

イプシロンロケットプロジェクトの 事前評価質問に対する回答

平成 22 年 7 月 26 日

宇宙航空研究開発機構

【本資料の位置付け】

本資料は、平成２２年７月１６日（月）に開催された第１回推進部会におけるイプシロンロケットプロジェクトの説明に対する構成員からの質問に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（ＪＡＸＡ）の回答をまとめたものである。

● 評価項目 0（背景及び位置付け）に関連する質問

0－1	イプシロンロケットで打上げる候補衛星の衛星バス	3 ページ
0－2	中型衛星打上げの可能性	5 ページ
0－3	自前ロケットを用意する理由	6 ページ

● 評価項目 1（プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認））に関連する質問

1－1	小型衛星打上げ要望の有無	8 ページ
-----	--------------	-------

● 評価項目 4（システム選定及び基本設計要求）に関連する質問

4－1	打上げ時の環境条件	9 ページ
4－2	振動、音響等の影響の低減	1 1 ページ
4－3	音響環境の緩和	1 2 ページ
4－4	異常発生時の安全策	1 3 ページ
4－5	Key device の国産化	1 4 ページ
4－6	デブリ問題	1 5 ページ
4－7	4 段液体ステージ	1 6 ページ
4－8	射点系構想	1 7 ページ

● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

5－1	固体ロケット技術の維持・継承と人材確保に関して	1 8 ページ
5－2	開発計画	1 9 ページ
5－3	将来計画	2 0 ページ

● 評価項目 0（背景及び位置付け）に関連する質問

【質問番号 0－1】 イプシロンロケットで打上げる候補衛星の衛星バス

【質問内容】

イプシロンロケットで打上げられる候補の我が国の衛星バスとしてはどのような種類があるのでしょうか？ 最近ロシアの Rockot で Servis 2 なる衛星が打上げられたようですが、このバスはどのようなバスですか？ イプシロンのペイロードの候補の中に入りますか？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 27 ページ

【回答者】 J A X A

【回答内容】

現在、宇宙科学ミッションの迅速・高頻度・高効率な成果創出を目的として、小型衛星のセミオーダーメイド型バスを開発中です。このバスを適用した小型科学衛星 1 号機を、平成25年度にイプシロンロケットで打ち上げる予定です。このバスは経済産業省が開発する小型衛星にも一部適用される予定です。

SERVIS-2は無人宇宙実験システム研究開発機構（USEF）にて開発された衛星であり、別紙に参考として示しているとおり、軌道高度が約1200km、衛星質量が約740kgであるため、イプシロンロケットでは対応できません。しかし、SERVIS-3の開発について公募予告(*1)されており、その概要(*2)によると超小型宇宙実証衛星を開発する計画であり、イプシロンロケットのペイロード候補になる可能性があります。

(参考) Servis-2について(NEDOホームページのプレスリリース抜粋)

1. プロジェクト概要

SERVIS(Space Environment Reliability Verification Integrated System)プロジェクトは、宇宙等極限環境で使用する機器の低コスト化及び高機能化等を目指し、我が国が得意とする民生部品・民生技術を対象として地上模擬試験及び2機の実証衛星による宇宙実証試験を行い、極限環境に適応した民生部品・民生技術を選定評価・適用設計するためのデータベース及びガイドラインからなる知的基盤を構築するものです。

今回のSERVIS-2は、2003年10月に打上げ、2年間の宇宙実証試験を成功裏に終了したSERVIS-1に引き続くものです。

2. 実証衛星2号機(SERVIS-2)の概要

- 打上げ日時 : 2010年6月2日 午前10時59分(日本時間)
- 打上げ機 : ROCKOT
- 打上げ場所 : ロシア連邦プレセツク射場
- 軌道 : 高度1200km、軌道傾斜角100.4度の太陽同期軌道
- 打上げ時の質量 : 約740kg
- 発生電力 : 1300w(ミッション終了時)
- 運用期間 : 1年間
- 運用管制局 : USEF運用管制センター(USOC)
- 使用地上局 : JAXAグランドネットワーク

(*1) <http://app3.infoc.nedo.go.jp/informations/koubo/koubo/EP/nedokoubo.2010-07-01.9977287951/>

(*2) SERVIS-3の概要(NEDOホームページの公募(抜粋))

「宇宙等極限環境における電子部品等の利用に関する研究開発の実証衛星3号機等の開発」

本プロジェクトは、「宇宙等極限環境における電子部品等の利用に関する研究開発」の研究開発項目〔1〕「民生部品・民生技術の極限環境適用技術」の実証衛星3号機に係るものです。

宇宙等極限環境で使用される電子部品等は、高信頼性を追求するあまり、高価、長納期でかつ2～3世代古い部品等が使用されています。この分野に、我が国の得意とする民生部品・民生技術が広範に適用できれば、宇宙機器等の低コスト、短納期、小型、高性能を実現することができます。

本プロジェクトは、「宇宙等極限環境における電子部品等の利用に関する研究開発」で今までに得られた成果を基に(実証衛星2号機まで継続して構築してきた民生部品・民生技術データベース・ガイドラインの知的基盤等)、より低コストで短工期で実現できる高性能な超小型宇宙実証衛星の開発を新たに行い、かつ、知的基盤の拡充を行うものです。

【質問番号 0－2】 中型衛星打上げの可能性

【質問内容】

発展性として地上設備とか簡素なロケット系点検は大変結構ですが、もう一つの発展性としてイプシロンロケットが GX-ロケットが狙っていた中型衛星の打上までカバーできる将来の可能性は如何でしょうか。（例えば、H2A→H2B のような手法で）

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

イプシロンロケットの検討の初期段階で発展形態の検討を行い、技術的には高推力の固体モータを新たに開発し能力向上を図ることで中型衛星打上げの発展性があることを確認していますが、輸送系戦略案において中型衛星の打上げは基幹ロケット発展型で柔軟・効率的に対応するとしております。

【質問番号 〇－３】 自前ロケットを用意する理由

【質問内容】

小型衛星の打上げでは、現在でも、また将来的にも、30 億円を下回る価格で、安定的に海外での打上げサービスが供給されると見られる。経済的な観点からは、そのような海外のロケットを活用の方が得策なのではないのか。何故自前のロケットを用意すべきなのか。（自律性の確保は、基幹ロケット（H-IIA）の保持で充足できているのではないか。）

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 49～51 ページ

【回答者】 文部科学省、JAXA

【回答内容】

経済的観点から見たとき、以下の状況を鑑みれば、我が国の小型衛星の打上げを海外ロケットに頼らず、イプシロンロケットで対応することは、必ずしも不合理であるとは限らないと考えています。

- ・今後、小型衛星の単独打上げサービスを行う海外のロケットとしては、ファルコン 1、ペガサス、トーラス、ロコット、ベガが挙げられます。
- ・ファルコン1、ペガサス、については打上げ能力がイプシロンの半分以下であり、イプシロンで打上げを想定している小型衛星には対応できません。
- ・ペガサス、トーラスについては公表されているNASA調達価格より、イプシロンと同等もしくはより非効率と推定されます。
- ・ロコットについては、公知情報（FAA Launch Report）では廉価ですが、一般にロケットの打上げサービス価格は号機毎に変動し、30億円以下で打上げられるという確証はありません。また、ICBM転用であるので、寿命が保証されている機数に限界があると推定されています。
- ・ベガについては、欧州の政府衛星については14M€～21M€（2005年当時）で打上げサービスを提供するとしています。これは、欧州”Buy European”政策により、欧州以外のロケットよりも25%以上の高値でなければ、欧州のロケットを使用するとされており、ロコット（多国籍企業）との価格差を考慮して設定したもので、VERTAプログラムにより多額の補助金が投入されることで設定された欧州域内に適用される価格です（初期5機については調達を含めて247M€を助成）。従って、我が国の小型衛星をベガで打ち上げる場合には、同じ価格で打上げサービスが提供されることはないと考えます。

小型科学衛星による宇宙科学ミッションの迅速・高頻度・高効率な成果の創出には機動性・即応性に優れた打上げシステムによる対応が必要であり、この点で即時打上げの要求に対応可能な特長を持つイプシロンロケットは海外の小型ロケットと比較して優位になります。さらに、先端技術を含んだ衛星については情報管理を適切におこなう必要があり、海外ロケットの場合に問題となる場合があり、この観点からも自律性の確保が必要です。

基幹ロケットで自律性は確保していますが、小型衛星をH-IIAロケットにより単独で打上げるとは経済的に極めて非効率になり、相乗り打上げの場合は打上げ機会に制約が生じるため、「安価・高頻度・タイムリーな開発・運用」を特長とする小型衛星への対応には不向きです。

また、海外のロケットに依るとした場合、それは即ち、その領域での我が国の打上げ手段の消滅及び、関連の技術（固体ロケットシステム技術）の衰退を意味することであり、

我が国としては、避けなければならないことであると考えています。

● 評価項目 1（プロジェクトの目的（プロジェクトの意義の確認））に関連する質問

【質問番号 1－1】 小型衛星打上げ要望の有無

【質問内容】

推進 1－2－3 「開発の進め方(1/5)」 5 ページにある、②～④の必要性は、我が国の固体ロケット技術の継承・発展を考えると確かに憂慮すべき問題だと考えます。

一方、小型衛星を特殊軌道に打ち上げる必要があります、開発は急務だとありますが、同資料、27 ページにある、20 機の衛星（含 T B D）がイプシロンロケットの開発不可となったとき、本当に打上げが不可能になるのでしょうか。他に代替手段が無いのでしょうか。

むしろ固体ロケットの開発は、我が国独自の固体ロケット技術の継承・発展とこれを推進する優秀な人材の育成・確保、さらに本技術から派生する様々な宇宙技術の社会への還元、貢献が主な目的ではないのか、と思う次第です。このように考えなければ、イプシロンロケットの後継機開発がまた十数年後になってしまうのではないかと。

J A X A のお考えをお聞かせください。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 5 ページ、27 ページ

関連資料、推進 1－2－3 61 ページ、No. 2／9.

【回答者】 J A X A

【回答内容】

27 ページに整理しましたとおり、H-IIA ロケット高度化の開発により幾つかの小型衛星は H-IIA で相乗り打上げができる可能性があります、それ以外は小型衛星のニーズ（レイトアクセスや狭い打上げウィンドー）に対応できる適切な打上げ手段は国内にはありません。また、H-IIA による単独打上げはイプシロンロケットのライフサイクルコストと比較しても極めて非効率です。

ご指摘のとおり、イプシロンロケット開発は「我が国が独自に培った固体ロケットシステム技術を継承し、人材育成を図り、世界一の運用性を有する小型打上げシステム技術へ発展させること」を目的としておりますが、併せて「我が国として小型衛星の打上げに自立的に対応するための機動的かつ効率的な打上げ手段を確保すること」も目的としており、技術者と利用者、双方のための技術開発となるべく進めております。

● 評価項目 4（システム選定及び基本設計要求）に関連する質問

【質問番号 4－1】 打上げ時の環境条件

【質問内容】

小型衛星の場合は政府ミッションが多く、従って外国の衛星を打上げる機会は少ないと思いますが、それでも将来的には開発途上国が自ら衛星を開発して打上げを依頼するというケースも考えられます。その場合、打上げ時の環境条件が国際標準並？であることが重要です。外国の例を基にイプシロンの環境条件は国際標準並であることは確認してありますか？ 1 段モータにも固体モータ固有の縦振動がありますが、衛星分離部の振動対策は万全ですか？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 39 ページ

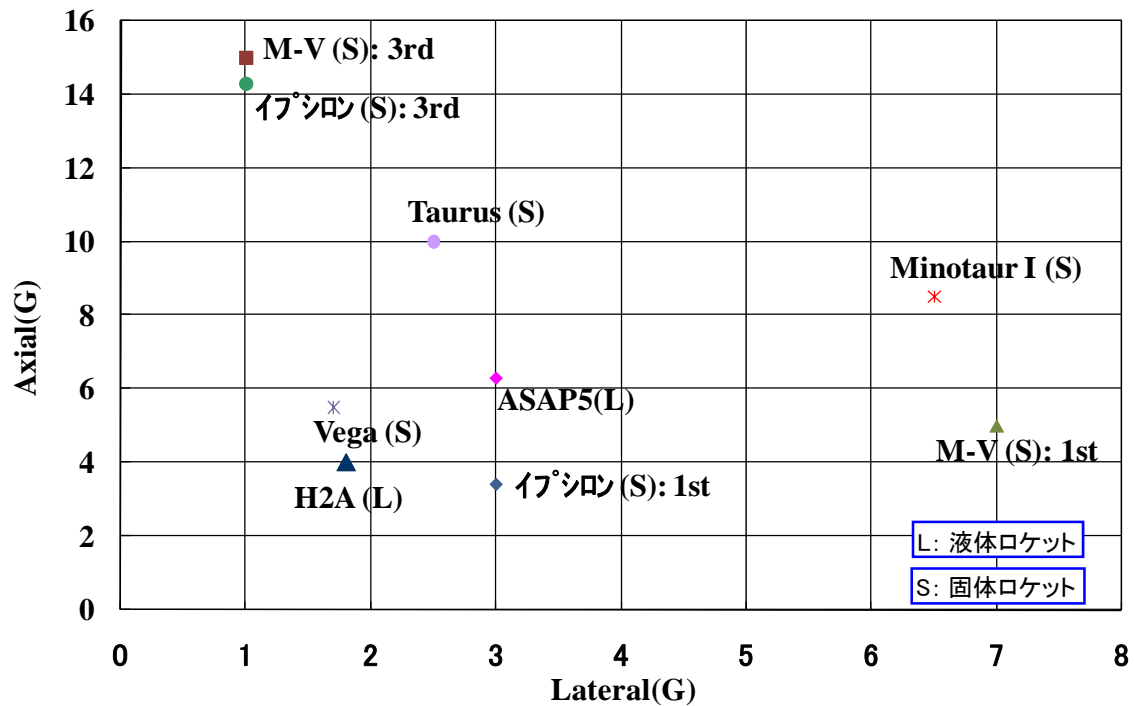
【回答者】 J A X A

【回答内容】

イプシロンロケットのシステム要求検討時において、海外ロケットの User's Manual と比較して環境条件要求を設定し、さらに JAXA 宇宙利用ミッション本部、宇宙科学研究所の有識者とも意見交換を実施した結果、下記の環境はいずれも世界標準レベルであると認識しています。

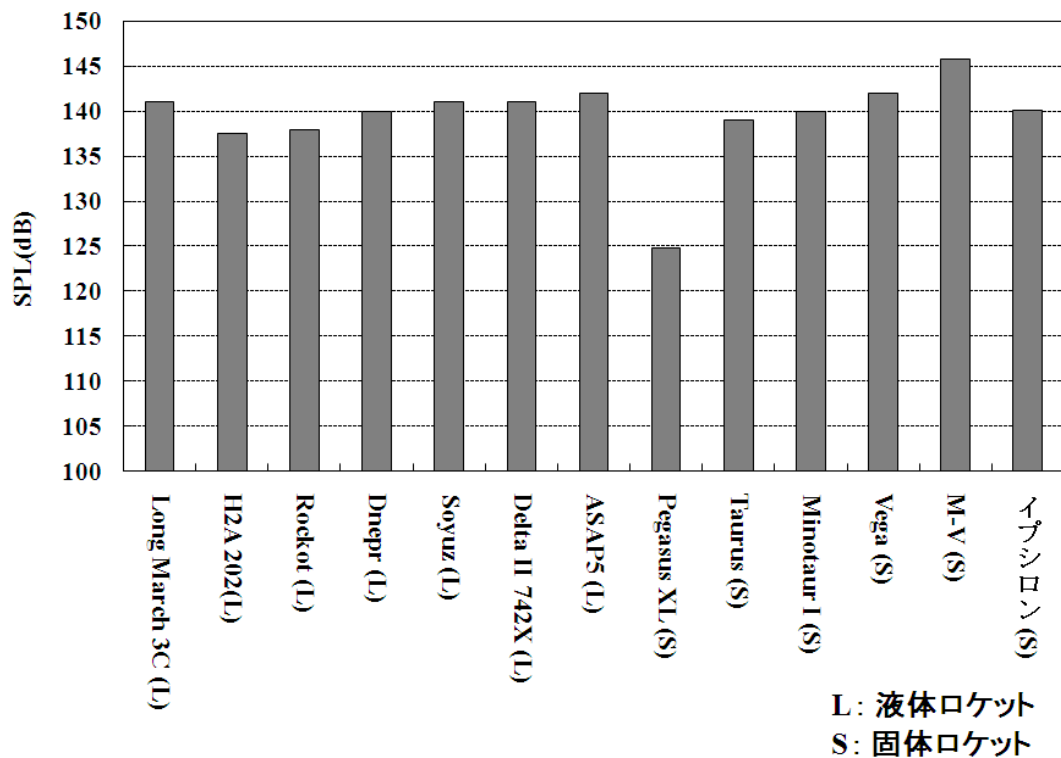
- ・複合荷重条件 : 添付図 1
- ・音響環境条件 : 添付図 2
- ・衝撃条件 : 標準的なマルマンクランプ分離方式であるため国際標準レベル（さらに、低衝撃分離機構の研究中）

正弦波振動については、M-V 用モータでは目立った燃焼振動がありませんでしたが、SRB-A では燃焼振動に起因する縦振動が生じています。これに対しては添付図 1 に示した複合荷重に耐荷する衛星であれば大きな問題にならないレベル（ $2.0G_{0-p}$ 以下）に制振する制振機能付 PAF を新規開発し、正弦波振動環境を他のロケットと同等レベルに抑えることを計画しています。



添付図 1 複合荷重条件

- ※1 EpsilonおよびM-Vロケットは1段または3段フェーズが標定となるため両方提示
 ※2 一般的に複合荷重は等価軸力として評価されるため、曲げモーメントの影響が大きく、ゆえに機軸（Axial）より機軸直交（Lateral）の寄与が大きい（M-VロケットやEpsilonの3段フェーズが極端に厳しいわけではない）。



添付図 2 衛星音響環境条件

- ※1 ASAP5 : Ariane 5 Structure for Auxiliary Payloads (Ariane5ピギーバック) の略
 ※2 Pegasus XLの音響レベルが低いのは「空中発射方式」によるため。

【質問番号 4－2】 振動、音響等の影響の低減

【質問内容】

固体ロケットは液体ロケットより振動、音響等の影響が大きいと言われますが、それを M-5 より改良する事は出来ませんか。（例えば、固体燃料の均質性を向上させる等）

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

音響および音響に起因して機械伝播するランダム振動の大きさについては、液体／固体によらず、機体および射点設備での音響対策（吸音材、散水設備や煙道形状の工夫など）によります。イプシロンロケットでは、資料43ページで述べた検討および吸音材の使用により、M-Vロケットと比較して音響環境を低減させています（質問番号 4－3 参照）

固体ロケット特有の振動として、燃焼振動に起因する正弦波振動があります。燃焼振動の発生メカニズムは、大型モータでしばしば採用されるセグメント間の継ぎ目、グレイン形状の不連続点などで燃焼中に発生する渦と気柱振動のカップリングによるものであると、国内外の研究により定性的に把握されつつあるものの、明確なモータ設計手法まで確立されていません。ただし、開発当初より、燃焼振動抑制を最大限考慮してきた宇宙研のMシリーズの大型固体モータ（M-V第1段のモータなど）では目立った振動が発生していないため、その経験も含めイプシロン最終形態では、燃焼振動を発生させないモータの設計手法の確立し、SRB-Aの改良に反映していきたいと考えています。

さらに、振動ではありませんが、小型固体ロケットの場合には H-IIA ロケットのような大型液体ロケットと異なる機械環境として準静的加速度があります。イプシロンロケットの場合は 1 段燃焼フェーズまたは 3 段燃焼フェーズが評価になります。

準静的加速度のうち、機軸加速度は推力／機体質量から算出され、1 段燃焼フェーズの機軸直交加速度は動圧最大時の突風応答、3 段燃焼フェーズの機軸直交加速度はスピン飛翔中のニューテーションや着火・残留燃焼時の過度応答などが原因となります。いずれもロケットシステム設計において能力や軌道投入精度の最適化を図ると、ある程度のレベルが決まってしまうものであり、ロケット本体や設備などの対策で緩和することが非常に難しい環境であります。

ただし、これらの値は以下に示すような同クラスの固体ロケット（Taurus、Minotaur I など）や Ariane5 の小型衛星用インタフェース規定値（ASAP5）と比較して、遜色ない値を要求として設定しています（質問番号 4－1 参照）。

【質問番号 4－3】 音響環境の緩和

【質問内容】

p. 31、及び p. 39 に音響環境の緩和という方針が示されています。そのための研究として、音響予測の高精度化の成果が p. 43 に述べられています。設計された“簡単簡素な発射台”のもとで、音響環境は、例えば M-V ロケットの場合に比較して、どの程度緩和されるのでしょうか。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

43ページで述べた音響検討による射点設計結果を反映した最新のフェアリング外部音響予測結果をM-Vロケットと比較すると下表に示す程度の緩和を要求仕様として設定しています。今後、詳細解析およびサブスケール音響試験などを実施して、音響環境条件を確定させます。

表 音響環境比較（ATレベル）

周波数 [Hz]	イプシロンロケット フェアリング 外部音響レベル [dB]	M-Vロケット フェアリング 外部音響レベル [dB]
31.5	129.5	141
62.5	136	144
125	141.5	145
250	141.5	145
500	140	144
1000	136	142.5
2000	133	140.5
4000	128.5	140
8000	129.5	137.5
O. A.	147.0	152.3

【質問番号 4－4】 異常発生時の安全策

【質問内容】

システムが高度化する程、故障発生時の対策が重要になります。ロケット搭載電子機器の作動がフリーズした場合、或いは暴走した場合等に対する安全策はどのように採られていますか？ また機器が故障した場合の故障機器の交換性(アクセシビリティ)に関してはどのように考えていますか？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

異常発生時の安全策について、射場運用時(リフトオフ前)と飛翔中(リフトオフ後)に分けて回答致します。

＜射場運用時(リフトオフ前)＞

ロケット搭載電子機器の作動に対する異常検知は、搭載機器と地上の発射管制設備が一体となっており、カウントダウンシーケンスの緊急停止等の必要な安全化処置を行います。この際、安全化処置に係る機能は 2 故障許容設計とする方針です。

また、故障機器の交換性(アクセシビリティ)は、優先度付けを行い、精密機器(慣性航法センサ)や電池等に対しては機体分解することなく交換可能としています。これにより、アクセス窓の過大化による構造設計への影響回避との両立を図っています。

＜飛翔中(リフトオフ後)＞

ロケット搭載電子機器が H-IIA 機器最大活用となるため、飛翔中の安全策は基本的に H-IIA と同様となります。すなわち、飛行機能に係る部分のシステムレベルでの自己監視/安全化処置、及び冗長設計、等は要求せず、飛行安全機能(レーダ追尾機能、破壊機能)との組み合わせで 2 フェールセーフ設計としています。

【質問番号 4－5】 Key device の国産化

【質問内容】

宇宙活動に係る自立性確保、及び産業育成の観点により Key device は国産化する事が望ましいと思われるが、今回の計画、及び平成29年度の最終目標ではどうでしょうか。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

M-Vロケット及びH-IIAロケットで重要機器として位置づけられてきた固体モータ及び電子機器については、低コスト化を目指すイプシロンロケットでも国産をベースに開発する予定です。具体的なKey deviceの開発計画について以下に示します。

M-Vロケットで実現した複合材モータケースをベースに今回モータケースを新たに開発し、平成29年度の最終目標で上段モータを軽量化し世界最高の構造効率を達成させる計画です。よって、上段モータに関してはMシリーズ実現してきた国産固体モータを適用する計画です。

また、H-IIAロケットで国産化を実現している誘導制御計算機及び慣性センサユニットを今回の計画でも適用する計画です。平成29年度の最終目標に向けてはより小型軽量化した誘導制御機器を国産で実現することを計画しています。

【質問番号 4－6】 デブリ問題

【質問内容】

酸化アルミなど環境問題がありますが、一方で上段ロケットの排出物がデブリとして問題視されている傾向にあります。せめて３段目の固体燃料だけでもデブリ問題の少ない改良型を開発できる可能性は？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

最終的には上段を液体推進系として打上げ能力の向上を図るとともに、軌道上デブリ低減にも対応していくものと考えます。また、デブリとして問題視される排出物が生じない上段モータの開発に向け、現在、金属アルミニウムを含まない固体推進薬を研究している段階です。

【質問番号 4－7】 4 段液体ステージ

【質問内容】

下記の点をハッキリさせておいた方が良いと思います。

- (1) 液体ステージ追加の場合のコスト増—逆に衛星に推進系が不要でコストが下がる衛星もある？
- (2) 4 段のスペースデブリ対策—打上げ衛星とほぼ同じ軌道を飛行し、またこれに近い軌道上には多くの衛星がある。ミッション終了後の 4 段をどう処置するか？
- (3) 液体ステージの設計—プリパッケージ？
そうで無いと打上げ作業期間が長くなり、イプシロンの設計思想が生かされない
- (4) 電子機器搭載部の設計—説明図では 2 つのコンフィギュレーションで異なるように思われるが共通化が望ましい？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 33、36 ページ

【回答者】 JAXA

【回答内容】

- (1) 小型液体推進系を搭載した場合、実機コストは増加します。資料52ページに示している開発費の中で開発し、イプシロンロケット試験機で飛行実証する計画です。衛星の要望によりロケット側に小型液体推進系を搭載し液体ロケット並みの軌道投入精度を要求することができます。これにより衛星側に推進系が不要でコストを抑えられる、または衛星側の推進薬タンクを小型化できる利点があります。具体的な衛星として、小型科学衛星 1 号機は推進系を保有しません。
- (2) 打上げ余力能力の小さなミッションの場合には、衛星分離後の小型液体推進系の残推薬だけでは有効軌道からの完全な離脱はできませんが、タンク破砕防止のため残推薬を排出する際、軌道高度を下げる方向へ排出させる計画です。詳細はミッション毎に衛星側と調整予定です。将来的には 1 液式より推進性能が良い 2 液式推進系を適用することで打上げ能力の向上を図り、衛星が要求する精度での軌道投入とその後の軌道離脱が可能なミッションを拡大するなど、デブリ対策に係わる国際的な動向を踏まえて柔軟に対応していきます。
- (3) メーカー工場にて搭載構造体に推薬タンクやスラスト等を艤装し、射場搬入後は必要最小限の点検作業のみを実施する計画であり、射場作業の短縮化を図っています。
- (4) 基本形態、オプション形態で電子機器搭載部の共通化を図るために専用構造を用意した場合、小型ロケット特有の事情として衛星搭載エリアの縮小、打上能力の減少によるシステム全体としてのコスト効率の悪化が顕著となります。
従って、それぞれの形態において余剰空間を有効活用して電子機器を搭載することで、上記の悪影響を回避しています。

【質問番号 4－8】 射点系構想

【質問内容】

射点設備は可搬型、汎用化で、且つフレームデフレクタ付きと、かなりユニークな構想です。更に打上げ 3 時間前のレートアクセスも極めて特徴的です。通常射点建設はかなりの費用を要する作業であるので、衛星の設計と絡めて構想の実現性を明らかにしておくことが重要ですが、具体的にどのようなになっていますか？また電気系アンビリカルは 1 段下部に集中させることは合理的ですが、ペイロードの空調はどのようなのでしょうか？科学ミッションでは高度の清浄度が要求される場合が多いと思います。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 39 ページ

【回答者】 J A X A

【回答内容】

発射管制設備は46ページにあるとおり従来の固定式の管制卓ではなく汎用PCレベルを使用し、通信回線等のインフラが整備された場所であれば、どこでも運用できるような管制設備を目標としております。

フレームデフレクタは43ページのとおりCFDにより音響レベルの解析を行い最適なデフレクタ形状を設計に反映する計画です。

衛星のレートアクセスは、運用方法の改善（作業最適化による総員退避期間の短縮等）及び設備の改修（衛星アクセス手法改善）を行い実現する構想です。詳細は今後の詳細設計によるもので、フェアリングマンドアの設置位置と合わせ衛星側と調整する予定です。

ペイロード用空調及び電気系ラインは、フェアリングに接続するアンビリカルで供給する計画で、衛星の要求条件（清浄度 温湿度など）を満足する設計といたします。

● 評価項目 5（開発計画）に関連する質問

【質問番号 5－1】 固体ロケット技術の維持・継承と人材確保に関して

【質問内容】

M-V の開発完了後 13 年、運用停止後 4 年以上を経過し、固体ロケット技術の維持・継承には、困難な中で大きな努力を重ねて来られたと思いますが、例えば人材結集・チーム形成の点で、宇宙輸送ミッション本部、宇宙科学研究所、担当メーカー等において、相当な立ち上げが必要となるのでしょうか。それがリスク要因となることはありませんか。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3

【回答者】 J A X A

【回答内容】

人的リソースの観点では、M-V の運用停止後、イプシロンロケットの構想検討、開発研究を通じて、JAXA およびメーカーの必要最低限の設計技術者を維持してきました。その技術を継承する上で、今年度に関係移行することが大変重要です。開発移行が遅延すると、開発経験を有する技術者の退職等により継承が不完全もしくは不可能となります。また、基幹ロケットでは維持できない固体ロケット特有の製造・運用技術者についても、運用停止後 4 年以上経過していますが、今年度に関係移行することで、経験ある技術者を再結集・再教育して、技術の継承を含めてリスク無く対応可能と考えています。

M-V ロケットの既存技術の活用の観点では当時の部品や材料の枯渇が生じておりますが、システム選定の検討段階よりその対応を検討し開発計画に反映済みであり、懸念されるリスクはありません。

【質問番号 5－2】 開発計画

【質問内容】

2 段および 3 段はモータケースの試作は行なっても燃焼試験の計画はありません。モータケースの設計以外の設計変更は行なわないとしても、これらのモータを最後に製造した後に随分時間が経過しています。製造上のリスク評価は十分に行ってありますか？また小型モータ燃焼試験の目的は何ですか？

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 53 ページ

【回答者】 J A X A

【回答内容】

M-V 上段モータ再製造に係る検討は、M-V の運用時と質的に同等以上の製品を再製造して安全に運用できるかという観点で行いました。評価は、M-V の開発当初からの経験者を含めた JAXA と開発メーカーのメンバーで構成されるサブシステムワーキンググループで行っております。

ご指摘のとおり時間が経っておりますので、同等以上の特性をもつ材料に変更する部分、あるいは材料そのままで入手先のみを変更する部分があります。これらの変更による影響は最小限に抑えられており、変更箇所に対してはそれぞれ個別の検証試験による機能の評価と保証が可能であり、フルサイズモータの地上燃焼試験による検証は不要と判断しています。

モータケースは新規の材料に変更するため、実機サイズの試作試験、および耐圧性能・強度・剛性を試験により評価する計画です。また、直接高負荷の加熱環境（燃焼ガス）に曝されるノズル周辺の耐熱・断熱材の一部は、素材そのままで入手先のみが変わりますので、実機と同等以上の加熱環境を作り出せる小型モータによる「小型モータ地上燃焼試験」（要素試験）によって適合性を評価・確認する計画としております。

【質問番号 5－3】 将来計画

【質問内容】

H29 年に向けたコストダウンのための研究開発は JAXA の将来計画に具体的に盛り込まれていることを確認したい。

【資料の該当箇所】 推進 1－2－3 8 ページ

【回答者】 J A X A

【回答内容】

現在、抜本的低コスト技術の研究開発に対する研究計画策定に向けた調査検討を行っている段階であり、研究計画を具体化した上で、JAXA 技術ロードマップに反映する予定です。