

H-IIA ロケット 打上げ再開初号機の成功

Successful Return to Flight of the H-IIA Launch Vehicle

前村孝志*1
Takashi Maemura

浅田正一郎*2
Shoichiro Asada

二村幸基*3
Koki Nimura

渥美正博*4
Masahiro Atsumi

奈良登喜雄*5
Tokio Nara



平成15年11月の6号機打上げ失敗以来、H-IIAロケットの打上げを中断していたが、この事故を教訓に直接事故原因への対策とともにロケット全体の再点検による信頼性向上改善対策を施し打上げ再開に臨み、平成17年2月26日に打上げ成功させた。本報告では、その打上げ再開に向けた活動内容とその成果を紹介する。

1. はじめに

H-IIAロケットは、約4トンの衛星を静止遷移軌道(GTO)に打ち上げる能力を持つ我が国を代表する2段式ロケットである。第1段下部に固体ロケットブースタ(SRB-A)及び固体補助ロケット(SSB)を搭載する。打ち上げる衛星の要求に応じてSSBを2本又は4本取り付け形態を用意しており、H-IIAロケットのファミリーを構成している(図1)。

平成13年8月29日初号機打上げ以来5機連続成功を続けてきたが、平成15年11月29日のH-IIAロケット6号機打上げに失敗した。原因調査の結果、左右2

本のうち右側SRB-Aのノズル部が破孔し燃焼ガスが噴き出したことによるものと判明した。この事故から打上げ再開に向けた活動として、直接事故原因となったSRB-Aノズル部の改善だけでなく、H-IIAロケット全体にわたり設計の原点にまでさかのぼって点検・評価を行う“再点検活動”を行い、信頼性を向上させる改善対策を抽出し機体に反映させることを行ってきた。これらの活動の結果として、平成17年2月26日の再開初号機打上げに臨み、衛星を所定の軌道に投入することに成功した。

本報告では、6号機失敗以降の打上げ再開に向けた活動内容とその成果を紹介する。

2. 6号機事故状況

6号機は、平成15年11月29日(土)13時33分、種子島宇宙センターから打上げられた。打上げ後からSRB-A分離までの間は、ほぼ計画どおりの経路を飛行している。打上げ後約105秒に第1段機体に搭載された計算機からSRB-Aの分離信号が送出されたが、2本あるSRB-Aのうち右側1本の分離に失敗した(図2)。

その後、徐々に慣性速度が不足し始め、SSB、上部衛星フェアリング、第1段機体を順に分離後、第2段エンジンが燃焼を開始したが、そのままでは衛星の軌道投入に必要な高度及び速度が不足することから、13時43分53秒(打上げ後約10分53秒)に指令破壊信号をロケットに送信した。このため、ロケット及び衛星は太平洋上に落下した。

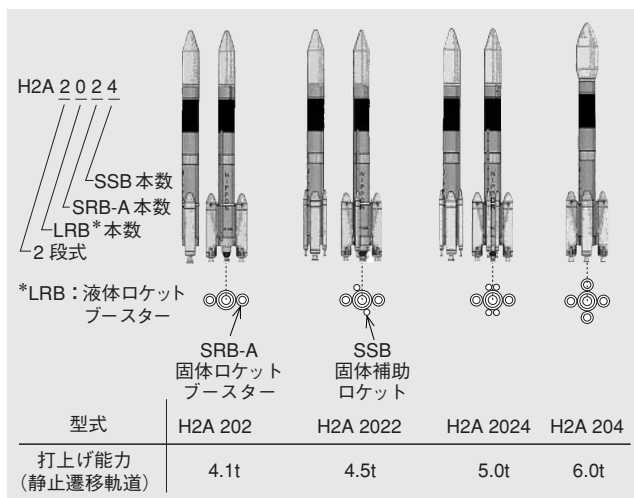


図1 H-IIAロケットのファミリー H-IIAロケットのファミリーを構成する各形態を示す。

*1 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部長

*2 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部主幹

*3 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部次長兼H-IIAプロジェクトマネージャ

*4 名古屋誘導推進システム製作所エンジン・機器技術部液体ロケットエンジン設計課長

*5 名古屋航空宇宙システム製作所宇宙機器技術部主幹

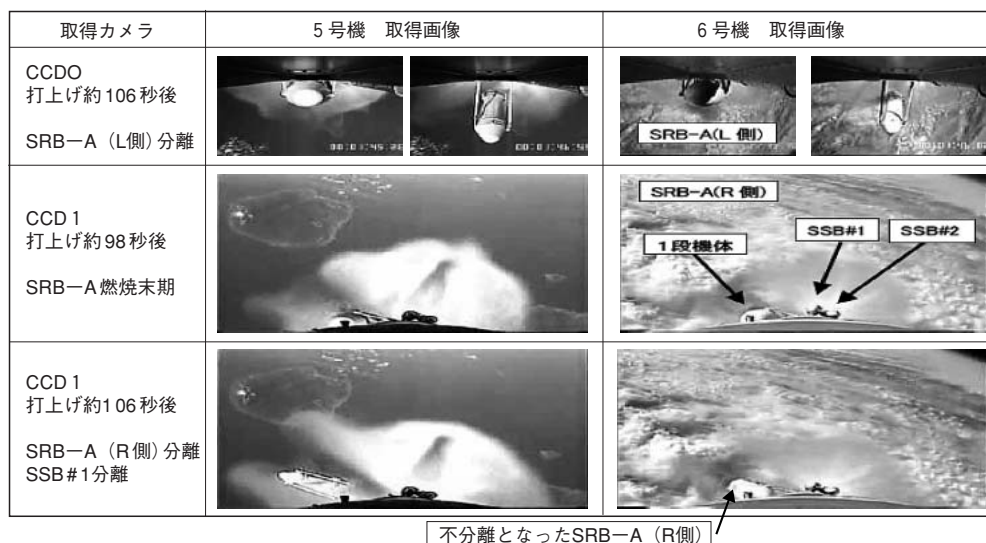


図2 H-IIA ロケット機体搭載 CCD カメラの取得画像 6号機でのSRB-A不分離の状況を、正常分離した5号機との比較で示す。

原因調査の結果、“右側のSRB-Aのノズル部内面断熱材が局所エロージョンにより浸食され破孔し、燃焼ガスが吹き出したことにより分離機能を損傷させ分離に失敗した”ことが判明した。発生事象の概略は以下のとおり(図3)。

- ① ノズル部の断熱材(CFRP)が局所エロージョンにより破孔
- ② 断熱材の破孔により燃焼ガスが漏洩
- ③ SRB-Aを分離するための導爆線が加熱され機能を喪失
- ④ このため分離信号が発出されたが、右側のSRB-Aの分離に失敗

3. 打上げ再開に向けた取り組み

打上げ再開に向けた取り組みとして以下を実施した。

- ① 直接事故原因究明と対策
- ② H-IIA ロケット全体の再点検
- ③ 各社製品(客先支給品)についての信頼性確認作業
 - (1) 直接事故原因究明と対策

6号機事故の直接の原因となった“燃焼ガス漏れを引き起こしたSRB-Aノズルの破孔”に関する原因究明・対策仕様検討について、当社も宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共働点検者として参画しSRB-A改良型の仕様設定を行った。

検討の結果、局所エロージョンの発生を極力排除したSRB-A改良型は以下の対策を採用することとした(図4)。

- 燃焼圧力の低減
- ベル型ノズルの採用
- ノズル断熱材厚さを増大

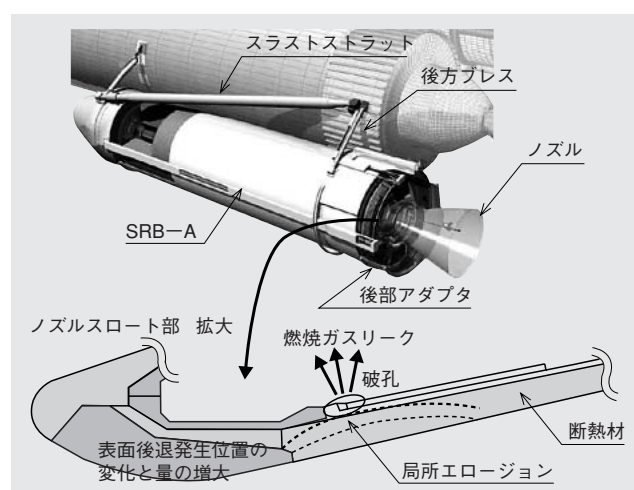


図3 6号機で発生した事象 6号機事故原因となったSRB-Aノズル部破孔の状況を示す。

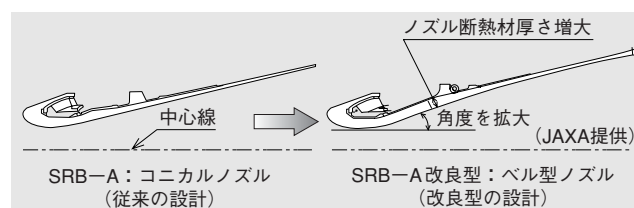


図4 SRB-Aノズル部の改善 SRB-Aノズル部に施した改善対策内容を示す。

上記の対策については地上燃焼試験により効果を確認し、信頼性を高めて再開初号機へ適用することとした。

- (2) H-IIA ロケット全体の再点検

6号機事故を踏まえてH-IIAロケットシステム全体にわたり設計の原点にさかのぼって徹底的に点検・評価を行う“再点検活動”を実施し、課題を抽出し、さらに各課題について発生可能性と発生時の

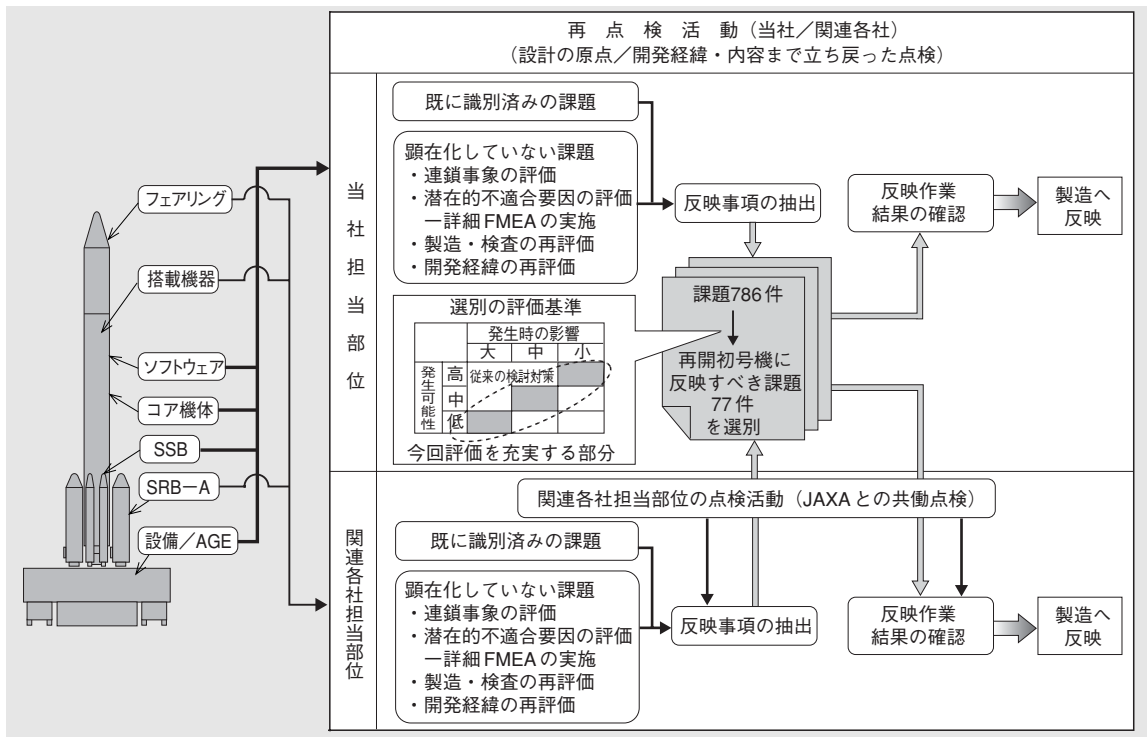


図5 H-II A ロケット再点検活動 当社及び関連各社における再点検活動内容のフロー。

影響度に基づくリスク評価を行い“打上げ再開に向けて対処を検討すべき課題”を明確にした(図5)。

上記の課題抽出アプローチにより抽出された課題総数は786件に上り、これらのうち打上げ再開初号機に反映すべき課題として選別されたものは77件であった。

主要な反映事項は以下のとおり。

- エンジンからの高温ガス漏洩対策 (電線・導爆線への保護対策, 艀装ルート変更)
- SRB-Aからの高温ガス漏洩対策 (飛行安全関連機器の搭載位置変更, 導爆線艀装ルート変更)
- 飛行安全系搭載機器の艀装改善 (飛行安全系セーフ・アーム装置 (SAD) の冗長化対策, 飛行安全関連冗長系統コネクタ分割対策, 等)
- 技術テレメータ取得強化

上記課題への改善対策を機体へ反映することによりH-II A ロケット全体の信頼性を向上させることができた。

(3) 各社製品に対する信頼性確認作業

打上げ再開に向けたH-II A ロケット全体の製品品質向上対策の一環として, 従来客先からの支給品として当社が受け取り機体に組み込んでいる各社製品 (SRB-A, 衛星フェアリング, ガスジェット装置, 火工品, アビオ搭載機器等) について, その製造段階での品質確認に同じ製造メーカーでありシステム取りまとめメーカーでもある当社の視点を加えることにより信頼性を向上させる活動を行った (図6)。

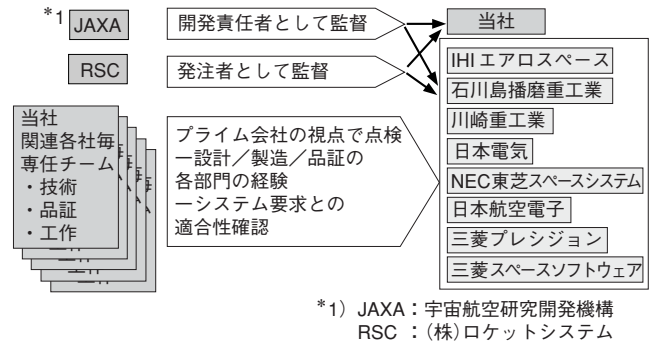


図6 信頼性確認活動の概要 当社が実施した関連各社に対する信頼性確認活動の位置付け。

4. 再開初号機打上げ結果

再開初号機 (7号機) は, 平成17年2月26日の18時25分に打ち上げられ, 計画した飛行経路に沿って正常に飛行を続け (図7), リフトオフ後40分02秒後に“運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R)”を所定のGTOへ投入することができた (表1)。取得されたフライトデータ評価の結果より各系統の作動状況は正常であり所定の機能・性能を果たしていることが確認でき, 打上げ再開に向けて施した改善対策が適切であることを確認した。この打ち上げによりH-II A ロケットが高精度でかつ高信頼性のシステムであることが実証できた。

5. 今後の打上げ計画

H-II A ロケットの今後のミッションとしては, 平成

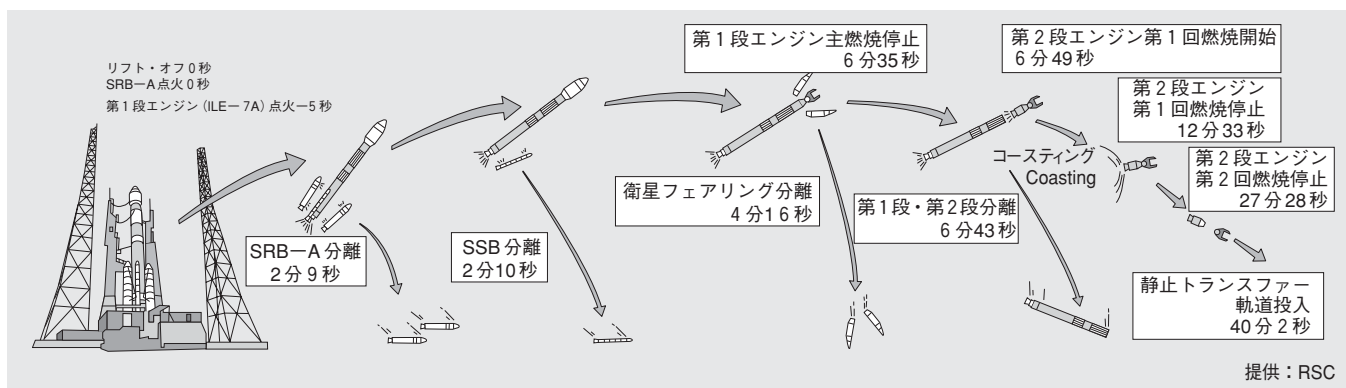


図7 再開初号機打上げシーケンス 再開初号機の打上げシーケンス（リフトオフから衛星分離まで）。

表1 再開初号機の衛星（MTSAT-1R）軌道投入結果

■MTSAT-1R軌道投入結果

	計画値（許容値）	飛行結果	誤差
遠地点高度 (km)	35786 (±180)	35793	7
近地点高度 (km)	250 (±4)	249	-1
軌道傾斜角 (度)	28.5 (±0.02)	28.5	0

（注）飛行結果：MTSAT-1Rの追跡データにより決定された軌道

17年度後半以降に陸域観測衛星（ALOS）、運輸多目的衛星新2号（MTSAT-2）等の打上げが予定されている。これらを連続成功させていくことにより、打上げ再開を果たしたH-IIAロケットの信頼性の実績を積み重ねていき、今後の商業衛星打上げサービス受注へ繋げて行く。

また、現在GTO 6トン級衛星（技術試験衛星VIII型等）へ対応するためにSRB-Aを4本搭載したH2A204形態を開発中である。本形態は6号機事故により開発を一時中断していたが、打上げ再開ができたことにより本開発作業も再開した。6号機事故からの改善対策事項を盛り込んだ上で、平成18年度の打上げを計画している。

さらにその先の宇宙ステーション補給機（HTV）打上げ需要に対応するため、1段直径を約5mに大型化し打上げ能力を向上させたH-II Bロケットの開発立上げを進めている（図8）。

6. ま と め

H-IIAロケット打上げ事業は現在民営化という大きな変革期を迎えており、当社もコア機体の製造請負からロケット全体の製造プライム～打上げサービス提供へと事業形態を大きく変化させようとしている段階であり、その中で起こった6号機打上げ失敗であった。確かに“失敗”は負の要素であるが、この6号機事故

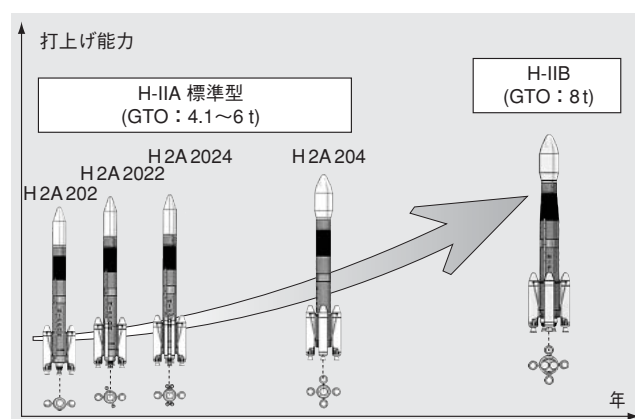


図8 H-IIAロケットの発展構想 現在のH-IIAロケットから今後のH2A204形態開発～H-II Bロケット開発へと続く発展構想を示す。

を教訓として改めてロケットの信頼性を問い直す契機となり、事実改善対策を施した7号機打上げを成功させることにより信頼性向上に向けた活動の成果を示すことができた。ただし、1回の成功だけでは十分ではなく今後も信頼性向上への不断の努力を続け後続の打上げを連続成功させることによりH-IIAロケットの信頼性の実績を作り今後の民営化事業発展への礎としていきたい。



前村孝志



浅田正一郎



二村幸基



渥美正博



奈良登喜雄