

委25-2

昭和49年度8～9月期ロケット打上げ

実験の評価について（報告）

昭和49年12月6日

宇宙開発委員会技術部会

## は　じ　め　に

宇宙開発委員会技術部会は、第一分科会において、東京大学宇宙航空研究所が行った昭和49年度第1次観測ロケット実験の結果（科学観測の結果を除く、）及び宇宙開発事業団が行った第10回ロケット打上げ実験の結果を評価するために必要な技術的事項について、昭和49年10月25日以来慎重な調査審議を重ねてきたが、このたびその結果をとりまとめたので報告する。

なお、今回の調査審議は、東京大学宇宙航空研究所関係としては、L-4SC-3号機の打上げ実験の結果、また、宇宙開発事業団関係としては、試験用ロケット1号機の打上げ実験の結果を対象とするものである。

## 目 次

### I 東京大学宇宙航空研究所関係 ..... 1

#### L-4SC-3号機の打上げ実験

##### (1) 実験の概要 ..... 1

##### (2) 実験結果の分析 ..... 5

### II 宇宙開発事業団関係 ..... 6

#### 試験用ロケット1号機の打上げ実験

##### (1) 実験の概要 ..... 6

##### (2) 実験結果の分析 ..... 8

### III 総合意見 ..... 11

#### 参考1. 昭和49年度8～9月期ロケット打上げ実験の評価について ..... 12

#### 参考2. 宇宙開発委員会技術部会第一分科会構成員 ..... 13

## I 東京大学宇宙航空研究所関係

### L-4 S-C-3号機の打上げ実験

#### (1) 実験の概要

##### (i) 実験の目的

L-4 S-C-3号機の打上げ実験は、レート積分ジャイロを用いた高精度姿勢基準装置及び第1段に装着する2次流体噴射推力方向制御（以下、「SITVC」と略称する。）用噴射液タンクの機能確認試験を行うことを主目的とし、併せて、テフロン・スラスタ、太陽センサ及びタイム・セレクタの機能確認試験を行うものである。

##### (ii) L-4 S-C-3号機の概要

L-4 S-C型ロケットは、Mロケットの制御技術について改良研究を行うための試験ロケットである。L-4 S-C-3号機の形状及び諸元は、それぞれ図1及び表1に示すとおりである。

L-4 S-C-3号機は、L-4 S-C-2号機と比較して主として次の諸点が異なっている。

##### ① 第1段ロケットにSITVC用噴射液タンクを装着している。

なお、今回は流出試験を行うためタンク内に水を入れている。

##### ② 第2段ロケットにSITVC装置を装着しておらず、これに替

て姿勢の安定を図るため1対のスピンモータを装着している。

##### ③ 高精度姿勢基準装置を搭載している。

##### ④ テフロン・スラスタ、太陽センサ及びタイム・セレクタを搭載している。

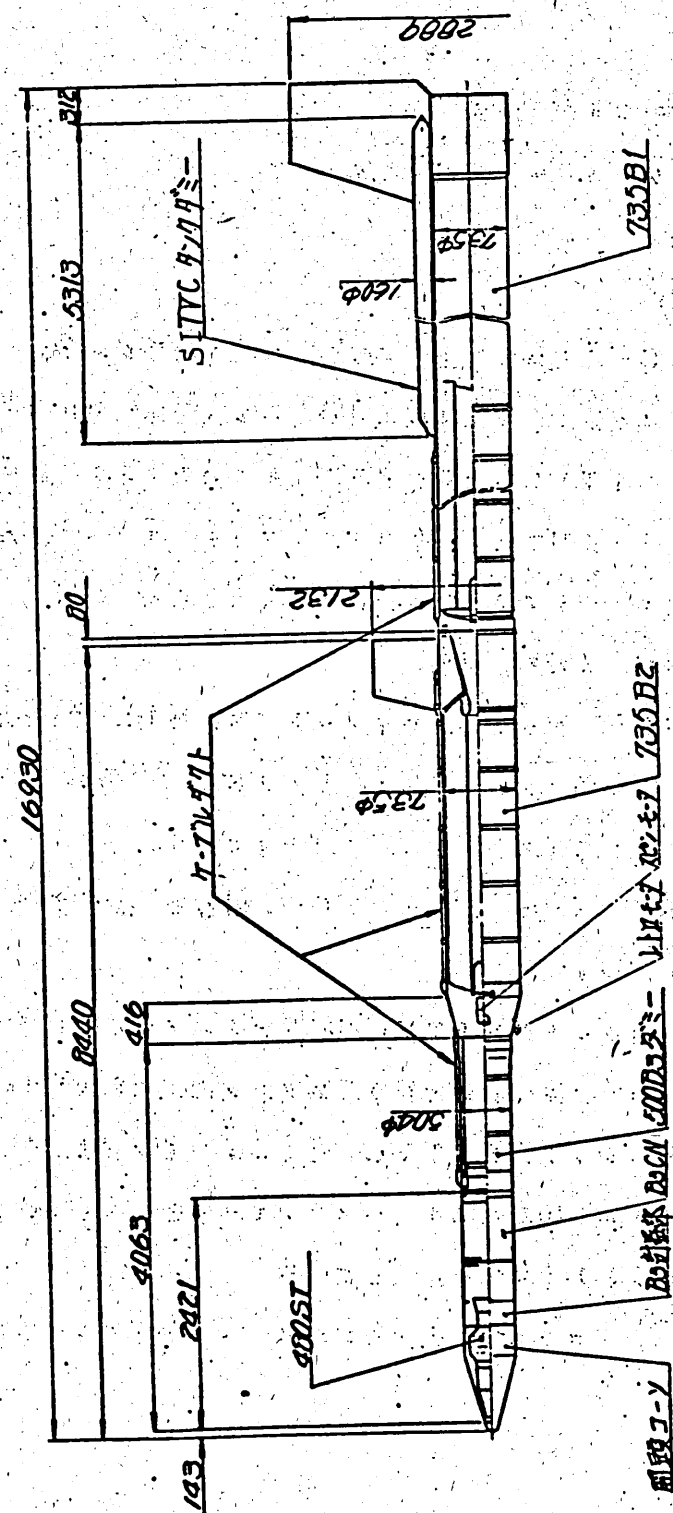


図1 L-4SC-3号機の形状

表1 L-4SC-3号機の諸元

(注) 第3段はダミー

### (一) 実験の経過及び結果

発射時刻：昭和49年8月20日 14時30分

打上げ場所：東京大学鹿児島宇宙空間観測所

發射角：上下角  $75.5^\circ$

方位角  $153.0^\circ$ 

天 候：快晴

气温：29℃

地上風：東北東 2 m/s

第1段ロケットは正常な燃焼及び飛しょうを続け、発射後3.2秒にその切離しが行われた。この間、第1段ロケットの燃焼中において予定どおりSITVC用噴射液タンク内の水を連続的に流出させ、流量等の計測を行った。

発射後3.9秒に第2段ロケットに装着したスピンモータが点火し、機体に毎秒約2.2回転のスピンが与えられた。次いで発射後4.2秒に点火した第2段ロケットも正常な燃焼及び飛しょうを続け、同1分

37秒に第2・3段(一体)ロケットの切離しが行われた。この間、発射後41秒から姿勢基準装置のピッチ姿勢基準角が予定どおりプログラムに従って変更され、また、同1分35秒にノーズコーンの開頭が正常に行われた。

発射後1分38秒にはデスピシモータが点火し、機体のスピンのほぼ停止された後、同1分39秒からは更に姿勢基準装置のピッチ姿勢基準角が予定どおりプログラムに従って変更され、サイドジェット装置による三軸制御が開始された。ピッチ軸及びヨー軸まわりの制御は正常に行われ、また、発射後2分10秒に行われた電波指令によるピッチ姿勢基準角の修正に伴うピッチ角の制御も正常であった。

一方、ロール軸まわりの制御も同時に行われたが、回転が十分に制御されず、ロールジェット装置が作動し続けたため、発射後2分41秒で姿勢制御用燃料を消費し尽した。したがって、発射後2分51秒に予定どおり再スピン開始信号によりロールジェット装置を作動させたが、推力が発生せず、再スピンは行われなかった。このため、発射後4分33秒に電波指令によりタイマを停止し、姿勢制御部と第4段ロケットの切離し及び第4段ロケットの点火を中止した。第4段ロケットは、姿勢制御部と一体のまま発射後4分30秒に最高高度約225kmに達したのち、発射後8分15秒に水平距離約745kmの水域に着水した。

なお、テフロン・スラスターの試験は、姿勢制御部と第4段ロケットの切離し後、タイマの信号により電源を投入して行われる予定であったが、上述のようにタイマを停止させたため実施できなかった。しかし、太陽センサはロケット飛しょう中の全期間にわたって正常に作動

し、またタイム・セレクトアの試験は予定どおり発射後3分20秒、同3分50秒及び同4分20秒の3回行われた。

## (2) 実験結果の分析

今回のL-4SC-3号機の打上げ実験において、第1段SITVC用噴射液タンク、太陽センサ及びタイム・セレクトアの機能確認試験は正常に行われ、所期の成果が得られた。また、高精度姿勢基準装置の機能確認試験については、姿勢制御部と第4段ロケットの切離し及び第4段ロケットの点火を中止したため、姿勢制御部と第4段ロケットとの飛しょう径路の差から姿勢基準角の精度を求めることはできなかったが、精測レーダ及び太陽センサのデータによって、姿勢基準角の精度はほぼ1度であったことが推定されている。

今回の打上げ実験におけるロール制御の不具合については、ロールジェット装置が一定の制御信号に従った作動をしていることから、その原因はロールジェット装置の不具合によるものではなく、制御信号回路の定数の誤りによるものと考えられる。この誤りは、事後の十分な追跡調査のための資料が不十分であるので断定できないが、ロールジェット装置の推力変更に伴う制御信号回路の定数変更がなされなかった可能性が強い。

## II 宇宙開発事業団関係

### 試験用ロケット1号機の打上げ実験

#### (1) 実験の概要

##### (i) 実験の目的

試験用ロケット1号機の打上げ実験は、ガスジェット制御装置による三軸制御試験、段間部の切離し機構及びアレジモータの機能確認試験並びにロケットと関連地上設備との整合性の確認試験を行うことを目的としたものである。

##### (ii) 試験用ロケット1号機の概要

試験用ロケットは、昭和50年度以降に予定している人工衛星打上げ用Nロケットの打上げに必要な各種試験を行うことを目的としたもので、第1段固体ロケット、第2段液体ロケットの2段式ロケットである。試験用ロケット1号機の形状及び諸元は、それぞれ図2及び表2に示すとおりである。

第1段ロケットは、東京大学宇宙航空研究所で開発されたMロケットの第1段を使用しており、この飛しょう中の姿勢安定は、空力安定により保たれる。

第1段と第2段ロケットの段間部は、第1段ロケットと第2段ロケットを切り離す機能を有しており、切離し後第2段側に属する段間部上部と第1段側に属する段間部下部より構成されている。段間部上部には、第2段ロケットの点火に先立ち機体に微少加速度を与えるためのアレジモータ及び第2段ロケット飛しょう中の姿勢制御を行うためのガスジェット制御装置が、また、段間部下部には切離し後第1段ロケットの残留推力による追突を防止するためのレトロモータがそれ

ぞれ装着されている。また、この切離しは、タイマの信号に従って、セパレーションナット及び分離スプリングによって行なわれる。

第2段ロケットは、推進系としてダミーを用いており、この飛しょう中の姿勢はガスジェット制御装置を用いた三軸制御により保持される。

##### (ii) 実験の経過及び結果

発射時刻：昭和49年9月2日 15時00分

打上げ場所：宇宙開発事業団種子島宇宙センター

発射角：上下角 74.7°

方位角 106.9°

天候：快晴

気温：27℃

地上風：西北西 3 m/s

第1段ロケットは、正常な燃焼及び飛しょうを続け、発射後1分17秒にその切離しが行われた。発射後1分19秒に段間部下部に装置したレトロモータが、また、同1分26秒に段間部上部に装着したアレジモータがそれぞれ点火し、正常に燃焼を行った。ガスジェット制御装置は、第1段ロケットの切離し時から三軸制御を開始した。

第2段ロケットは、発射後3分17秒に最高高度約128kmに達したのち、発射後6分44秒に水平距離約308kmの水域に着水した。

この間、ロケット搭載電子装置及び関連地上設備は正常に作動し、中距離レーダによるレーダ追尾、テレメータ計測及び光学計測を行った。

なお、今回の打上げ実験において、Nロケットの打上げに備えて開発中の飛行安全計算システムの試験的運用を行った。

## (2) 実験結果の分析

今回の試験用ロケット1号機の打上げ実験においては、ガスジェット制御装置による三軸制御試験、段間部の切離し機構及びアレジモータの機能確認試験並びにロケットと関連地上設備との整合性の確認試験が正常に行われ、所期の成果が得られた。特に、第1段ロケットの切離し時から開始されたガスジェット制御装置による三軸制御試験の結果は良好であり、予定を大幅に下回る時間内に三軸とも所定の角度に制御している。

なお、飛行安全計算システムの試験的運用においては、一部計算結果が得られていないが、この原因はレーダデータについて必ずしも十分な信号対雑音比が得られなかったことに加えて、レーダデータを計算プログラムへ入力する際の信号対雑音比に関する設定条件が不適当であったことによるものと考えられる。

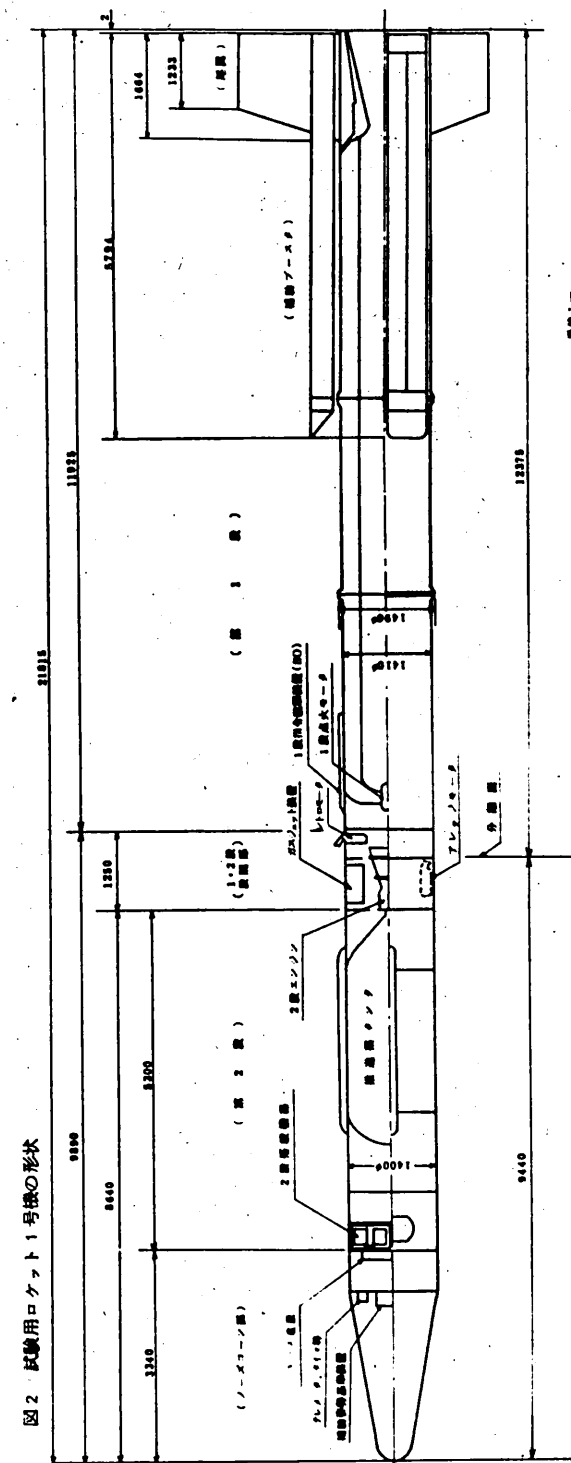


表2 試験用ロケット1号機の諸元

| 項 目           | 1 段                       |             | 1・2段<br>段 間 部 | 2 段   | ノーズ<br>コーン部 |
|---------------|---------------------------|-------------|---------------|-------|-------------|
|               | 主モータ                      | 補助ブースタ      |               |       |             |
| 全 段 全 長 (m)   | 21.815                    |             |               |       |             |
| 全 長 (m)       | 11.925                    | 5.794       | 1.250         | 5.300 | 3.340       |
| 全段最大外径 (m)    | 1.496 ( 1 段モータフランジ部 )     |             |               |       |             |
| 外 径 (m)       | 1.410<br>(フランジ部<br>1,496) | 0.316       | 1.410         | 1.400 | 1.400       |
| 全段全備重量 (t)    | 39.3                      |             |               |       |             |
| 全 備 重 量 (t)   | 26.3                      | 4.0         | 0.9           | 6.1   | 2.0         |
| 推 進 薬 種       | ポリウレタン系                   | ポリウレタン系     |               |       |             |
| 推 進 薬 重 量 (t) | 20.8                      | 2.5         |               |       |             |
| 平 均 推 力 (t)   | *1<br>74.0                | *1<br>9.9×8 |               |       |             |
| 比 推 力 (s)     | *1<br>220                 | *1<br>220   |               |       |             |
| 全 燃 焼 時 間 (s) | 61                        | 6.2         |               |       |             |
| ノズル出口径 (mm)   | 1,048                     | 302         |               |       |             |
| ノズル開口比        | 5.94                      | 3.56        |               |       |             |
| 分 離 方 式       | 分離ナットー分離スプリング             |             |               |       |             |
| 姿 勢 安 定       | 空 力 安 定                   |             | ガスジェット制御装置    |       |             |
| テレメトリシステム     | FM－PMテレメータ PCM－PMテレメータ    |             |               |       |             |
| ディストラクトシステム   | 指 令 破 壊 ( 2 重 系 )         |             |               |       |             |
| *1 SEA LEVEL  |                           |             |               |       |             |

### III 総合意見

1 東京大学宇宙航空研究所が打ち上げたL-4SC-3号機については、ロール制御に不具合がみられたが、高精度姿勢基準装置、第1段SITVC用噴射液タンク、太陽センサ及びタイム・セレクトの機能が確認されており、ほぼ所期の目的を達成した。

なお、前記のとおり、打上げ実験の最終段階においてロール制御の不具合のため、タイマを停止せざるを得なかったため、不具合とは直接関係のないテフロン・スラストの実験までも断念する結果となった。この点を考慮して、ロケットのシステム設計においては、起りうるあらゆる事態を想定し、最大限に実験の目的が果されるよう配慮する必要がある。

2 宇宙開発事業団が打ち上げた試験用ロケット1号機については、ガスジェット制御装置による三軸制御試験、段間部の切離し機構及びアレックシモータの機能確認試験並びにロケットと関連地上設備との整合性の確認試験が正常に行われ、所期の目的を達成した。

なお、今後の飛行安全計算システムの開発については、今回行った試験的運用の結果をもとに、誘導レーダの整備を促進してレーダデータの質の改善を図るとともに、計算のための入力信号の質に関する設定条件等について検討を加える必要があると考える。

3 信頼性については、これまでの打上げ実験の成果の蓄積により、徐々に高まってきていると考えるが、今後とも一層の努力を期待する。

なお、L-4SC-3号機のロール制御の不具合の原因究明に際して、設計、製作、調整及び試験に係る管理文書に不十分な点がみられたが、信頼性を確保するためには、単に技術上の問題のみならず、管理上の問題も重要な要素であるので、今後この点を十分考慮して開発を進める必要がある。

参考 1

昭和49年度8～9月期ロケット打上げ

実験の評価について

昭和49年9月25日

宇宙開発委員会

決 定

昭和49年度8～9月期ロケット打上げ実験を評価するため、次により調査審議を行うものとする。

1. 東京大学宇宙航空研究所が行った昭和49年度第1次観測ロケット実験の結果（科学観測の結果を除く）及び宇宙開発事業団が行った第10回ロケット打上げ実験の結果を評価するために必要な技術的事項について調査審議を行う。
2. 1の調査審議は、技術部会において行い、昭和49年12月末までに終わることを目途とする。

参考 2

宇宙開発委員会技術部会第一分科会構成員

（五十音順）

|        |         |                 |
|--------|---------|-----------------|
| 技術部会長  | 網 島 毅   | 宇宙開発委員会委員       |
| 第一分科会長 | 佐 貫 亦 男 | 日本大学理工学部教授      |
|        | 内 田 茂 男 | 名古屋大学工学部教授      |
|        | 黒 田 泰 弘 | 宇宙開発事業団システム計画部長 |
|        | 高 田 茂 俊 | 宇宙開発事業団理事       |
|        | 野 村 民 也 | 東京大学宇宙航空研究所教授   |
|        | 船 川 謙 司 | 郵政省電波研究所鹿島支所長   |
|        | 村 松 金 也 | 宇宙開発事業団追跡部長     |
|        | 森 大 吉 郎 | 東京大学宇宙航空研究所教授   |
|        | 山 内 正 男 | 科学技術庁航空宇宙技術研究所長 |
|        | 湯 原 仁 夫 | 郵政省電波研究所長       |
|        | 和 田 正 信 | 東北大学工学部教授       |