

H-IIBロケット試験機プロジェクトに係る事後評価について

平成22年 9月21日

**宇宙航空研究開発機構
三菱重工業株式会社**

<説明者>

**宇宙航空研究開発機構 宇宙輸送ミッション本部
H-IIBプロジェクトチーム プロジェクトマネージャ 中村 富久**

**三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所
宇宙機器技術部 H-IIBプロジェクトマネージャ 田村 篤俊**

		推進部会評価項目 (事後評価)		
		a. 成果	b. 成否の要因に対する分析	c. 効率性
1	H-II Bロケットの概要	P. 2～9		
2. 1	成果 (アウトプット)	P. 10～16	○	
2. 2	成果 (アウトカム)	P. 17～22	○	
2. 3	成果 (インパクト)	P. 23～26	○	
3	成否の原因に対する分析	P. 27、28	○	
4	プロジェクトの効率性に対する分析	P. 29～39		○
5	2号機への反映 (フェアリングの改良開発)	P. 40		
6	まとめ	P. 41		
参考	H-II Bロケットに係る 政策文書	P. 42～44		
参考	略語集	P. 45		

1. 1 H-II Bロケットの政策的位置付け (1 / 2)

H-II Bロケットは、『基幹ロケット』、『国家基幹技術』として位置付けられており総合科学技術会議において、以下の開発・運用戦略が定められている。

- ・我が国における宇宙開発利用の基本戦略 (平成16年9月9日 総合科学技術会議)
- ・第3期科学技術基本計画／分野別推進戦略 (平成18年3月28日 総合科学技術会議)

- ①我が国のロケット開発能力維持、国際宇宙ステーションへの輸送手段としての宇宙ステーション補給機 (HTV) 打上げに対応するとともに、国際競争力を確保するため、その開発に取り組む。
- ②能力向上型の開発計画については、今後の国際宇宙ステーション計画の動向も踏まえながら、適切に対処していく。開発は民間を主体とした官民共同で行う。
- ③2008年度までに、静止遷移軌道への衛星 (約8トン) の打上げや宇宙ステーション補給機 (HTV) の打上げを可能とするロケットを開発・運用し、国際宇宙ステーションへの継続的な物資補給を通じ、H-II Aとともに、我が国の基幹ロケットであるH-II Bロケットを、世界最高水準のロケットとして確立する。

※政策文書については、P42～44の参考資料参照

※GTO:「静止トランスファー軌道」

1.1 H-II Bロケットの政策的位置付け (2 / 2)

『宇宙開発に関する長期的な計画』（平成20年2月22日 総務大臣・文部科学大臣 制定）により、以下の計画が定められている。

- ①宇宙ステーション補給機（HTV）の運用手段を確保するとともに、基幹ロケットの能力の向上を図ることを目的に開発するものである。H-II Bロケットの開発は、H-II Aロケット標準型を維持発展した形態を基本として行う。
- ②システム仕様の決定などに民間の関与をより多くするなど、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用する。
- ③H-II Aシリーズを我が国の基幹ロケットと位置づけ、性能及び信頼性の面から世界最高水準のロケットとして維持・発展させる。

1. H-II Bロケットの概要

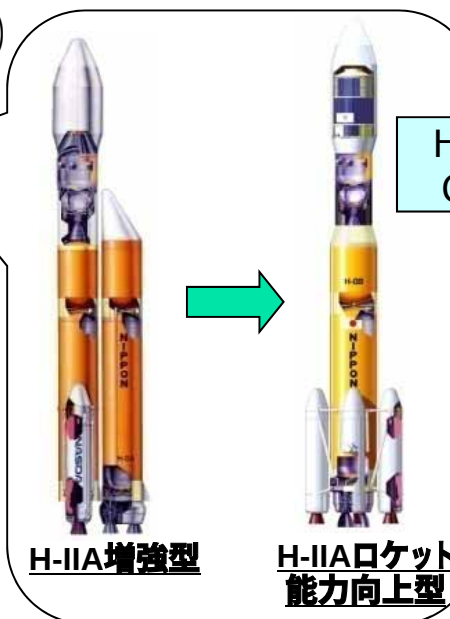
1. 2 開発経緯

- (1) 平成12年 8月 : 「計画調整部会審議結果」(宇宙開発委員会)
平成13年度からH-IIA増強型試験機の開発に着手。
- (2) 平成14年 6月 : 「今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について」(総合科学技術会議)
: 「我が国の宇宙開発利用の目標と方向性」(宇宙開発委員会)
H-IIA標準型以上の能力を持つ輸送系(H-IIA増強型)を開発する場合には、H-IIA標準型を基本に
民間に主体性を持たせた官民共同開発を行う。
- (3) 平成15年 4月 : 「H-IIA民営化作業チーム最終報告」(文部科学省研究開発局)
開発の進め方として、民間を主体とした開発プロセスを採用することとした。
- (4) 平成15年 8月 : 「H-IIAロケット輸送能力向上に係る評価結果」
(宇宙開発委員会計画・評価部会)
HTVの設計進捗によりHTV軌道への打上げ能力要求が当初の15トンから16.5トンと変更されたこと及び打上げサービス事業の競争力強化として
民間の要求(静止トランスファー軌道へ8トン程度)を満足する形態の
トレードオフを実施。H-IIA増強型からH-IIAロケット能力向上型への
形態変更(右図)で開発を進めることは適切と判断。
- (5) 平成15年11月 : H-IIAロケット6号機打上げ失敗
- (6) 平成17年 7月 : JAXA内で開発移行前審査を実施
- (7) 平成17年 9月 : 民間の主体性を重視した官民共同開発の枠組みについて、
宇宙航空研究開発機構と三菱重工業(株)との間で基本協定を締結。
- (8) 平成18年 3月 : 「第3期科学技術基本計画」(閣議決定)
総合科学技術会議により国家基幹技術として位置付けられる。
- (9) 平成18年 5月 : 「国家基幹技術としての「宇宙輸送システム」の推進の在り方について」(宇宙開発委員会)
同年 7月 : 「国家基幹技術の評価結果」総合科学技術会議
- (10) 平成21年 9月11日 : H-II Bロケット試験機の打上げに成功

【打上げ能力】

HTV軌道:15トン
GTO軌道:7.5トン

HTV軌道:16.5トン
GTO軌道:8.0トン

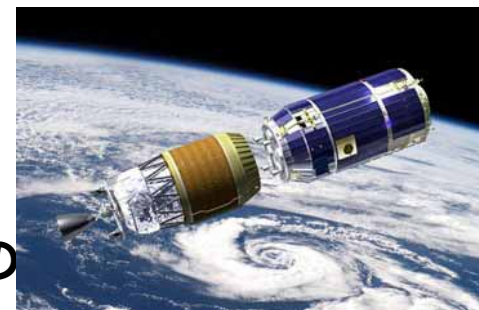


※GTO軌道:「静止トランスファー軌道」

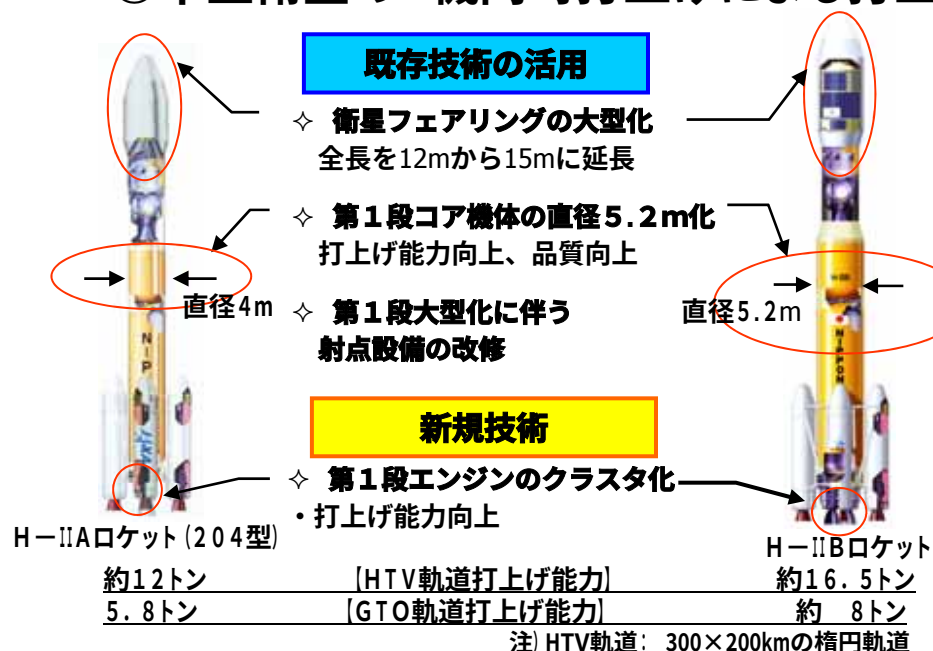
1.3 開発目的と体制

H-II A ロケットの技術を活用し、官民双方のニーズを満たす大型ロケット。

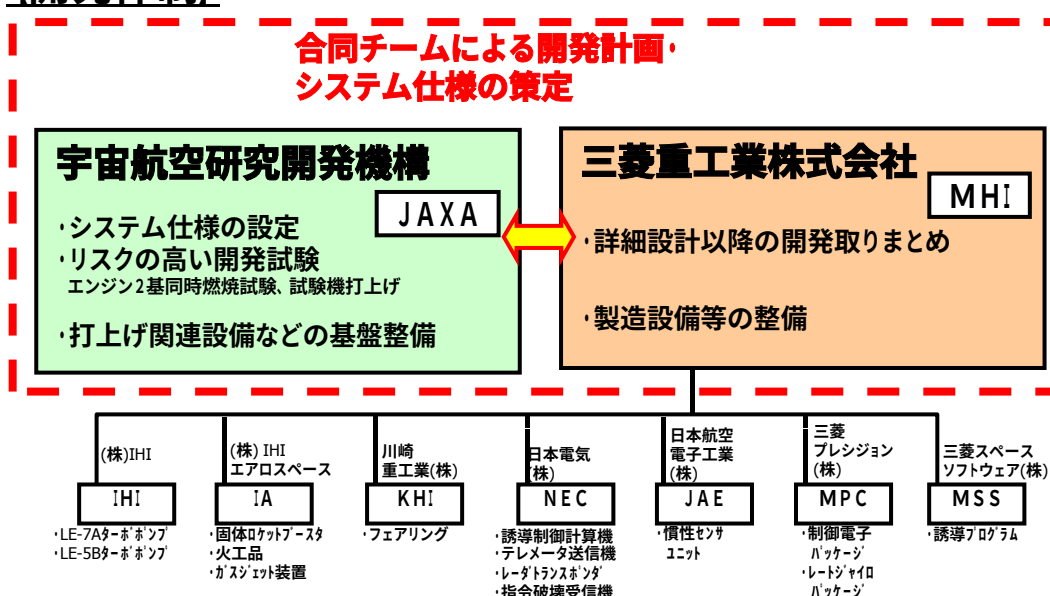
- ◆ 我が国のロケット開発能力維持
- ◆ 官のニーズ：宇宙ステーション補給機 (HTV) の打上げに対応
 - 国際宇宙ステーション (日本実験棟「きぼう」を含む) への物資輸送
 - 国際約束で分担している国際宇宙ステーション (ISS) への補給義務の
 - 2009年から2015年に毎年1機を打上げ (計7機)
- ◆ 民のニーズ：国際競争力の確保
 - 静止トランスファー軌道 (GTO) へ投入する衛星6トン超級の衛星需要への対応
 - 中型衛星の2機同時打上げによる打上げ価格の低減



宇宙ステーション補給機 (HTV)

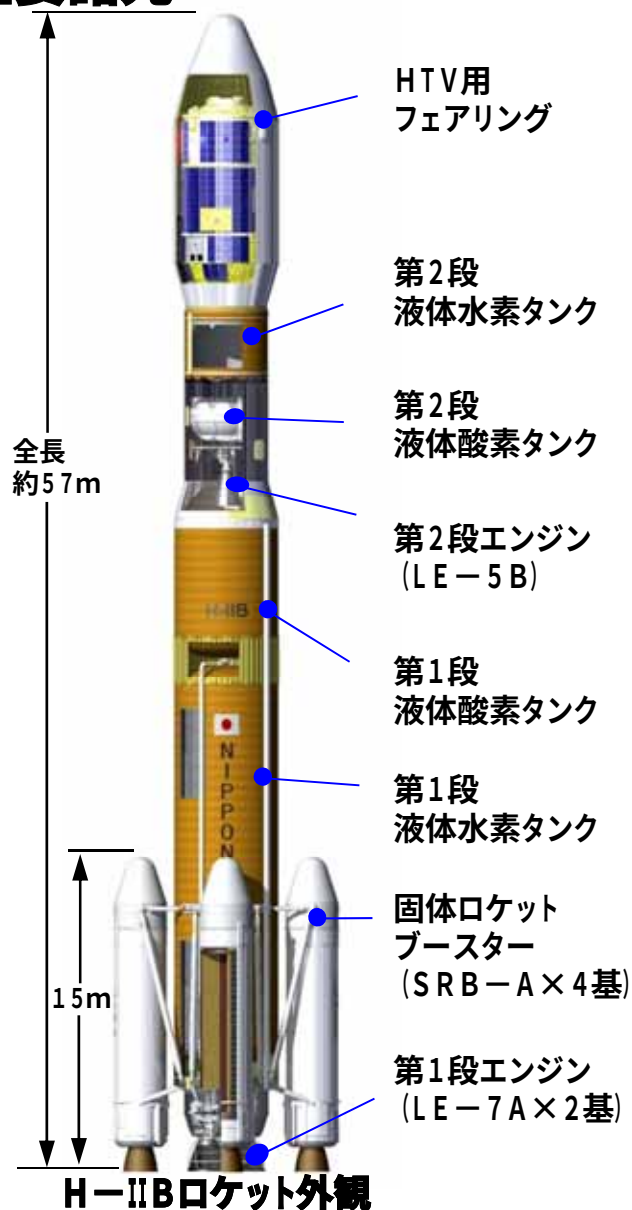


【開発体制】



1. H-II Bロケットの概要

1.4 主要諸元



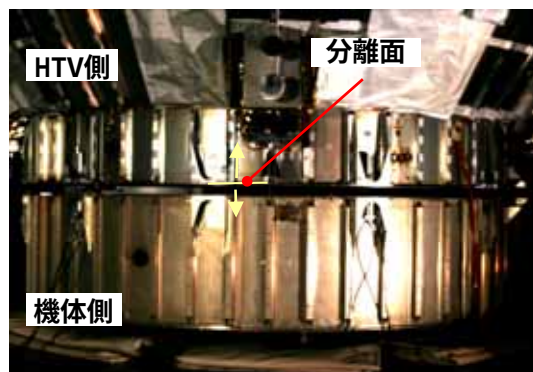
	H-II B ロケット	H-II A ロケット 204型 (参考)	備考
全長 全備質量	約57m 約530トン	約53m 約445トン	ペイロード 質量含まず
フェアリング 名称 直径 長さ	5S-H型 5.1m 15m	5S型 / 4S型 5.1m / 4m 12m / 12m	
第2段 タンク直径 推進薬質量 エンジン 推力 比推力	4m 16.7トン LE-5B 137KN 448秒	4m 16.7トン LE-5B 137KN 448秒	H-IIA/B 共通 真空中
第1段 タンク直径 推進薬質量 エンジン 推力 比推力	5.2m 約176トン LE-7A x 2基 1098KN x 2 440秒	4m 約100トン LE-7A x 1基 1098KN 440秒	真空中
SRB-A 推進薬質量 装着基数	約66トン / 基 4基	約66トン / 基 4基	H-IIA/B 共通

1. H-II Bロケットの概要

1.5 開発スケジュール

	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
■主要マイルストン		▲ 開発移行前審査	▲ PDR	▲ CDR#1	▲ CDR#2	▲ CDR#3
					▲ PQR#1	◆ 試験機打上げ ▲ PQR#2
■システム設計	システム設計	基本設計	詳細設計	維持設計		
■コア機体開発			コア機体開発試験			
			厚肉タンクステージ燃焼試験	BFT	CFT/ GTV	
					第1段実機型タンクステージ燃焼試験/ 地上総合試験	
■HTV用フェアリングの開発				開発試験		
■射点設備の改修			射点設備の改修			
				液流し試験		
■試験機の製造				部品製作	構造組立/艀装	CFT/ GTV L/ O

PDR : 基本設計審査
CDR : 詳細設計審査
PQR : 開発完了審査
BFT : 厚肉タンクステージ燃焼試験
CFT : 第1段実機型タンクステージ燃焼試験
GTV : 地上総合試験
L/O : 発射整備作業



HTV分離部分離試験 (分離直後の写真)



誘導制御系システム試験



厚肉タンクステージ燃焼試験



第1段実機型タンクステージ燃焼試験

1.6 試験機打上げ時期設定経緯

ISS共通運用経費は、日本実験棟『きぼう』の利用開始時点から、分担義務が発生することを踏まえ、ISS計画と整合を図りながら以下の通り、H-IIBの打上げ年度の見直しを適宜実施した。

H-IIB打上げ計画

平成15年8月 増強型からH-IIBへ形態変更

- 平成19年度 試験機打上げを目標に設定

平成15年11月 H-IIA6号機 打上げ失敗

- H-IIAの信頼性向上を最優先。

平成17年7月 H-IIB開発移行前審査(JAXA)

- 6号機失敗を踏まえ開発計画の充実化
- 『きぼう』完成予定を踏まえ、試験機打上げを平成20年度と平成21年度の2ケースで検討。

平成18年8月 宇宙開発委員会 (平成19年度文部科学省宇宙分野概算要求について)

- 平成21年度に試験機にHTV技術実証機を搭載し打上げることに見直し。

ISS関連経緯

平成15年2月 スペースシャトルコロンビア号事故

- スペースシャトルの飛行中断に伴い、平成18年～19年の『きぼう』1便～3便、及び平成19年のHTV技術実証機の打上げ計画をスペースシャトル飛行再開まで一時的に保留

平成17年7月 スペースシャトル打上げ再開

- 『きぼう』打上げを平成20年に見直し

平成18年3月 『きぼう』の打上げ加速を調整

- 『きぼう』1便～3便を平成19年～20年打上げ、HTV技術実証機を平成21年2月打上げを目標として調整

- HTV技術実証機を平成21年度打上げを目標に見直し

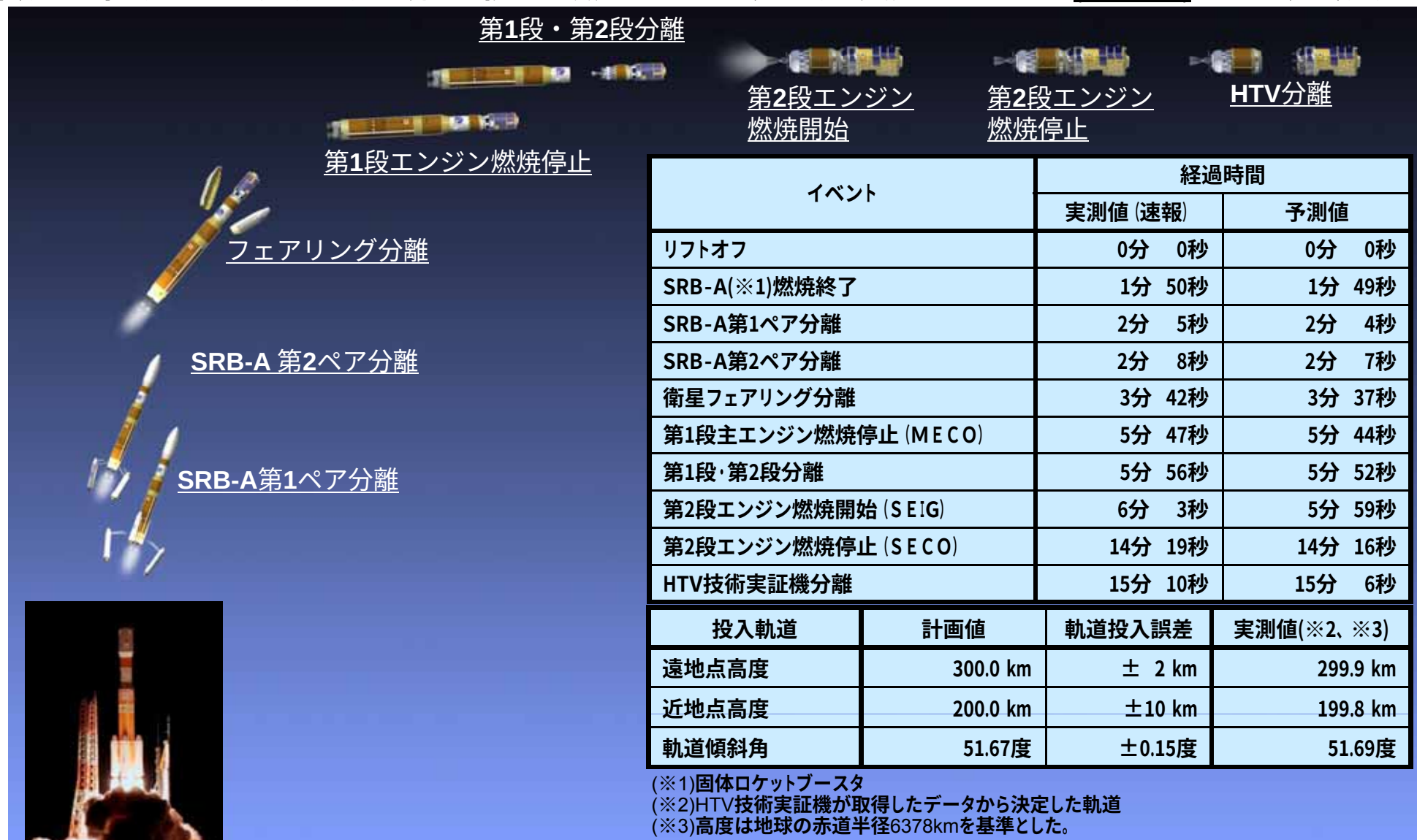
平成21年7月 『きぼう』組立完了

平成21年9月11日 HTV技術実証機／H-IIBロケット試験機 打上げ成功

1. H-II Bロケットの概要 (飛行結果)

1. 6 試験機の飛行結果

平成21年9月11日(金) 2時01分46秒に、設定した打上げ日時を変更することなく(on time)、打上げに成功。



2.1.1 要求条件の達成状況

総合科学技術会議における開発・運用方針に従い、良好に開発を完了した。

開発・運用方針	開発・運用方針の達成状況
①我が国のロケット開発能力の維持	ロケットシステム設計、開発試験等を通じ、技術者間の知識・技術の継承に貢献。
②宇宙ステーション補給機（HTV）打上げへの対応	HTVの打上げ能力要求（16.5トン）をシステム仕様として設定。良好に試験機を打上げ、システム仕様を満足することを実証した。
③国際競争力を確保（GTO 約8トン）	GTO 8トン程度の打上げ能力をシステム仕様として設定。解析の結果及び試験機の打上げの結果、約8トン程度の打上げ能力を達成できる見通しを得た。
④H-IIBロケットを2008年までに開発・運用	『きぼう』の打上げ設定等により、2009年度試験機打上げとなったが、良好に試験機を打上げた。
⑤国際宇宙ステーション計画の動向も踏まえながら適切に対処	宇宙ステーションの運用計画を踏まえ、2009年度から2015年度の間、年1機の打上げ計画を設定した。また、試験機にHTV技術実証機を搭載するとともに、初号機でありながらon timeの打上げに成功し、ISSへの物資輸送に貢献した。
⑥民間を主体とした官民共同開発	官民合同活動にて官民相互のミッション要求を設定し、システム仕様等の民間からの提案、開発の請負契約化による結果責任の明確化を図るなど、民間の主体性・責任を重視した体制を構築して開発した。

2.1.1 要求条件の達成状況

長期計画における開発・運用計画に従い、良好に開発を完了した。

開発・運用計画	開発計画の達成状況						
①宇宙ステーション補給機 (HTV) の運用手段を確保するとともに、基幹ロケットの能力の向上を図ることを目的に開発するものである。H-II Bロケットの開発は、H-II Aロケット標準型を維持発展した形態を基本として行う。	HTVの輸送および民間の競争力の確保を考慮し、H-II Aと主要機器を共通化したシステム仕様に基づき、H-II Bロケットを開発した。 【主なH-II Aとの共通機器】 ・1/2段エンジン 、 SRB-A 、 アビオ機器 バルブ類 、 2段機体						
②システム仕様の決定などに民間の関与をより多くするなど、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用する。	計画に従い、官民共同による本格的なロケット開発を日本で初めて完了した。 【主な役割分担】 <table border="0"> <tr> <td>(JAXA) ・BFT/CFT/GTV試験</td> <td>(MHI) ・詳細設計以降の</td> </tr> <tr> <td>・打上げ関連設備整備</td> <td>開発取りまとめ</td> </tr> <tr> <td>・試験機の打上げ</td> <td>・製造設備等の整備</td> </tr> </table> ※詳細はP36～P39参照	(JAXA) ・BFT/CFT/GTV試験	(MHI) ・詳細設計以降の	・打上げ関連設備整備	開発取りまとめ	・試験機の打上げ	・製造設備等の整備
(JAXA) ・BFT/CFT/GTV試験	(MHI) ・詳細設計以降の						
・打上げ関連設備整備	開発取りまとめ						
・試験機の打上げ	・製造設備等の整備						

2.1.1 要求条件の達成状況

長期計画に従い、基幹ロケットの維持・発展を継続中。引き続き、H-IIA/H-IIBを合わせた開発初期(20機)の打上げ成功率90%以上を目指す。

開発・運用計画	プログラム要求の達成状況																										
③H-IIAシリーズを我が国の基幹ロケットと位置づけ、性能及び信頼性の面から世界最高水準のロケットとして維持・発展させる。	✓ <u>信頼性向上</u> ⇒H-IIA／B共通で取り組む信頼性向上プログラムとして、LE-7A改良OTP、信頼性向上型バルブ、SRB-A3モータを、H-IIBへも採用。																										
	✓ <u>キー技術の維持・発展</u> ⇒液体エンジン燃焼試験等キー技術に関わる信頼性データ取得や飛行後評価解析を実施し、キー技術の維持を継続的に実施中。																										
	✓ <u>自律性確保の維持・向上</u> ⇒部品枯渇対応として、アビオニクス機器の再開発等実施中。また老朽化が進む設備に対し、適宜更新を実施中。																										
	上記の信頼性向上に対する不断の取組みや着実な設備維持・老朽化更新などの取組みは、H-IIA／H-IIBロケットのOn Timeの打上げとして結実し、世界最高水準の信頼性を達成。																										
	基幹ロケットは7号機の打上げ成功以来13機連続で成功しており、打上げ成功率は運用されている世界のロケットの中でもトップクラス（94％）。																										
	<table><tr><th>ロケット</th><th>初期の成功数</th><th>成功率</th></tr><tr><td>アトラスV</td><td>19／20</td><td>95％</td></tr><tr><td>デルタ4</td><td>12／13</td><td>92％</td></tr><tr><td>アリアン5</td><td>17／20</td><td>85％</td></tr><tr><td>プロトンM</td><td>18／20</td><td>90％</td></tr><tr><td>長征3</td><td>16／20</td><td>80％</td></tr><tr><td colspan="2">平均</td><td>88％</td></tr><tr><td>H-IIA／B</td><td>18／19</td><td>94％</td></tr></table>	ロケット	初期の成功数	成功率	アトラスV	19／20	95％	デルタ4	12／13	92％	アリアン5	17／20	85％	プロトンM	18／20	90％	長征3	16／20	80％	平均		88％	H-IIA／B	18／19	94％	主要ロケット開発初期（20機） 打上げ成功率	
ロケット	初期の成功数	成功率																									
アトラスV	19／20	95％																									
デルタ4	12／13	92％																									
アリアン5	17／20	85％																									
プロトンM	18／20	90％																									
長征3	16／20	80％																									
平均		88％																									
H-IIA／B	18／19	94％																									

2.1.2 開発目標の評価

平成15年8月の宇宙開発委員会計画・評価部会時に設定した開発目標に対する評価を以下に示す。

開発目標	結果
①HTV軌道に16.5トン(静止トランスファ軌道(GTO)に換算して8トン程度)の輸送能力	HTVの打上げ能力要求(16.5トン)をシステム仕様として設定。良好に試験機を打上げ、システム仕様を満足することを実証した。 GTO 8トン程度の打上げ能力をシステム仕様として設定。解析の結果及び試験機の打上げの結果、約8トン程度の打上げ能力を達成できる見通しを得た。
②試験機の打上げ目標年度を平成19年度	『きぼう』の打上げ設定等により、平成21年度試験機打上げとなったが、良好に試験機を打上げた。
③定常運用段階でのロケット打上げ費の目標 110億円以下	試験機において、H-IIA 6号機の打上げ失敗にともなうコスト増加が生じ、宇宙開発委員会の見解を踏まえて評価を行い、平成18年5月に見直した。(147億円) 定常運用段階での打上げ費についてもコストが追加となるが、欧米の主要ロケットと比較し、低コストでの打上げが可能。 詳細はP34.「プロジェクトの効率性に対する分析」による。

2.1.3 開発基本方針の評価

平成15年8月の宇宙開発委員会計画・評価部会時に設定した開発方針およびJAXAで実施した開発移行前審査会で追加した開発方針の評価を以下に示す。

開発基本方針		結果
計画・評価部会で設定 右記の点に留意して基幹ロケット (H-IIA標準型) を維持発展した形態として位置づける	標準型の「国としての自律性確保に必要な宇宙輸送系に関する基幹技術」を維持する。	H-IIBの開発により、液体及び固体推進系技術、誘導制御技術などの基幹技術を維持・発展することができた。
	既存の開発成果の有効活用により能力向上を図る。	1／2段エンジン、SRB-A、アビオニクス、2段機体など、主要機器を共通とし、1段のクラスタ化とタンク大型化等にリソースを集中して技術リスクを最小化した。
	基本的に標準型と主要機器を共通とし、第1段の能力向上を図ること等により実現可能な範囲 (技術的リスクの飛躍がない範囲) で開発する。	その結果、全体として新規開発事項が多かったH-IIやH-IIAに比して短期間、低コストでの開発を完了した。
JAXA開発移行前に追加	H-IIAロケット6号機の失敗を受けて、更なる信頼性向上施策を能力向上型開発に追加して取り込む。	タスクフォース活動に基づいたSRB-A3、改良OTP及び新型バルブを適用し、信頼性向上を図った また、H-IIA再点検内容を更に深め、冗長機器の空間冗長、ワイヤハーネスの保護を図った。

2.1.4 サクセスクライテリアによる評価

平成20年4月に制定したJAXA総合事業計画で設定したサクセスクライテリアに対し、エクストラサクセスを達成した。

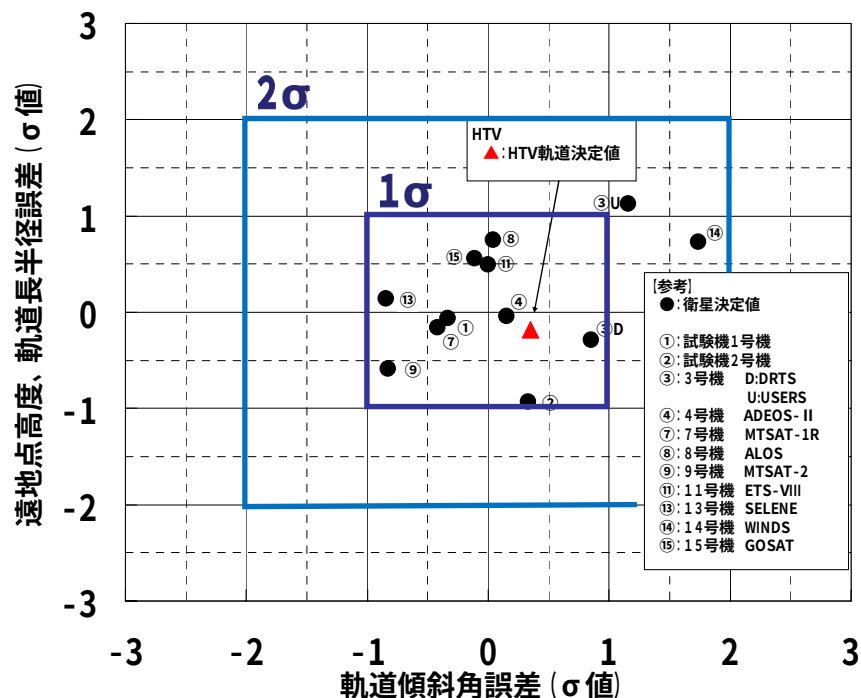
	クライテリア	達成状況	評価
ミニмум サクセス	試験機を打上げ、運用機の運用が開始できる。	・試験機の打上げ結果から、要求仕様との適合性に問題なく、運用機の運用に移行可能であることを確認した。	達成
フル サクセス	ミニмумサクセスに加え、下記を達成すること ・平成21年度に試験機を打ち上げ、HTV技術実証機を所定の軌道に投入する。	・平成21年9月11日に試験機を打ち上げた。 ・HTV技術実証機を所定の軌道に良好な精度で投入した。 ※P16. (1) 参照	達成
エクストラ サクセス	フルサクセスに加え、下記を達成すること ・要求される打上げ能力以上の能力向上を果たし、HTV運用機へ余剰能力を配分できる。	・試験機に対して設定されたシステム要求に対しては、HTV軌道に16.95トン(要求16.5トン)の打上げ能力をもち、要求される打上げ能力以上の能力向上を果たしていることを確認した。 ※P16. (2) 参照	達成

なお、運用機に対しては第2段の制御落下の実施に係るシステム要求が新たに追加されており、HTV側に余剰の能力を配分できるかについては別途評価中。

2.1.4 サクセスクライテリアによる評価 (試験機の打上げ結果)

(1) 軌道投入精度

HTVによる軌道決定値で評価し軌道投入誤差 1σ 内 (HTV要求 3σ 内) であり、H-IIA軌道投入誤差と比較しても良好であった。



(2) 打上げ能力

試験機の飛行結果において、第2段推進薬の消費率は予測の範囲内にあった。このことから事前予測通り、打上げ能力の要求 (HTV要求16.5ton) に対し+0.45tonの能力余裕があると考えられ、結果良好。

第2段推進薬消費率

予測	飛行結果	予測との差
91.91%	91.66%	-0.25% (-1σ)

(3) ペイロードインタフェース

インタフェース規定内で問題ないことを確認した。

項目	評価	
打上げ前	フェアリング内環境	◎ 機体移動時、射点時の空調等、インタフェース条件内で問題ない。
打上げ時	加速度環境	◎ インタフェース条件内で問題ない。
		◎ 事前解析(CLA)を上回る周波数域があるが、インタフェース条件内で問題ない。
	音響環境	◎ インタフェース条件内で問題ない。 ※HTV内の音響環境がスペースシャトル並であった。
	熱環境	◎ フライト中温度 ◎ インタフェース条件内(-2~47.3℃)で問題ない。 ◎ インタフェース条件内(500w/m2)で問題ない。

2.2.1 HTV打上げ能力の獲得に伴う効果

〔HTV打上げに必要な能力〕

(1) 16.5ton以上の打上げ能力

- ・1段エンジンクラスタ化 + 1段機体大型化 + フェアリング大型化により達成
⇒試験機打上げにより打上げ能力を実証

(2) on time打上げを可能とする運用信頼性 (打上げウィンドウ無し)

- ・地上設備を含めた総合的な信頼性の確保・維持
- ・H-IIAを含めた信頼性向上に対する不断の取組み
⇒試験機でのon time打上げに成功

(3) 昼夜を問わない打上げ時刻

- ・地上設備 (機体モニタ設備、照明等) の整備
- ・運用体制 (防災体制、気象監視、地元との協力体制) の確立 など
⇒試験機の夜間打上げにより体制を確認



スペースシャトル退役後、HTV打上げ技術がISSへの大型カーゴの唯一の輸送手段
今後、ISSへのカーゴ輸送を通じて、ISS運用の中核を担い、国際協力に貢献

2.2.2 国際競争力の確保 (輸送系ラインナップの獲得)

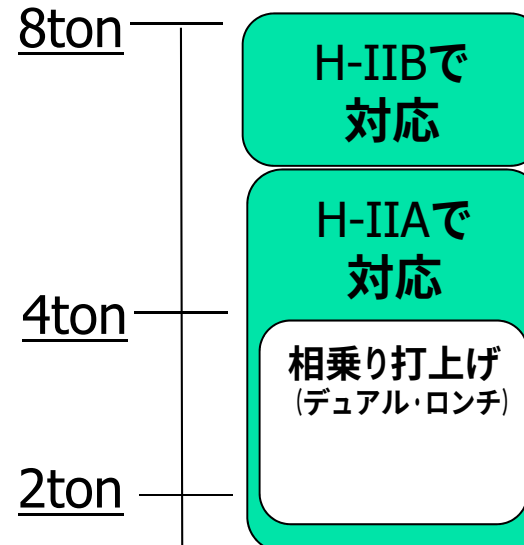
H-IIAシリーズおよびH-IIBにより、我が国独自にGTO約4~8トンまでの衛星打上げに対応可能な輸送系ラインナップが揃った。

■ H-IIA / B ラインナップ



型式	H2A202	H2A204	H-IIB
打上げ能力 (GTO換算)	4.1トン	5.8トン	8トン
全長	53m	53m	57m
直径	4.0m	4.0m	5.2m

■ 輸送ミッション 8ton (GTO)



静止トランスファー軌道 (GTO) 打上げ能力の獲得

システム解析および試験機打上げ結果により、GTOへの打上げ能力 約8トンを確保できる見通しを得た。これによりGTO 6トン超級の衛星打上げへの対応および中型静止衛星2機同時打上げ能力を獲得した。

H-IIAシリーズと合わせた輸送系ラインナップの整備により、国際競争力を確保

2.2.3 ロケット開発能力の維持

H-II Bロケットの開発を通じて、今後の宇宙輸送系システム開発に向けた、ロケット開発能力の維持を行うとともに、以下のロケット技術および高信頼性/低リスク/高効率開発方法を獲得した。

(1) 今後の宇宙輸送系システムに向けた技術の獲得

- ①液体エンジンクラスタ化技術 (P20参照)
- ②大型軽量タンク製造技術 (P21参照)

(2) 標準型を維持発展した形態による、高信頼性／低リスク／高効率開発方法の獲得

- ①H-II Aで獲得した既存成果を最大限活用したシステム設定により開発リスクを低減
 - ・1段／2段エンジン、2段機体、SRB-A、アビオニクス等 H-II Aと共通設計
 - ・1段エンジン2基クラスタに対し、機体側配管類を極力独立とし、開発リスクの低減
- ②新規開発アイテムの徹底的な地上検証
 - ・6号機の失敗を踏まえ、可能な限り実機を模擬し、機器のばらつきを考慮してBFTを実施
 - ・機体構造部(段間部、中央部、エンジン部等)に対し、実機大の供試体による強度試験を実施
 - ・フェアリングに対し、実機大の供試体による強度試験、分離放てき試験を実施
- ③信頼性向上に対する不断の取組み成果の適用 (P22参照)

今後の宇宙輸送系システム開発に向けた、ロケット開発能力を継承し、効率的に発展

2.2.3-1 技術の獲得 (液体エンジンクラスタ化)

(1) クラスタ化の開発意義

大推力の液体エンジンを開発することは、技術的／資金的に困難が伴う。一方、液体ロケットエンジンを複数使用するクラスタ化により、既存のエンジンを使用すれば、大推力の液体エンジンと同等な性能を得る事が可能となる。

このようなクラスタシステムは、従来から米露を中心に開発され使用されてきている。

(2) H-II B開発結果

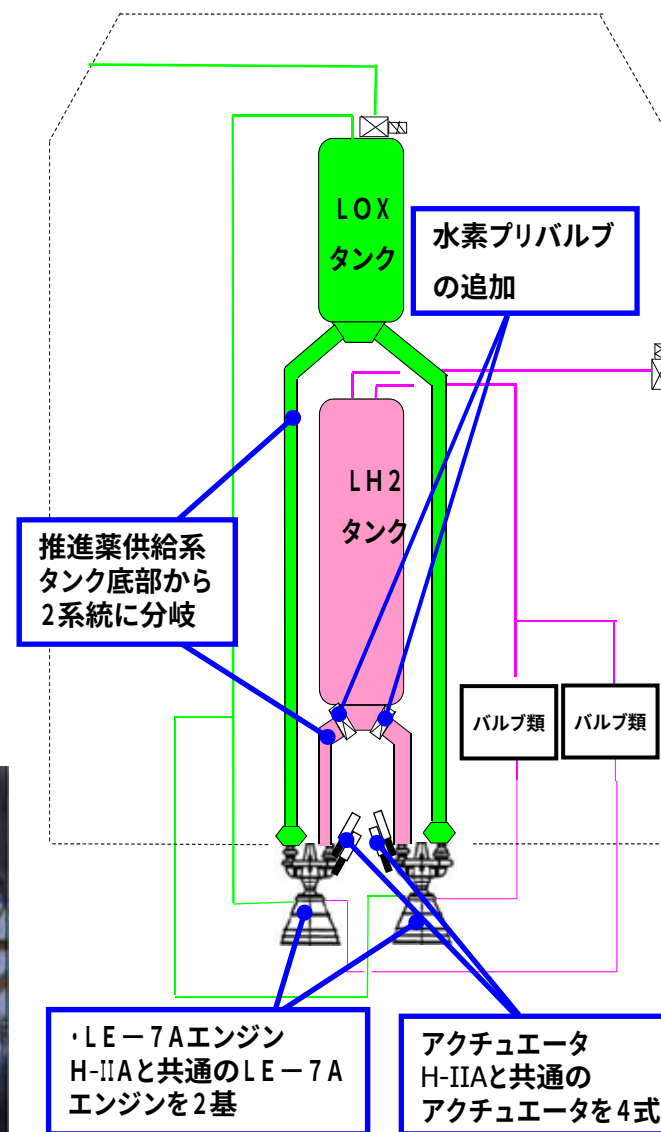
H-II Bロケットの開発において、1段推進系にクラスタ方式を採用した。液体ロケットエンジンのクラスタ化は我が国では初めての試みであったが、大きな問題を生じる事なく開発は順調に成功した。



クラスタ化の技術を確立し、将来の輸送系開発における選択候補を拡げた。



クラスタ燃焼状況

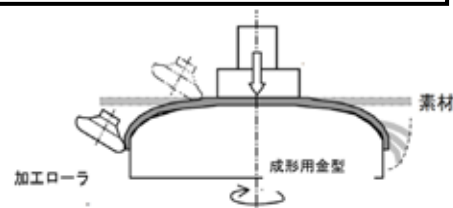


1段推進系 概略

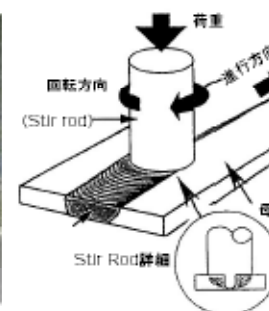
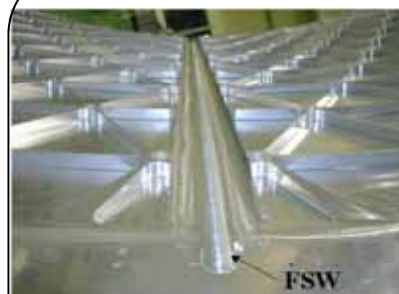
2.2.3-2 大型軽量タンク製造技術



部材を金型と共に回転させ、
加工ローラで成形する方式。



タンクドーム スピニング成形 概要

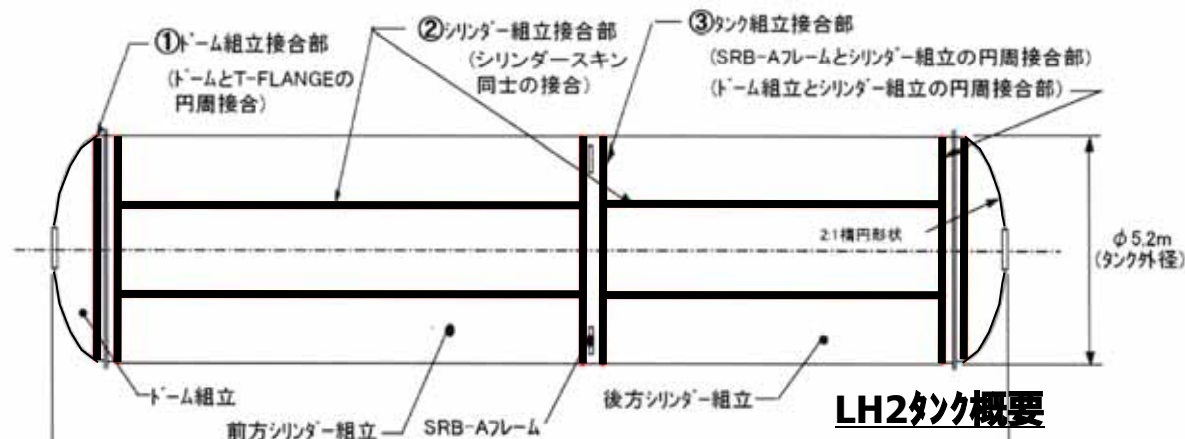


回転工具の接触面
で摩擦熱により接
合部材を軟化させ、
軟化した金属を攪
拌することで接合す
る方式

摩擦攪拌接合 (FSW) 概要

ドーム部が
スピニング成形
部位

太線部が
FSW適用部位



LH2タンク概要



世界最大級の国産一体型タンクドーム製造技術
を獲得。

タンク製造における自在性・自律性を確保

世界でも例の無い円周方向を含む摩擦攪拌接
合 (FSW) による大型タンク溶接技術を獲得。ロ
ケットタンク製造品質の向上および安定

2.2.4 技術の獲得 (信頼性向上)

H-IIA 6号機失敗を踏まえて着手したH-IIAロケット信頼性向上に係る不断の取組みの成果をH-IIBに適用

新たなSRB-A (エロージョン対策)



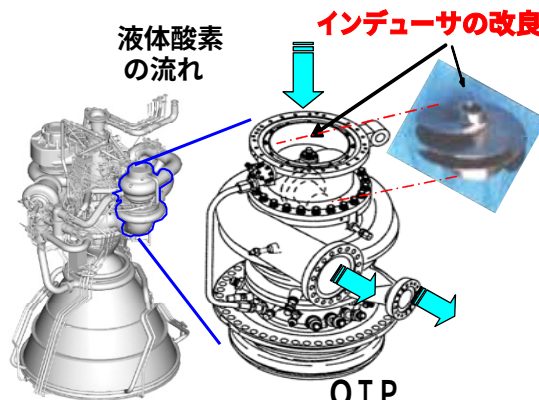
エロージョン解析の高度化



局所エロージョン
排除型ノズル

※H-IIAに適用済み

液体酸素ターボポンプ (OTP) (キャビテーション対策)

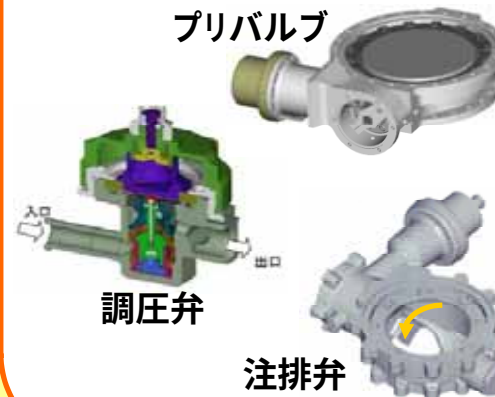


LE-7A

※H-IIBから適用

バルブ高信頼化 (整備性・信頼性向上)

プリバルブ



調圧弁

注排弁

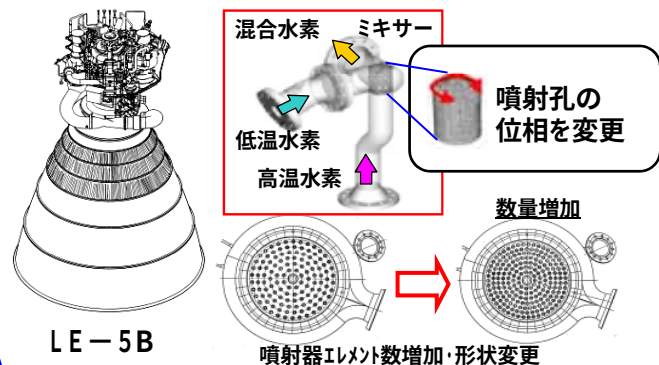
※H-IIBから適用

信頼性向上
プログラムの成果



各号機の主要課題
の取り込み

改良型LE-5Bエンジンの適用 (燃焼振動の低減)



LE-5B

※H-IIAに適用済み

●冗長機器の空間冗長

(H-IIA・F6反映)

冗長系を有するラインは、別々のシステムトンネルへ
機装、機器とのインタフェース点も極力分離した。

●ワイヤハーネスの保護

(H-IIA・F11反映)

ワイヤハーネス保護方針を設定

- ・作業者のアクセスが多い箇所は極力配線しない。
- ・3次元図で、構造・配管とのクリアランスが規定値
以上を確認した。

※H-IIBで適用範囲拡大

2.3.1 海外におけるプレゼンスの向上

H-II B ロケットの打上げ成功に対し、NASA関係者から以下の称賛と期待を得た。

(1) NASA宇宙運用局長『ウィリアム・ゲスティンマイヤー』 H-II B 打上げ記者会見でのコメント

初めての打上げでon timeは素晴らしい。自分もロケット製作した経験があるが、事前の準備、試験、評価をかなり十分に行ったことを示している。チームの万端さが伺える。

(2) NASA探査・国際協力担当部長『ギルバート・カーカム』

H-II B ロケットの打ち上げに成功後、「HTVは国際宇宙ステーション (ISS) に非常に重要な貢献をすることになる」と述べた。

2.3.2 広報・普及

○TV報道ニュース・情報番組の放送結果

HTV／H-II B打上げ、HTVのISSドッキングが行われた9月のTV報道について、CM費換算で約3億円の効果。

CM費換算※について月間ランキング6位 (約5000企業中)

○公開ウェブ アクセス状況

9月のJAXA公開ウェブアクセス数は、当時過去最高数 (1,387万) を記録。

○打上げ観覧者数

深夜 (2時01分) の打上げにも関わらず、多くの来場者が打上げを観望した。



打上げ時の長谷展望公園

[種子島 長谷公園／宇宙が丘公園／前之峯 来場者数]

	H-IIA・F17 (6:58)	H-II B・TF1 (2:01)	H-IIA・F15 (12:54)	H-IIA・F14 (17:55)	H-IIA・TF1 (16:00)
来場者数	約1,200名	約2,500名	約1,700名	約2,200名	約2,800名

※CM費換算 : TV報道された累積時間に相当するCMを製作した場合の費用 (放送時間帯も考慮)

2.3.3 日本産業大賞における文部科学大臣賞の受賞

第39回日本産業技術大賞※において「HTV／H-II Bロケットの開発」としてJAXA／MHIおよび開発に携わった企業 (10社) が文部科学大臣賞を団体受賞。

※日本産業技術大賞 [1972年 (昭和47年) 創設]

その年に顕著な成果をあげた企業・グループを表彰し、成果をたたえとともに技術開発を奨励することを目的とした賞。最優秀に「総理大臣賞」、次席に「文部科学大臣賞」、その他「審査委員会特別賞」が授与される。

2.3.4 経済波及効果

○分析手法

総務省を中心に9府省庁合同で作成した『産業連関表 (平成17年度版、平成21年3月発表)』を元に、他の産業への波及効果を分析したものをを用いて、H-II B開発 (MHI投資分含む) に関わる経済波及効果を分析した。

○分析結果

一経済波及効果 : 合計 約700億円 (最終波及倍率2.57倍)

- ①開発を通じて企業等に直接的に投入される資金 : 約270億円
- ②原材料購入など関連する産業への波及効果 : 約270億円
- ③関連する作業従事者が得た所得の使用による波及効果 : 約160億円

○他分野との比較

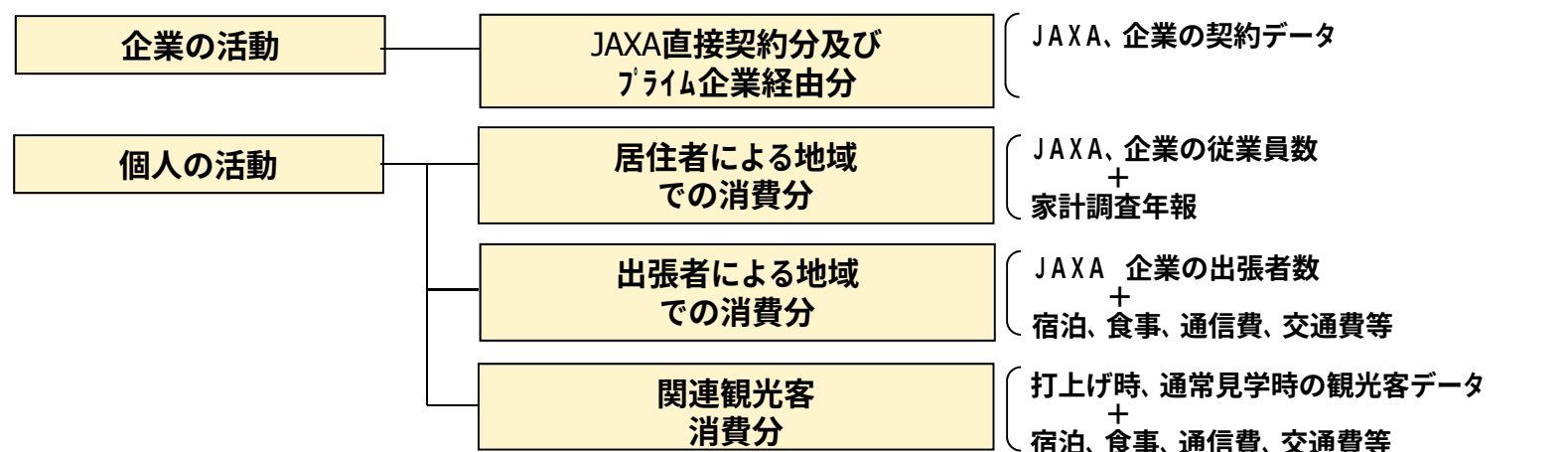
同様の手法で分析した、他産業分野の波及倍率は以下となっており、H-II Bの波及効果は高い。

- ①建設投資:1.77~1.99倍 ②住宅建設:2.1倍 ③情報通信:1.65倍
- (産業連関表による波及効果が高い産業 : 輸送機械、鉄鋼、化学製品 等)

2.3.5 鹿児島県地域への波及効果

H-IIA/H-II B ロケット 打上げに伴う、年間での鹿児島県地域への経済波及効果を、以下のデータを基に、鹿児島県の地域産業連関表により、他の産業への波及効果も含めて分析を行った。

○地域への波及効果で考慮したデータ



○分析結果

—鹿児島地域への波及効果 (年3機) : 合計 約173億円 (最終波及倍率1.73倍)

- | | |
|-----------------------|----------|
| ①鹿児島県地域に直接的に投入される資金 | : 約 99億円 |
| ②関連産業への波及、消費拡大による二次波及 | : 約 74億円 |

○各種統計値との比較

種子島地区 総生産高 (約963億円) と比較し、大きな規模の波及効果と考えられる。

3. 成否の原因に対する分析

H-II Bに関わる成否		原因の分析
液体エンジン クラスタ化	・BFT／CFTなどの試験において、大きな問題を生じることなく順調に開発を完了	・エンジン2基クラスタに対し、機体系配管類等をそれぞれ独立とするなど、開発リスクを低減した設計としたことで、順調に開発を完了した。
	・BFT時にエンジンの横推力が大きくなる事象が確認され、開発計画を一部見直し	・横推力については、エンジン支持構造との動的な応答によるものであり、アクチュエータの許容荷重を見直すとともに、万全を期して、CFTに単秒時試験を追加し、横推力の状況を確認した。
大型軽量タンク製造技術の開発	・スピン成形技術、摩擦攪拌接合技術を獲得	・製造設備の導入にあたり、要素試験を実施し、製造条件・工程のパラメータデータを取得した。その後の実機大タンクドーム製作時に、割れ等発生したが、当該要素試験成果により、製造条件・工程を確立できた。
大型フェアリング	・実機大フェアリングでの強度試験において、分離機構が破損する不適合が発生	・不適合発生後に実施した要素試験の結果、フェアリング延長により増加する分離機構への荷重に対して、構造部材が非線形に変形することが判明。これまでのフェアリング設計では経験したことのない厳しい荷重条件であり、従来の解析技術では予測が困難であった。 対策として、分離機構を補強、要素試験・実機大強度試験を再度実施し、より詳細にメカニズムを把握できるよう解析ツールを改善した上で、対策の妥当性を確認した。 なお、更なる信頼性の確保として、2号機に向け改良開発を実施する。(P40)

3. 成否の原因に対する分析

H-II Bに関わる成否	原因の分析
目標とした打ち上げ能力を達成	・HTV軌道に対する打ち上げ能力要求(16.5トン)に対してマージンを確保し、16.7トン为目标に開発を実施した。 ・H-IIおよびH-IIA開発で培ったシステム解析手法がH-II Bに対しても有効であるとともに、H-II Aと共通のコンポーネント類の特性が十分把握できていたことから、打ち上げ能力を適切に予測できた。
標準型を維持発展した形態による、高信頼性／低リスク／高効率開発方法の獲得	・開発初期のシステムトレードオフ結果として、H-II Aの既存技術／主要機器の組み合わせ／信頼性向上の取組みの適用により、技術開発リスクを極力低減したことが適切であった。 ・新規開発項目である1段エンジンクラスタ、1段構造系、フェアリングの技術開発においては、徹底的に地上検証を行うなど、リスクの低減と抽出・検証を実施した。 ・技術開発リスクの低減により打ち上げ機体である試験機によりCFT／GTVを実施、試験機でのHTV技術実証機の打ち上げにより、短期間・低コスト化を実現した。

4. プロジェクトの効率性に対する分析

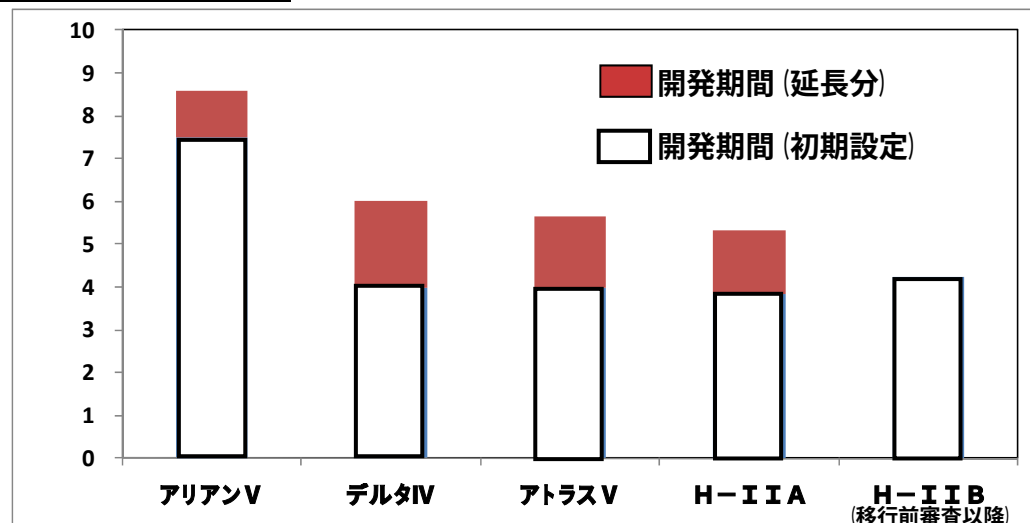
4.1 開発スケジュール

平成17年7月時点（JAXA開発移行前審査）から、約4年で短期間開発を完了すると共に、初号機でありながら予定の日時に遅れることなく、打上げに成功。日本のロケット技術の成熟を国内外に示すことができた。

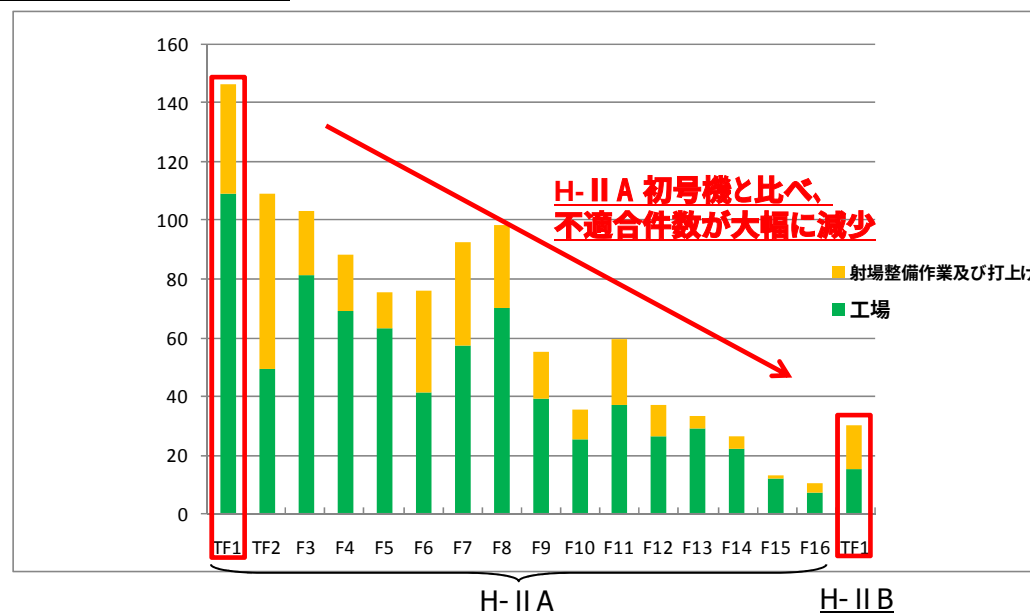
開発項目	結果	分析
全般	・諸外国と比較し、短期間での開発を完了（P30.(1)参照）	・H-IIAで獲得した成果の最大限の活用と新規開発アイテムに対する徹底的な地上検証により開発リスクの低減と検証を行ったことが結実した。 ・また信頼性向上に対する不断の取組みにより、効率的かつ確実に開発を完了した。
	・初号機にも関わらず、当初計画した日時でのon time打上げを達成	
	・工場、射場での不適合が極めて少なく、スケジュールを維持（P30.(2)参照）	
フェアリング開発試験	・フェアリング開発での不適合に対し、迅速に対応し、試験機打上げに影響なく開発を完了	・JAXA/MHI/KHIの3社共同点検体制を構築し、タイムリーな問題解決を実施した。 ・タイトなスケジュールでありながら、着実なメカニズム把握と対策の妥当性確認のため、部分供試体による要素試験を追加した。
BFT試験	・BFT試験において、試験回数を8回（計画最大10回）で、良好に開発を完了	・エンジン2基に対し、機体系配管類等をそれぞれ独立とするなど、開発リスクを低減した設計としたことで、順調に開発を完了した。
CFT/GTV	・地上設備の不適合等によりCFT試験の延期が発生したが、打上げに影響なく、計画通り打上げを実施	・BFTによるクラスタ推進系の確実な事前検証によりCFTでのリスクを低減し、延期の発生を最小限にした。 ・H-IIAでの経験を活かしたスケジュール設定が適切であった
打上げ	・新射点／新型ロケットの組み合わせにも関わらず、当初計画した日時でのon time打上げを達成	・CFT／GTVにより手順、設備の設定を確実に検証 ・打上げ作業の運用性改善を目的とした打上げ制御設備を更新・整備し、設備の設定変更が迅速となったこともon time打上げに貢献

4. プロジェクトの効率性に対する分析

(1) ロケット開発期間



(2) 不適合件数の推移



(3) 主要ロケット初号機の打上げ成功率

ロケット	初号機の成否
アトラス I	○
アトラス II	○
アトラス IIIA	○
アトラス V	○
デルタ II	○
デルタ III	×
デルタ IV	○
アリアン 1	×
アリアン 2	×
アリアン 3	○
アリアン 4	○
アリアン 5	×
プロトン K	○
プロトン M	○
長征 3	×
長征 3A	○
長征 3B	×
長征 3C	○
成功率	67%
H-II	○
H-IIA	○
H-IIB	○
	100%

4. プロジェクトの効率性に対する分析

4.2 開発経費

平成15年8月 宇宙開発委員会評価 (増強型→H-II B) 200億円

内訳: 機体開発108億円、設備開発42億円、民負担50億円

・H-IIAの成果を有効に活用した低コスト開発を目標として設定

平成18年5月 国家基幹技術の評価 263億円

内訳: 機体開発136億円、設備開発51億円、民負担76億円

・H-IIA6号機失敗の教訓及び再点検の考え方の反映 (BFT強化、フェアリング設計見直し、設備改修など)

・自律性の確保 (品質向上・製品価格高騰のためタンクドームの国産化)

宇宙開発委員会見解を踏まえ、コスト高騰に対し以下の対応を実施

①プロジェクト責任体制の明確化

②チェック体制の明確化

(経営者への四半期毎報告、理事長直轄の独立評価組織を設置)

[平成18年5月 国家基幹技術としての「宇宙輸送システム」の推進の在り方について]

技術開発に係るリスクや不測の事態への対応に係るリスクにも十分配慮し、一層入念かつ精緻に不断のコスト管理を実施していくべきである。

プロジェクト完了時

271億円

内訳: 機体開発144億円、設備開発51億円、民負担76億円

・BFT試験結果を踏まえた開発 (CFT試験、アクチュエータ許容荷重見直し) の拡充

➤当初開発費の設定後、2度の開発費の見直しが必要となった。開発費の見直しに当たっては、宇宙開発委員会による見解を踏まえて強化した体制により、プロジェクトマネージャが適時経営者に直接状況を報告し、理事長直轄の専門家組織による徹底したコスト・技術評価を行った。

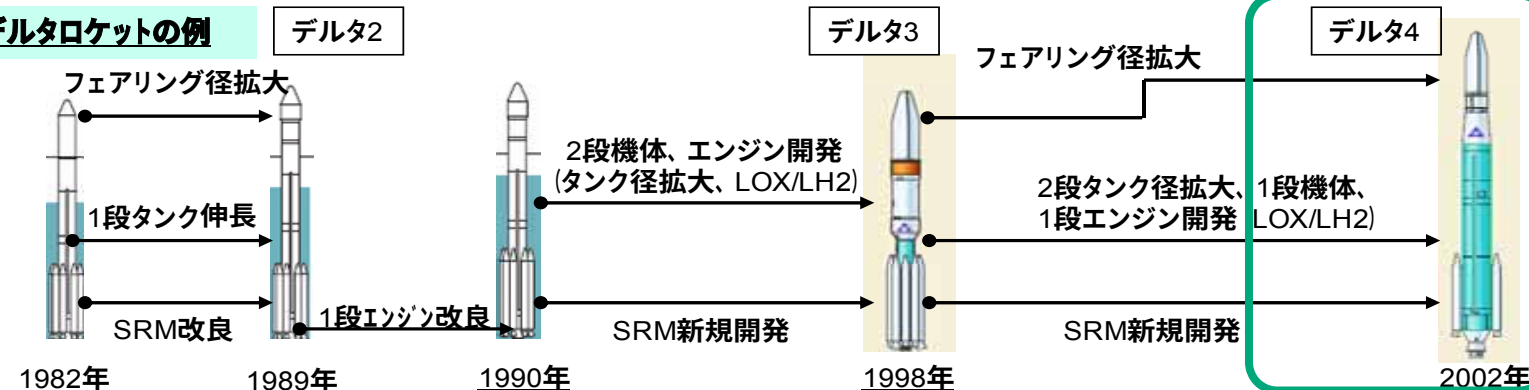
➤上記の開発費の追加が必要となったものの、H-IIAの技術の活用、打上げ機体を用いたCFT、GTVの実施、徹底的なコスト管理により、諸外国の主力ロケットと比較しても低コストでの開発を達成した。

(P32.33、諸外国の開発費参照)

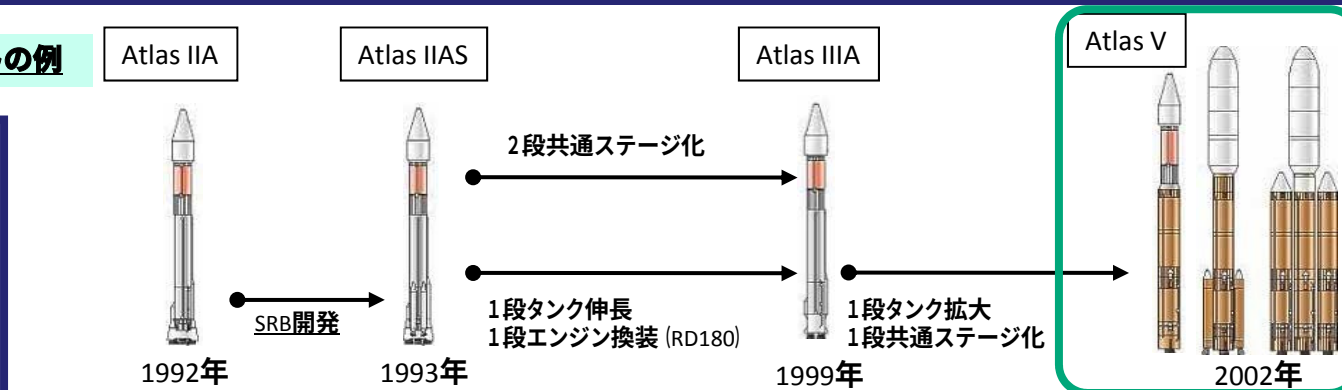
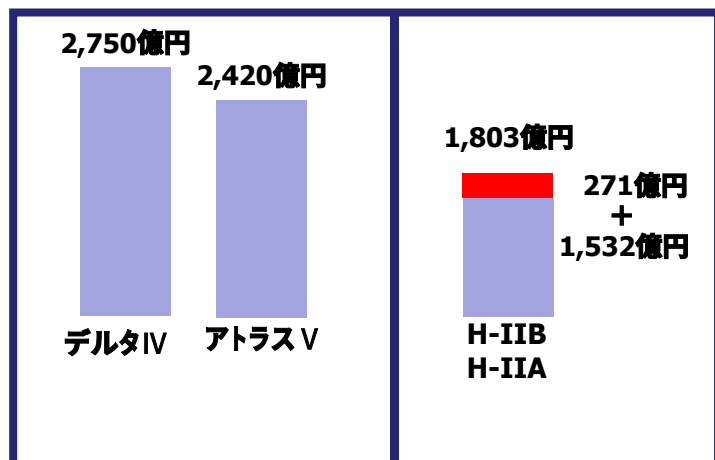
(参考) シリーズ開発における開発コストの比較

- 米国EELV (デルタ、アトラス)、日本の基幹ロケットとも、開発したロケットに対して継続的にシステム開発を繰り返し、5～10年で改良された新たなロケットの運用を開始。

デルタロケットの例



アトラスロケットの例



H-II、H-IIA/Bロケット

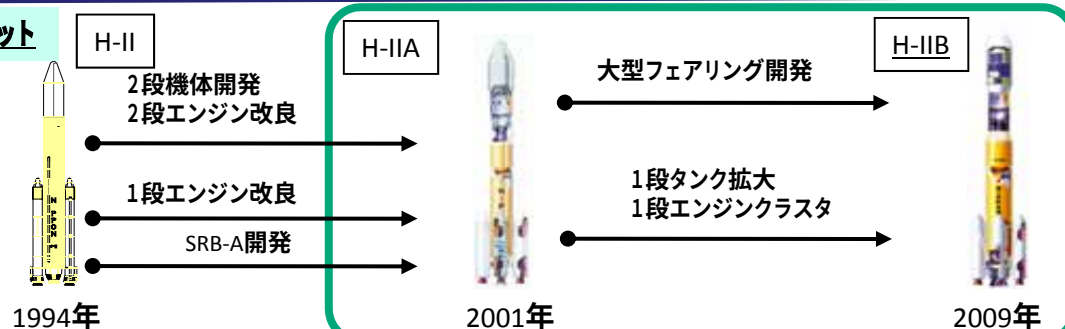


図 開発費比較

(で囲んだ範囲で比較)
※幅広い打上げ能力をカバーする
ラインアップの開発

(参考) アリアンV と H-IIシリーズの開発費比較

全段新規開発



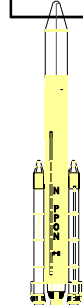
アリアンV

8,800億円～9,900億円

※ 80億ドル～90億ドル

シリーズ開発

H-II



1994年

2段機体開発
2段エンジン改良

1段エンジン改良

SRB-A開発

H-IIA



2001年

大型フェアリング開発

1段タンク拡大
1段エンジンクラスター

H-IIB



2009年

4,503億円

H-IIB

H-IIA

H-II

271億円
+
1,532億円
+
2,700億円

4. プロジェクトの効率性に対する分析

4.3 試験機費用

平成15年8月 宇宙開発委員会計画評価部会 (増強型→H-II B) 118億円

平成18年5月 国家基幹技術の評価 147億円

○H-IIA6号機事故、再点検結果等の反映

- ・H-IIAロケット再点検による共通機器の価格増加 (改良SRB-A、火工品等の空間冗長)
- ・改良LE-7Aエンジン (長ノズル、改良ターボポンプ) の適用
- ・プライムメーカーによる信頼性確認作業の追加
- ・HTV用フェアリング荷重条件変更による価格増加

宇宙開発委員会見解を踏まえ、コスト高騰に対し以下の対応を実施

- ①プロジェクト責任体制の明確化
- ②チェック体制の明確化
(経営者への四半期毎報告、理事長直轄の独立評価組織を設置)

【平成18年5月 国家基幹技術としての「宇宙輸送システム」の推進の在り方について】

技術開発に係るリスクや不測の事態への対応に係るリスクにも十分配慮し、一層入念かつ精緻に不断のコスト管理を実施していくべきである。

プロジェクト完了時 147億円

- 試験機費用は、6号機の失敗による増加等により、見直しが必要となったが、欧米の主要ロケットと比較し、低価格での打上げを達成した。
- また、開発の充実化、リスクの低減もあり、試験機であるにもかかわらず、HTV技術実証機を搭載し、国際宇宙ステーション (ISS) 計画に関わる開発コストを低減した。

4. プロジェクトの効率性に対する分析

1\$=100円で換算

ロケット名	アリアン5 ECA	アトラス5 (551)	デルタ4 (Medium+(4,2))	H-II B (試験機)
国名	欧州	米国	米国	日本
打上げ能力 (静止トランスファー)	約9.6トン	約8.7トン	約5.9トン	約8トン
打上げ費 (～2008)	\$140M ^{※1}	\$124M ^{※2}	\$70M ^{※1}	-
2008年～2009年にかけて、各ロケットの打上げ費が高騰				
打上げ費 (2009～)	\$220M ^{※1}	\$190M ^{※3}	\$170M ^{※1}	\$147M

出典: ※1、FAA (quarterly launch report)

※2、DOD PRESS RELEASE

※3、NASA PRESS RELEASE

4.4 新たなロケット開発体制の獲得 (官民共同開発)

官民共同による本格的なロケット開発を日本で初めて完了した。JAXAがプロジェクト全体を通じた技術判断、コスト・スケジュール管理、対外インタフェース調整に責任を果たしつつ、詳細設計以降はMHIが責任をもってシステムインテグレーションを行い、試験機の製造まで期日を守って完遂した。H-IIAの民間移管と併せ、民間の実力を活かした開発が有効であることを示すことができた。

分析のポイント		実施状況	分析
役割分担	民による製造設備整備	・タンクドームやFSW等の製造設備をMHIが先行投資し、予定通り整備	・H-II Bは民間における競争力確保にも資するものであるため、H-II Bの早期実現のため、民が自ら製造設備等の整備を実施した。 ・整備完了後の実機製造に対しても、より民が責任を持った運用や不適合への対応等が行われ、打上げスケジュールのキープに貢献。民間の実力が十二分に発揮された。
	民責任での詳細設計とシステムインテグレーション	・予定通り請負契約の下、MHIが実施	・詳細設計以降の開発において請負契約とし、結果責任の明確化を図るとともに、システムインテグレーションを民が実施することにより、開発の効率化を図った。 ・各社とのインタフェース調整等に当初はJAXAの先導が必要であったが、民間のインテグレーション能力は従来より高まり、将来のロケット開発に有効な能力を獲得できた。 ・既存のシステムをベースにした開発ではプライムメーカーがサブシステムメーカーの設計の細部の情報にアクセスすることが出来ないことから、結果として責任の一元化という点では不完全なものとならざるを得なかった。

4. プロジェクトの効率性に対する分析

評価のポイント		実施状況	分析
役割分担	民責任での開発試験	・構造系、アビオ系開発は請負契約で実施	・構造系開発ではドーム開発などで遅延等あったが、最後まで民が責任をもって開発を完遂した。 また、一部のアビオニクス機器では機器メーカーをサブコントラクターとするプライム開発としたが、民によるインテグレーションが良好に行われた。
	官責任でのリスクの大きい開発試験	・BFT／CFT／GTVをJAXA責任による研究開発契約で試験を実施	・リスクの高い開発試験については、国の研究開発機関として、また、射場に責任を持つJAXAが実施した。 ・試験延期等による資金負担額が大きく、民責任では実施は困難であり、官責任とした役割分担は妥当であった。 ・試験にあたっては、JAXA試験隊を組織し、現地で直接指揮をとるとともに、適宜、審査、試験データ評価を行い、H-II B開発を確実なものとした。
	官責任での試験機打上げ	・JAXA責任による研究開発契約で、予定通りの日時に試験機を打上げを実施	・H-II BもH-II Aと同様に、試験機による飛行実証をJAXAが実施した。 ・H-II A民間移管を踏まえた、打上げ隊をJAXA内に組織し、作業に当たった。 ・官責任ながらH-II A民間移管の効果で民の実力も発揮され、よいパートナーシップのもと打上げに臨めた。

4. プロジェクトの効率性に対する分析

表. 官民分担 (1/2)

(出典: H15.8.22 宇宙開発委員会計画・評価部会資料

「宇宙開発に関する重要な研究開発の評価結果 (H-IIAロケット輸送能力向上)」)

開発項目		作業内容	作業分担		契約形態	
			JAXA	民間	委託契約	請負契約
全段システム	・全段システム設計	・システム検討 (官民合同活動)	○	○	—	—
		・基本設計 ・詳細設計	○	○	○	○
	・GTV/CFT	・供試体製作 ・試験の実施	○	○	○	○
1段構造系	・1段エンジン部 ・段間部 ・中央部	・1段エンジン部の開発 ・段間部の開発 ・中央部の開発		○ ○ ○		○ ○ ○
	・タンク	・タンク開発 (供試体製作、開発試験) ・ドームの大型化 ・タンクFSW設備導入		○ ○ ○	— —	○ — —
1段推進系 ークラスタ	・BFT	・供試体製作 ・試験の実施	○	○	○	○

4. プロジェクトの効率性に対する分析

表. 官民分担 (2/2)

開発項目		作業内容	作業分担		契約形態	
			JAXA	民間	委託 契約	製造 請負
設備	・射点系 ・射場系	・射点系の改修 ・射場系の改修	○ ○			○ ○
試験機	・機体製作	・機体製作 ・打上げ	○	○ ↓ システムインテグレーション	—	○ —

【試験機打上げまでの開発結果】

(1) 最大のペイロードであるHTVに対応するためH-IIA用の5Sフェアリングを3m伸ばした(全長12m→15m)、HTV用フェアリング(5S-H型)を開発した。

(2) 開発経緯

実機と同じ構造体を用いた強度試験(認定試験)において、フェアリング下端部に設けた円周状の分離機構部の一部である分離ナット金具および分離機構(ボルト)が破損する不適合等が発生。

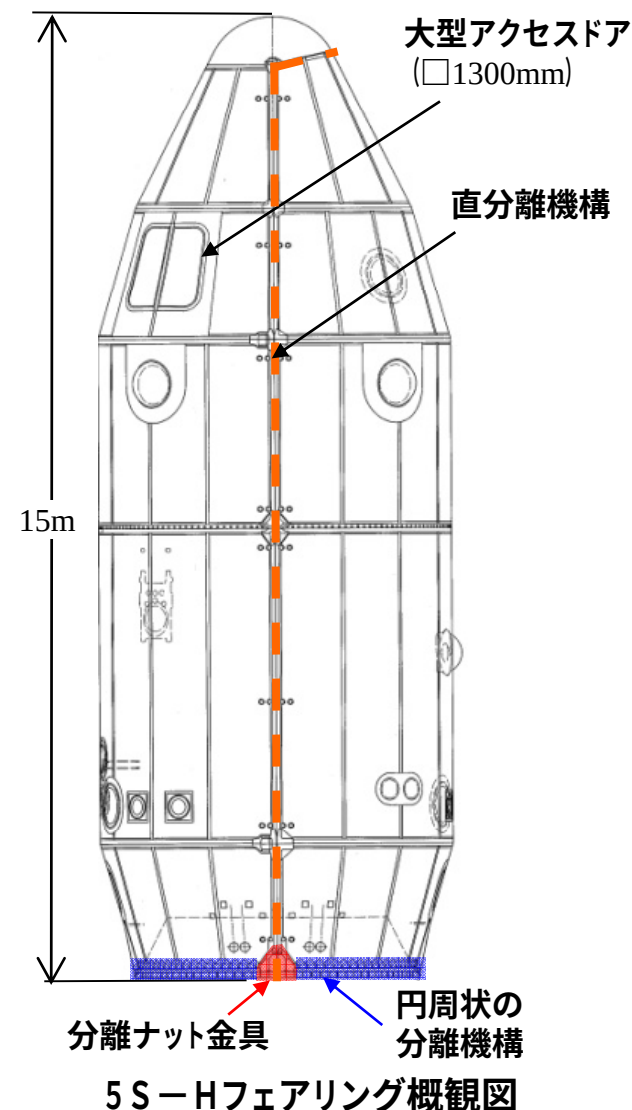
破損部および周辺部の補強、荷重印加時の分離面の滑りを抑制するピンの設置等実施し、再度強度試験を実施し、対策が妥当であることを確認した。

(3) 開発結果

上記開発試験での不適合により、開発スケジュールがタイトとなったが、試験機打上げに影響を与えることなく、開発を完了した。

【2号機打上げに向けた改良開発】

上記不適合の発生状況を踏まえ、更なる分離機構の強度余裕を向上させることを目的として、分離機構の設計変更(分離ボルトの形状変更、分離機構部の構造の最適化)を実施し、実機大の供試体による強度試験および分離試験により対策の妥当性を確認した。



- 宇宙開発委員会における中間評価（平成15年8月）の後、H-IIA 6号機の打上げ失敗があり、その対策のためにH-IIBの開発が中断したが、平成17年7月に再開。その後、約4年で開発を完了すると共に、日本の主力ロケットの初号機では初めて、予定の日時に遅れることなく、HTV技術実証機の打上げを行い、日本のロケット技術の成熟を内外に示すことができた。
- H-IIBロケットでの高信頼性、低コスト開発により、母体となったH-IIAロケットの技術レベルや信頼性の高さ及びその発展性を示すことができた。
- 官民共同による本格的なロケット開発を日本で初めて完了した。特に、詳細設計以降はMHIが責任をもってシステムインテグレーションを行い、試験機の製造まで期日を守って完遂した。H-IIAの民間移管と併せ、民間の実力を活かした開発が有効であることを示すことができた。

以 上

①我が国における宇宙開発利用の基本戦略（平成16年9月9日 総合科学技術会議）

【基幹ロケットの位置付け】

基幹ロケットとは、我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星などを打ち上げる能力を維持することに資するロケットである。

基幹ロケットを用いて、国民生活の安心・安全に不可欠である情報収集衛星や気象衛星などを我が国が独自に打ち上げる能力を保有することは、国際社会で我が国が自律性を維持するために必要不可欠である。これは、科学技術創造立国を内外に強くアピールするものであり、国家的優先度の高い技術として位置付けられる。さらに、基幹ロケットは、巨大システムを高い信頼性を持って運用する技術で、幅広い分野に波及効果をもたらすものである。

【基幹ロケットとしてのH-ⅡBの開発・運用方針】

H-ⅡAロケット能力向上型（現H-ⅡBロケット）については、我が国のロケット開発能力維持、国際宇宙ステーションへの輸送手段としての宇宙ステーション補給機（HTV）打ち上げに対応するとともに、国際競争力を確保するため、その開発に取り組む。なお、能力向上型の開発計画については、今後の国際宇宙ステーション計画の動向も踏まえながら、適切に対処していく。開発は民間を主体とした官民共同で行う。

②第3期科学技術基本計画／分野別推進戦略（平成18年3月28日 閣議決定）

【国家基幹技術の位置付け】

我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するための宇宙輸送システムは、我が国の総合的な安全保障や国際社会における我が国の自律性を維持する上で不可欠である。宇宙輸送システムは、巨大システム技術の統合であり、極めて高い信頼性をもって製造・運用する技術が要求され、幅広い分野に波及効果をもたらすとともに、国が主導する一貫した推進体制の下で進められている。また、世界最高水準のロケットエンジン技術の開発や国際宇宙ステーションへの我が国独自の無人輸送機の開発を通じ、世界をリードする人材育成にも資する長期・大規模プロジェクトである。

さらに、総合科学技術会議は、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」においてH-ⅡAロケットシリーズを我が国の基幹ロケットとし、宇宙輸送システム技術を宇宙開発利用の基幹技術として位置付けている。以上より宇宙輸送システムを国家的な長期戦略の下に推進する国家基幹技術として位置付ける。

【H-ⅡBロケットに関わる成果目標】

2008年度までに、静止遷移軌道への衛星（約8トン）の打上げや宇宙ステーション補給機（HTV）の打上げを可能とするロケットを開発・運用し、国際宇宙ステーションへの継続的な物資補給を通じ、H-ⅡAとともに、我が国の基幹ロケットであるH-ⅡBロケットを、世界最高水準のロケットとして確立する。

③ 宇宙開発に関する長期的な計画 (平成20年2月22日 総務大臣・文部科学大臣制定)

(基幹ロケットの維持・発展)

宇宙輸送系は、宇宙空間へのアクセスを可能とする手段として、あらゆる宇宙開発利用活動の根幹であり、その国がどのような宇宙活動を展開するかは、その国が保有する宇宙輸送系によって特徴付けられる。この意味において、宇宙輸送系は、その国の宇宙開発、さらには、その国の科学技術力、国力を象徴するものである。

また、宇宙開発利用活動の自律性は宇宙輸送系に大きく支配されており、このような意味を持つ宇宙輸送系に関しては、以下の方針により、その維持・発展を図ることとする。

○H-ⅡAシリーズを我が国の基幹ロケットと位置付け、性能及び信頼性の面から世界最高水準のロケットとして維持・発展させる。

我が国が必要な人工衛星等を必要なときに独自に宇宙空間に打上げる能力を将来にわたって維持・確保することにおいて、中核的役割を担う基幹ロケットとして、H-ⅡAロケット及びH-ⅡBロケットを引き続き位置付け、定常的に使用していく。

H-ⅡBロケットは、宇宙ステーション補給機 (HTV) の運用手段を確保するとともに、基幹ロケットの能力の向上を図ることを目的に開発するものである。H-ⅡBロケットの開発は、H-ⅡAロケット標準型を維持発展した形態を基本として行う。また、その開発に当たっては、システム仕様の決定などに民間の関与をより多くするなど、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスを採用する。

(参考) 略語集

HTV	H-II Transfer Vehicle	宇宙ステーション補給機
SRB-A	Solid Rocket Booster	固体ロケットブースタ
FSW	Friction Stir Welding	摩擦攪拌接合
GTO	Geostationary Transfer Orbit	静止トランスファー軌道
OTP	Oxyren Turbo Pump	液酸ターボポンプ
PDR	Preliminary Design Review	基本設計審査
CDR	Critical Design Review	詳細設計審査
PQR	Post Qualification Review	開発完了審査
ISS	International Space Station	国際宇宙ステーション
BFT	Battleship Firing Test	厚肉タンクステージ燃焼試験
CFT	Captive Firing Test	実機型タンクステージ燃焼試験
GTV	Ground Test Vehicle	地上総合試験
L/O	Launch Operations	発射整備作業
LP2	Launch Pad 2	第2射点
ML	Mobile Launcher	移動発射台
VAB	Vehicle Assembly Building	大型ロケット組立棟
RF	Radio Frequency	無線周波
MDFF	Metal Shielded Detonating Fuse for Payload Fairing	衛星フェアリング用金属被覆導爆線
LOX	Liquid Oxygen	液体酸素
LH2	Liquid Hydrogen	液体水素
CM	Commercial Message	コマーシャル メッセージ