

## 第34回宇宙開発委員会（定例会議）

### 議 事 次 第

1. 日 時            平成10年9月9日（水）  
                     14:00～14:40
2. 場 所            科学技術庁委員会会議室
3. 議 題            (1) 宇宙実験用小型ロケット（TR-1A）7号機の実験装置の準備状況について  
                     (2) 米国の最近のロケット失敗について  
                     (3) その他
4. 資 料            委34-1 宇宙実験用小型ロケット（TR-1A）7号機の実験装置の準備状況について  
                     委34-2 米国の最近のロケット失敗について  
                     委34-3 第33回宇宙開発委員会（定例会議）議事要旨

## 宇宙実験用小型ロケット（TR-I A）7号機の 実験装置の準備状況について

平成10年9月9日  
宇宙開発事業団

### 1. はじめに

TR-I A 7号機は、9月11日に打ち上げる計画であったが、8月10日、多目的均熱炉の地上対照実験の結果、実験試料がるつぽから漏れるという不具合が発見された。フライト実験用試料カートリッジのるつぽは、漏れが発生したものと同一ロットで製作されたものであることから、穴の修正を行う必要があり、この処置のために打上げ日を9月18日に延期した。

ここでは、多目的均熱炉の対策処置等、実験装置の準備状況について報告する。

TR-I A 7号機で実施する微小重力実験を表-1に示す。

### 2. 実験装置の準備状況

#### 2.1 多目的均熱炉試料カートリッジの問題と対策

半導体材料研究の1120℃実験の再地上対照実験に供したシアーセルカートリッジ（るつぽ）を分解調査したところ、実験試料が試料加圧機構<sup>\*1</sup>のスプリング側に漏れていた（10箇所中5箇所）。この原因は、試料加圧機構を設けているシアーセル（窒化ホウ素製）の直径1.5mm、深さ22.5mmの穴加工精度が悪かったためと推定している（図1参照）。

実験試料が漏れると試料加圧機構が作動しなくなる可能性があり、基礎物理・流体研究用シアーセルについては、最悪の場合、厚さ1.5mmのシアーセルの穴に内蓋が入り込み、シアーセルの回転ができなくなる恐れがある（図2参照）。

フライト実験用のシアーセルは、今回漏れが生じたものと同一ロットで製作されたものであり、実験試料の漏れを起こす可能性が高い。このため、「実績のある（試料漏れがなかった）業者」による再加工<sup>\*2</sup>を実施した（図3参照）。

（注）\*1：試料加圧機構は、融液のマランゴニ対流を防止するためのもので、可動部である内蓋と加圧用スプリングから構成される。

\*2：現在の穴（直径1.535mm）を真っ直ぐなものに開け直すこと、内蓋が厚さ1.5mmのシアーセル（穴の直径1.520mm）に入らないようにすることを考慮し、穴の直径を1.550mmに大きくする。

#### 2.2 射場整備作業の状況

実験装置の射場整備作業は8月31日より開始され、各実験装置の単体点検整備作業、実験システムの組立作業まで順調に進捗している。

### 3. 今後の予定

9月9日からTR-I Aロケットの射場整備作業に着手し、ロケットと実験システムの結合作業、搭載機器点検等の作業の後、9月16日に総合動作点検を実施して、9月18日に打上げを行う予定である。

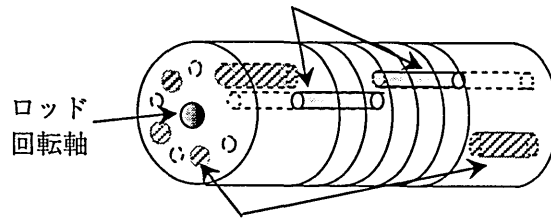
（以上）

表－1 TR－IA7号機で実施する微小重力実験

| 研究分野       | 実験テーマ                             | 代表研究者                     | 搭載実験装置            |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 結晶成長       | 氷の樹枝状成長におけるパターン形成への微小重力の効果        | 古川義純<br>北海道大学             | 観察技術実験装置Ⅱ型        |
| 基礎物理・流体    | 高融点金属性複雑融体の拡散の研究                  | 伊丹俊夫<br>北海道大学／<br>宇宙開発事業団 | 多目的均熱炉<br>(3炉体使用) |
| 半導体材料      | InAs－GaAs相互拡散係数の測定                | 木下恭一<br>NTT／<br>宇宙開発事業団   | 多目的均熱炉<br>(3炉体使用) |
| ライフサイエンス研究 | 培養細胞の増殖、分化に及ぼす微小重力の影響             | 長田裕之<br>理化学研究所            | 培養細胞実験装置          |
| 基礎物理・流体    | 均一分散噴霧中の火炎伝播に関する研究                | 野村浩司<br>日本大学              | 燃焼現象実験装置          |
| 技術開発       | 宇宙ステーション用静電浮遊炉の微小重力下における位置制御機能の確認 | 依田真一<br>宇宙開発事業団           | 静電浮遊炉             |

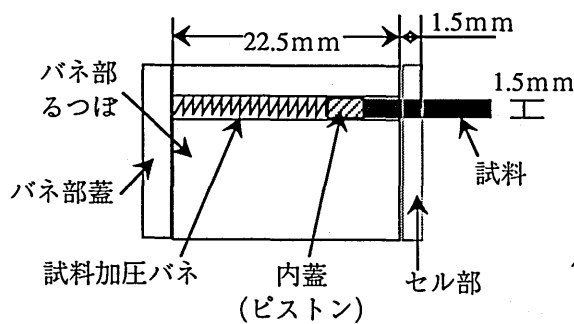
(注) 多目的均熱炉は、独立に制御できる6式の電気炉を有する実験装置で、上記2テーマを実施する。

実験試料(InAs, InGaAs) : 1.5mm  $\phi$   $\times$  16mmL  
(片側 5本、合計 10本)

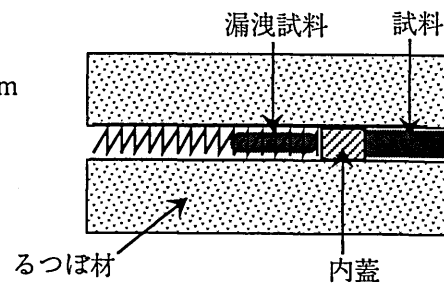


ダミー試料(InAs) : 3mm  $\phi$   $\times$  16mmL  
(片側 4本、合計 8本)

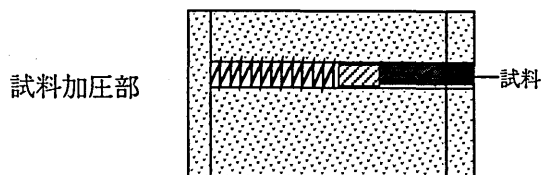
### 半導体材料研究用シアーセルカートリッジの概要



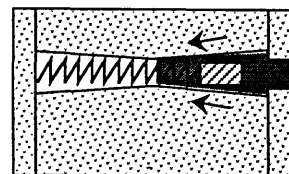
試料加圧部の概要



試料漏洩の状況



これまでのるつぼ穴加工  
(地上対照実験試験まで)

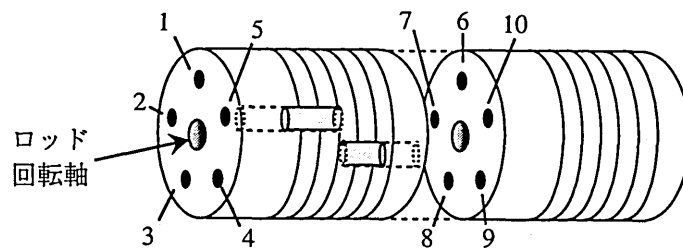


フライト実験のるつぼ穴加工  
(やや強調した表現)

バネの試料を押し力によって、内蓋とるつぼ間の隙間から試料がバネ側に流れ込もうとするが、隙間が $25\mu\text{m}$ の適正範囲で一定であるため、試料の表面張力により流れ込みが生じない。

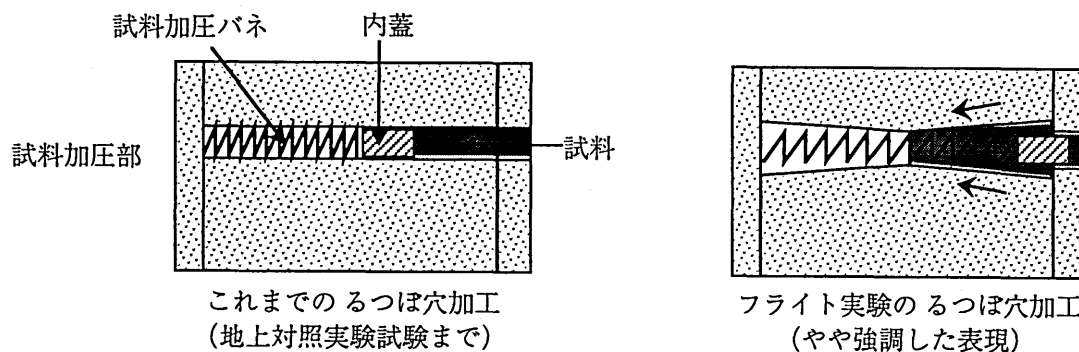
原因は、るつぼの穴あけ加工の際に中央部と端部で穴の大きさのわずかな違い( $5\mu\text{m}$ 程度)が生じたため、端部近くでは内蓋とるつぼ間の隙間が大きくなり、試料がバネ側に流れ込んでしまったと考えられる。

図1 半導体材料研究1120℃実験における試料漏れについて



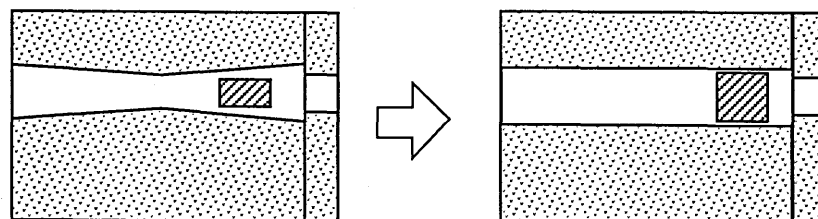
実験試料(銀、銅、銀-銅合金)：1.5mm $\phi$ ×7.5mmL  
(片側 5本×2(両側)×2組、合計20本)

### 基礎物理・流体研究用シアーセルカートリッジの概要



基礎物理・流体研究用のシアーセルでは、試料がバネ側に流れ込んでしまった際、内蓋がセルにまで押し出された場合には、シアーセル全体が動かなくなってしまう(半導体材料研究用の場合は、バネが完全に伸びきっても押し出されない)。

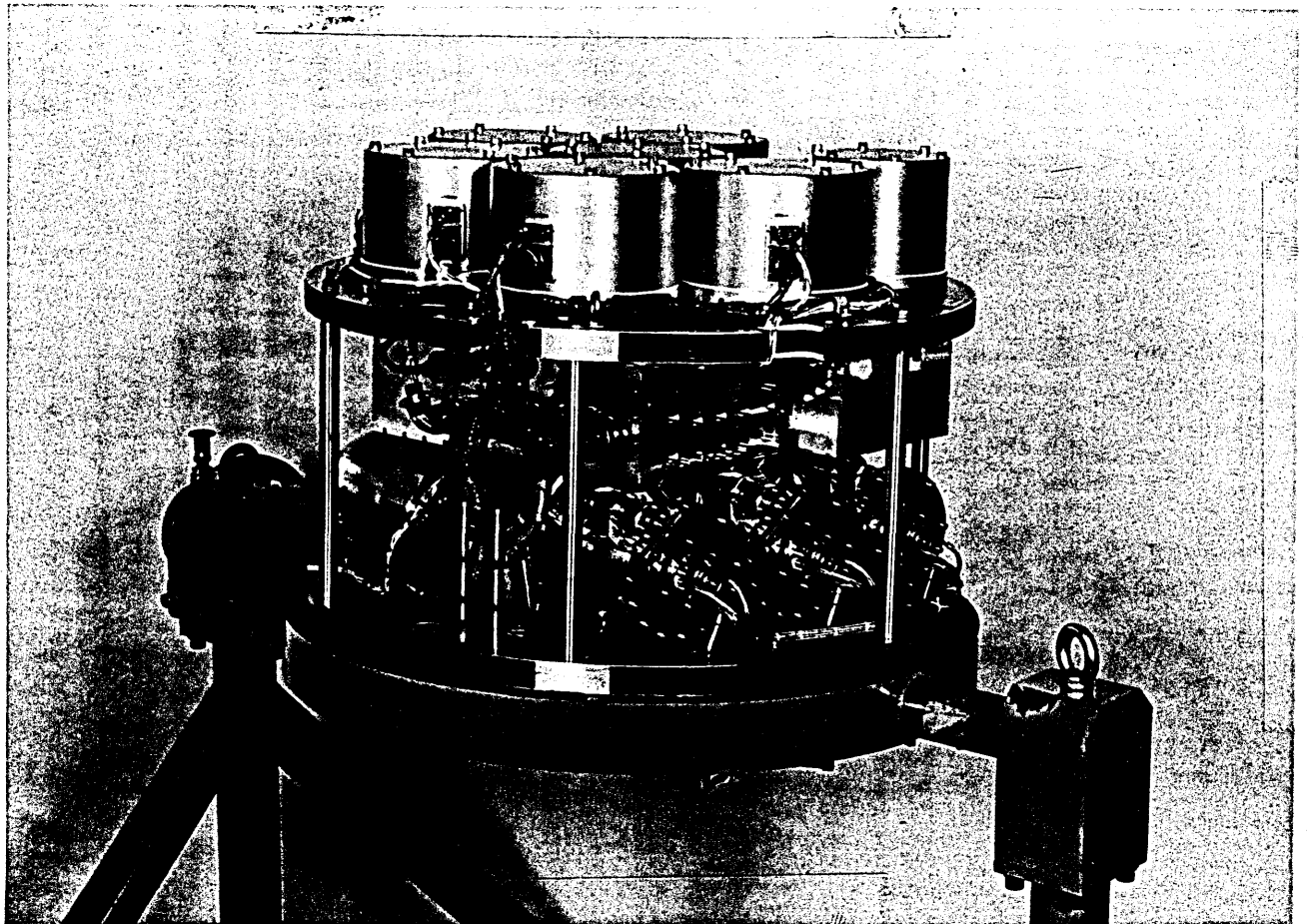
図2 試料加圧部での試料漏れの基礎物理・流体研究実験への影響



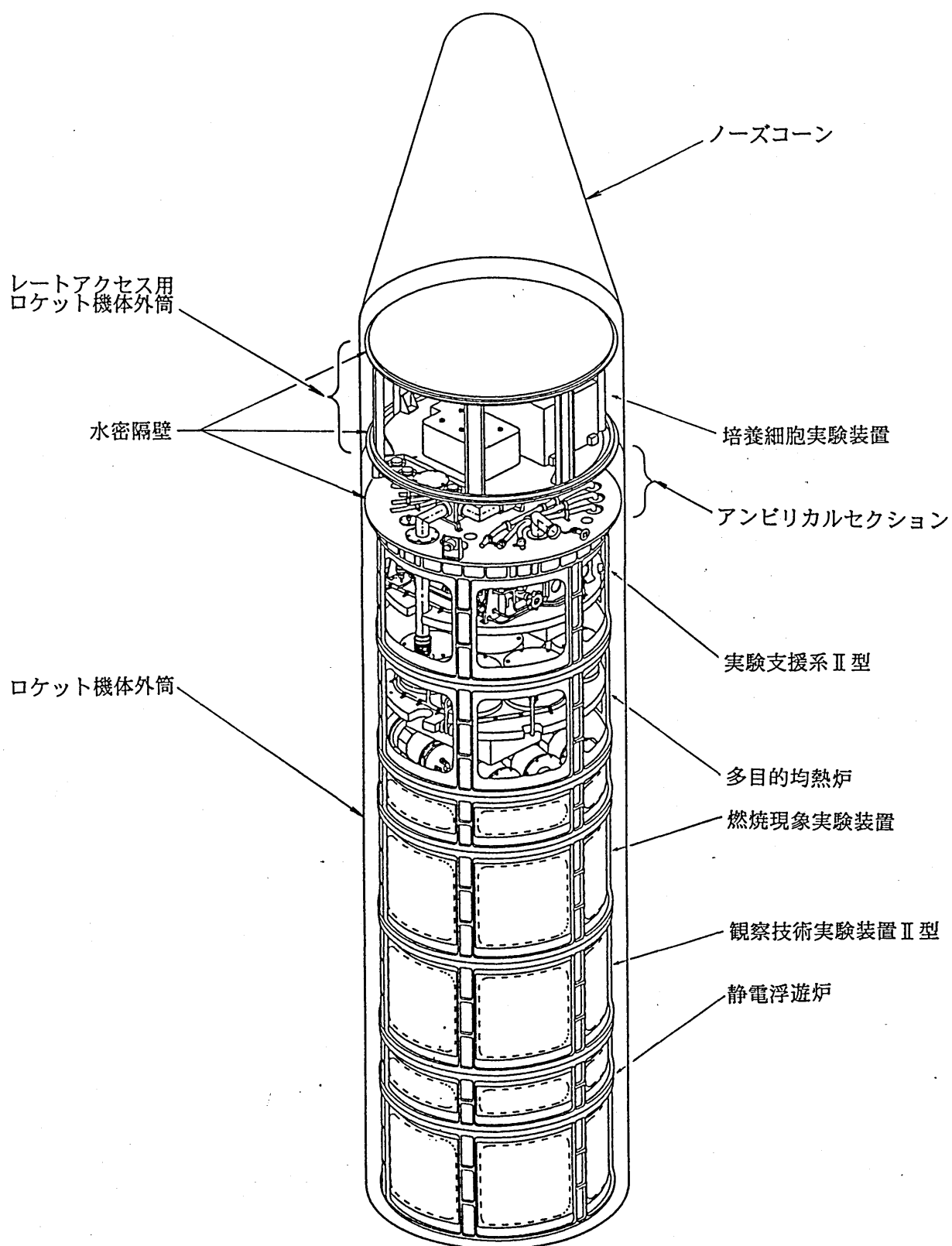
(対策) 現在の穴(直径1.535mm)を真っ直ぐなものに開け直す。その穴の内径については内蓋が厚さ1.5mmのシアーセル(穴の直径1.520mm)に入らないようにすることを考慮し、直径を1.550mmに大きくする。

この加工により試料の漏れが抑えられる効果と、基礎物理・流体研究に関しては万が一試料が漏れたとしても内蓋がセルにまで押し出されることがなくなるので、実験全体への影響を除くことができる。

図3 シアーセルるつばの再加工



多目的均熱炉 7 号機の外観



TR-IA7号機実験機器部の概要

## 米国の最近のロケット失敗について

1. タイタン 4 A ロケット
2. デルタ 3 ロケット

平成 1 0 年 9 月 9 日

宇宙開発事業団

# 1. タイタン4 A ロケット

## 1. 1 打上げ失敗の概要

- ・ 打上げ射場：フロリダ州ケープカナベラル空軍ステーション (CCAS) パッド (射点) 41
- ・ 打上げ日時：1998年8月12日 午前7時30分 (米東部夏時間)  
(日本時間12日午後8時30分)
- 注) レーダーステーションの電気的問題及び液体酸素注入のトラブルのため、予定より約90分遅れて打ち上げられた
- ・ 2基の補助固体ロケットでリフトオフ (ロケットのメインエンジンは、固体ロケットが約2分間燃焼し、分離される前に点火される)
- ・ 打上げ39.4秒後：誘導制御システムの電源が切れ、その15ミリ秒後に電源が復帰して、ロケットをピッチダウンさせる指令が発生。
- ・ 打上げ41.3秒後：ピッチ角が下に15度、ヨー角が右に4度に達し、空気抵抗のため、ロケット機体の分解が始まる。北 (左) 側の固体ロケットの自爆システムが作動し、爆発がロケット全体に拡大。
- ・ 打上げ45秒後：米空軍が破壊指令を送信
- ・ 打上げ40秒後は動圧 (ロケットが受ける空気抵抗) が最大となる時点。
- ・ 打上げは米空軍 (USAF) 宇宙司令部第45軍 (45th Space Wing) が担当

## 1. 2 ロケット

- ・ タイタン4 A型：ロッキード・マーチン (LM) 社製
- ・ 打上げ能力：静止軌道に4.5トン (ロケットにより直接、静止軌道に投入される)
- ・ 全長：63.14m
- ・ 全備重量：約869トン
- ・ 第0段 (固体ロケット)：ユナイテッド・テクノロジーズ社ケミカル・システムズ・ディビジョン製SRM×2本
- ・ 第1段エンジン：エアロジェット社製LR87-AJ-11Aエンジン×2基、推進薬はエアロジン50と四酸化二窒素を使用
- ・ 第2段エンジン：エアロジェット社製LR91-AJ-11Aエンジン×1基、推進薬はエアロジン50と四酸化二窒素を使用
- ・ 第3段エンジン：プラット・アンド・ホイットニー社製RL10-3-3Aエンジン×1基 推進薬は液体水素と液体酸素を使用
- ・ フェアリング直径：5.09 m
- ・ 第1段直径：3.05 m

### 1. 3 ペイロード

- ・ 国家偵察局 (NRO) の静止偵察 (電波傍受) 衛星

- 報道メディアにより以下の通り相違あり -

(FLORIDA TODAY紙)

- ・ 「VORTEX」 (3号機)

- ・ 重量 5t

- ・ 価格10億ドル (約1,350億円) (1ドル=135円の場合)

(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY紙)

- ・ 「MERCURY」 (最後の15機目-1970年代末から調達が開始された)

- ・ 重量4~5t

- ・ 価格7~8億ドル (約945~1,080億円)

### 1. 4 被害、デブリ等

- ・ 人的、物的被害は無いとのこと

- ・ デブリは射場東方の大西洋上に落下 (海岸から0.5~3マイル沖) し、18平方マイル (約47平方km) の範囲に散乱。

- ・ 尚、搭載されていた燃料は爆発でその殆どが燃え尽きた模様

### 1. 5 打上げ損害額

- ・ (Florida Today紙) 衛星7~10億ドル (約945~1,350億円)、ロケット3.44億ドル (約464億円)

(AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY誌) 衛星7~8億ドル (約945~1,080億円)、ロケット3.44億ドル (約464億円)

### 1. 6 調査の対象及び考えられる原因

- ・ 誘導制御システムの電源の不具合と考えられる。
- ・ 誘導制御システムの電源の瞬断後に、ロケットをピッチダウンさせる指令が発生していた。

### 1. 7 事故調査

- ・ USAFが事故調査委員会を発足させ、11月末に結論をまとめる予定
- ・ 委員長：ロバート・ヒンソン少将 (コロラド州にあるUSAF宇宙司令部の運用責任者)

(尚、USAFによれば調査情報は公開するとしている)

- ・ 米海軍は誘導制御システムの電源を回収するため、海岸から約2マイル

(約3.2km) 沖の水深20～40フィート (約6～13m) の海底を捜索中。

#### 1. 8 タイタン4型の打上げ記録等

- ・ 1989年から24回打上げ(今回で25回目)
- ・ 失敗は1993年8月の1回のみ
- ・ 今回は4A型の最終打上げで、今後は能力向上型の4Bへ移行
- ・ 次回のタイタン打上げは今年末に予定(但し、原因究明と是正対策完了まで保留)

#### 1. 9 地元への連絡

- ・ 1997年1月17日のデルタ2ロケット爆発事故の際は、USAFから地元のブルバード郡への連絡は行われなかったが、今回は円滑に行われた。
  - ・ 爆発2分後：ブルバード郡内のすべての町と学校に、危険がないことを緊急無線で周知
  - ・ 爆発3分後：米国気象サービス(NOA(米国海洋大気庁)の一部門)がラジオ局とテレビ局に事故の発生を連絡
  - ・ 爆発15分後：ブルバード郡委員会議長の所にブルバード郡緊急管理局の所長から電話

## 2. デルタ 3 ロケット

### 2. 1 打上げ失敗の概要

- ・ 打上げ射場：フロリダ州ケープカナベラル空軍ステーション（C C A S）  
パッド（射点）17B

- ・ 打上げ日時：1998年8月26日 午後9時17分（米東部夏時間）  
1998年8月27日 午前10時17分（日本時間）

注）上空の風が強かったため、予定より約30分遅れて打ち上げられた。

- ・ 打上げから爆発までの経緯

- ・ 打上げ後約55秒まで：計画通りに飛行
- ・ 打上げ後約55～65秒：約4Hzのロール振動が発生、成長
- ・ 打上げ後約65秒：固体補助ロケット（SRM）の可動ノズルを駆動するための油圧システムの油を使い切って、油圧システムが機能停止し、可動ノズルがそれぞれの位置で固定。また、ロール振動は消滅。
- ・ 打上げ後約65～72秒：第1段の主エンジンのみでロケットの姿勢を制御
- ・ 打上げ後72秒：ヨー角が約35度に達し（ピッチ・オーバー）、ロケットが壊れ、自爆システムが作動して爆発
- ・ 打上げ後75秒：米空軍が破壊コマンドを送信
- ・ 打上げ後75秒のロケットの到達地点
  - ・ 高度：約10マイル（約16km）
  - ・ 水平距離：射点から約6マイル（約10km）の大西洋上
- ・ 動圧が最大となるのは打上げ44秒後。
- ・ 打上げは米ボーイング社が実施
- ・ ロケット爆発後に水平線上（海面）で発生した火の玉は、衛星搭載の保存可能な推進薬による爆発と見られる。

### 2. 2 デルタ 3 ロケットの概要

- ・ 米ボーイング社製
- ・ 打上げ能力：静止トランスファ軌道に3.8トン（デルタ2ロケットの2倍）
- ・ デルタ2ロケットに比べて、固体補助ロケットの増強、第2段への極低温エンジンの採用、フェアリングの大型化など、大幅に改良
- ・ 9本の固体補助ロケット（SRM）のうち、3本に推力方向制御のための可動ノズルを採用
- ・ 全長：39.1 m
- ・ 全備重量：301,451 kg
- ・ 第1段エンジン：ロケットダイン社製RS-27Aエンジン×1基、

推進薬はケロシンと液体酸素を使用

- ・第2段エンジン：プラット・アンド・ホイットニー社製 R L 10 B - 2 エンジン × 1 基  
推進薬は液体水素と液体酸素を使用
- ・固体補助ロケット：アライアント・テクシステムズ社製 G E M - L D X L × 9 本
- ・フェアリング直径：4 m
- ・第1段直径：2.44 m
- ・第1段燃料タンクと第2段液体水素タンクは三菱重工製
- ・第2段エンジンのノズルに仏 S E P 社のカーボン・カーボン製伸展型ノズルを採用。

## 2. 3 ペイロード

- ・米バンナムサット社の静止通信衛星「ギャラクシー10」
  - ・打上げ時重量 3,876kg
  - ・ヒューズ社製 H S - 601 H P バス
  - ・設計寿命 15 年
  - ・ミッション 米国内とカリブ海諸国の音声、映像、データの中継
  - ・搭載トランスポンダ
    - C バンド 24 本（予備 6 本）
    - K u バンド 24 本（予備 6 本）

## 2. 4 被害、デブリ等

- ・人的、物的被害はないとのこと
- ・デブリは射場東方の大西洋上に落下（海岸から約10マイル（約16km）沖まで）
- ・空軍が約3マイル（約5km）のところに毒性の雲を確認したが、一般居住地から14マイル（約22km）離れており、一般住民には危険はない。

## 2. 5 打上げ損害額

- ・ロケットと衛星の合計で2億2500万ドル（約304億円）（1ドル=135円の場合）
- ・ロケットのみで8,500万ドル（約115億円）

## 2. 6 考えられる原因

- ・ロケットの誘導制御システムの不具合の可能性が高いと見られている。
- ・誘導制御システムの利得とフィルターの係数は、ロケットの動特性が時間と共に変化するため、ロケットの飛行中に何回か切り換えられる。今回の飛行では、打上げ後50秒に切り換えられていた。

## 2. 7 事故調査

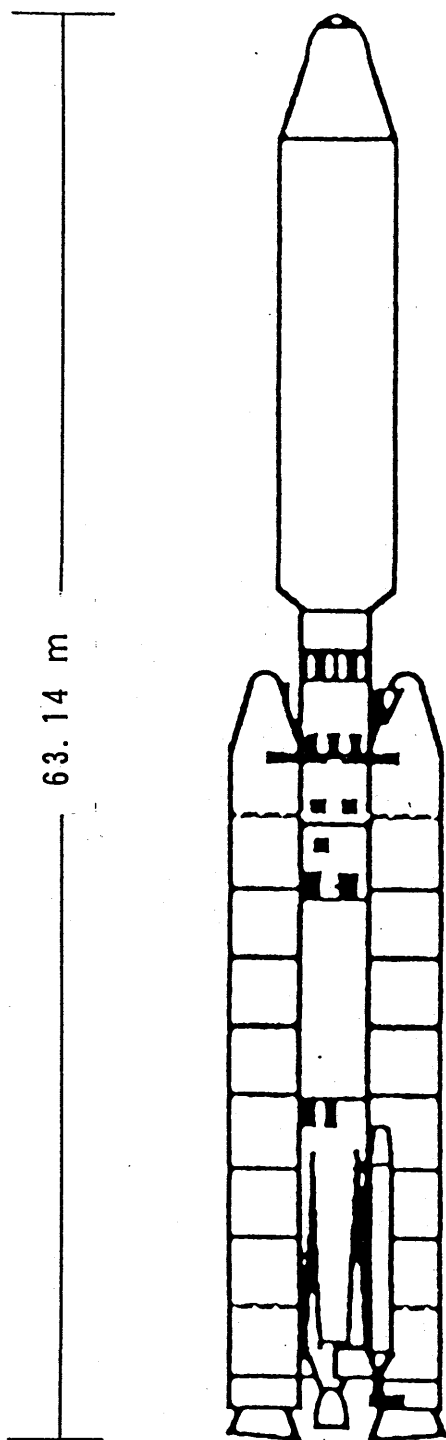
- ・ボーイング社が調査チームを設置、9月末に結論をまとめる予定。
- ・委員長：クラレンス・クアン氏（プログラム管理、設計、エンジニアリングに40年以上の経験を有するボーイング社の航空宇宙エンジニア）
- ・今後の作業予定
  - ・調査委員会がこれまでに絞り込んだ原因について、独立チームが検証の予定。
  - ・調査委員会は2～3カ月かけて、是正措置のための行動計画を作成予定。

## 2. 8 デルタ3ロケットの打上げ計画等

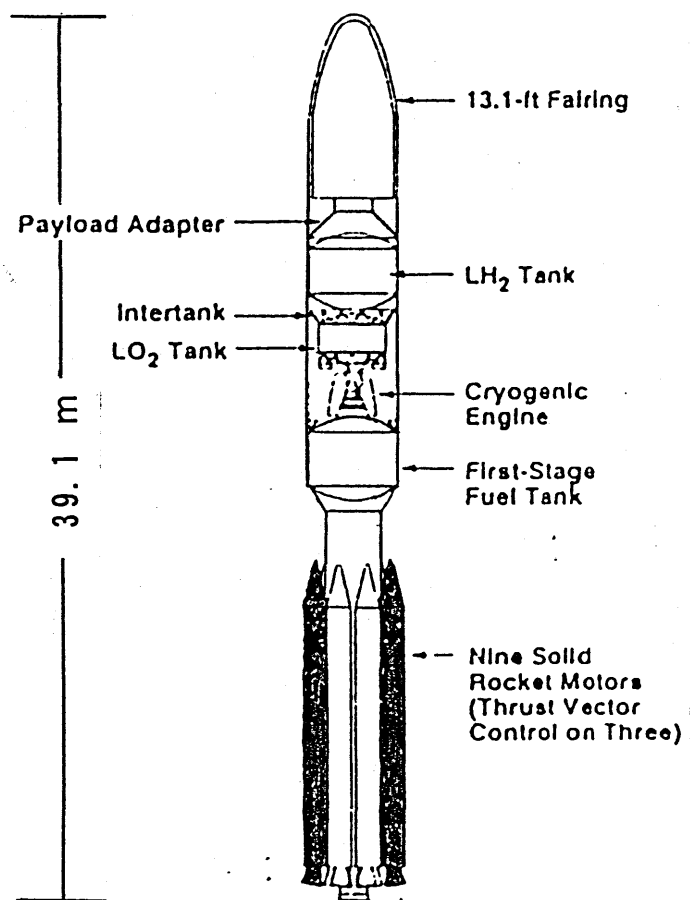
- ・今回が初打上げ
- ・2002年までにケープ・カナベラルから18回の打上げを予定していた。（事故前の計画）
- ・是正措置後、1999年初めに打ち上げ再開予定。ペイロードは、ヒューズ社製HS-601HPバスを用いた通信衛星「オリオン3」。

## 2. 9 その他

- ・ケープ・カナベラルでロケットの爆発が相次いだのは、1986年以来の出来事。
  - ・1986年1月28日：スペース・シャトル「チャレンジャー」が爆発
  - ・1986年5月3日：デルタ3914が爆発（静止気象衛星「GOES-G」を搭載）
- ・また、1986年4月18日にはバンデンバーグ空軍基地から打ち上げられたタイタン3（偵察衛星を搭載）が爆発した。



タイタン 4 A



デルタ 3

出典 : Jane's SPACE DIRECTORY 1997-98

第 3 3 回宇宙開発委員会（定例会議）  
議事要旨（案）

1. 日 時 平成 1 0 年 9 月 2 日（水）  
1 4 : 0 0 ~ 1 4 : 5 0
2. 場 所 科学技術庁 委員会会議室
3. 議 題 (1) シャトルミッション（STS-95）搭載実験の実施について  
(2) ロシアにおける宇宙飛行士訓練の体験的調査の実施報告について  
(3) 熱帯降雨観測衛星（TRMM）のデータ公開について  
(4) その他
4. 資 料 委33-1 STS-95による神経科学実験等の実施について  
委33-2 「ロシアにおける宇宙飛行士訓練の体験調査」実施報告  
委33-3 熱帯降雨観測衛星（TRMM）観測データの一般公開について  
委33-4 第32回宇宙開発委員会（臨時会議）議事要旨
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 末 松 安 晴  
" 秋 葉 録二郎  
  
関係省庁  
文部大臣官房審議官（学術国際局担当） 若 松 澄 夫（代理）  
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 甕 昭 男（代理）  
  
事務局  
科学技術庁長官官房審議官 中 澤 佐 市  
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) シャトルミッション（STS-95）搭載実験の実施について  
宇宙開発事業団より、STS-95による神経科学実験等の実施について、  
報告があった。（資料委33-1参照）  
(2) ロシアにおける宇宙飛行士訓練の体験的調査の実施報告について  
宇宙開発事業団より、ロシアにおける宇宙飛行士訓練の体験的調査の実施  
結果について、報告があった。（資料委33-2参照）  
(3) 熱帯降雨観測衛星（TRMM）のデータ公開について  
宇宙開発事業団より、熱帯降雨観測衛星（TRMM）観測データの一般公  
開について、報告があった。（資料委33-3参照）  
(4) その他  
事務局より第32回宇宙開発委員会（臨時会議）議事要旨について説明が  
行われた後、原案通り確認された。（資料委33-4参照）

以 上