

# 平成24年度実績

**年度計画:** ISS共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM運用・利用に必要な物資の輸送・補給を目的として以下を実施する。

## 1) HTV3号機の打上げ及び運用

### 実績:

HTV3号機の打上げ及び運用を実施。

- (1) ISS計画に従い、計画された全ての物資の補給(船内物資3.5トン, 船外物資1.1トン)、並びにISS不要物資の廃棄(船内物資2.1トン, 船外物資0.3トン)を達成。
- (2) ISSから分離・離脱したHTVを再突入させ、予め設定した着水予定域内に安全に洋上投棄。

### 効果:

#### (1) 柔軟な補給計画への対応

- ① 計画通り貨物の**打上げ直前搭載量を増加**し、集荷を改善。  
(10日前に搭載可能な輸送バッグ28個⇒80個)
- ② **船外貨物の打上げ直前のアクセスを実現**し、打上げ直前での最終調整・設定を可能に。  
(打上げ4ヵ月前⇒2日前:世界唯一)
- ③ 計画外のISS補修品(水触媒・ポンプ)の緊急搭載にも対応。
- ④ **定刻通りにISSに到着**し、時間単位で管理されるISS作業スケジュールに支障を来すことなく円滑な補給運用を実現。

#### (2) 国産化機器の軌道上実証

- ① 近傍通信用トランスポンダ及び衛星間通信用トランスポンダは所定の性能で良好に動作し、後続号機での継続的使用の目途を得た。併せて、米国輸出品に対する軌道上動作実証にもなり、米国輸出品の信頼性向上に貢献。
- ② メインエンジン用スラスタ及び姿勢制御用スラスタも所定の性能で良好に動作し、後続号機での継続的使用の目途を得た。併せて、開発成果を衛星へ転用する見込みを得た。
- ③ 上記の結果、HTV構成機器の**国産化率が向上(コストベースで70%⇒80%)**。

#### (3) 追加データ取得

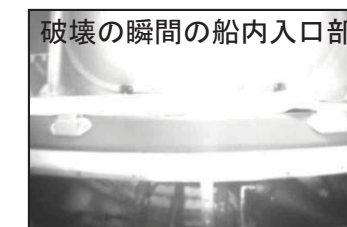
- ① NASA・国内企業と協力して2種類の再突入レコーダを搭載し、再突入データを取得。特に国産再突入レコーダにより、**GPSデータ、画像・加速度・角速度、温度の5種のデータを取得**。これにより**破壊高度を精度良く推定(高度70km)することや破壊メカニズムの解明が可能**になり、再突入機の研究開発に資する基礎データを蓄積。
- ② **再突入カプセルの誘導制御技術に適用可能な基礎データ**(再突入機分離姿勢移行、空力加速度印加時航法演算)を取得。



HTV3号機輸送物資の例



貨物の打上げ直前の搭載・アクセス作業



“i-Ball” 再突入時取得画像

## 1) HTV3号機の打上げ及び運用（続き）

### 効果（続き）:

#### (4) 効率化

- ①コスト対リスクバランスを十分に評価した上で、JAXAとして初めて、宇宙機レベルでの熱試験を省略して打ち上げた。これにより高コストな熱試験をHTV後続号機でも省略する目途を得た。
- ②HTV1, 2の実績を踏まえ、射場作業の効率化を図り射場作業期間を1ヵ月短縮(6ヵ月⇒5ヵ月)。
- ③2度の運用経験を踏まえ、ISS係留中の運用体制を縮小し、HTV2号機係留中シフトに比べて4割の要員削減を図り、運用管制業務の効率化を促進。

#### (5) 表彰

- ① H24年度日本機械学会宇宙工学部門一般表彰(スペースフロンティア)受賞。
- ② HTV1～3号機でのHTVの物資補給・廃棄対応に関しNASAのISSプログラムマネージャから謝意の書簡。

### 世界水準:

- (1) 打上げ直前搭載について、欧州補給機(ATV)の打上げ21日前に対しHTVは打上げ10日前。
- (2) 再突入時の機体内部からの破壊画像取得は世界初。

## 2) HTV4号機以降の機体の製作及び打上げ用H-IIBロケットの準備並びに物資の搭載に向けた調整

### 実績:

ISS計画にて合意した打上げスケジュールに即し作業を実施。

- (1) H25年度夏期の打上げに向け、計画通りHTV4号機の製作を完了し射場作業に着手。
- (2) 打上げサービス契約に即し、HTV4号機、5号機用H-IIBロケットの調達を継続。
- (3) 物資の搭載に向けた調整
  - ① 船内貨物の更なる搭載量向上(輸送バッグ2個分追加)、及び打上げ直前に搭載する船内貨物の大型化(“M02バッグ”サイズ、最大50kg)への対応を図った。
  - ② HTV4号機にて船外貨物を3式輸送し、また今回初めて1式廃棄する計画とした。
  - ③ 将来の再突入機に必須の要素である落下地点の予測精度向上に資するため、HTV4号機でも再突入レコーダを搭載しデータを取得する計画とした。

### 効果:

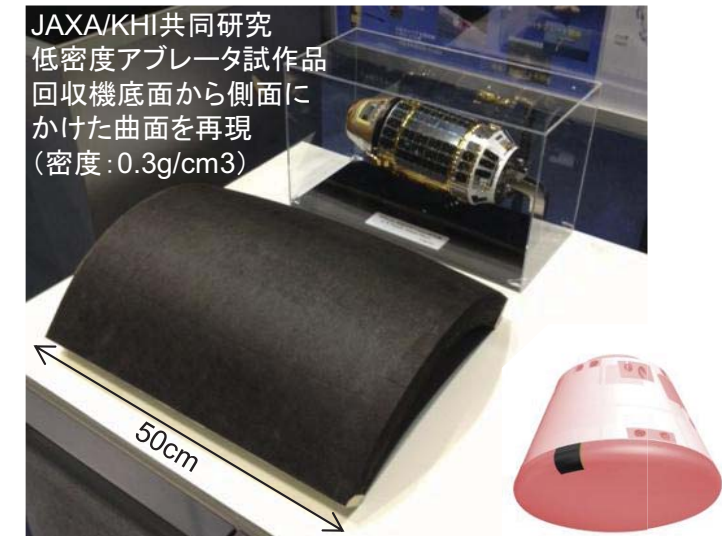
- (1) 計画的な機体調達を継続することにより、宇宙開発関連機器製造企業の産業育成に貢献。
- (2) 民間への業務の移管を加速し、HTVの軌道上納入を当初計画(HTV5号機)から前倒してHTV4号機で実現。
- (3) ISSへの安全な接近方式として、ISS下方からの接近・ロボットアームによる捕獲方法を確立し、米国民間ISS補給機に対する模範ともなった。また、米国民間ISS補給機のISS近傍運用支援の要請を受け、NASA運用管制要員の養成等に対応。

また、将来の軌道間輸送や有人システムに関する基盤技術の修得を目的として、以下を実施する。

### 3) 回収機能付加型宇宙ステーション補給機(HTV-R)の研究

#### 実績:

- (1) HTV本体機能を回収機側に統合することにより運用コスト低減を目指した新形態HTV-R、および、従来の与圧部置換型HTV-Rの低コスト化について概念検討を実施し、技術的な実現性の目処を得た。
- (2) HTV-R開発に有用なデータを取得するため、以下の要素試作・試験を実施。
  - ① **【熱防護】** 「はやぶさ」の熱防護材と比べ約1/5重量の低密度アブレータにより、HTV-Rのサイズで数百キロオーダーの軽量化が見込めるところ、メーカー2社との共同研究およびJAXA内作の低密度アブレータを供試体として、継ぎ目部確認試験、大型ヒートシールド(TPS)構造要素確認試験を実施し、大型化に必要なデータを取得。
  - ② **【空力特性データ取得】** 遷音速風洞試験(動安定性)、極超音速風洞試験(熱計測)、バリステックレンジ(自由飛行)試験を実施し、半径5キロ程度の範囲に降下させる誘導制御等に必要な基礎データを取得。
  - ③ **【パラシュート】** 複数パラシュートによる減速時の空力的な影響を把握する要素研究計画を策定し、解析準備作業に着手。また、風洞試験に用いる小型パラシュートの製作を実施。



評価結果	評定理由(総括)
S	<p>年度計画に基づき、平成24年度は、初号機、2号機に引き続きHTV3号機の打上げ及び運用を行い、計画された宇宙ステーション(ISS)への物資の補給ならびにISS不要物資の廃棄ミッションを完璧に達成した。これにより、宇宙ステーション計画での我が国のISS共通システム運用経費の我が国の分担義務を果たすとともにJEMの運用・利用に必要な物資の輸送・補給を実現した。また、新規に国産開発した通信装置、スラスタ等を搭載し、軌道上で正常に機能することを確認した。これにより、今後の安定した運用にめどをつけ、HTVの開発を完了した。</p> <p>特に、平成24年度においては、ISSへの主要な物資輸送手段として、効率的な運用や運用性向上を実現したほか、輸送手段として重要であるオンタイムでの物資補給を3機連続で完璧に達成したことで、H-IIIBも含めたHTV補給システムの信頼性・確実性を改めて世界に示す結果となるなど、年度計画で設定された以上の成果の広がりを生み出した。</p> <p>【定量的根拠】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・貨物の搭載量向上や打ち上げ直前搭載量・時期の改善(10日前に搭載可能な輸送バッグ:28個→80個、船外貨物:4ヶ月前→2日前)による輸送物資の選択や直前の変更に対するに利便性が向上した。前号機までの結果を踏まえて射場整備期間の短縮(6ヶ月→5ヶ月)や、ISS係留時の運用体制要員の4割削減により運用コストを削減した。これらにより、HTV3号機では、軌道上へ予備品の緊急輸送も実現するなど、ISS計画における日本のプレゼンス向上に大きく貢献し、3号機のミッション終了後には、NASA長官より謝意を表す書簡が送られた。</li> </ul> <p>【定性的根拠】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・HTV3号機では新たな国産化機器(近傍通信用トランスポンダ、衛星間通信用トランスポンダ、メインエンジン用スラスタ、姿勢制御用スラスタ)を搭載し、後続号機での継続使用の目途を得た。また、これらの機器の軌道上実証を終え、海外への輸出を実現した。さらに、再突入時のデータ取得を目的として、NASAや国内企業と協力して2種類の再突入レコーダを搭載し、破壊高度の高精度推定や再突入機の研究開発に資する基礎データを取得した。</li> </ul>

# 中期目標期間実績

## I.4.(2) 宇宙ステーション補給機(HTV)の開発・運用

**中期計画:** 「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」の構成技術である宇宙ステーション補給機(HTV)について、ISS共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM運用・利用に必要な物資を輸送・補給するとともに、将来の軌道間輸送や有人システムに関する基盤技術の修得を目的として、開発、実証及び運用を行う。

### 実績:

#### (1) HTVの開発及び技術実証機による実証

- ① 各種試験・検証を完遂し、平成20年度に開発を完了。
- ② 平成21年度に技術実証機を打ち上げ、軌道上での技術実証及びISSへのランデブー、ドッキング、貨物の移送、地球への再突入・廃棄を完了。

#### (2) HTV 運用機の製作及び運用

- ① ISS計画にて合意した打上げスケジュールに即しHTV運用機の製作を進め、平成22, 24年度にHTV2, 3号機を打ち上げ、ISS計画上割り当てられた貨物の補給・廃棄を完了。
- ② 基盤技術獲得及び自在性確保のため、LED照明、一次電池、**スラスタ及び通信機を国産化開発。**
- ③ 将来の有人宇宙機に必要な再突入技術獲得に向け、再突入レコーダを搭載し、**画像を含む再突入データを取得。**
- ④ HTV4~7号機の製造を実施中。

#### (3) 回収機能付加型宇宙ステーション補給機(HTV-R)の研究

将来の有人宇宙船に必須の帰還回収技術を効率的に実証する手段の一つとして、HTVにカプセルを搭載し回収機能を付加したHTV-Rの研究を行い、技術的な実現性の目処を得た。

- ① HTVに回収機能を付加する方式として複数の案について概念検討を実施し、技術的実現性を確認。
- ② 再突入・帰還回収に必要な要素技術のうち、キー技術である熱防護技術(**「はやぶさ」の熱防護材と比べ約1/5重量を目指した低密度アブレータによる大型ヒートシールド**)、**半径5キロ内への降下を目指した揚力飛行制御による高精度誘導技術(空力データ取得と誘導解析)**に係る要素試作試験を実施し、HTV-R開発に有用なデータを取得。



技術実証ミッション (HTV-1)



補給ミッション (HTV-2, 3)



国産化スラスタ



国産化トランスポンダ



再突入時取得画像

**中期計画**：「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」の構成技術である宇宙ステーション補給機（HTV）について、ISS共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM運用・利用に必要な物資を輸送・補給するとともに、将来の軌道間輸送や有人システムに関する基盤技術の修得を目的として、開発、実証及び運用を行う。（続き）

### 効果：

- (1) 我が国初の宇宙船の技術を確立するとともに、3機連続で成功かつ予定時刻通りにISSに到着したことにより宇宙開発先進国としての日本の技術力の評価を向上。
- (2) スペースシャトル退役後、HTVは大型船外機器及び大型船内機器をISSに輸送できる唯一の補給機となった。3機連続での着実な補給・廃棄によりHTVはISS参加国から高い評価・信頼を得てISS補給計画上必須の存在となった。NASAのISSプログラムマネージャからは謝意の書簡を受けた。
- (3) 下記の点でISS補給計画上の自在性・柔軟性の確保に貢献。
  - ・スペースシャトルとの同時飛行による干渉やスペースデブリの飛来回避など想定外事象に対応。
  - ・インタフェース条件外のISS高度へのランデブー、ISS係留期間の予定外の延長、ISS天頂ポートへの移設及び長期運用（設計寿命の2倍）など追加要求対応。
  - ・船内貨物搭載能力の拡大、及び船内貨物の打上げ直前搭載（レイトアクセス）能力の向上（実証機に比べ、搭載能力は標準バグ換算で208個→254個と20%増加、レイトアクセスは8個→80個と10倍増加）。
  - ・船外貨物搭載に対する搭載自由度の向上（取付方法の多様化や貨物の緊急変更対応）。
- (4) ISSへの安全な接近方式として、ISSに並進しながら徐々に接近した後、ISS下方10mよりゆっくりと上昇し、ロボットアームによる捕獲される独自の方法を発案し、実現。米国民間ISS補給機に対する模範ともなった。また、米国民間ISS補給機のISS近傍運用支援の要請を受け、NASA運用管制要員の養成等に対応。
- (5) 調達、製造、審査の効率的な実施により、ロケットを除く宇宙機（人工衛星等）としては国内初の7機連続生産体制の維持を実現。また、国産化開発による宇宙開発活動の裾野の拡大及び宇宙開発関連機器製造企業の体制維持に貢献。
- (6) 国産通信機器について宇宙先進国である米国へ60億円の輸出を実現。また、メインエンジンについては類似品が海外へ輸出。
- (7) 将来の有人宇宙機に必要な再突入技術獲得に向け、再突入レコーダを搭載し、世界初の破壊画像を含む再突入データを取得。
- (8) HTV3機のミッション連続成功により、その性能やJAXAの技術力が広く認知された結果、テレビコマーシャルや雑誌、漫画で取り上げられ、一般国民の宇宙への関心の向上に貢献。
- (9) 平成22年度 宇宙開発委員会のHTV実証機の事後評価において、総合評価として“期待通り”（4段階中の2番目）の判定を受けた。
- (10) 日本産業技術大賞文部科学大臣賞を受賞（平成22年度）、電波功労賞総務大臣表彰（平成23年度）、科学技術への顕著な貢献2009ナイスステップな研究者受賞（平成21年度）、日本航空宇宙学会第20回（平成22年度）技術賞受賞、日本計測制御学会学会賞（平成23年度）受賞、日本機械学会宇宙工学部門部門賞（平成21年度）・一般表彰（平成24年度）受賞。

**中期計画**：「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」の構成技術である宇宙ステーション補給機(HTV)について、ISS共通システム運用経費の我が国の分担義務に相応する物資及びJEM運用・利用に必要な物資を輸送・補給するとともに、将来の軌道間輸送や有人システムに関する基盤技術の修得を目的として、開発、実証及び運用を行う。(続き)

#### 世界水準：

- (1) スペースシャトル退役後、HTVは大型曝露機器及び大型船内機器をISSに輸送できる唯一の補給機。3機連続での着実な補給・廃棄によりHTVはISS参加国から高い評価・信頼を得、ISS補給計画上必須の存在。
- (2) 輸送コストは世界水準と同等。他の宇宙機で使用されている海外製のスラスタ、通信機器と比較して、日本の国産化機器の価格は約30%低い。
- (3) 他の宇宙機における打上げ直前(10日以内)で搭載できる貨物量は最大で0.5m<sup>3</sup>/110kg程度(標準カーゴバッグ10個相当)であり、HTVは世界最高水準を達成。
- (4) 再突入時の機体内部からの破壊画像取得は世界初。

評価結果	評定理由(総括)
S	<p><b>【定性的根拠】</b></p> <p>HTVは、第2期中期計画期間中に開発が完了し、平成21年度の初号機(技術実証機)の打上げ・運用を行い軌道上実証ミッションを完璧に成功させるとともに、平成22年度には2号機、平成24年度には3号機の打上げ・運用でもエクストラ成功を含むすべてのミッションを完遂させた。HTVによる国際宇宙ステーション(ISS)への物資の輸送・補給により国際宇宙基地協力協定における我が国の責務を果たすとともに、ISSへのランデブーからドッキング、貨物移送、再突入に至る全フェーズに対し、将来の軌道間輸送や有人システムに関する基盤技術を修得した。</p> <p>これらの開発、運用実績により、HTVはISS参加国から高い評価・信頼を得て、ISS補給計画に必須の存在となるとともに、HTVで確立したISSへの安全な接近方式が米国民間ISS補給機の技術として採用されるなど日本の技術力を世界に示した。このように、中期計画で設定した以上の成果をあげている。</p> <p>(1)開発当初、有人システムへのランデブー・ドッキングは米国とロシアしか実績がなく、HTVの実現に関してNASAから強い懸念が示されていたが、ETS-VIIIによるランデブー・ドッキングの軌道上実験の成功や、無人機とは比較にならないほどの高い信頼性の確保やフェイルセーフ・多重冗長構成による耐故障設計等、厳しい有人安全要求に対する膨大な設計・運用への対応により、NASAの信頼を獲得するとともに開発を成功に導いた。初号機から3機連続の成功により、信頼しうる輸送システムとして我が国の宇宙開発技術の高さを誇示した。</p> <p>(2)初号機から3機連続で定時発射・定時到着を実現し、高い安定性を実証した。米国スペースシャトルが退役後、HTVが大型船外・船内機器をISSに輸送できる唯一の補給機となり、ISSへの物資補給計画に、不可欠な補給システムとの位置づけを獲得している。ISS運用期間延長(2016年～20年)に伴う物資補給計画の検討・交渉においても、NASAからHTVによる補給追加を強く要望されるなど、宇宙開発活動全体における日本の国際的なプレゼンスを向上させた。</p> <p>(3)HTVの開発・運用を通して、有人安全を考慮した自律飛行技術、ランデブー・キャプチャ技術、大型物資輸送技術など、今後の宇宙開発活動の更なる発展・拡大に有益な各種基盤技術を習得した。特に、ISSに並進しながら徐々に接近した後、距離10mの真下からゆっくりと上昇し、ISSのロボットアームにより捕獲される接近・結合方法は日本が発案し、実現した独自性の高い技術である。他国の従来方式と比べて安全性が高く、その技術が実証された現在では米国の民間ISS補給機“シグナス”や“ドラゴン”にも採用される等、ドッキング方式として新たな国際的なスタンダードとなる可能性を秘めた技術に成長した。この結果として、米国へのHTV国産機器の輸出や米国民間ISS補給機のISS近傍運用の支援受託などに貢献した。</p>
今後の課題	HTV4号機以降、引き続きISSへの物資輸送・補給を確実に実施する。



## 補足説明資料①

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	達成状況
HTV開発プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 軌道間輸送の技術実証として、HTV技術実証機がISSにランデブ飛行し、ISSロボットアームで把持可能領域まで最終接近ができ、運用機の運用開始に支障がないことが確認できること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ HTV技術実証機がISSロボットアームにより把持された後、ISSとの結合ができること。</li> <li>➤ ISSと結合した後、与圧カーゴ及び曝露カーゴのISSへの移送ができること。</li> <li>➤ ISSからHTV技術実証機が分離・離脱した後、再突入させ、安全に洋上投棄ができること。</li> </ul>	<p>フルサクセスに加え、以下のいずれかを達成すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 実運用結果に基づき、余剰能力を再配分し、運用機的能力向上の見通しが得られること。</li> <li>➤ 前提とする運用条件以外での運用実証等を通じて、運用機の運用の柔軟性を拡大できる見通しが得られること。</li> </ul>	<p>フル成功基準について達成済み。</p> <p>エクストラ成功基準について以下の通り達成済み。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 実運用結果に基づいて能力を再評価した結果、ヒータ消費電力削減の可能性を得たため、これによる余剰電力を異常時対処用に振り分けることで運用機のロバスト性を向上させた。</li> <li>⇒ 仕様と異なる高度へのランデブ要求にも柔軟に対応することができ、また係留期間を延長して廃棄品を搭載するなど、運用の柔軟性を拡大できる見通しを得、運用機の運用条件を緩和した。</li> <li>⇒ 打上環境計測を行い、カーゴに対する環境をシャトル相当まで緩和できる見通しを得、運用機に適用した。</li> </ul>

## 補足説明資料②

### プロジェクトの成功基準と達成状況一覧

衛星/センサー	ミニマム成功基準	フル成功基準	エクストラ成功基準	達成状況
HTV運用機プロジェクト	規定なし。	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 計画に従い、ISSへの物資補給を完遂すること。</li> <li>▶ ISSから分離・離脱したHTVを再突入させ、安全に洋上投棄すること。</li> </ul>	<p>フルサクセスに加え、以下のいずれかを達成すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 実運用結果に基づき、リソース(推薬量、電力量等)の見直しを行って、次号機以降の運用機的能力向上(輸送能力、運用柔軟性、ユーザ利便性など)の見通しが得られること。</li> <li>▶ 工場作業、射場作業(含:カーゴ搭載)及び軌道上運用などの各フェーズにおいて、期間短縮等により、次号機以降のコスト削減や柔軟な補給計画に貢献できる見通しが得られること。</li> <li>▶ 将来の宇宙技術の発展に資する追加ミッション(マヌーバ実験、小型衛星搭載・放出等の軌道上実証など)が実施できること。</li> </ul>	<p>フル成功基準について達成済み。 エクストラ成功基準について以下の通り達成済み。</p> <p>⇒1次電池の削減の実証とともに、係留期間中の太陽電池による発電、ISS天頂ポート係留や60日間の実証など、運用の柔軟性を見通しを得た。また、柔軟な補給計画に対応し物資ユーザの利便性を確保すべく、船内物資搭載能力の拡大、及び船内物資の打上げ直前搭載(レイトアクセス)能力の向上を図った。</p> <p>⇒部品材料の纏め買い、機器の削減、試験の効率化、射場作業の短縮化により、技術実証機と比較して約20%の機体のコストダウンを図った。また、ISS係留時の運用管制について、管制担当の統合等により人的資源の効率化を図り、技術実証機と比較して約50%の要員削減を図った。</p> <p>⇒再突入データレコーダによるデータ取得を行い、再突入技術に必要なデータを蓄積した。また、独自の軌道制御能力を持たない再突入カプセルの誘導制御技術に適用可能な基礎データを取得した。</p>

# I. 5. 宇宙輸送

評価項目	中期目標期間 内部評価	H24年度 内部評価	H23年度 独法評価	H22年度 独法評価	H21年度 独法評価	H20年度 独法評価	頁
I.5.(1) 基幹ロケットの維持・発展	S	A	S	S	S	A	E-1
I.5.(2) LNG推進系	A	A	A	B	B	B	E-11
I.5.(3) 固体ロケットシステム技術の維持・ 発展	A	A	A	A	A	A	E-14

## I.5.(1) 基幹ロケットの維持・発展

本年度 内部評価	A	これまでの独法評価結果			
		H23	H22	H21	H20
		S	S	S	A

### 中期目標記載事項:

H-ⅡAロケットの能力を向上し、宇宙ステーション補給機(HTV)の運用手段を確保することを目的として、民間の主体性・責任を重視した開発プロセスの下、H-ⅡBロケットを開発する。また、我が国の基幹ロケットであるH-ⅡAロケット及びH-ⅡBロケットについて、一層の信頼性の向上を図るとともに、キー技術の世界最高水準での維持・発展、基盤の維持・向上を行い、世界最高水準の打上げ成功率を実現する。

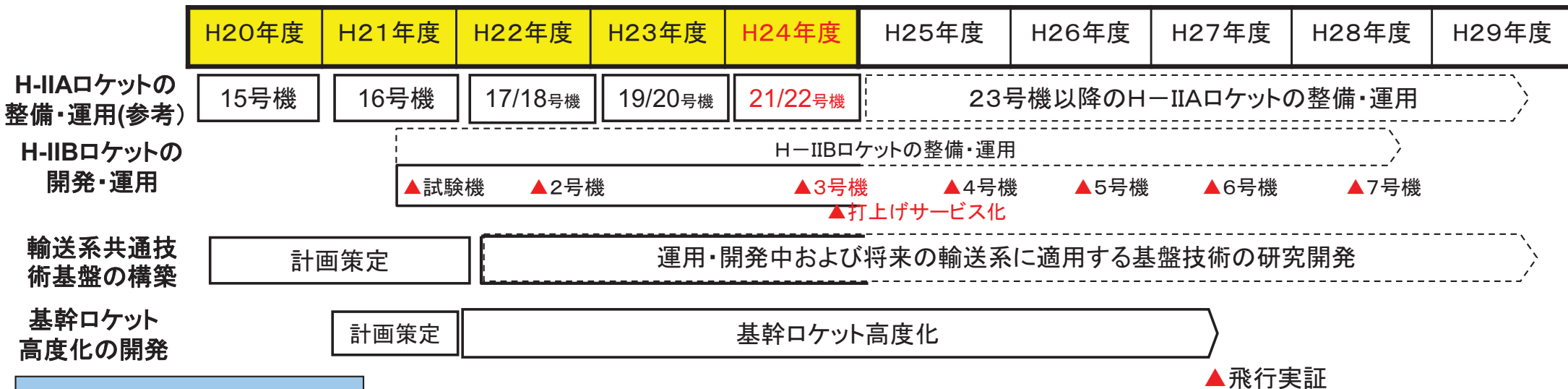
### 中期計画記載事項:

基幹ロケット(H-ⅡAロケット及びH-ⅡBロケット)については、「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」を構成する技術であることを踏まえ、信頼性の向上を核としたシステムの改善・高度化を実施する。また、H-ⅡBロケットについては官民共同で開発を行い、宇宙ステーション補給機(HTV)の打上げ等に供する。さらに、国として自律性確保に必要な将来を見据えたキー技術(液体ロケットエンジン、大型固体ロケット及び誘導制御システム)を維持・発展させる研究開発を行うとともに、自律性確保に不可欠な機器・部品、打上げ関連施設・設備等の基盤の維持・向上を行う。以上により、我が国の基幹ロケットについて20機以上の打上げ実績において打上げ成功率90%以上を実現する。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 「第4期科学技術基本計画」(平成23年8月19日閣議決定)において、H2A/Bロケットを含む宇宙輸送システムは、「国家安全保障・基幹技術の強化」が必要な重要課題として「対応した研究開発を重点的に推進する」とされ、「情報収集や通信をはじめ国の安全保障や安全な国民生活の実現等にもつながる」宇宙輸送技術の研究開発を推進するとされている。
- 新たに制定された「宇宙基本計画」(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)において、宇宙輸送システムは「我が国が必要とする時に、必要な人工衛星等を、独自に宇宙空間に打ち上げるために不可欠な手段であり、その維持は我が国の宇宙活動の自律性確保の観点から重要」とされ、宇宙利用拡大と自律性確保を実現する4つの社会インフラの一つとして定義されている。

## マイルストーン



## 平成24年度実績

1) 基幹ロケット(H-IIAロケット及びH-IIBロケット)について、部品枯渇に伴うアビオニクス機器等の再開発を引き続き確実に進めるとともに、開発した機器の飛行実証を実施して技術移転を行う。また、H-IIBロケットについては4号機からの民間移管に向けた調整を進める。

### 実績:

- キー技術である誘導制御機器を含めH-IIAロケット運用開始以来はじめての大規模なアビオニクス機器の再開発を完了した。これらをまとめてH-IIB3号機で飛行実証を行い技術移転した。
- 打上げ結果に基づき、さらに高い信頼性・確実性を確保するための改良・改善策を施し飛行実証を行うとともに、不適合ポテンシャルを網羅的に洗い出して対策・改善するアビオニクス不適合撲滅活動に着手した。
  - 例) H-IIB3号機の打上げにおいて第1段 NO.2 LE-7Aエンジン主点火器酸化剤圧力の低下事象が認められた。原因究明を行い、後続号機のエンジン製造に改善策を講じた。
  - H-IIA22号機の打上げ結果は良好。
  - 例) 新たに始めたアビオニクス不適合撲滅活動により100件以上の改善事項を抽出するとともに、今年度の打上げに対して懸念事項を徹底払拭して確実な打上げに繋がった。
- H-IIBロケットについては、HTVミッション特有のピンポイントの打上げ可能時間に対し、3号機をOnTimeで打上げ、成功させた。3機全ての打上げを成功させることにより、3号機での再開発アビオニクス機器の飛行実証を含めシステムとして完成させた。これにより、4号機からの民間移管(打上げ輸送サービスへの移行)を達成。
- H-IIB3号機その他、国内初の商業衛星(KOMPSAT-3)打上げとなるH-IIA21号機、及び22号機を含めて今年度の3機全てについて、OnTimeでの打上げ成功を達成した。この結果として、H-IIA/Bの通算成功率は96%に達した。

**効果:**

- ・アビオニクス機器等の再開発及び飛行実証により、部品枯渇による打上げ計画への影響を与えることなく、今後の我が国の自律した宇宙開発利用計画の推進に貢献した。
- ・組織に定着したH-IIAロケット6号機失敗以降のたゆまぬ信頼性向上への取り組みの結果、3機全てのOnTimeでの打上げに成功。

**世界水準:**

◎打上げ成功率世界水準は96.7% (アリアンV97.6%、アトラスV97.3%、デルタIV95.2%)、過去5年のOntime打上げ率は51%に対し、H-IIA/Bロケットの打上げ成功率は96%、OnTime打上げ率は91%

2) 国際競争力を強化し、かつ惑星探査ミッション等の打上げに、より柔軟に対応することを目的とした、基幹ロケット高度化について詳細設計及び試作試験を実施する。

**実績:** 基幹ロケットの自律性を確保していくため、国際競争力を強化し、かつ惑星探査ミッション等の打上げに、より柔軟に対応することを目的とした基幹ロケットの改良プロジェクト(高度化プロジェクト)の試作試験を実施し、詳細設計を実施した。(補足説明資料 ①静止衛星打上能力向上、②衛星搭載環境の緩和、③地上追尾レーダの不要化に向けた新型航法センサ開発)

静止衛星打上能力の向上	サブシステムの試作試験(以下)を実施すると共に、試験結果を反映したシステム詳細設計を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・エンジン認定試験: 2段エンジンの低推カスロットリング試験(角田宇宙センター)を実施中。</li> <li>・2段熱真空試験: 2段機器搭載部の実機大モデルを用いた熱真空試験(つくば)を実施し、熱数学モデルの妥当性を確認。</li> <li>・LOXターボポンプ予冷試験: 本試験にて2段エンジン用ターボポンプの予冷効率を最大限高めるための予冷条件を確立。</li> </ul>
衛星搭載環境の緩和	低衝撃機構の認定試験(以下)を実施すると共に、試験結果を反映したシステム詳細設計を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・低衝撃機構 認定試験: 実機大モデルを用いた衝撃試験の実施。要求を満足できる目途を得た。</li> </ul>
地上追尾レーダ不要化 (新型航法センサ開発)	原型モデルを用いた試験を実施すると共に基本設計を実施し、基本性能評価に関する設計を完了した。

**効果:** 本改良への取り組みにより商業衛星に対する活発な受注活動が展開できている。また開発を通じて、JAXA及び関連メーカーの技術伝承に貢献。

3) 今後20年を想定した衛星需要及び有人化などに柔軟に対応することを目的とした、次期基幹ロケットの構想を検討する。さらに、液体ロケットエンジン等の要素技術やサブシステム等の研究開発、及び将来輸送系に向けた再使用輸送システムに必須となる宇宙輸送システムの共通基盤技術、要素技術等の研究開発を行う。

**実績:**

- ①次期基幹ロケット: 将来の衛星需要の調査・分析を行い、利用の拡大と自律性確保を実現する次期基幹ロケット構想を立案した。また社内外での議論を積極的に実施し、次期基幹ロケット開発の必要性が文部科学省推進方針に明記された。
- ②液体ロケットエンジン: 次期大型ロケットエンジン(LE-X)の研究開発の一環として、燃焼器単体試験について供試体製造を進め、信頼度検証も含めた実機大試験計画を策定した。液体水素ターボポンプ試験については供試体設計確認を実施して設計を確定し、製造に移行した。
- ③再使用輸送システム: 地上と低軌道を往復する再使用型輸送系の実現に向けた技術開発の目標として、有人輸送をミッションとした二段式システムをリファレンスとして設定した。複数の大学と協働・競争的な共同研究によるサブシステムの検討を開始した。要素技術研究は、世界で初めて実運用環境(高速回転、極低温)での軸受剛性計測を可能とする装置の整備をはじめ計画通りに実施し、推進系、構造系等のサブシステム検討に資する成果を得た。

4) 打上げ関連施設・設備については、効率的な維持・老朽化更新及び運用性改善を行う。

- 実績:** ①設備の老朽化による不適合の発生リスクや更新整備の必要性が高まる中、昨年度に引き続き、設備の維持については使用頻度の低い設備の休廃止を含め真に必要な保全作業を精査して計画するとともに、契約に当たっては競争方式を積極的に導入し、維持費を削減した。
- ②維持費の削減を行う一方、地上設備装置の保全状況は良好。今年度のH-IIA/Bの3回の打上げにおいて、地上設備装置の不具合による打上げ延期はなく、毎年更なる維持費の削減に努めつつ、打上げの連続成功に寄与。

**効果:** 設備保全費を含めた年間維持費を前年度から更に約4千万円削減したことにより、平成19年度実績比では約15.5%(約7.1億)削減し、中期計画の目標(平成19年度比5%減)を大幅に上回る(3倍以上)削減を達成した。

主要ロケットの地上設備装置の不具合による延期率  
(平成25年4月1日現在)

ロケット	延期回数*	延期率(%)
アトラスV	4/24	17%
デルタ4	5/13	38%
アリアン5	2/30	7%
平均		16%
<b>H-IIA/B</b>	<b>0/11</b>	<b>0%</b>

**世界水準:**

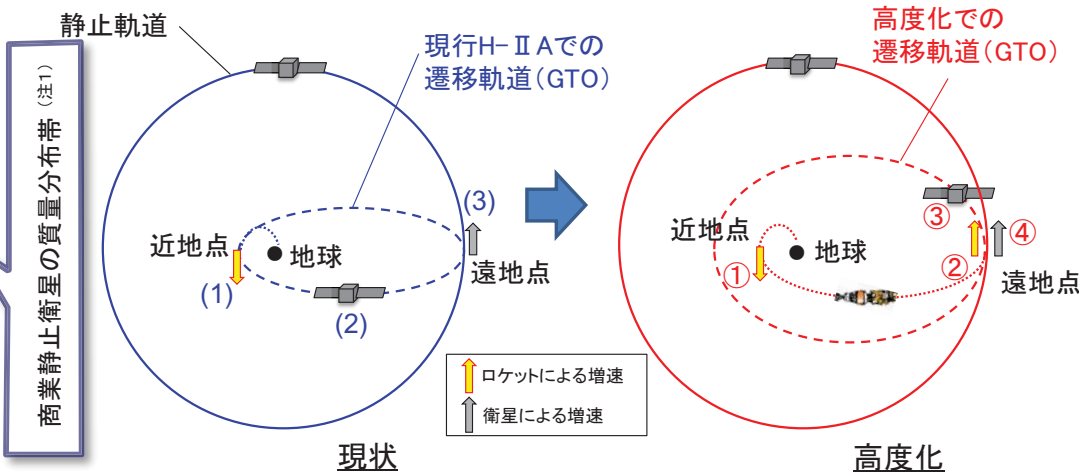
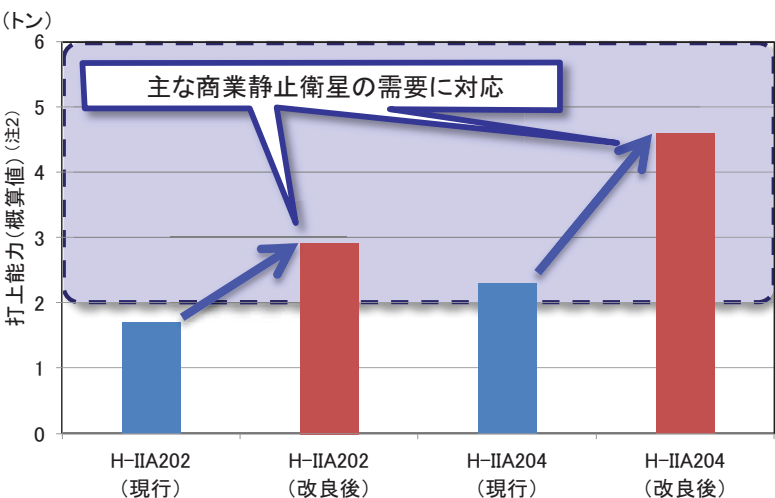
◎ 世界の主要ロケットにおいて、過去5年間に設備要因による延期実績がないのはH-IIA/Bのみ。(表2)  
(数字は、「地上設備装置の不具合で打上げ日を延期した回数/打上げ回数」)

\* 過去5年間のデータ

\* アリアン5は現運用形態(ECA、ES)にて算定

評価結果	評定理由(総括)
A	<p>(1)国内初の商業衛星(KOMPSAT-3)打上げとなるH-IIA21号機をはじめ、H-IIA22号機、H-IIB3号機の打上げに成功した。3機全てのOnTimeでの打上げ成功は信頼性向上の取り組みが組織に浸透し、仕組みとして成熟してきたことによる。</p> <p>(2)射場の年間維持費を平成19年度と比較して15.5%削減し、中期目標(5%減)を大幅に上回る(3倍以上)削減を実現した。</p> <p>(3)アビオニクス機器等の再開発及び飛行実証により、部品枯渇による打上げ計画への影響を与えることなく、今後の我が国の自律した宇宙開発利用計画の推進に貢献するとともに、新たな取り組みとして不適合を未然に防止するためのアビオニクス不適合撲滅活動に着手した。</p> <p>(4)H-IIBロケット3号機において、HTVミッション特有のピンポイントの打上げ可能時間に対しOnTimeで打上げ、成功させたことにより、官民共同で低コスト短期間で開発したH-IIBロケットの技術移転を完了し、民間移管(打上げ輸送サービスへの移行)を実現した。</p>

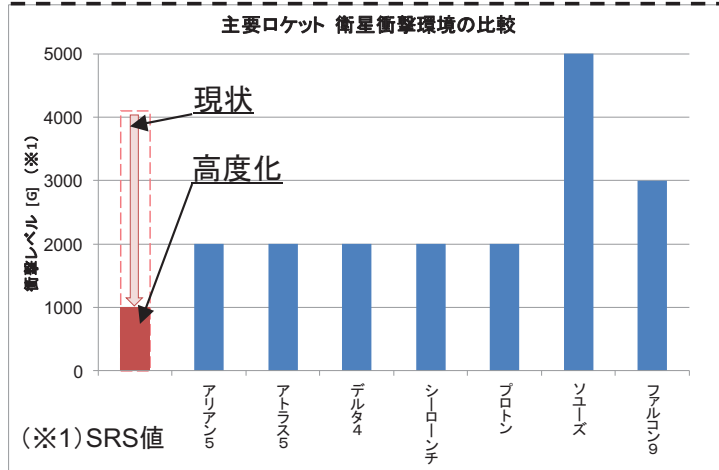
# I. 5.(1) 基幹ロケットの維持・発展 補足説明資料[1]



(注1) 2003~2011年に打ち上げられた商業静止衛星の質量分布 (JAXA調べ)  
 (注2) 静止化増速量 $\Delta V=1500\text{m/s}$

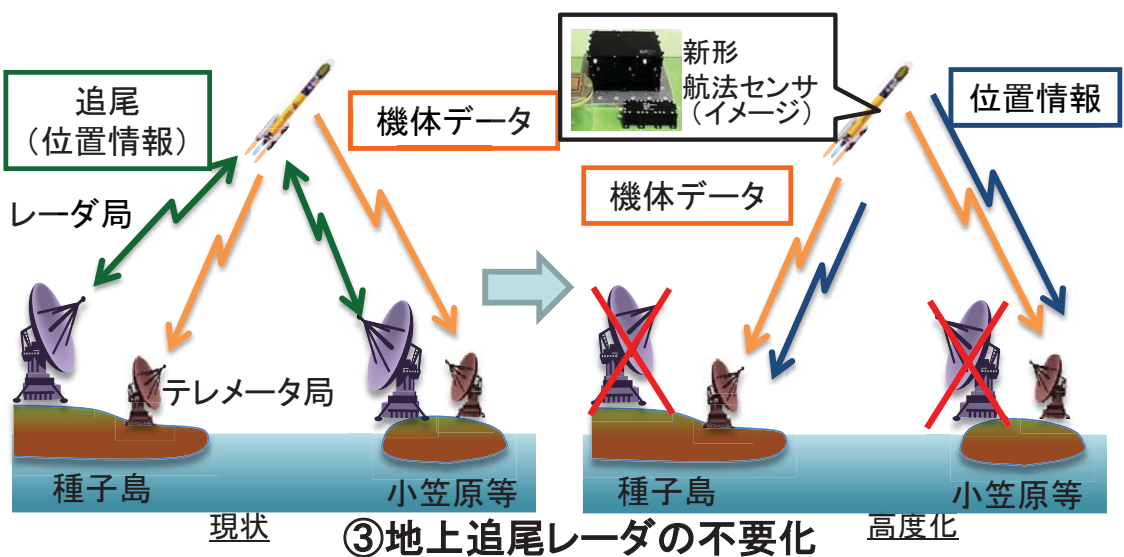
## ① 静止衛星打上能力の向上

世界の商業衛星は、赤道付近から打上げるロケット(アリアン5等)を基準に衛星側増速量を設定している。これらの衛星をH-IIAで打上げる場合の打上能力を向上する。



## ② 衛星搭載環境の緩和

火工品を用いない分離機構により、世界最高水準の衛星衝撃環境を実現する。



機体に搭載した航法センサ(誘導用と独立)の位置情報を用いることで、地上レーダ局の不要化を目指す。

平成24年の実績

① 静止衛星打上能力向上

エンジン認定試験

2段熱真空試験

LOXターボポンプ予冷試験

② 衛星搭載環境の緩和

実機大分離試験

③ 地上追尾レーダ不要化

限定モデルによる性能確認



# I. 5.(1) 基幹ロケットの維持・発展 補足説明資料[2]

項目	オービター	ブースター	単位
全長	22	38	m
空虚質量	14	69	ton
全備質量	72	715	ton

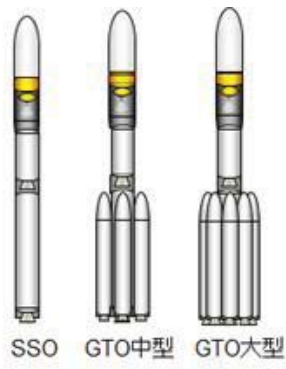
## ① 次期基幹ロケット:機体コンフィギュレーション検討例



液体固体組合せ構成  
(現状の有望案)



液体のみの構成

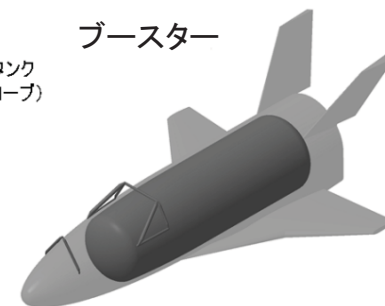
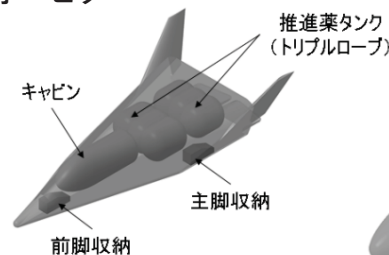


固体のみの構成

## ③ 再使用輸送システム: システムモデル

オービター

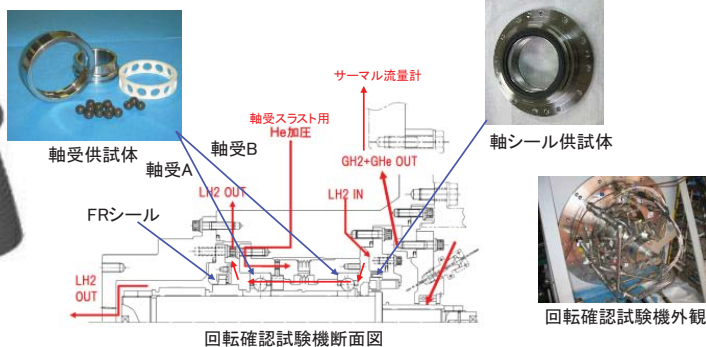
ブースター



## ② 液体ロケットエンジン(LE-X)

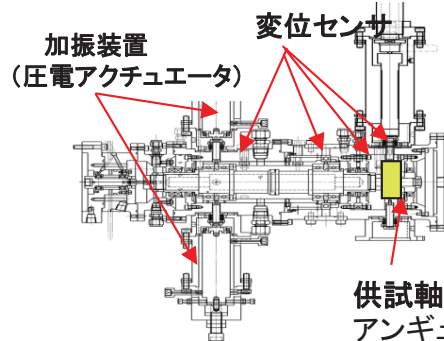


FY25 燃焼器単体試験に向け大型燃焼器を製造中



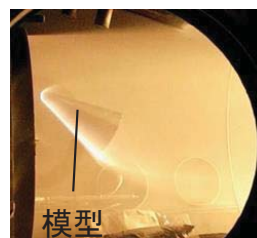
軸受・軸シールについて要素試験により形式選定  
⇒液体水素ターボポンプ製造に移行。  
FY25に液体水素ターボポンプ単体試験を実施予定。

## ③ 再使用輸送システム:要素技術 (高性能軸受の研究)



- ・実機ターボポンプに近い条件(高速回転、極低温、任意の変動荷重)で高速回転中の軸受剛性を計測できる試験機は世界初
- ・危険速度の予測精度向上、将来型軸受の開発・評価に寄与

## (熱空力現象の研究)



・供試体内蔵型の高解能データロガーの開発により、高エンタルピー条件(16MJ/kg, 1.5ms)まで詳細な挙動が把握できるフリーフライト技術を確認した。  
(フリーフライト試験状況)

## (複合エンジン技術の研究)



・一台の空気利用エンジンで、想定される全速度域(M0~M8)での作動を実証  
(M8試験の様子)

**中期計画：** 基幹ロケット(H-II Aロケット及びH-II Bロケット)については、「第3期科学技術基本計画」における国家基幹技術「宇宙輸送システム」を構成する技術であることを踏まえ、信頼性の向上を核としたシステムの改善・高度化を実施する。H-II Bロケットについては官民共同で開発を行い、宇宙ステーション補給機(HTV)の打上げ等に供する。

### 実績：

(1) 中期目標期間を通して、信頼性の向上を核としたシステムの改善・高度化に取り組み、そのアウトプットを的確に基幹ロケット本体、地上設備、運用に反映した。

取り組みにあたっては、独立評価チームによる第三者的視点でのチェック機能を常に働かせ、システムとしてバランスのとれた改善・高度化が図れる仕組みを定着させた。

これらの成果は、今中期の全ての打上げ(H-IIA8機、H-IIB3機)を含む19機連続打上げ成功として示された

主な個別実施事項は以下。

- ・SRB-Aノズル改良開発により固体ロケットの信頼性を著しく向上させるとともに、打上げ能力の回復(GTO約3.8→4.0トン)により第2期中期計画期間に打ち上げたH-IIA8機の内、2機(18号機、22号機)の打上げを可能とした。
- ・H-IIBロケットの第2段機体制御落下を実現するシステムを開発し、H-IIBロケット2号機から適用することで、ミッション終了後の第2段機体をより安全に処置する世界でも3番目の最先端技術を獲得するとともに、低軌道に定期的に打上げるHTVミッションにおける更なるリスク低減を達成し、国連等で問題意識が高まっているスペースデブリ対策に向けた日本の先導的立場を示した。
- ・その他、打上げ結果に基づいた、さらに高い信頼性・確実性を確保するための改良・改善策を実施。(例：H-IIB2号機打上げでのSRB-A分離挙動異常対策、H-IIB3号機打上げでの第1段LE-7Aエンジン主点火器酸化剤圧力の低下事象対策)
- ・基幹ロケットの自律性を確保していくため、国際競争力を強化し、かつ惑星探査ミッション等の打上げに、より柔軟に対応することを目的とした基幹ロケットの改良プロジェクト(高度化プロジェクト)に着手した。

(2) 制度面での改善として、40年以上続いていた打上げ期間の制限について、文部科学省等と共に関係5県の漁業関係者との交渉を平成22年1月から15回積み重ね、地元とより一層の信頼関係を醸成した結果、23年度から打上げ期間の制限を撤廃し、通年のロケット打上げを実施可能にした。この成果として、平成24年度には初の商業打上げ(KOMPSAT)を従来の打上げ期間外に実施することが出来た。

(3) H-II Bロケットについては、民間の主体性・責任を重視した我が国初となる官民共同体制での開発を完了し、諸外国と比較し、極めて短期間に、かつ低コストでの開発を実現した。通常試験機には実機ペイロードを搭載しないところ、H-IIBでは適切なリスクの低減方策により、ISSへの実際の物資を積んだHTV技術実証機を搭載。成功裏に打上げを行ったことにより、ISSプログラム全体の開発コスト低減に寄与した。

これらの成果に対し、第39回日本産業技術大賞において「HTV/H-IIBロケットの開発」として文部科学大臣賞を受賞した。

3機すべてをOnTimeで打上げ成功させるなど、再開発アビオニクス機器の飛行実証を含めシステムとして完成させたことにより、4号機からの民間移管を達成した。

## 効果:

### (1) 信頼性向上の取り組みの定着化

基幹ロケットシステムの信頼性向上を目的とした、システム改善・高度化の取り組み、第三者的視点でのチェック機能、が組織の仕組みとして機能するまでに浸透し、基幹ロケットの信頼性を支える仕組みが定着した。また、新たに不適合撲滅活動を開始するなど仕組みの改善にも取り組んだ。

### (2) 多様な打上げ需要への対応の柔軟性確保

打上げ期間の通年化により、商業打上げ受注の機会が拡大するとともに、政府衛星等の打上げ計画をより柔軟に設定可能となった。H-II/Bロケットの運用が開始されたことにより、宇宙ステーションへの物資輸送を通じ国際協力に貢献出来る手段を確保するとともに、H-IIAロケットと併せて打上げ能力のラインナップが拡大した。

## 世界水準:

◎事前に設定した区域に第2段機体を制御落下させる技術は世界的に2例しか確認されていない先端技術。

◎スペースシャトル退役後に大型カーゴをISSに輸送できる手段は世界で唯一。

◎打上げ成功率世界水準は96.7%(アリアンV97.6%、アトラスV97.3%、デルタIV95.2%)。H-IIA/Bロケットの打上げ成功率は96%。

**中期計画:** 国として自律性確保に必要な将来を見据えたキー技術(液体ロケットエンジン、大型固体ロケット及び誘導制御システム)を維持・発展させる研究開発を行うとともに、自律性確保に不可欠な機器・部品、打上げ関連施設・設備等の基盤の維持・向上を行う。

## 実績:

### (1) キー技術の維持・発展、機器・部品の基盤の維持・向上

キー技術及び機器・部品について、現行システムにおける個別課題への対応に加え、将来に亘って国としての自律性を確保出来るよう取り組んだ。本取り組みは、宇宙輸送系研究開発体制の見直しにより平成19年度に発足した3つの研究開発センター(システム技術、推進技術、要素技術)の主業務として実施され、プロジェクトと専門技術研究組織のマトリクス化により基盤技術を維持発展させる組織が構築された。

個別の取り組み内容は以下。

- ・液体ロケットエンジンについては、次期大型ロケットエンジン(LE-X)の研究開発において、現在検討しているシステムがエンジンシステムとして成立することを確認した。また、低コスト、短期間(従来の1/2以下)で、高信頼性(故障率半分以下)を達成可能な、液体ロケットエンジンの開発プロセスの妥当性を確認した。これら要素試験等の結果をもとに実機大の推力室及び液体水素ターボポンプの供試体設計を完了し、平成25年度の実機大単体試験に向けて製造中。
- ・大型固体ロケットについては、前述のSRB-A改良開発により、ノズルに発生する局所エロージョン(局所的なノズルの削れ)を排除し、さらに推進性能を向上させる設計技術を確認した。また、基幹ロケットの固体ブースタおよび次期固体ロケット(イプシロン)のコスト低減を主目的に、固体モータの基盤技術であるモータケース、推進薬およびノズルについて要素技術研究を開始した。
- ・誘導制御システムについては、共通モジュール化技術など今後のロケット開発に共通的に適用可能な基盤技術を発展させ、将来に向けた技術の持続維持を着実なものとした。さらに、将来を見据え航法センサの小型化低コスト化の研究開発、次期基幹ロケット搭載ソフトの研究開発に着手した。
- ・部品枯渇に伴うアビオニクス機器等の再開発を打上げ計画に影響を与えることなく進めるとともに、部品のまとめ手配によるコスト低減を図り、H-II/B3号機で飛行実証を行った。また、新型の誘導制御計算機(GCC)等において、計算機ボードを共通仕様とし再開発のコストを低減するとともに、基幹部品である中央演算処理装置(MPU)にはJAXAが開発し設計技術を保有する宇宙機用MPUを採用することにより市場の部品供給途絶(枯渇)の懸念を解消した。

## (2) 打上げ関連施設設備等の基盤の維持・向上

打上げ関連施設・設備については、使用頻度の低い設備の休廃止、必要な保全作業の精査、競争契約の導入等により、維持費を削減しつつ、適切な維持管理を行い、今中期期間中に地上設備の不具合に起因する打上げ延期はなく、打上げの連続成功に寄与。

本取り組みは、打上げ関連施設・設備を一元的にマネジメントする組織として平成21年度に発足した鹿児島宇宙センター射場技術開発室を中心に実施され、本中期の取り組みを通じその実施体制の定着・確立が図られた。

### 効果:

- ・設備保全費を含めた年間維持費を平成19年度実績比約15.5% (約7.1億) 削減し、中期計画の目標 (平成19年度比5%減) の3倍の削減を達成した。
- ・キー技術を維持・発展させる研究開発、機器・部品及び打上げ関連施設・設備等の基盤の維持・向上が図れる実施体制が定着した。

### 世界水準:

- ◎世界の主要ロケットにおいて、機体不具合等が少なくOnTime打上げ率が抜群に高いのはH-IIA/B。過去5年間に設備要因による延期実績がないのは、H-IIA/Bのみ。

主要ロケットOnTime打上げ率  
(平成25年4月1日現在)

ロケット	On-Time回数*	On-Time率(%)
アトラスV	11/24	46%
デルタ4	4/13	21%
アリアン5	19/30	63%
平均		51%
<b>H-IIA/B</b>	<b>10/11</b>	<b>91%</b>

- \* 過去5年間のデータ
- \* 天候による延期は除く
- \* アリアン5は現運用形態 (ECA、ES) にて算定

主要ロケットの地上設備装置の不具合による延期率  
(平成25年4月1日現在)

ロケット	延期回数*	延期率(%)
アトラスV	4/24	17%
デルタ4	5/13	38%
アリアン5	2/30	7%
平均		16%
<b>H-IIA/B</b>	<b>0/11</b>	<b>0%</b>

- \* 過去5年間のデータ
- \* アリアン5は現運用形態 (ECA、ES) にて算定

**中期計画:** 以上により、我が国の基幹ロケットについて20機以上の打上げ実績において打上げ成功率90%以上を実現する。

### 実績:

第2期中期計画期間の全ての打上げ (H-IIA 8機、H-IIB 3機) に成功。打上げ成功率はH-IIA/B合わせて96% (H-IIAは95.5%、H-IIBは100%) となり、中期計画目標を上回る実績を達成。またOnTime打上げ率 (機体・設備要因の延期なしの打上げ率) は91%を達成し、世界水準を大きく凌駕した。

### 効果:

- ・H-IIA21号機で国内初の商業衛星 (KOMPSAT-3) 打上げに成功。
- ・H-IIAロケットの信頼性向上の取組みと連続成功などの功績を高く評価され、23年に日本経済新聞社優秀製品・サービス賞30周年記念特別賞を受賞した。
- ・平成25年2月28日の安倍首相の施政方針演説ではイノベーション分野の代表例として「世界に冠たるロケット打上げ成功率」と紹介された。

### 世界水準:

- ◎打上げ成功率世界水準は96.7% (アリアンV97.6%、アトラスV97.3%、デルタIV95.2%)、過去5年のOnTime打上げ率は51%。対し、H-IIA/Bロケットの打上げ成功率は96%、OnTime打上げ率は91%

評価結果	評定理由(総括)
S	<p>(1) 第2期中期計画期間における全ての打上げ(H-IIA 8機、H-IIB 3機)に成功、打上げ成功率をH-IIA/B合わせて96%とし、中期計画目標値90%以上を上回るとともに世界最高水準を達成した。</p> <p>(2) OnTime打上げ率は世界水準を凌駕し、信頼性の高さを示すのみならず打上げ経費の節減にも貢献した。</p> <p>(3) 中期目標期間を通して、信頼性の向上を核としたシステムの改善・高度化に取り組み、第三者的視点でのチェック機能を含め、基幹ロケットの信頼性を支える仕組みが定着した。また、キー技術を維持・発展させる研究開発、機器・部品及び打上げ関連施設・設備等の基盤の維持・向上が図れる実施体制が定着した。</p> <p>(4) H-IIBロケットについては宇宙ステーション補給機(HTV)3機全てを要求日時で確実に打上げ、ISS計画の着実な遂行に貢献した。官民共同開発の取組み等により、諸外国と比較して極めて短期間に、かつH-IIAロケットと合わせても大幅な低コスト開発を達成し、試験機での実機ペイロードを搭載したOnTime打上げという点も含め、NASA関係者からも称賛を得ると共に、プロジェクトの成功基準に対してもエクストラサクセスを達成した。また、4号機以降の民間移管を達成した。</p> <p>(5) ミッション終了後のH-IIBロケット第2段機体をより安全に処置する制御落下技術を世界で3番目に獲得。国連等で問題意識が高まっているスペースデブリ対策に向けた日本の先導的立場を示した。</p> <p>(6) 21年にHTV/H-IIBロケットの開発が第39回日本産業技術大賞において文部科学大臣賞を受賞。23年にH-IIAロケットが日本経済新聞社優秀製品・サービス賞30周年記念特別賞を受賞。25年2月の安倍首相の施政方針演説でイノベーション分野の代表例として「世界に冠たるロケット打上げ成功率」と紹介された。</p> <p>(7) 射場の年間維持費を平成19年度と比較して15.5%削減し、中期目標(5%減)を大幅に上回る(3倍以上)の削減を実現した。</p> <p>(8) 40年以上続いていた打上げ期間の制限について、23年度から打上げ期間の制限を撤廃。これにより、商業打上げ受注の機会が拡大し、政府衛星等の打上げ計画をより柔軟に設定可能となった。</p>
今後の課題	<p>我が国の宇宙利用活動の自律性を確保するためには、基幹ロケットの一層の信頼性向上と技術基盤の維持・向上を図るとともに、国際競争力の強化を図る必要がある。</p>

## I.5.(2) LNG推進系

本年度 内部評価	A	これまでの独法評価結果			
		H23	H22	H21	H20
		A	B	B	B

### 中期目標記載事項:

「GXロケット及びLNG推進系に係る対応について(平成21年12月16日内閣官房長官、宇宙開発担当大臣、文部科学大臣、経済産業大臣)」を踏まえ、これまでの研究開発の成果を活用しつつ、液化天然ガス(LNG)推進系に係る技術の完成に向けた必要な基礎的・基盤的な研究開発を行う。

### 中期計画記載事項:

「GXロケット及びLNG推進系に係る対応について(平成21年12月16日 内閣官房長官、宇宙開発担当大臣、文部科学大臣、経済産業大臣)」に基づき、これまでの研究開発の成果を活用しつつ、液化天然ガス(LNG)推進系に係る技術の完成に向け、高性能化・高信頼性化などの基礎的・基盤的な研究開発を推進する。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 平成21年12月に、4閣僚(内閣官房長官、宇宙開発担当大臣、文部科学大臣、経済産業大臣)による「GX ロケット及びLNG推進系に係る対応について」が取りまとめられた。この中で、政府はGXロケットの開発には着手せず、取り止めること、LNG推進系に係る技術の完成に向けた必要な研究開発を推進すること、を決定した。
- 平成22年3月に、22年度の研究開発計画の概要として、LNGエンジン技術の確立に向けた研究開発及び高性能化・高機能化にかかる共通基盤技術研究等を行うことにより、汎用性のあるLNGエンジンの実現に向けた基盤技術を確立することとして宇宙開発委員会へ報告を行った。
- 平成22年9月に、平成21年12月の4閣僚による判断を踏まえた中期目標および中期計画の変更が行われた。
- 平成24年7月に、平成22年度以降の研究開発成果について宇宙開発委員会へ報告を行った。

### マイルストーン

H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

GXロケット用  
LNG推進系開発

推進系システム、  
エンジン設計・試験他

▲ 政府によるGX開発中止判断

▲ 中期計画・中期目標の変更

GXロケット検討

計画具体化検討

高性能化・高機能化などの  
基礎的・基盤的な研究開発

研究開発

▲ 研究開発成果の宇宙開発委員会報告

# 平成24年度実績

液化天然ガス(LNG)推進系について、これまでに得られた技術開発成果の適用先に関する検討を行うとともに、設計・解析技術の向上等の基礎的な研究を実施する。

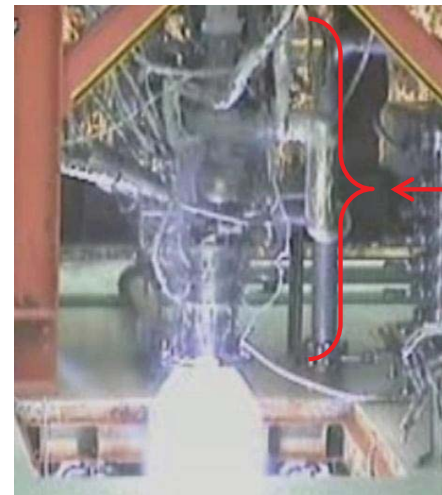
## 実績:

昨年度までに得られた技術開発成果を基に、以下のような適用先に関する検討および基礎的な研究を着実に実施した。なお、昨年7月の宇宙開発委員会に、平成22年度以降の研究開発成果とともに今後の研究開発の方向性についても報告した。

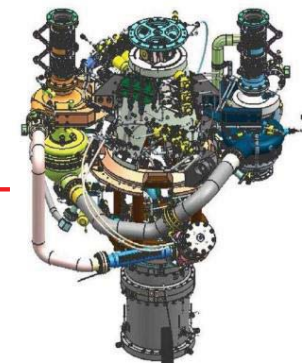
- ・LNG推進系と固体ロケットとの組み合わせ形態や軌道間輸送機への適用に関する技術的実現性等の検討を行い、推進系システムへの要求仕様案、重点検討事項等を明らかにした。
- ・設計技術の向上を目的として、これまで未実施であった高圧燃焼と高燃焼性能の両立を狙った小型高圧エンジンを設計した。昨年12月にIA相生にて大気圧燃焼試験を実施し、エンジン性能、アブレータ燃焼室耐熱性等に関するデータを取得。安定して高い燃焼性能を有するエンジン噴射器が設計できることを実証すると共に、更なる技術力向上に向け取り組むべき技術テーマを識別。
- ・サブスケールエンジン燃焼試験やフィルム冷却に関する数値解析を実施し、燃焼特性や伝熱特性等に関する現象・メカニズムの解明及び解析技術・予測精度の向上並びにこれらに必要な基礎データの拡充を進めた。



技術開発成果の適用先に関する検討例  
(固体ロケットとの組み合わせ形態案)



小型高圧エンジンによる大気圧燃焼試験(昨年12月実施)



供試体エンジン

評価結果	評定理由(総括)
A	技術検討、燃焼試験、解析等を着実に実施し、これまでに得られた技術開発成果の適用先の検討および設計・解析技術の向上などの基礎的な研究を着実に実施した。

# 中期目標期間実績

## I.5.(2) LNG推進系

(参考) 変更前の中期目標および中期計画  
官民協力の下、民間主導により開発計画が進行中のGXロケットについて、我が国が保有すべき中型ロケットとして位置付けられていることから、第二段に搭載する液化天然ガス(LNG)推進系の開発及び飛行実証を進めるなど開発計画を支援してきているが、LNG推進系を含めGXロケットの今後の進め方については、宇宙開発委員会において現在行っている評価の結果等を踏まえ進める。

**中期計画:** 「GXロケット及びLNG推進系に係る対応について(平成21年12月16日 内閣官房長官、宇宙開発担当大臣、文部科学大臣、経済産業大臣)」に基づき、これまでの研究開発の成果を活用しつつ、液化天然ガス(LNG)推進系に係る技術の完成に向け、高性能化・高信頼性化などの基礎的・基盤的な研究開発を推進する。

**実績:** GXロケット及びLNG推進系に関する、平成20年2月からの宇宙開発委員会による評価および平成20年12月に宇宙開発戦略本部により示された当面の進め方に応じ以下の取り組みを進め、平成21年8月および12月の4閣僚による判断に貢献

- GXロケット2段への適用を想定した推力10トン級LNGエンジンの開発に目処
- GXロケットに関する開発計画検討を実施し、その状況および結果を逐次、関係政府機関へ報告

平成22年度以降は、推力10トン級エンジン開発における成果と課題を踏まえ、機能・性能の向上等を目的として推力3~4トン級エンジンによる燃焼試験および基盤研究を実施し、以下の成果を得た。

- 推力10トン級エンジン開発にて獲得したLNGエンジン基盤技術の汎用性を実証
- 燃焼性能の大幅な向上を達成また性能向上に対応した燃焼安定技術の向上を達成
- アブレータ燃焼室の耐久性も含めた高燃焼圧力化を実現
- LNGエンジンの再着火機能技術を獲得
- ノズル特性と真空中性能の高精度な予測技術を実現

これらの成果と推力10トン級LNGエンジンの開発成果をあわせ、汎用性のあるLNGエンジンの基盤技術を確立し、平成24年7月に研究開発成果について宇宙開発委員会へ報告を行った。



**効果:** 液体水素推進系に加えLNG推進系技術を獲得したことにより、国内外のロケットの推進系や軌道間輸送機への適用といった宇宙輸送系のシステム選定に対して推進系の選択肢が拡大し、今後の多様な宇宙開発活動の実現に貢献。

**世界水準:**

◎実機レベルのLNGエンジンの開発を完了できる目処が得られる段階にまで完成したのは推力10トン級LNGエンジンが世界初  
平成22年度に実施した3~4トン級エンジンによる高空燃焼試験では米国NASAにおける実績以上のエンジン性能を達成

評価結果	評定理由(総括)
A	GXロケット2段への搭載を想定した推力10トン級エンジンの開発およびその後の高機能・高性能化に向けた取り組みの結果、国内外のロケットの推進系や軌道間輸送機などの推進系としての適用に向けた汎用性のあるLNGエンジンの基盤技術を確立した。
今後の課題	適用先に向けた検討を進めると共に、基盤研究を継続して進め、確立した基盤技術の更なる向上を図ることが必要。



## I.5.(3) 固体ロケットシステム技術の維持・発展

本年度  
内部評価 A

これまでの独法評価結果

H23	H22	H21	H20
A	A	A	A

### 中期目標記載事項:

我が国が蓄積してきた固体ロケットシステム技術を活用しつつ、新たな技術の適用や技術基盤の基幹ロケットとの共通化等により、打上げ需要に柔軟かつ効率的に対応でき、低コストかつ革新的な運用性を有する次期固体ロケットの研究開発を行う。

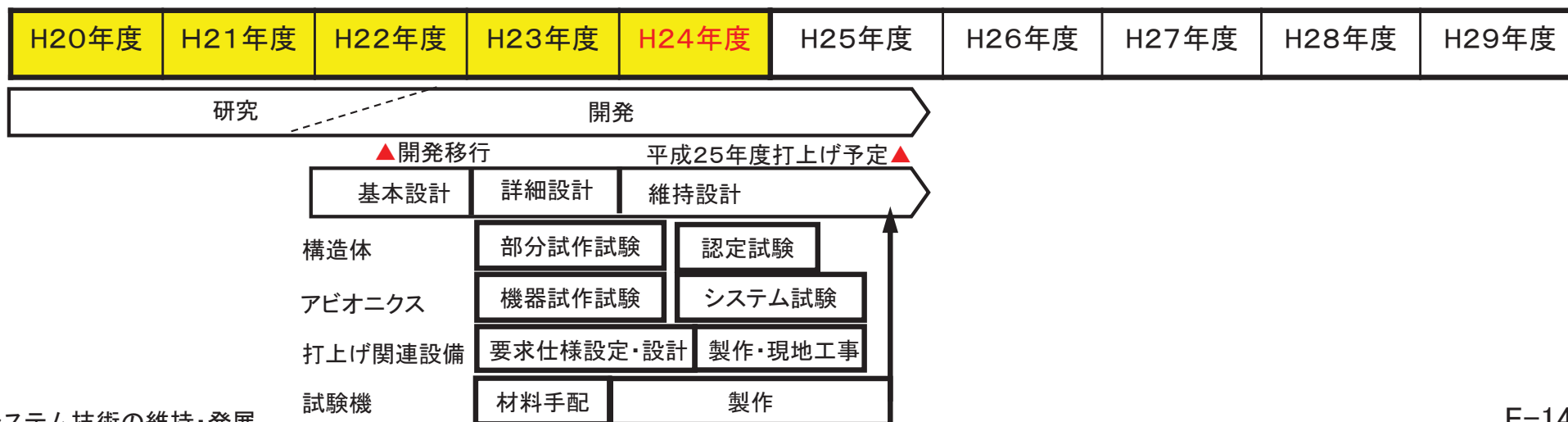
### 中期計画記載事項:

我が国が独自に培ってきた固体ロケットシステム技術及び基幹ロケットの開発・運用を通じて得た知見を継承・発展させるとともに、新たな技術の適用や基幹ロケットとの技術基盤の共通化等により、小型衛星の打上げに柔軟かつ効率的に対応できる、低コストかつ革新的な運用性を有する次期固体ロケットの研究開発を行う。

### 特記事項(社会情勢、社会的ニーズ、経済的観点等)

- 「宇宙基本計画」(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)において以下の通り記述され、イプシロンロケットの開発を計画通り進める方針が示されている。  
「固体ロケット技術の重要性を踏まえ、イプシロンロケットに係る現状の計画を進める。」

## マイルストーン



# 平成24年度実績

固体ロケットシステム技術の維持・発展方策として、低コストかつ革新的な運用を可能とするイプシロンロケットの維持設計を実施するとともに、試作試験を継続する。また、試験機の製作及び打上げ関連設備の整備を進め、射場作業の準備を行う。

## 実績:

以下の基本要件を満足するイプシロンロケットの詳細設計を完了し、維持設計へと移行した。

- (基本要件)・軌道投入能力 : LEO:1.2トン、SSO遷移:0.6トン
- ・射場作業期間(1段組立から打上げ翌日まで) : 7日
- ・衛星最終アクセスから打上げまで : 3時間

また、以下の試作試験を実施し設計に反映するとともに、試験機の製作および打上げ関連設備の整備が着実に進行しており、平成25年度打上げに向けて計画通り開発が進捗している。

ノズル伸展試験	3段ノズルおよび2段ノズルの伸展試験を実施し、その結果をノズル設計に反映した。〔図1〕
モータケース試作試験	3段モータケースおよび2段モータケースの試作試験を実施し、その結果を構造設計に反映した。〔図2〕
構造体試作試験	衛星分離部振動試験、第3段機器搭載構造音響・振動試験、PBS分離アダプタ試験、フェアリング強度試験を実施した。その結果を各構造体の設計に反映した。〔図3、図4〕
アビオニクス試作試験	基幹ロケットと基盤技術を共通化した搭載計算機と計測通信機器及びイプシロンで新規開発の即応型支援装置と発射管制システム単体試験とそれらを組み合わせた試験(電気系噛み合わせ試験、モーションテーブル試験等)を実施し、その結果をアビオニクス機器およびシステムの設計に反映した。〔図5〕
姿勢制御系試作試験	推力方向制御装置(TVC)のシステム試験を実施し、その結果をTVCの設計に反映した。
試験機の製作	平成25年度打上げに向けて、着実に製作を実施した。
打上げ関連施設設備現地工事	要求およびそれを満たす設計に基づき、施設設備の現地工事に着手した。〔図6〕

評価結果	評定理由(総括)
A	イプシロンロケット試験機の平成25年度打上げに向けて、年度計画に基づき開発を実施し、今年度計画を達成した。

# I. 5.(3) 固体ロケットシステムの技術の維持発展 補足説明資料



図1 2段ノズル伸展試験



図2 3段モーターケースの試作



図3 第3段搭載機器音響試験

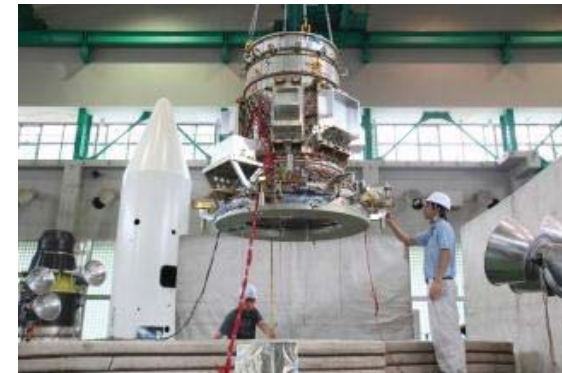


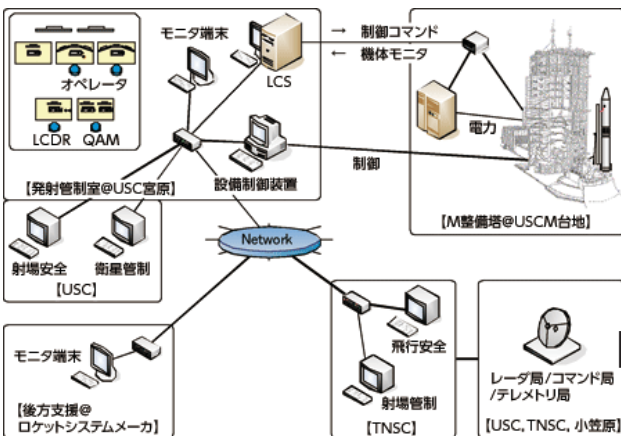
図4 PBS(ポストブーストステージ)分離衝撃試験



図5 システムチェックアウト試験



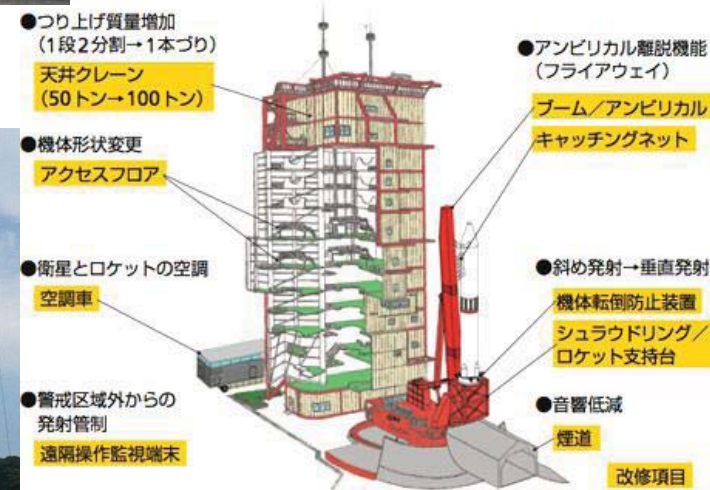
図6 イプシロン管制センターの新設



【参考】イプシロンロケットの打上げ運用構想



図6 ランチャの改修



【参考】イプシロンロケットの打上げ設備

# 中期目標期間実績

## 1.5.(3) 固体ロケットシステム技術の維持・発展

**中期計画:** 我が国が独自に培ってきた固体ロケットシステム技術及び基幹ロケットの開発・運用を通じて得た知見を継承・発展させるとともに、新たな技術の適用や基幹ロケットとの技術基盤の共通化等により、小型衛星の打上げに柔軟かつ効率的に対応できる、低コストかつ革新的な運用性を有する次期固体ロケットの研究開発を行う。

### 実績:

- ① 固体ロケット技術の維持発展に資するイプシロンロケット開発計画を策定し平成22年8月に宇宙開発委員会の事前評価を受けて開発に移行。
- ② M-V開発・打上げ経験者、H-IIA/B開発経験者、研究開発本部等の技術力を結集した開発体制を構築し、これまで獲得・継承した固体ロケットシステム知見と基幹ロケット共通基盤技術を融合させつつ、自動点検やモバイル管制等の新規技術を導入。
- ③ 23年1月に打上げ射場を内之浦宇宙空間観測所に決定し、平成25年度の試験機打上げに向けて射場設備改修を実施。並行して、抜本的な低コスト化を目指したイプシロンロケットの研究を実施。

### 効果:

- ① 高頻度・タイムリーな開発・運用を特長とする宇宙科学、先端的技術実証、情報収集などの小型衛星の需要に的確に対応。
- ② これまでに我が国が独自に培ってきた固体ロケットシステム技術の維持が可能。
- ③ 固体ロケットの打上げ費用を従来の半分以下に低減可能。

**世界水準:** 世界のロケットとの比較は右図の通り。



評価結果	評定理由(総括)
A	小型衛星の打ち上げに柔軟かつ効率的に対応でき、低コストかつ革新的な運用性を有する次期固体ロケットの開発計画を策定し、宇宙開発委員会での段階的審議を経てプロジェクト移行した上で、着実にその研究開発を進めてきた。シンプルな固体ロケット製造プロセスとコンパクトな射場の組み合わせで短期間で効率的な開発を試み、世界最高水準となる運用性を実現するイプシロンロケットを実証する目処が立っている。
<b>今後の課題</b>	小型衛星打上げ需要への対応及び安定した打上げ数確保と固体ロケット技術基盤維持のために、試験機打上げを着実に実施するとともに、その後の運用機による実証段階以降の道筋について検討を進め、高性能・低コスト化に向けた研究を加速する必要がある。