

イプシロンロケット6号機 不具合の背後要因分析・対策の補足

【本資料の位置づけ】

前回報告の「3-2.背後要因分析・対策の方向性」
に関して更なる検討を行ったもの

令和5(2023)年5月19日
宇宙航空研究開発機構

宇宙輸送技術部門 事業推進部 部長 佐藤 寿晃
イプシロンロケットプロジェクトチーム プロジェクトマネージャ 井元 隆行
安全・信頼性推進部 部長 杵野 正明

3. 不具合要因への対策

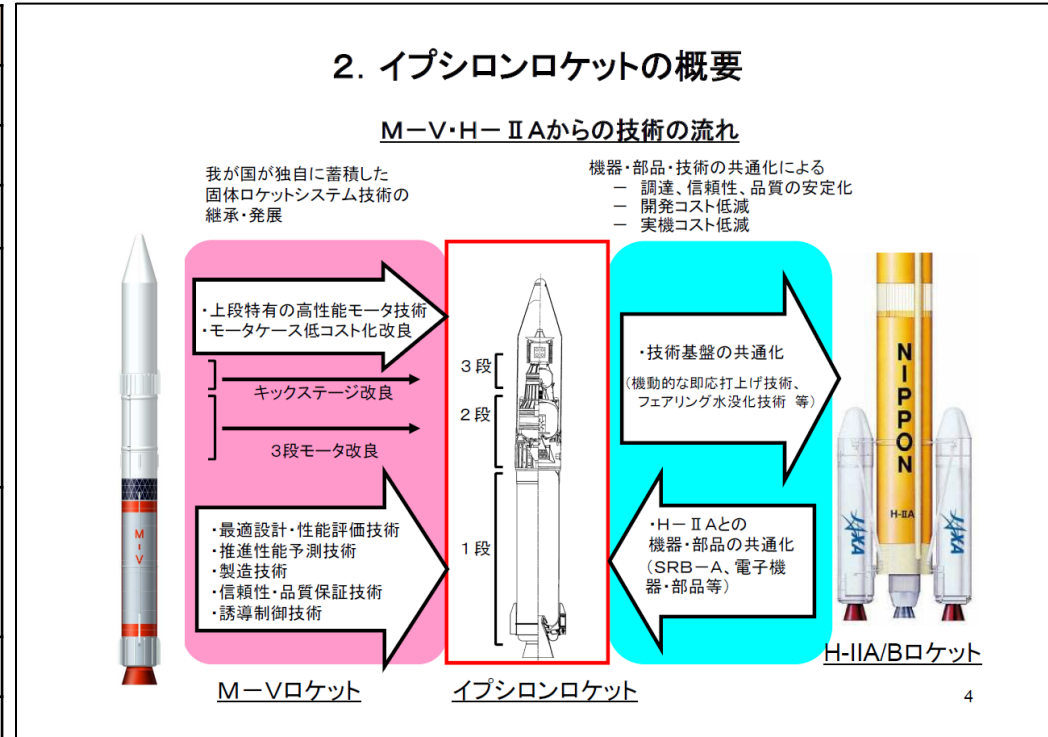
3-2. 背後要因分析・対策

3-2-1. イプシロンロケットの技術活用方針(再掲)

- イプシロンロケットは、M-VとH-IIAで培った技術を最大限活用する方針としつつ、一部は機体仕様に応じて新規開発やフライト実績品を適用した開発を実施した。

項目	適用技術
フェアリング	✓ 新規開発(一部H-IIA技術活用)
PBS(*1)	✓ H-IIA技術
2段RCS	✓ フライト実績品
アピオニクス	✓ H-IIA技術(誘導制御計算機、計測通信系) ✓ M-V技術(フライトソフトウェア) ✓ 新規開発(電力電装系、搭載点検系)
構造	✓ M-V技術(段間構造、機器搭載構造) ✓ 新規開発(衛星分離部、等)
SMSJ(*2)	✓ 新規開発(一部M-V技術活用)
3段モータ	✓ M-V技術
2段モータ	✓ M-V技術
1段モータ	✓ H-IIA技術(SRB-A)

(*1)Post Boost Stage(小型液体推進系)
 (*2)Solid Motor Side Jet(姿勢制御用補助推進系)



科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会宇宙開発利用部会(第9回)
 H25.4.4 資料9-5「イプシロンロケットの開発及び打上げ準備状況」より抜粋

3. 不具合要因への対策

3-2. 背後要因分析・対策

3-2-2. イプシロンロケット6号機の背後要因(再掲)(1/2)

- 「ダイアフラムシール部からの漏洩」に対してなぜなぜ分析を実施した結果、背後要因は「フライト実績品に対する確認不足」と識別した。
 - ✓ M-VとH-IIA技術を活用した範囲は、ロケットシステムにおいて実績のある技術をベースとして、イプシロンの仕様に合わせた適用開発を行っており、開発段階では新規開発品と同様、約20年来の基幹ロケットの信頼性向上の取組を踏まえた設計・製造工程・品質保証方法の確認を実施している。
 - ✓ 2段RCSのダイアフラム式タンクは元々宇宙機で使用するために開発されたものであり、適用開発時には使用条件の違いを考慮した機械環境試験や耐圧試験等のタンク構造としての確認は実施していたものの、ダイアフラムシール部等のタンク内部についてはフライト実績を重視し、使用条件の違いを含め設計の考え方・作動原理等を十分理解した上での確認が不足していた。

3. 不具合要因への対策

3-2. 背後要因分析・対策

3-2-2. イプシロンロケット6号機の背後要因(再掲)(2/2)

事象	なぜ#1	なぜ#2	なぜ#3	背後要因
<p>ダイアフラム組込み時のシール部の噛み込みおよび溶接時のシール部の破断・損傷により、ダイアフラムシール部からの漏洩が発生</p>	<p>シール部の噛み込みとその後の溶接によるダイアフラムシール部の破断・漏洩という故障モードを予測できていなかった。</p>	<p>ダイアフラムシール部の設計やメカニズムに関する基礎データ（潰し率と漏洩の関係、ヒドラジン浸漬の影響等）を把握できていなかった。</p>	<p>フライト実績を重視し、実際に想定される使用条件でのダイアフラムシール部の設計の確認が不足していた。</p>	<p>フライト実績品に対する確認不足 (使用条件が想定と異なる場合はもちろん、信頼性向上に係る開発の目が入っていないもの)</p>
	<p>ダイアフラム組込み工程や検査が不十分であり、不具合発生リスクを排除できていなかった。</p>	<p>ダイアフラム組込み時にシール部噛み込みリスクを排除できない工程となっていた。</p>	<p>フライト実績を重視し、ダイアフラム組込み工程は過去開発時に確立しているものと考え、確認が不足していた。</p>	
		<p>シール部噛み込み発生時の寸法変化を把握できておらず、寸法検査規格が不十分であったために、寸法特異性を検出できなかった。</p>	<p>フライト実績を重視し、ダイアフラム噛み込みの検出方法は過去開発時に確立しているものと考え、確認が不足していた。</p>	
		<p>シール部漏洩検査で漏洩があっても検出できない可能性があることがメカニズム含めて把握できておらず、漏洩を検出できなかった。</p>	<p>フライト実績を重視し、漏洩検出方法は過去開発時に確立しているものと考え、確認が不足していた。</p>	

3. 不具合要因への対策

3-2. 背後要因分析・対策

3-2-3. イプシロンロケットへの対策

- 背後要因に係る以下の対策をイプシロンSロケットに反映し、信頼性を向上させる。

- フライト実績品に対する十分な確認

- ✓ フライト実績品を使用すること自体は問題ではないが、当該品の使用条件が想定と異なる場合はもちろん、20年来の信頼性向上に係る開発の目が入っていない場合は、開発当時の設計の考え方や使用条件の根拠、製造工程・品質保証方法に立ち返って確認を実施する。
- ✓ 過去の設計等に立ち返る場合には、2003年のH-IIA6号機打上げ失敗以降、基幹ロケットとして取り組んできた信頼性向上の観点(以下)を十分に考慮して、抜けのないように確認を実施する。
 - ①不具合事象への対応、②メカニズム・動作余裕の確認、
 - ③製造・検査・整備作業の改善、④連鎖事象への対応、⑤安全に係る対応

- イプシロンSロケットの詳細設計の中で、上記観点の確認を実施する。

3. 不具合要因への対策

3-2. 背後要因分析・対策

3-2-4. 他プロジェクトへの水平展開

- 既存プロジェクト及び今後の新規プロジェクトに対し、フライト実績品を使用する場合は以下の問題提起を共有し、プロジェクト内における対象品目の再確認を行う。ただし、部門内プロジェクト等^(※)については、その目的や意義に照らし、個別に評価要否を検討する。

※各部門の裁量で実施される比較的小規模なプロジェクトやシステム開発を伴わない研究開発を行うプロジェクト

- ✓ フライト実績品のうち、信頼性確保に係る開発の目が入っていないもの、かつ不具合を生じた際のミッションへの影響度が大きいものについて、管理すべき対象品目として識別できているか。
 - ✓ 識別された品目の適用について、十分な根拠を以て開発されているか、実績が十分かなど、信頼性の評価に必要な技術情報の取得や、ベンダー等との情報授受を行うための体制が整っており、得られる情報に基づく評価が請負業者等において適切に行われた結果を入手できているか。
 - ✓ 技術情報の取得やベンダー等との情報授受の体制が整っていない場合は、対象品目の使用の是非を含め、リスク管理(リスクが許容できる状態にすること)ができているか。
- 上記の水平展開を行い、各プロジェクトのマイルストーン審査等において評価を行うとともに、開発を通して独立的な評価やモニタを行っている第三者部門(安全・信頼性推進部等)が当該評価結果を確認する。

3. 不具合要因への対策

3-2. 背後要因分析・対策

3-2-5. 経験・知識継承の取組

■ Lessons Learnedとしての継承

- ✓ JAXAでは、プロジェクト活動で得られた知見・教訓を蓄積し、ナレッジシェアとして組織内に共有する取り組みを進めている。当該データベース（知識共有システム（LINKS:Lessons, Intelligence and Knowledge Sharing System））に今回の事例を登録し、後のプロジェクトに向けて確実な継承を図る。
- ✓ また、プロジェクトのマイルストーン審査においては、過去のLessons Learned の取り込み状況を審査することとしている。今回の事例を重要なLessons Learnedのリストに含め、今後の審査において確実に評価されていることを確認する。

■ 人材育成の活動

- ✓ JAXAでは、プロジェクト業務を行う職員に対し、SE/PM（※1）およびS&MA（※2）に関する必要な知識を有する人材を育成するために、様々な研修を企画・運営している。今回の事例をこれらの研修において教訓事例として取り上げ、得られた教訓の浸透を図る。

※1 システムズエンジニアリング（Systems Engineering）及びプロジェクトマネジメント（Project Management）

※2 安全・ミッション保証（Safety and Mission Assurance）