

宇宙開発をもっと身近に！

“使い勝手のよい” ロケット イプシロンに搭載の注目の技術とは

2013年9月14日午後2時0分、白い軌跡を残しながら青空を切り裂き、イプシロンロケットが一直線に宇宙に飛び立った。予定どおり惑星分光観測衛星「ひさき」を目標とする軌道に投入し、固体燃料式ロケットによる衛星打ち上げを、国内では7年ぶりに成功させた。このロケットは、M-V ロケットの後継機として、株式会社 IHI エアロスペースが機体システムを担当した。新たに開発した発射管制システムにより、今後ロケットの射場整備期間は大幅に短縮される。



イプシロンロケット
(提供: JAXA)

日本が独自に開発してきた固体ロケット

ロケットはその燃料の性状によって大きく二つのタイプに分かれる。イプシロンの第一の特徴は、固体燃料ロケット（固体ロケット）であること。

H-IIA に代表される液体燃料ロケットは、液体の酸化剤（主に酸素）と推進剤（水素やメタン）のタ

ンクを別々にもち、これらを混合、燃焼させてそのガス圧を推進力とするもの。燃料の量を調整することで推進力を細かく制御できること、また自動車の燃費に相当する比推力という指標に優れ、大きな衛星をより遠くへ打ち上げることができるのがメリットとされる。しかしながら、配管系統や燃焼室などの構造が複雑になることは避けられない。

一方、固体ロケットは、酸化剤と推進剤が混ざった“ゴム状の火薬”を燃料として用いる。簡単に言えば、火薬の入った燃焼室とガスを吹き出すノズルさえあれば推進力を得られるのだ。日本では、1955年の東京大学の糸川英夫教授によるペンシルロケットに始まり、2000年代に活躍したM-V（ミュー・ファイブ：世界最大級の固体ロケット）まで、この固体ロケット技術を独自に開発してきた歴史がある。

固体ロケットのシンプルな構造は大きなメリットだが、いったん燃料に火がついたら途中で推力を調節することは不可能だ。ロケットに搭載した衛星を、液体ロケットに匹敵する精度で目標の軌道に投入するには、高度な制御技術が必要。それも含めて固体ロケットの技術を結晶したのがイプシロンだ。

“使い勝手のよい”ロケットを目指して

イプシロンは、全長 24.4 m、直径 2.6 m。M-V という世界最大級（全長 30.8 m）の固体ロケットの技術を引き継ぎながら、より小さなサイズで開発された。その理由は、電子機器技術が進んで、同じ仕様・能力をもつ衛星が小型化していること、同時に機体製造、打ち上げを効率化し、より気軽に頻繁に、宇宙探査や観測衛星を輸送する“使い勝手のよい”ロケットとして用いられることを目指したためだ。

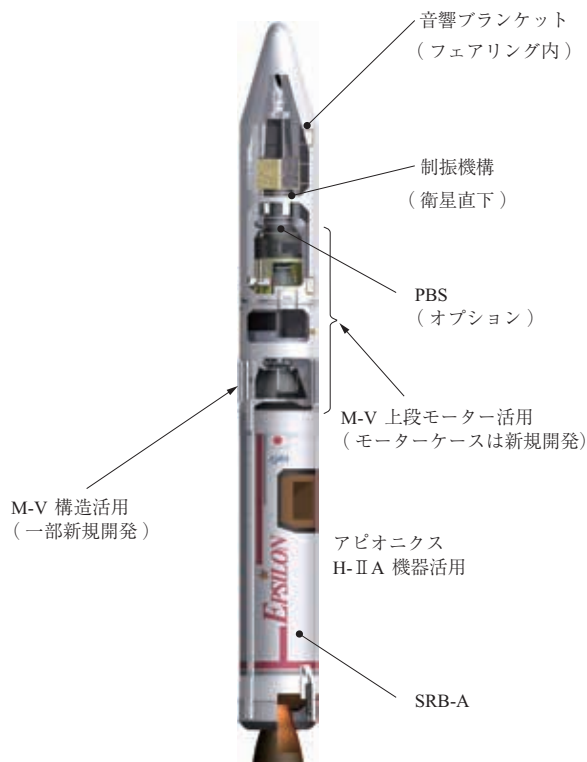
具体的な開発目的は以下のとおりである。

- ① 衛星の軌道投入精度を液体ロケット並に向上させる。
- ② 衛星に対してユーザーフレンドリーな搭載環境を提供する。
- ③ 固体ロケットの特長を活かして運用性を格段に向上させる。

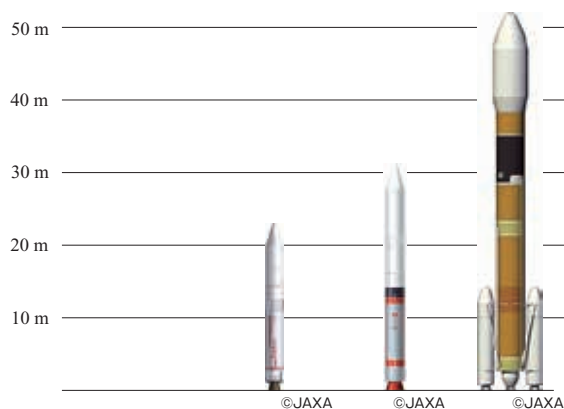
ユーザーフレンドリーを実現

まず①に関しては、3 段目（最終段）モーター（ちなみに固体ロケットではエンジンではなくモーターと呼ぶ）のさらに上に、液体燃料の推進ステージ（液体ポストブーストステージ：PBS）をオプションとして用意した。これにより固体ロケットでありながら、衛星の軌道投入の微調整が最終段階で可能になった。

この推進ステージを盛り込んだことは、②の「ユーザーフレンドリーであること」にも関連する。

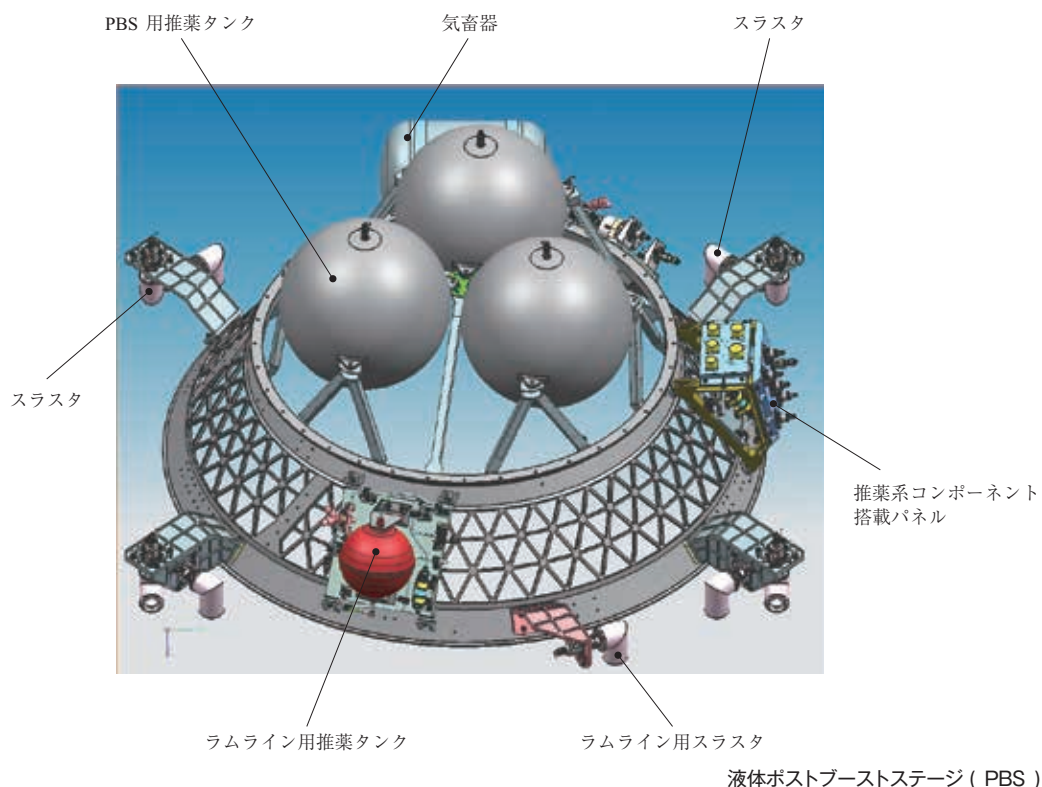


イプシロンロケット概要図 (提供：JAXA)



	単位	イプシロン	M-V	H-II A
全長	m	24.4	30.7	53
重量	t	91	139	285
打ち上げ能力 (低軌道)	t	1.2	1.8	10
打ち上げ費用	億円	38	75	100
ロケット製作期間	年	1 以内	3	1.5
射場作業期間	日	7	42	30

ロケットの比較



一世代前の M-V ロケットは最終段まで燃料は固体であった。このため、衛星が宇宙空間に放たれた後、衛星自身で軌道を微調整することが可能な推進装置を備えている必要があった。ロケットのユーザー、つまり衛星の使用者にしてみれば、衛星に推進装置という余計なものを搭載しなければならず、もちろん開発にも手間が掛かった。イプシロンでは衛星の推進装置は不要だ。

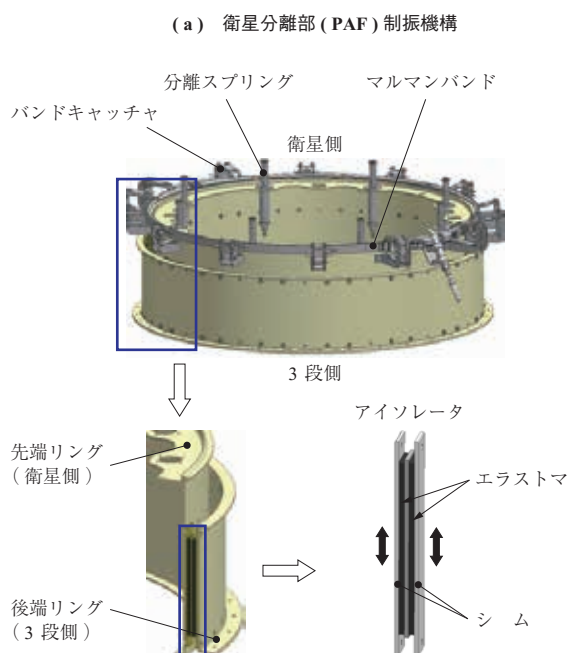
さらに、衛星が格納される環境を格段に向上させた。ロケットは発射時にモーターの激しい燃焼によって大きく振動する。さらに爆音による影響も受ける。衛星はこれらの衝撃に耐える頑丈さを備えなければならない。イプシロンでは、ロケット下部の振動が衛星搭載部に伝わりにくくなる新規開発の制振機構が組み込まれた。また、衛星をカバーするフェアリングの内側には音響ブランケットを装着した。打ち上げ後のデータを解析したところ、振動や音響が十分に緩和されたことが分かった。

こうして、衛星は余計な装置を搭載する必要がなく、また軽量・コンパクト化が可能となり、ユーザーは与えられた重量と寸法の制限を最大限に活用することが可能になった。

ロケット本体の管制機能で自己チェック

最も大きな技術革新は、③の「運用性の向上」を目指して開発された発射管制システムである。ロケットの発射前には何回も何重にも点検作業が必要で、従来は、点火系統、姿勢制御系統、誘導系統、計測通信系統等々システムごとに機体と管制室の管制卓をつなぎ、それぞれの卓に技術者が5～6人ついて確認していた。イプシロンでは、地上にあった管制機能を集約した形で機体に搭載した。それが即応型運用支援装置 (ROSE: Responsive Operation Support Equipment) である。ROSE は、独自のプログラムにより機体自身が前述のすべてのシステムをチェックし、整合性を確かめて OK か NG かを自動判定するため、発射時のオペレーターは、最終的な OK/NG を確認するだけでよい。これは、株式会社 IHI エアロスペースが新たに開発したシステムである。

実際のところ、2013年8月に予定していた打ち上げが直前で中止になったのは、このシステムが正常に作動したからである。図らずもプログラムの有効性を実証することとなった。



(b) 音響ブランケット (フェアリング内面)



衛星環境の緩和 (制振機構, 音響ブランケット)

機体の高性能化・低コスト化により 小型衛星市場へ

「ひまわり」やカーナビゲーション・GPS の活躍で実感できるとおり、衛星技術は今や私達の生活に欠かせないものとなっている。衛星の役割としては、通信、宇宙探査、測位や気象観測などがあるが、なかでも今後、特に ASEAN 各国で地球観測衛星の需要が伸びると予測されている。イプシロンのような中～小型衛星を搭載できるロケットの需要は高い。

費用の面では、現状の機体ではいまだ国際的な競争力は十分ではないとの指摘もある。しかしながら、イプシロンの開発構想はもともと 2 段階のステップで考えられており、第 1 ステップでは、運用面での革新技術を世界に先駆けて実現し、第 2 ステップで機体を高性能化、低コスト化して、国際的にも競争力を有するロケットに仕上げる計画である。

先の初号機打ち上げで、第 1 ステップであるユーザーフレンドリーや、射場での運用性が世界トップレベルの水準にあることが実証され、いよいよ第 2 ステップへ向けて開発を進めようとしている。

すでに学術目的では各大学や研究機関の宇宙科学観測用衛星ミッションが複数寄せられ、また民間企業が地球観測衛星を搭載して、東南アジア地域の国へ災



打ち上げを見守る観客

害予防等の目的で売り込みたいとの引き合いもある。2015 年には早くも 2 号機発射の予定がある。今後、宇宙を身近にするロケットとして活躍の途が開けている。

問い合わせ先

株式会社 IHI エアロスペース
総務部 総務・広報グループ
電話 (0274) 62-4123
URL: www.ihj.co.jp/ia/