 前回議事要旨の確認について
(3) LE-5Bエンジン燃焼試験時の損傷について
(4) 通信放送技術衛星(COMET S)の打上げ延期について
4. 資料 委3-1 第2回宇宙開発委員会(定例会議)議事要旨(案)
委3-2 LE-5Bエンジン燃焼試験時の損傷について
委3-3 通信放送技術衛星「かけはし」(COMET S)の打上げ日の延期について

- ## 5. 出席者

宇宙開発委員会委員長代理

山口 開生

宇宙開発委員会委員

長柄喜一郎

11

末松安晴

11

秋葉 鏢二郎

関係省庁

通商産業省機械情報産業局次長

河野博文(代理)

運輸省気象庁総務部長

小倉照雄（ 〃 ）

郵政大臣官房技術総括審議官

獲 昭 男 (〃)

事務局

科学技術庁研究開発局長

青 江 茂

科学技術庁長官官房審議官

大 熊 健 司

科学技術庁研究開発局宇宙政策課長

千 葉 貢 他

6. 議事

(1) 土井宇宙飛行士の帰国報告について

宇宙開発事業団宇宙環境利用システム本部宇宙環境利用推進部有人宇宙活動推進室 土井搭乗部員より、スペースシャトル「コロンビア」(STS-87)における活動結果の報告があった。

この後、委員と土井搭乗部員の間で、人類が宇宙へ行く意義、シャトルに搭乗した経験から今後の輸送システムはどのように変わっていくと考えるか、無重力を経験した感想、NASAにおけるロシアの有人宇宙技術に関する情報の取扱い等について懇談が行われた。また、委員より、今後、日本の宇宙開発の進め方に関して、土井搭乗部員から貴重な経験に基づく意見が得られるよう期待する旨の発言があった。

(2) 前回議事要旨の確認について

第2回宇宙開発委員会(定例会議)議事要旨(案)(資料委3-1)が確認された。(なお、議題(2)の議事の中で、機関名に誤りがあり、修正版を次回配布。)

(3) LE-5Bエンジン燃焼試験時の損傷について

宇宙開発事業団宇宙輸送システム本部宇宙輸送システム技術部 伊藤部長より、資料委3-2に基づき、平成9年12月1日に実施したLE-5Bエンジン燃焼試験時に生じたエンジン損傷の発生状況、原因の調査状況、今後の対策等について説明があった。

これに関し、委員より、損傷した点火器周辺の振動環境、故障解析には外部の人も参加しているか、認定試験で今回のような故障が生じることは問題

であるが、設計変更は生じないか、LE-5BはLE-5Aよりコストを削減するが、それが影響したのではないか等の質問があった。

これに対し、宇宙開発事業団より、設計時に使う振動データはLE-5から変えていないが、推力が大きくなることで振動も大きくなる傾向にあること、今回の解析には外部の者は参加していないが、今後は検討していきたいこと、原因として推定されるパージ用逆止弁からのリークも点火器本体の計測配管・点検ポートの継手部からのリークも地上燃焼試験時特有な事象で処置を施すこととし、更に特別点検を行うのでエンジン自体の設計変更は必要ないと考えること、LE-5Bのコスト削減が、今回の損傷に関係するのかどうかは現在のところは分からないこと等の回答があった。

また、委員より、燃焼時の振動が問題と考えるので、今後の試験では振動に関するデータを取って欲しい旨の発言があった。

(4) 通信放送技術衛星 (COMETS) の打上げ延期について

宇宙開発事業団軌道上技術開発システム本部 古川副本部長より、資料委3-3に基づき、1月19日に実施した通信放送技術衛星 (COMETS) の電気性能試験において衛星間通信機器のアンテナ駆動制御装置 (APE) の一部回路に電氣的過負荷を与えた可能性が生じたため、点検及び修理を行うこと、それに伴い打上げを当初予定の2月13日から2月20日以降に延期すること等の説明があった。

これに関し、委員より、APEの主系と従系のどちらに過負荷が加えられたのか、今回の電気性能試験の目的は何か、禁止事項を行ったというのはどういうことか、軌道上でのコマンド運用において同様な事故が生じる可能性があるか等の質問があった。

これに対して、宇宙開発事業団より、APEのどちらの系に過負荷が与えられたかについての調査は抵抗やリレーが焼き切れている可能性もあり行っていないこと、今回の試験は打上げ前の最終チェックであること、コマンド運用上主系及び従系の両方をONにすることは禁止されており、コマンド送信の作業中に誤ってこれを行ってしまったこと、地上試験でのコマンド運用では、確認を要するという性質上すべてを手作業で行うが、軌道上の定年運

用ではソフトウェアにより今回のように禁止事項を行ってしまう事故が生じる可能性は小さいこと等の回答があった後、委員より、順調に進んでいた打上げ準備がこのようになったのは残念であり、今後十分に注意するようにとの発言があった。

以上

技術試験衛星Ⅶ型(ETS-VII)の運用状況について

平成10年1月28日

宇宙開発事業団

1. 報告事項

技術試験衛星Ⅶ型(ETS-VII)のこれまでの運用状況及び姿勢等の異常に関する原因調査及び対策について報告する。

2. これまでの運用状況

(1) ETS-VII の打上げから平成9年12月23日までの主なイベントは次のとおりである。

平成9年11月28日	午前6時27分に種子島宇宙センターから打上げ
同	太陽電池パドルの展開
同	衛星の姿勢捕捉
同	太陽電池パドルの太陽方向追尾開始
11月30日	第1回軌道変換テストマヌーバ
12月15日	第1回軌道変換
12月16日	第2回軌道変換
12月19日	第3回軌道変換
12月20日	アンテナ展開、ロボットアーム保持機構の解放

(2) ロールバイアス運用

ETS-VIIは軌道傾斜角35度の軌道を飛行しているため周期的に、衛星の軌道面に対する太陽光入射角度が深くまた、衛星の太陽電池パネルへの太陽光入射角度が浅くなるため衛星の発生電力が低下する。

このため、衛星の姿勢をロール軸(進行方向を向いた軸)回りに20度傾けて発生電力を増加させる運用(ロールバイアス運用)を、12月24日から平成10年1月10日までの間実施した。

(3) 初期機能確認

平成10年1月7日から、以下のスケジュールにより衛星バス系の初期機能確認を実施中である。これまでに確認した範囲では、各系とも機能・性能は正常である。

- ・ 通信・データ処理系(チェイサUSB系) : 1月7日～1月15日
- ・ 通信・データ処理系(ターゲットUSB系) : 1月9日～1月17日
- ・ 姿勢制御系(チェイサ) : 1月20日～1月22日
- ・ 姿勢制御系(ターゲット) : 1月20日
- ・ 熱制御系(チェイサ) : 1月19日～1月20日

- ・熱制御系（ターゲット）：1月19日
- ・NASA TDRS オムニ回線設定（ターゲット）：1月26日

今後引き続き電源系、通信・データ処理系（衛星間通信系）、視覚系等のバス系、及びミッション系（ランデブ・ドッキング系、ロボット系）の初期機能確認を実施する予定である。ミッション系初期機能確認では NASA のデータ中継衛星(TDRS)を使用する。

3. 衛星の異常、原因究明及び対策等

表-1 にこれまでに発生した ETS-VII の異常事象の原因究明と対策状況をまとめる。原因究明中のものがいくつかあるが、クリティカルなものから対策をたてつつあり、ETS-VII の耐故障性は増加している。対策は3月中ばまでで終了する予定である。

(1) 太陽電池パドルの太陽方向追尾の異常

11月28日午後に太陽電池パドルの太陽方向への自動追尾機能に異常があることが判明したが、異常は太陽電池パドルの太陽方向指向制御用ソフトウェアの誤りによるものと判明し、11月29日夕方までに同制御用ソフトウェアを修正した。

(2) 衛星の姿勢異常

(i) 異常発生と復旧処置

- ・11月30日午前8時32分に沖縄局で衛星の姿勢が異常となっていることが判明した。この時、姿勢制御系はホイール制御からスラスタ制御への切替るとともに、衛星はピッチ軸回りに1回転／9分間の速さで回転していた。なお、その後の調査によりホイール故障診断機能(FDIR)が動作していること、地球センサの主系がオフとなっているにも関わらず従系がオンとなっていないこと、太陽電池パドルの回転が停止していることが判明した。
- ・11月30日13時34分頃までに衛星姿勢の再捕捉、及び太陽電池パドルの太陽追尾の再開を行った。
- ・衛星はこの後、安全を確保するために12月11日まで姿勢捕捉モードで運用すると共に姿勢制御系機器の機能点検を行ったが、個々の機器に異常は認められなかった。
- ・個々の姿勢制御系機器に異常が発見されなかったため、12月11日21時55分からの沖縄局の可視時間帯に、衛星の姿勢制御をそれまでのガスジェットスラスタを使用する姿勢捕捉モードから、より安全と判断できるリアクションホイール主体の定常姿勢制御モードに移行させた。その後の衛星の動作状況から、定常姿勢制御モードでの衛星の姿勢制御が正常に行われていることを確認した。
- ・軌道制御モードでも衛星の姿勢制御が安定して行われるのを確認するため、12月12日0時41分からの沖縄局の可視時間帯に第2回軌道変換テストマヌーバを実施し、衛星の姿勢制御、軌道制御が正常に行われることを確認した。

(ii) 姿勢異常の原因調査状況

ア) 姿勢制御系の制御ロジックの点検、及び衛星からのテレメトリデータの解析を行った結果、以下のことが判明した。

- ① 姿勢異常発生時に使用されていた故障診断機能(FDIR)ロジックでは、複数の異常事象が同時に、あるいは短時間に連続して発生した場合、対応できない場合がある。
- ② 姿勢制御電子回路(AOCE)に取り込まれた慣性センサ(IRU)の信号に時々、スパイク状のノイズが観測されている。また同ノイズに応答して姿勢制御系は一時的に過大な制御指令をアクチュエータに出力している。
- ③ 慣性センサをハイレートモード(広角速度レンジ)で運用している場合、同センサ信号へのノイズは大きな制御指令となって現れ、姿勢制御用アクチュエータにリアクションホイールを使用している場合には、ホイールでは対応不可能とホイール FDIR が判断してスラスト制御に切り替えることがあり得る。また、11 月 30 日の姿勢異常発生時には軌道変換の準備のため IRU はハイモードに切り換えられていた。
- ④ ホイール FDIR が動作した場合、地上からの指令で同 FDIR の動作フラグをリセットするまでは他の異常の診断を行わないようになっていた。そのため、ホイールへの過大駆動指令と同時、あるいは短時間後に地球センサの電源 OFF 等の異常が起きても異常を診断しないようになっていた。

イ) 上記の故障診断ロジックの弱点を回避するために、ホイールの FDIR の動作を禁止し、ホイール以外の複数の異常事象(センサ故障、大きな姿勢角誤差等)が同時にあるいは連続して発生しても検知・対応できる様にする。なお、ホイールに異常が発生した場合には、姿勢角/姿勢角速度異常を検知することにより、姿勢捕捉モードに移行するので安全が確保できる。

ウ) 慣性センサの信号にスパイク状のノイズが乗る原因、箇所を引き続き調査中である。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。(1月21日)

エ) 太陽電池パドル追尾停止が起きた原因は、姿勢異常状態で太陽電池パドルの FDIR が働きパドル駆動機構の A 系をオフし、B 系を立ち上げようとしたが立ち上がらなかったことによる。B 系が立ち上がらなかった原因は引き続き調査中である。対応処置として A 系オフ/B 系オンの一定時間後再度 B 系オンを繰り返すようソフトウェアを改修した。(1月21日)

オ) 地球センサの主系がオフになっていたにも関わらず従系がオンにならなかったのは本事象が起きたのがホイール FDIR 動作時であったために、①項の理由により地球センサのオフが検知されなかったためである。また主系の地球センサがオフになった原因を引き続き調査中である。対応処置としてソフトウェアを強化して両系オフに対応するようソフトウェアを改修する予定である。

(3) 第 3 回軌道変換終了直後の故障診断機能(FDIR)の動作

12 月 18 日午前 11 時 33 分に第 3 回目の軌道変換が終わり、衛星の姿勢を軌道

変換姿勢（スラストが後向き）から元の姿勢に戻す運用（ヨーマヌーバ）を行っている際に、ヨーマヌーバ終了予定時刻になってもヨー姿勢角がまだゼロに戻っていないにもかかわらず、事前に設定したコマンドにより定常制御モードに復帰したため、姿勢誤差が過大であることにより姿勢角誤差監視用の FDIR が機能し、姿勢捕捉モードに移行した。衛星の姿勢はその後正常状態に復帰し、姿勢制御系機器にも異常が認められなかったため、地上からのコマンドにより定常モードに復帰させた。

姿勢角誤差監視用の FDIR が動作した直接的な原因は、姿勢制御系がヨーマヌーバ終了前にヨー姿勢角速度を減速するタイミングを誤ったためヨーマヌーバの終了が遅くなったためと判明した。減速タイミングは制御信号が 0 となる時点（正常時ではヨーア라운드が半分終了した時点）を計算に使うが、2 系統の I R U のうちの 1 系統の信号にスパイク状のノイズが乗ると異常データを排除するために制御量を 0 としてしまうため減速タイミングを誤ってしまう事が分かった。対応処置としては I R U のスパイクノイズをリジェクトするようにソフトウェアを改修した。（1 月 21 日）

（4）月・太陽干渉時の姿勢制御モードの変化

12 月 17～18 日の間に衛星の地球センサと月との干渉が予想されたため、17 日 18 時頃、地球センサの視野の一部をマスクして運用しようとした際、姿勢制御が定常制御モードから姿勢捕捉モードに移行した。また、12 月 22 日 2 時頃の地球センサに対する太陽干渉の際にも地球センサの視野の一部をマスクした際、姿勢誤差が大きくなり、姿勢角誤差 FDIR により姿勢制御が姿勢捕捉モードに移行した。

このため暫定的に月・太陽干渉が予想される時は地球センサ出力を姿勢決定に使用しないジャイロベースの姿勢決定で運用することとし、12 月 23 日 0 時～24 日 2 時の太陽干渉期間中は本方式で運用を行った。同期間中の衛星の姿勢制御状態は正常であった。

原因調査の結果、月干渉時の姿勢異常は、干渉回避のための地球センサ視野の一部をマスクする運用の内容が姿勢喪失監視 FDIR の処理と整合していないためと判明した。すなわち、以下のことにより、実際には姿勢喪失とはなっていないにも拘わらず、姿勢喪失と判断されたものである。

- 地球センサが地球方向を識別する際に使用する 4 箇所地球エッジの内、月干渉が予想される部分を 2 箇所をマスクしたところ FDIR がこれを異常と検知して地球センサを冗長側へ切り替えた。
- さらに冗長系の地球センサが立ち上がる以前に、FDIR は正常な信号が出力されていないと判定して姿勢喪失と判断される様な処理のタイミングになっていた。本異常に対しては、以下の処置を実施した。（12 月 24 日）
- 異常と判定する地球のエッジ信号の検知数を 2 個以下から 2 個未満に変更。
- 地球センサ切替時の姿勢喪失チェックのタイミングを調整。

これにより、今後 2 箇所をマスクしても過って姿勢喪失と判定されることはない。太陽干渉時の姿勢異常は、1 箇所マスクして運用する時の地球センサ特性（プ

プレゼンス判定のスレッシュホールド特性)により、通常は無視される小さな輻射変動でプレゼンスを検出し異常な地球センサデータを使用したことによるものと判明した。

本異常については、マスクをしないで運用し、地球センサデータが異常に大きい場合にはデータをリジェクトすることで対処した(12月24日)。平成10年1月11日の太陽干渉時に本対策により正常に運用できることを確認した。

(5) 太陽電池パドルの追尾誤差過大

1月21日午後10時11分からの南米クール局で、2翼ある太陽電池パドルの片側の太陽方向への追尾誤差が8度程度となっていることが判明した。点検の結果、太陽電池パドルは誤差を持っているものの太陽方向への追尾、発生電力も正常であることから、自動アレイトリム機能で正常状態に復帰すると判断した。翌1月22日午前0時48分の沖縄局で太陽電池パドルの追尾誤差がゼロとなり、正常状態に復帰していることを確認した。

ETS-VIIは太陽電池パドルを常時太陽方向に指向させるために、パドルを一定速度で回転させ、衛星が軌道を一周して衛星地方時で午前6時(衛星から見た地球中心方向と太陽方向のなす角度が+90度となる)位置で太陽電池パドルの追尾誤差を自動的に補正する自動アレイトリム機能を有している。

今回の事象は自動アレイトリム機能が動作する際に、太陽電池パドルの太陽方向への追尾誤差を示す信号等に一時的なエラーが乗り、その結果として誤った補正動作をし、結果的に追尾誤差(8度程度)を生じ、軌道一周後に自動アレイトリム機能により、太陽電池パドルは正常な指向位置に戻されたものと考えられる。追尾誤差を示す信号にエラーが乗った原因については調査中である。

4. 今後の対策スケジュール

ホイールに関するFDIRは現在使用していないが、現在の状態でも、ホイールFDIRが働いたキッカケと考えられるIRUのスパイク状のノイズの除去がされており、又姿勢異常チェックのFDIRで対応できる。ソフトウェアの改修はFDIR全体の考え方の変更であるので十分な検討を要し現在までに取られた対策の運用評価も併せ、最終的な対策を3月半ばまでで終了する予定である。

表-2にETS-VII姿勢異常対策処置スケジュールを示す。

(以上)

表1 E T S - VII 異常現象の原因究明と対策 (1 / 2)

No	発生日	異常現象	原因および解明状況		対策
1	11/28	太陽電池ハドル太陽方向追尾異常	○	太陽センサの取付極性とオンボードウェアの極性が逆。	○コマンドでセンサ角度計算式の符号を反転。 (11/29処置)
2	11/30	姿勢異常 ①IRUのスパイク状ノイズ ②ESAヘルスチェックFDIR 非動作 ③ESAA系ワ ④太陽電池ハドル追尾停止	× ○ × ×	ホイールFDIRが先に動作したため非動作の状態となった。 姿勢異常状態でハドルFDIRが動作その際の切替動作でB系が立ち上がらず。	○ノイズ除去アルゴリズムを追加 (1/21) ○ホイールFDIR 禁止 (12/11定常制御移行より) □FDIRアルゴリズムを修正 ○FDIRアルゴリズムを修正。FDIR動作時切替を確実に実施する。 (1/21)

原因究明ステータス : ○解明済み ×未解明
対策状況記号 : ○処置済み □処置予定

表 1 E T S - VII 異常現象の原因究明と対策 (2 / 2)

No	発生日	異常現象	原因および解明状況		対 策
3	12/17	月干渉時異常	○	ESAの地球エッジを2箇所マスクして運用するとFDIR処理と不整合。 姿勢喪失チェックタイミングまでに冗長系ESAが立ち上がらず。	○・ESAヘルスチェック/フレイム判定数・姿勢喪失チェックタイミングを変更。(12/24実施)
4	12/19	軌道制御／ヨ-ヌ-ハ'異常	○	90deg通過時刻の誤認識。 IRUにスハ'イクノイズが発生すると、IRUデータ異常時処置の入力リジェクト処理によって90deg通過時刻を誤認識。	○IRUスハ'イクノイズ対策 (1/21実施)
5	12/22	太陽干渉時異常	○	ESAの1箇所マスク運用では小さな輻射変動を感知しESAデータを誤る。	○ESA過大値入力防止によりESAマスク設定不要とした。 (12/24実施)
6	1 / 21	太陽電池ハ'トル太陽追尾誤差過大	×	太陽追尾誤差信号にエラー	

原因究明ステータス : ○解明済み ×未解明

対策状況記号 : ○処置済み □処置予定

表2 ETS-VII姿勢異常対策処置スケジュール

作業項目		年 月 日	1997年	1998年（平成10年）														
			12月		1月				2月				3月					
			22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	2	9	16	23	30	
マイルストーン ロールパス運用 初期チェックアウト																		
個別対策	(月・太陽干渉対策) ・IRUSスパイクノイズ ・ハドル追尾停止 ・ESA両系切り		ローディング (12/24) △										・プレンス判定数、姿勢喪失チェックタイミング、異常ESAデータリジェクト ・スパイクノイズのリジェクト ・コマンド再送					
		検討・設計		製作・試験		ローディング (1/21) △												
		検討・設計		製作・試験		ローディング (1/21) △												
				検討・設計		製作・試験		ローディング △										
総合対策	・個別対策評価/見直し ・オイルFDIRと他FDIRの分離								個別対策運用評価				見直し・設計/製作・試験					
										検討・設計				製作・試験				
														総合試験 △ローディング				

LE-7Aエンジン#1の燃焼試験計画について（報告）

平成10年1月28日
宇宙開発事業団

1. 報告事項

宇宙開発事業団種子島宇宙センター液体エンジン試験場において、平成9年12月26日に実施したLE-7Aエンジン#1の第5回燃焼試験後のエンジン目視点検にて、メイン燃焼室内面の一部に溶損（水素再生冷却通路に達するもの）が発見された。

このため、平成10年1月8日に、エンジン#1を種子島から工場に返送し、溶損部の詳細な点検・調査を行った。

今回は、溶損部の点検・調査結果、溶損原因の推定および対策、今後の試験日程について報告する。

2. 実機型エンジン燃焼試験経緯

(1) 実機型エンジン燃焼試験

- ・実機型エンジン燃焼試験は、2台のエンジンにより、設計変更を効率的に行えるように、前半シリーズと後半シリーズに分けて実施している。
- ・エンジン#1は田代（前半）・種子島（後半）およびエンジン#2は種子島（前半）・田代（後半）としている。
- ・当該溶損部に係わる水素冷却流量については、目標値に対して、前半シリーズでは水素流路抵抗が予測よりも小さかったため、約1.5倍流れていた。冷却流量の増加はエンジンの性能低下を招くことから、エンジン性能を改善するため、後半シリーズでは冷却流量を約2/3に減少させて試験を行っている。

(2) エンジン#1

エンジン#1は、先に田代試験場（前半）において、累積15回、約550秒の燃焼試験を実施しており、今回の種子島（後半）での第5回燃焼試験を含めると、累積20回、約1700秒になる。

なお、メイン燃焼室は平成9年11月6日に実施した第3回燃焼試験（累積18回、約1300秒）にて、最初の溶損（水素再生冷却通路に達するもの4カ所）が発生したため補修したものである。

(3) エンジン#2

エンジン#2は、種子島（前半）にて累積7回、約1380秒、田代試験場（後半）にて累積16回、約640秒の燃焼試験を行っている。

エンジン#2の試験は昨年10月に完了し、種子島と田代を合わせた総累積回数、秒時は23回、2020秒になっている。

なお、本エンジンは種子島（前半）の第7回目の試験において、主噴射器エレメントが損傷及び同時にメイン燃焼室内面に軽微な溶損が一カ所発生した。

溶損原因については、エレメント損傷によりメイン燃焼室冷却用水素が一部漏洩し、当該部の冷却が不十分になったためであると推定した。

本メイン燃焼室については溶損が軽微であったため、そのまま田代試験（後半）に使用した。

さらに、当該溶損部については、田代試験中に溶損の進行が確認され、累積21回、2010秒後には水素再生冷却通路まで溶損が進行したが、その後、溶損部はそのまま、2回の短秒時試験を実施してエンジン#2の試験シリーズを完了した。

3. エンジン#1メイン燃焼室溶損の調査結果

- ・長秒時試験では、いずれも燃焼開始後、定常に達してしばらくしてから（約100秒以上）溶損が発生している。
- ・溶損が発生しても、エンジンの作動点変動はわずかである。
- ・第5回燃焼試験では、補修部分を中心に、水素再生冷却通路に達する約20カ所の損傷が認められた。
- ・溶損の起点は、Inco718と銅合金の接合部（EBW）になっている。
- ・Inco718部のヒートマークから判断して、当該溶損部はエンジン燃焼中、銅合金の使用上限を上回る700～800℃以上になっていたものと思われる。
- ・前回の溶損対策として行った冷却穴の位置、大きさの変更は、ヒートマークのパターンの観察から、ある程度の効果があったと思われる。しかし、メイン燃焼室の使用回数、秒時が大きかったため、クリープ損傷も考えられるため、明確な評価は困難である。

4. メイン燃焼室溶損原因の推定

- ・溶損の起点は、Inco718と銅合金の接合部であることから、当該部の冷却不足によるものと考えられる。
- ・後半試験シリーズでのエンジン#1の当該部冷却流量は、当初の設計値に合わせるため、前半試験シリーズの約2/3に減少させていた。このため、当該部が冷却不足になったものと思われる。

5. メイン燃焼室溶損対策

- ・原因は当該部の冷却不足であるため、エンジン性能は少し低下するが、種子島前半試験シリーズ（4回の長秒時試験を実施）の冷却流量（後半の約1.5倍）に戻すものとする。
- ・なお、冷却流量を減少したまま、冷却穴、位置を工夫しても、第5回目の試験結果（溶損再発）より、冷却不足を解決することは困難と考える。

6. 今後のエンジン開発試験計画

- ・エンジン#1のメイン燃焼室を新規品に交換し、また冷却流量については前半試験シリーズに戻して試験を継続することとする。
- ・また溶損したメイン燃焼室については、当初の計画を早めて切断検査を行い、技術データを取得する。
- ・エンジン#1の今後の種子島燃焼試験日程については、下表に示すとおり、平成10年2月9日（第6回試験）から再開する。

No	試験日	試験番号	試験秒時	試験内容
1回	10月22日（水）	S7-130H	52秒	性能確認試験／終了
2回	10月27日（月）	S7-131H	347秒	長秒時試験／終了
3回	11月6日（木）	S7-132H	350秒	長秒時試験／終了
4回	12月22日（月）	S7-133H	50秒	性能確認試験／終了
5回	12月26日（金）	S7-134H	350秒	長秒時試験／終了
6回	2月9日（月）	S7-135H	350秒	長秒時試験
7回*	2月25日（水）	S7-136H	230秒	スロットリング試験

（注）*印の試験の日時、秒時については試験の3日前までに確定する予定である。

以 上

委 4 - 4

宇宙関係業務予定（平成10年2月）

平成10年1月28日
宇宙開発委員会事務局

		第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週
宇宙開発委員会	定例会議	○ 4 日	○ 1 2 日	○ 1 8 日	○ 2 5 日
	理解増進 懇談会			○ 1 9 日	
	計画調整 部会		○輸送系評価分科会 1 2 日		輸送系評価分科会○ 2 7 日
	宇宙環境 利用部会				応用化研究利用分科会○ 2 4 日
関係機関		○ 1 日 スペースシャトル 「エンデバー」帰還予定 (宇宙放射線環境計測実 験を実施)			
		← LE-7A エンジン燃焼実験 →		H-II ロケット 5 号機による 通信放送技術衛星 (COMETS) の 打上げ (2 月 2 0 日以降) ← →	
				← LE-5B エンジン燃焼実験 →	