

第33回宇宙開発委員会（定例会議）

議事次第

1. 日 時 平成11年9月16日（木）

14:00～

2. 場 所 科学技術庁 第1会議室

3. 議題
(1) H-IIロケット8号機の打上げ延期について
(2) 米国等ロケット打上げの連続失敗の原因について
(3) その他

4. 資料
委33-1 H-IIロケット8号機の打上げ延期について
委33-2 米国等ロケット打上げの連続失敗の原因について
委33-3 第32回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）

第33回 宇宙開発委員会（定例会議）の開催について

平成11年9月14日
宇宙開発委員会事務局

上記会合を下記の要領で開催いたします。なお、本会合は一般に公開する形で行います。

記

1. 日 時 平成11年9月16日（木）
14：00～

2. 場 所 科学技術庁 第1会議室

3. 議 題 (1) H-IIロケット8号機の打上げ延期について
(2) 米国等ロケット打上げの連続失敗の原因について
(3) その他

4. 一般傍聴者席 10席

5. 一般傍聴者の受付

- ・傍聴を希望される方は、9月16日午前11時までに、科学技術庁研究開発局宇宙政策課まで、氏名と連絡先をご連絡下さい。
- ・受付は、基本的には申し込み順としますが、多数の傍聴者が予想される場合には、抽選となる場合もございます。
- ・官舎管理等の観点から、入場時等に身分証明書等の提示を求められますので、社員証、運転免許証その他本人の確認ができるものを持参して下さい。

6. 報道関係傍聴者の受付

- ・傍聴を希望される方は、9月16日午前11時までに、科学技術庁研究開発局宇宙政策課まで、氏名と所属機関を登録して下さい。
- ・報道関係傍聴者は、原則として1社につき1名とし、入場の際には、社名入り腕章を携帯して下さい。

7. 宇宙開発委員会の公開について

宇宙開発委員会の開催通知、議事要旨、報告書等については、インターネットにおいても公開されています。そちらの方も、どうぞご覧下さい。

宇宙開発委員会ホームページ・・・

<http://www.sta.go.jp/shimon/SAC/INDEX.HTM>

(本件の問い合わせ先)

科学技術庁研究開発局宇宙政策課 梅北、田中

電話：03-3581-5271（内線：454）、03-3581-0603（直通）

FAX：03-3503-2570

H-IIロケット8号機の打上げ延期について

平成11年9月16日
宇宙開発事業団

H-IIロケット8号機の打上げにおいて、当初打上げ日（9月10日）から2回の延期を行った。この一連の経緯及び対策等の検討状況につき報告する。

1. 経緯

- (1) 当初予定であった9月10日の打上げは、衛星フェアリング空調キャリア脱落によるフェアリングの損傷を補修するため、9月12日へ延期した。
- (2) 9月12日午後0時45分、第1段タンクへの液体水素充填作業中に3個ある「液体水素枯渇検知センサー（注1）」の1つが非作動であることが確認された。
- (3) 非作動の原因が特定できないため、打上げを再度延期した（液体水素タンク内の1つのセンサーが故障したまま打ち上げた場合、万一残りのセンサーの内の1つが故障すると衛星を軌道に投入できなくなるリスクがあると判断した）。

2. 枯渇検知センサー非作動の原因究明状況

以下の原因究明作業を実施した。

(1) 枯渇検知センサー及びケーブルの調査

信号処理装置と枯渇センサー間でケーブルを分離し、センサー及びケーブルの静電容量、ケーブルの絶縁抵抗等を測定し、常温状態においてはこれらの値が正常であることを確認した。

(2) 信号処理装置他の調査

液体水素状態を模擬した静電容量（コンデンサー）を信号処理装置に接続し、信号処理装置における気液判定機能が正常であることを確認した。

(3) 図面・製造履歴等調査

当該号機の組立記録を基に組立寸法公差を考慮すると液体水素中では最悪の場合、枯渇センサーと機体側ブラケットの接触が起こり、その結果枯渇センサーの静電容量が減少する可能性があることが判明した。

3. 今後の処置・対策

- (1) 1段水素タンクを開放して内部の枯渇センサー等を点検することも含めて原因究明の方法について検討中である。
この結果を踏まえて、その後の対策を検討する。
- (2) なお、原因究明・対策を技術的に評価するため打上げ隊と独立した専門家による「H-IIロケット8号機不具合に係る技術評価チーム」を編成した。同チームは、9月15日から種子島において評価作業を開始した。

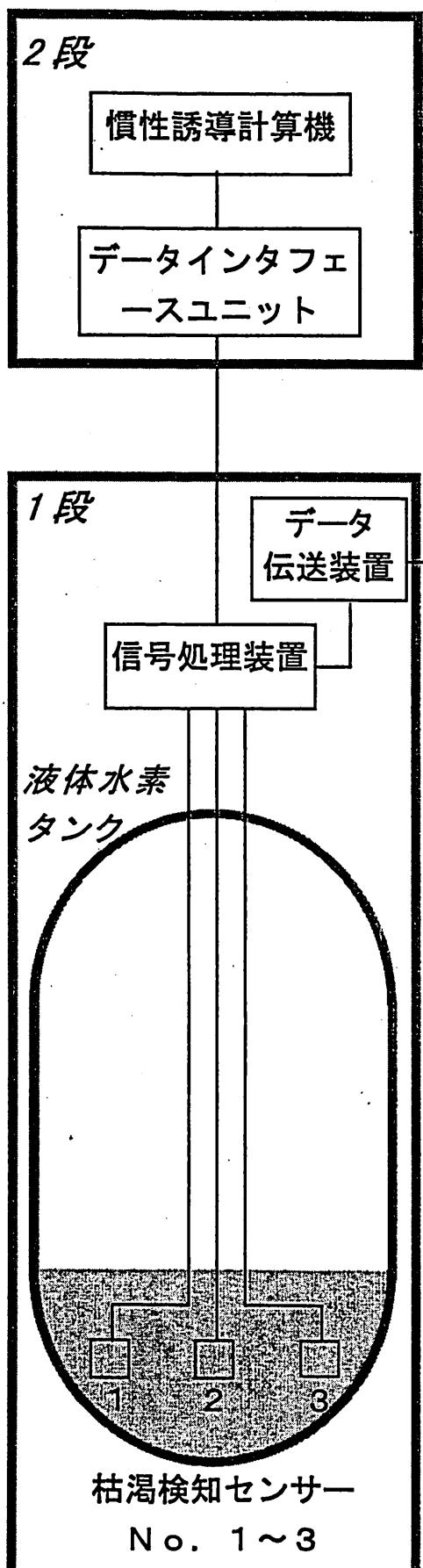
4. その他

9月15日に第2段制御用電池の出力電圧の異常が発見された。当該電池は、予備電池と交換のうえ、製造工場に返送し、異常原因の調査を行う予定である。

(注1) 枯渇検知センサーの役割

第1段は通常、打上げ能力が最大となるよう液体酸素の枯渇を検知して第1段エンジンを停止するが、推進薬の消費量のばらつき等によっては液体水素が先に枯渇する可能性もあり得る。このような場合にもエンジンを正常に停止させるため、液体酸素側に加えて液体水素側にも枯渇検知センサーを設けている。

枯渇検知の動作原理につき、別図-1に示す。



慣性誘導計算機の動作

データインターフェースユニットから送られた枯渴検知信号をもとにエンジン停止信号を出す。

データインターフェースユニットの動作

信号処理装置で取得されたデータを収集し、慣性誘導計算機へ送出する。

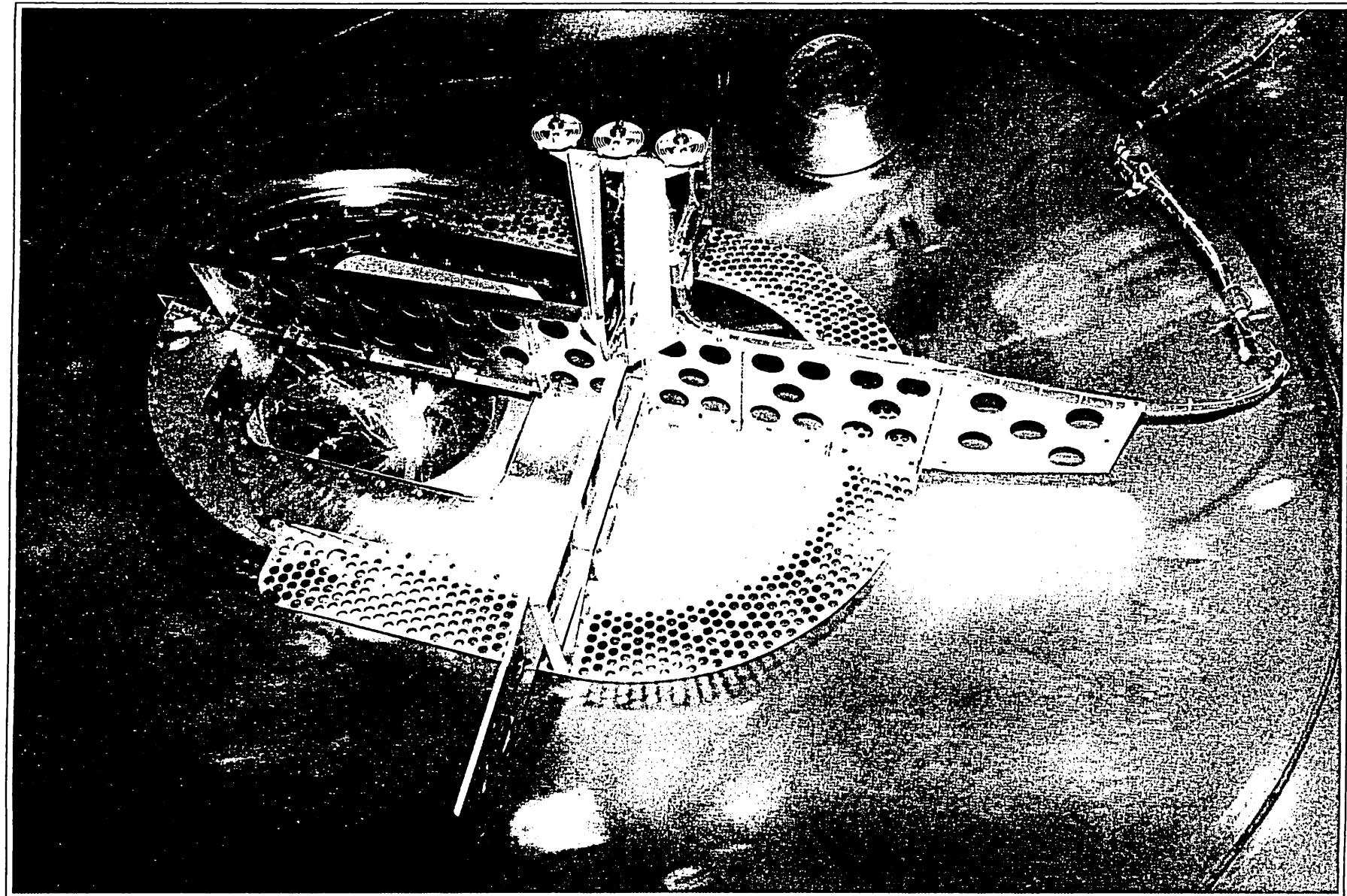
信号処理装置の動作

信号処理装置内では、枯渴検知センサーの静電容量値の変化により、3つのセンサーデータの多数決を行い、うち2つ以上が枯渴を示している場合に枯渴検知信号をデータインターフェースユニットに送出する。

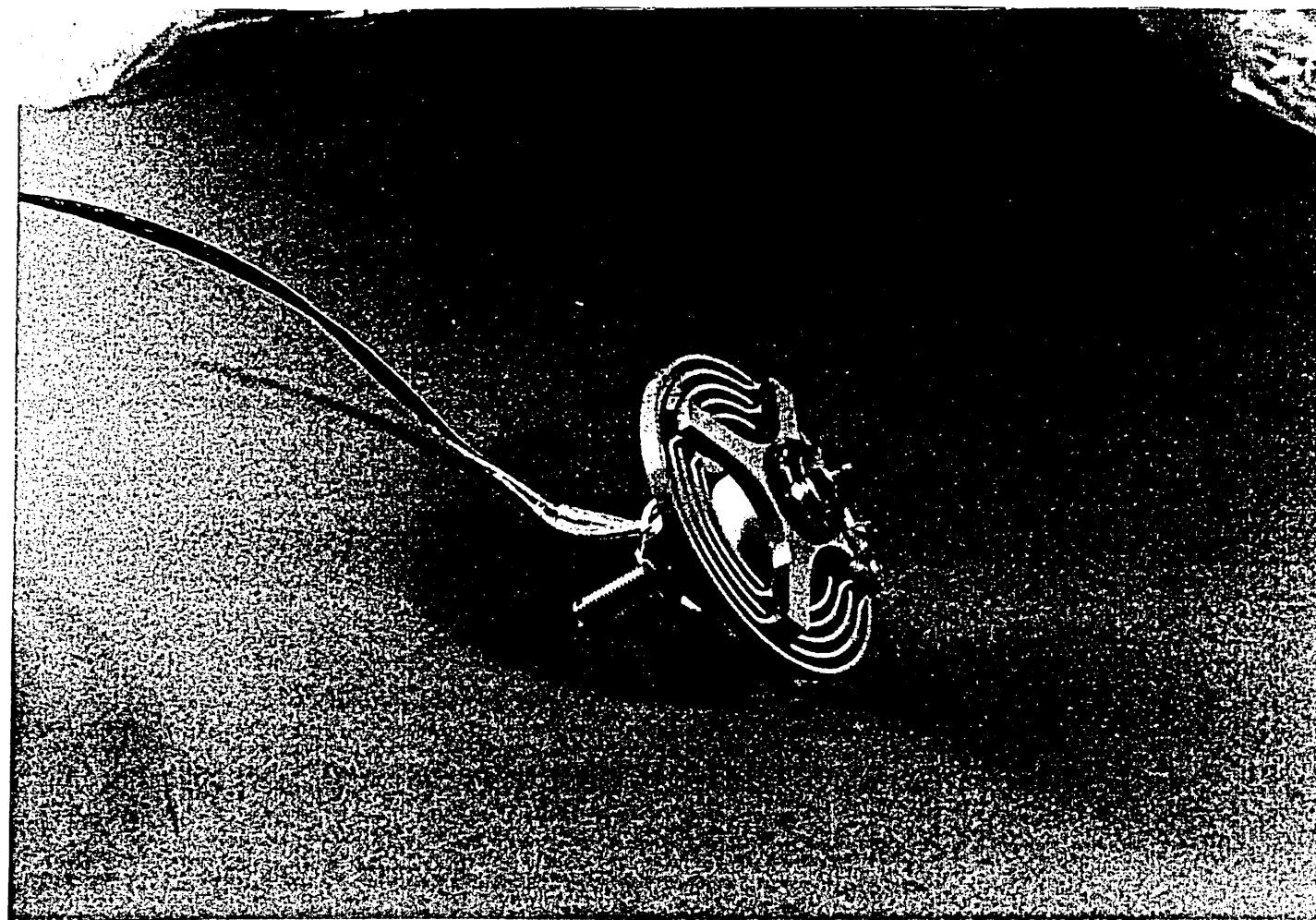
枯渴検知センサーの動作

枯渴検知センサーは、一種のコンデンサとして動作しており、その静電容量値 C_F が水素ガス中に露出することにより、約 21pF (液体水素中) から約 18pF (水素ガス中) に変化することを利用して液位を検知している。(判定しきい値約 20pF)

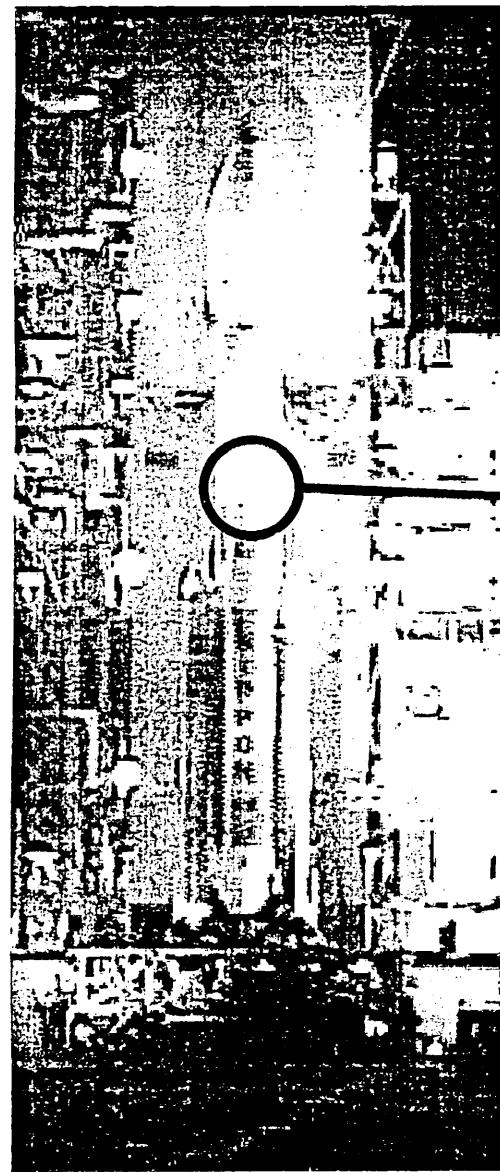
別図-1 1段液体水素枯渴検知回路の動作原理



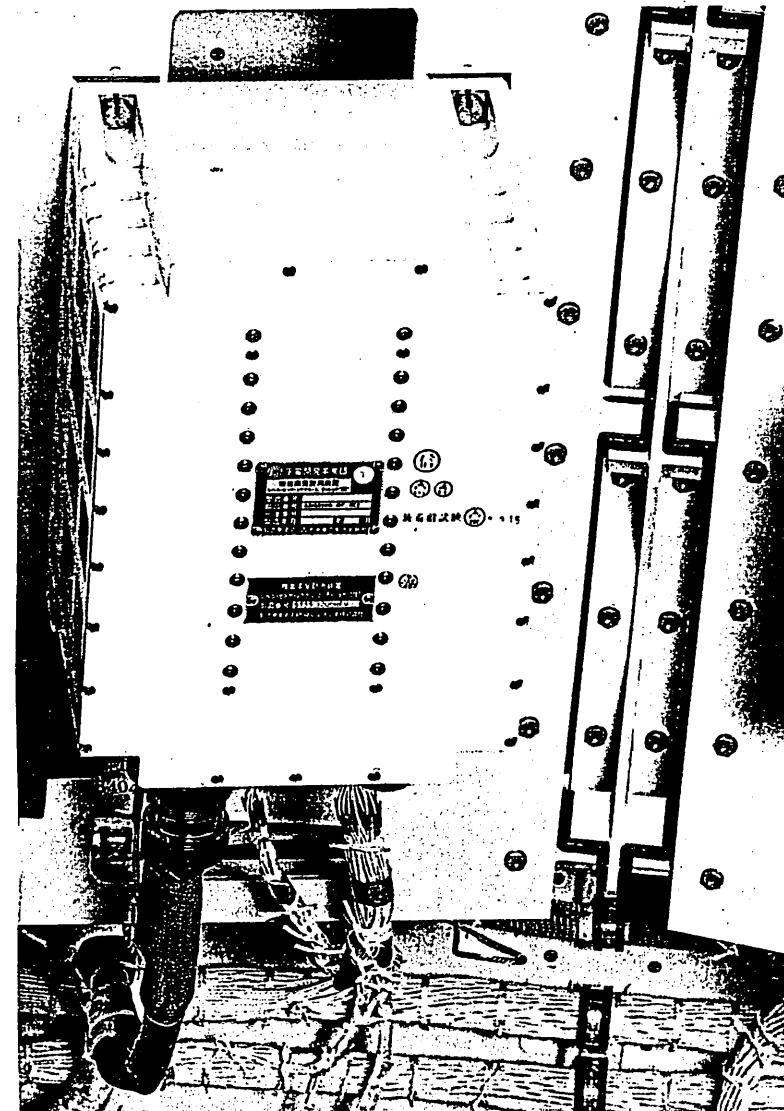
1段液体水素枯渇検知センサーのタンク内取り付け状態



1段液体水素枯渇検知センサー



1段液体水素枯渇検知センサーの信号処理装置



米国等ロケット打上げの連続失敗の原因について

平成11年9月16日
宇宙開発事業団

1. 報告事項

今年4月から7月にかけて米国等で連続して起きた5件のロケット打上げ事故に関し、原因の調査結果と対応策等について報告する。

2. 概況

今年4月から7月にかけて打ち上げられた米国のロケット4機、ロシアのロケット1機が、相次いで衛星の軌道投入に失敗した。本報告は、以下に示す最近の打上げ(軌道投入)失敗の原因について、現在までに公表、あるいはメディア等で報道された情報を取りまとめたものである。尚、現時点では原因が最終確定していない、あるいは仮発表となっているものもあるが、その状況は本文内に記述した。

最近の米国等ロケット打上げ失敗(今年4月～7月初旬分)の原因調査結果

<u>打上げ日</u>	<u>ロケット</u>	<u>原因調査結果</u>
• '99/04/09	タイタン4B	IUS第1段／第2段の不完全分離
• '99/04/27	アテナ2	フェアリング変形に伴う分離不具合
• '99/04/30	タイタン4B	誘導制御ソフトウェアのバグ
• '99/05/04	デルタ3	第2段エンジン燃焼チャンバー部に生じた亀裂
• '99/07/05	プロトン	第2段第3エンジンのターボポンプの溶接不良

3. タイタン4Bの打上げ失敗(4月9日)の原因と対応等

◆失敗の状況:

米空軍(USAF)は、4月9日にケープカナベラル空軍ステーション(CCAS)からタイタン4Bで打ち上げた防衛支援プログラムの早期警戒衛星19号機(DSP-19)の静止軌道(GEO)投入に失敗し、長楕円軌道に投入した。

失敗原因としては、タイタン4Bの上段として用いられたボーイング社製の慣性上段(IUS: INERTIAL UPPER STAGE)の不具合の可能性があげられていた。

◆原因:

- 1978年のIUS分離システムの設計ミスに起因するIUSの第1段・第2段の不完全分離

(事象)

- 第1段・第2段を接続する6個のコネクタのうちの1つ(P/J284)が、耐熱ラッピングとミスアライメントが原因となって分離せず。
- 分離しなかったコネクタがヒンジの役割を果たし、第1段と第2段が貝が口を開いたような姿勢となった。
- そのため第2段の進展ノズルが正常に展開できずダメージを受け、第2段の姿勢が異常となつた。
- 第2段は正常な姿勢に戻らず、衛星を所定軌道に放出できず。
- 尚、第1段は、第2段の燃焼で分離された。

◆経緯等

- IUSの製造時、コネクタの耐熱ラッピングは作業手順書に従って正しく行われていた。
- この誤った手順書が作成されたのは、設計時に分離システムの要件を正しく反映していなかつたためである。
- 過去も同作業手順で耐熱ラッピングが行われており、IUS上段を使った全ての打上げで失敗の可能性があった。

(参考資料: AIR FORCE SPACE COMMAND NEWS SERVICE, AUG 17, 1999/FLORIDA TODAY, AUG 18, 1999/AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, AUG 23, 1999、他)

4. アテナ2の打上げ失敗(4月27日)の原因と対応等

◆失敗の状況:

4月27日、バンデンバーグ空軍基地(VAFB)からロッキード・マーチン(LM)社のアテナ2ロケットで高分解能地球観測衛星「イコノス1」が打ち上げられたが、打ち上げ後衛星との交信ができなかった。

その後のテレメトリー及びフライトデータの分析の結果、フェアリングの切り離しがうまくできず、その重量増のため所定の速度が得られなかつたものと推定されていた。又、ペイロード及びフェアリングは、その後大気圏に再突入したものと推定されている。

◆原因:

[注:以下の情報は、6月9日のLM社の仮発表による]

- フェアリング分離不具合。
- フェアリングを横方向に分離する火薬に点火する信号が、冗長系コネクタの回路がオープンになっていたため送信されなかつた。
- コネクターの回路がオープンになった原因是、その前のフェアリング円周部を切り離す火工品爆発でフェアリングがそつたため。

◆今後の対応

- LM社の調査チームは上記の仮説を証明するための実験装置を開発し、根本原因の分析を更に進める。
- また、今後の問題再発を防ぐための設計変更等を検討。

(参考資料:LOCKHEED MARTIN NEWS ANNOUNCEMENTS, APR 29 & JUN 9, 1999/
AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, JUN 14, 1999、他)

5. タイタン4Bの打上げ失敗(4月30日)の原因と対応等

◆失敗の状況:

米空軍(USAF)は、4月30日、軍事通信衛星「ミルスター」をタイタン4Bで打ち上げたが、静止軌道(GEO)投入に失敗した。打上げは、LM社製のタイタン4Bに上段セントール(CENTAUR)を附加して行われた。USAFによれば、衛星は $644 \times 4,344$ km の地球低軌道に投入された。

◆原因:

[注:原因についてUSAFの正式発表は今現在出されていない。以下の情報は専門誌等の報道によるものである]

- 誘導制御システムのソフトウェアのバグ。
- ロール・レイト・フィルターの定数が、一桁違っていた(1.992476 であるべきところが 0.1992476となっていた)。
- このためセントール上段は、第1回目の燃焼で制御用燃料の85%を消費してしまい、第2回、第3回の燃焼時に姿勢を安定させるだけの燃料が残っていなかった。

◆対応等

今回のソフトウェアミスについては、品質管理、試験プロセス等における人為的ミス、管理面での問題が大きく(例、打上げ1週間前のソフトインストール時にこの問題の指摘があったものの、コミュニケーションのまずさでアクションがとられなかつた等々)、改善が要求されること。近々、LM社の連続打上げ失敗に対する調査結果が出る予定であり、詳しい情報が発表されると思われる。

(参考資料:AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY, JUL 26/AUG 2, 1999、他)

6. デルタ3の打上げ失敗(5月4日)の原因と対応等

◆失敗の状況:

5月4日、ボーイング社のデルタ3の初打上げが、ケープカナベラル空軍ステーション(CCAS)で行われたが、ペイロードの「オライオン3」通信衛星を静止トランスポーター(GTO)に投入することに失敗した。

同ロケットは第2段の1回目の燃焼までは計画通り飛行したが、2回目の燃焼開始直後にエンジン停止したためである。

◆原因:

[注:以下の情報は、6月25日のボーイング社の仮発表による]

- 第2段エンジンの燃焼チャンバー部に生じた亀裂

(事故調査チームによる事象分析結果と推論)

- 2度の大きな衝撃があった。火工品による第1段・第2段分離時の衝撃に類似。
 - 1度目：第2段の1回目の点火の4.5秒後
 - 2度目：更に大きな衝撃、第2段の2回目の点火の3.5秒後
- ターボポンプは衝撃の時に何らかの力が加わり回転が停止。
- 衝撃の原因は燃焼チャンバーと燃料噴射装置のヘッド部分のあるロケット中心部で発生。
- エンジン付近の機器の温度が2度の衝撃の後上昇、続いて急激に低下。これは最初に燃焼チャンバーからの高熱ガスに晒され、続いて極低温の推進剤に晒されたためと考えられる。
- エンジン燃焼チャンバーの亀裂が爆発的な事象につながった可能性が高いと推論。

◆その後の対応:

燃焼チャンバーの亀裂の根本的な原因追究のため調査を継続中。

(参考資料: BOEING NEWS RELEASE, JUN 25, 1999、他)

7.プロトンの打上げ失敗(7月5日)の原因と対応等

◆失敗の状況:

7月5日、カザフスタンのバイコヌール基地から打ち上げられたプロトンロケットは、打上げ約4分半後に通信途絶し、ロケットと衛星は射点から1,050 km 離れた同国のカラダンガ地域に落下した。ペイロードは、ロシアの軍事通信衛星「ラデューガ-1(Raduga-1)」であった。

◆原因:

[注:以下の情報はLM社とインターナショナル・ロンチ・サービス(ILS)社の事故調査委員会による、9月2日の仮発表に基づく。尚、同発表はロシア政府の不具合調査委員会報告をベースとしている]

- 第2段第3エンジンのターボポンプの溶接不良。
- このため火災を発生。
- さらに、燃料供給過程で吸い込まれた微小粒子によって、この状況はさらに悪化したと推測される。

◆是正措置

- 溶接の品質を上げる。
- 微小粒子の侵入を防ぐため推進薬のフィルタを設置する。

◆今回の失敗に伴う状況:

- プロトンの打上げ失敗によってバイコヌール基地があるカザフスタン政府は、失敗の原因と環境に対する損害が解決されるまで同基地の使用を禁止する旨、ロシア政府に通告した。
- しかし、その後の両国の交渉の結果、ロシアがプロトン落下に伴う全ての損害を弁償すること、同基地の未払い分を含めた賃借料を支払うことで合意し、同基地の使用を再開することが7月14日決まった。但し、プロトンロケットの打上げは、依然禁止とされた。
- この合意に基づき、ソユーズロケットによるミールへの物資補給船プログレスの打上げが7月16日に、ゼニット2ロケットによるロシア・ウクライナの海洋観測衛星「オケアン(Okean)」の打上げが7月17日に行われた。
- 更に、8月25日、プロトンの打上げ再開でカザフスタンとロシアが合意に達し、9月6日、ロシアの通信衛星「ヤマル 101、102」が打ち上げられた。又、ILS社も、9月26日にプロトンによる商業打上げ(ペイロードは通信衛星「LMI-1」)を再開する予定である。

(参考資料:INTERNATIONAL LAUNCH SERVICES, NEWS RELEASE, SEP 2, 1999、他)

以上

第32回宇宙開発委員会（定例会議）
議事要旨（案）

1. 日 時 平成11年9月8日（水）

14:00~14:25

2. 場 所 委員会会議室

3. 議 題 (1) H-IIロケット8号機打上げの点検実施状況について
(2) その他

4. 資 料 委32-1 H-IIロケット8号機打上げの点検実施状況について
委32-2 第31回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨（案）

5. 出席者

宇宙開発委員会委員長代理

長柄 喜一郎

宇宙開発委員会委員

秋葉 鎌二郎

"

末松 安晴

"

澤田 茂生

関係省庁

通商産業省機械情報産業局次長

林 良造（代理）

郵政大臣官房技術総括審議官

田中 征治（代理）

事務局

科学技術庁研究開発局長

池田 要

科学技術庁長官官房審議官

三木 義郎

科学技術庁研究開発局宇宙政策課長

船橋 英夫他

6. 議 事

(1) H-IIロケット8号機打上げの点検実施状況について

宇宙開発事業団より、H-IIロケット8号機打上げの点検実施状況について、報告があった。（資料委32-1 参照）

(2) その他

事務局より、第31回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨について説明があった後、原案通り了承された。（資料委32-2 参照）

以 上