資料９－５

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

宇宙開発利用部会説明資料

イプシロンロケットの開発及び打上げ準備状況

１．経緯
２．イプシロンロケットの概要
３．開発状況
４．打上げ準備状況
５．まとめ

宇宙航空研究開発機構
宇宙輸送ミッション本部
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　森田　泰弘

１．経緯

（１）開発移行前

① 平成１９年８月に宇宙開発委員会により「開発研究への移行が妥当」との評価を受けた。

② 平成２２年７月に宇宙開発委員会により「開発に着手することが妥当」との評価を受けた。

（２）開発移行後

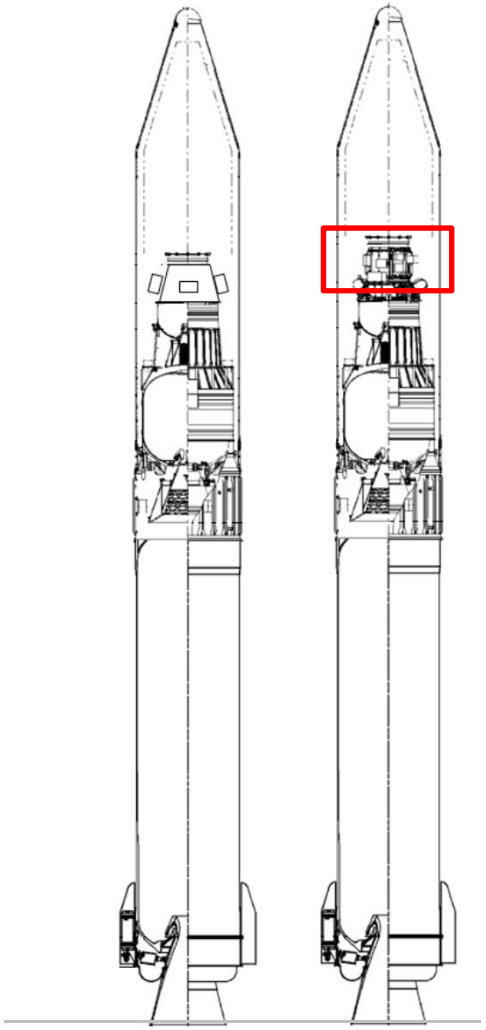
① 平成２３年１０月にJAXA基本設計審査を実施して詳細設計フェーズに移行した。

② 平成２４年７月にJAXA詳細設計審査を実施して維持設計フェーズに移行した。

③ 現在、イプシロンロケット機体開発は順調に進行し、一部の開発試験を除き終了。打上げ関連施設設備整備と試験機製作を実施中。

2. イプシロンロケットの概要

イプシロンロケットは、基本形態（3段式固体ロケット）とオプション形態（液体ロケット並みの軌道投入精度に対応するため小型液体推進系（PBS）を搭載）の2つの形態を有する。
イプシロンロケット試験機は小型液体推進系（PBS）を搭載したオプション形態である。



基本形態　オプション形態
（PBS付き）

項目		諸元
初号機打上げ年度（目標）		平成25年度
全長		24.4m
直径（代表径）		2.6m
全備質量		91ton
段構成		3段式
第１段（固体モータ：SRB-A）	全備質量	75.0ton ※フェアリング（非投棄分）含む
	推進薬量	66.3ton
	推力	2271kN（真空中）
	全燃焼秒時	116s
	比推力	284s（真空中）
	マスレシオ	0.911
フェアリング（投棄分）	全備質量	0.8ton
第２段（固体モータ：M-34c）	全備質量	12.3ton
	推進薬量	10.8ton
	推力	371.5kN（真空中）
	全燃焼秒時	105s
	比推力	300s（真空中）
	マスレシオ	0.927
第３段（固体モータ：KM-V2b）	全備質量	2.9ton（基本形態） 3.3ton（オプション形態）
	推進薬量	2.5ton
	推力	99.8kN（真空中）
	全燃焼秒時	90s
	比推力	301s（真空中）
	マスレシオ	0.92
小型液体推進系（PBS）	全備質量	3段質量（オプション形態）に含む
	推進薬量	0.1ton
	比推力	215s（連続）

PBS：ポスト・ブースト・ステージ

２．イプシロンロケットの概要

【意義・目的】

- ■ 小型衛星の更なる利用促進のために、実機コストの格段の低減を目標
- ■ 小型衛星・小型ロケットによる新たな市場を喚起し、着実に拡大するには、早期に打上げ実績を重ねつつ、段階的に低コスト化を図る
- ■ 上記に先立ち、以下の4つに対応する方策として、Ｍ－Ｖ及びＨ－ⅡＡで培った技術を最大限に活用したイプシロンロケットを平成25年度に打上げ
  - ① 小型衛星の打上げ要望への対応
    （小型衛星の機動的打上げ手段を早期獲得と自律的かつ安定した打上げ手段の提供）
  - ② Ｍ－Ｖ開発完了後13年進展のない固体ロケットシステム技術の継承と発展
  - ③ 輸送系共通基盤技術の先行的実証
  - ④ 将来の輸送系・固体技術の人材育成

（平成22年SAC推進部会事前評価資料から抜粋）

【目標】

項目	イプシロンロケット （目標）	Ｍ－Ｖロケット （実績）
軌道投入能力 ・地球周回低軌道 ・太陽同期軌道 ・軌道投入精度	 １２００ｋｇ ４５０ｋｇ 液体ロケット並み （太陽同期軌道 ・高度：５００±２０ｋｍ ・軌道傾斜角：９７．４±０．２°）	 １８００ｋｇ － －
打上げ費用	３８億円	約７５億円
射場作業期間 （１段射座据付け～打上げ翌日まで）	７日	４２日
衛星最終アクセスから打上げまで	３時間	９時間

2. イプシロンロケットの概要

M－V・H－ⅡAからの技術の流れ

我が国が独自に蓄積した
固体ロケットシステム技術の
継承・発展

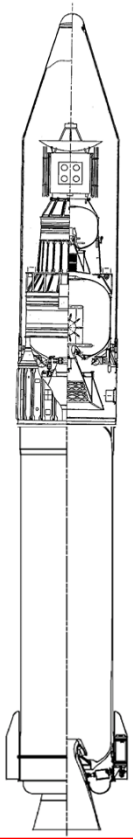
機器・部品・技術の共通化による
－　調達、信頼性、品質の安定化
－　開発コスト低減
－　実機コスト低減

・上段特有の高性能モータ技術
・モータケース低コスト化改良

キックステージ改良

3段モータ改良

・最適設計・性能評価技術
・推進性能予測技術
・製造技術
・信頼性・品質保証技術
・誘導制御技術



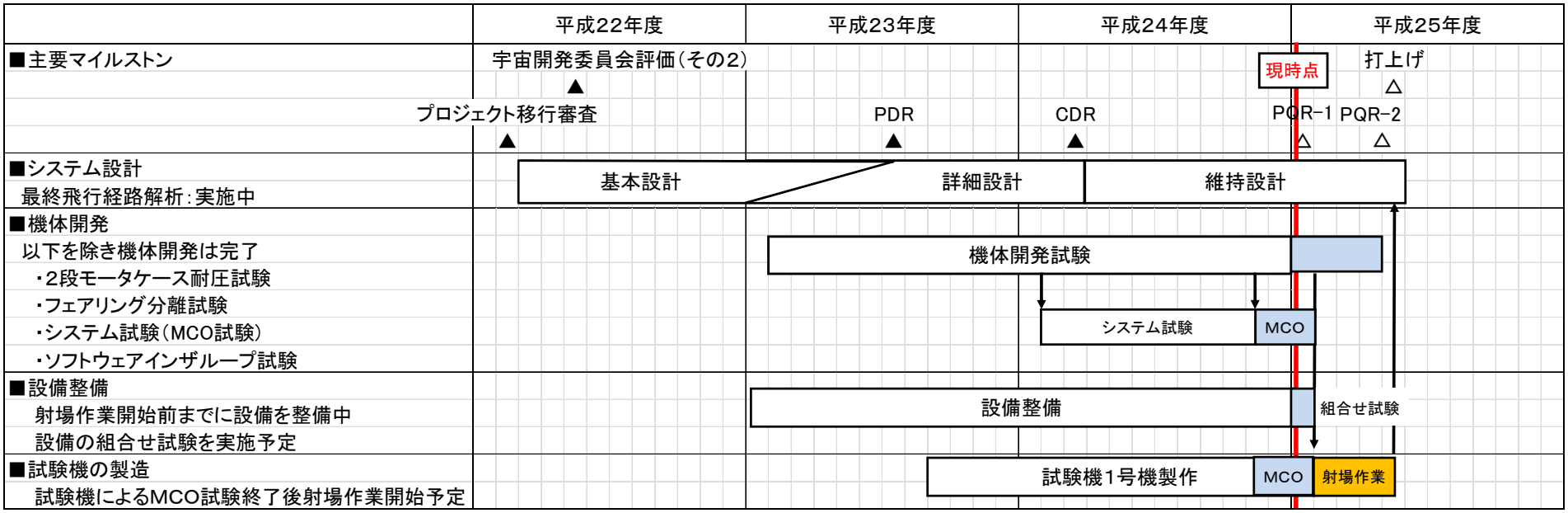
・技術基盤の共通化
（機動的な即応打上げ技術、
フェアリング水没化技術　等）

・H－ⅡAとの
機器・部品の共通化
（SRB－A、電子機
器・部品等）

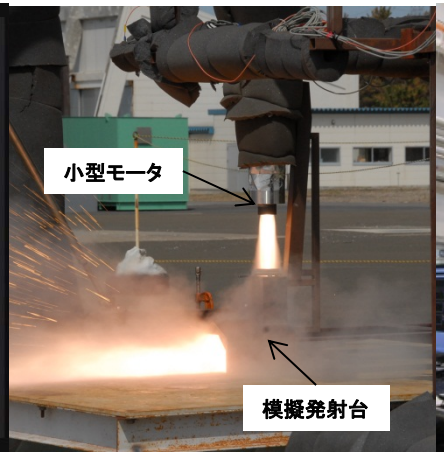
M－Vロケット　　イプシロンロケット　　H-IIA/Bロケット

3. 開発状況（開発スケジュール）

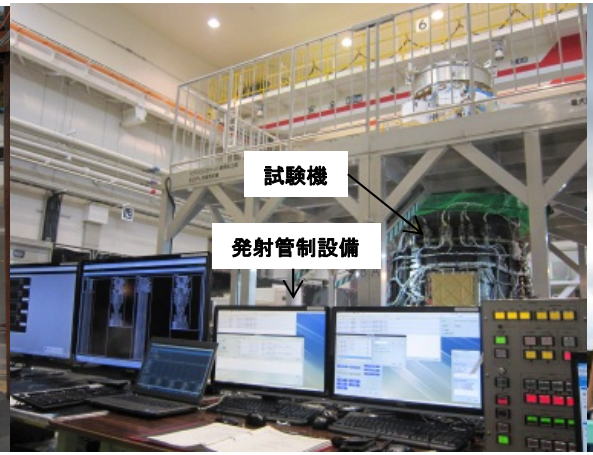
□ 平成22年度に開発に着手し、平成25年夏期の試験機打上げに向け、開発と試験機製造を実施中



風洞試験



模擬射点音響試験

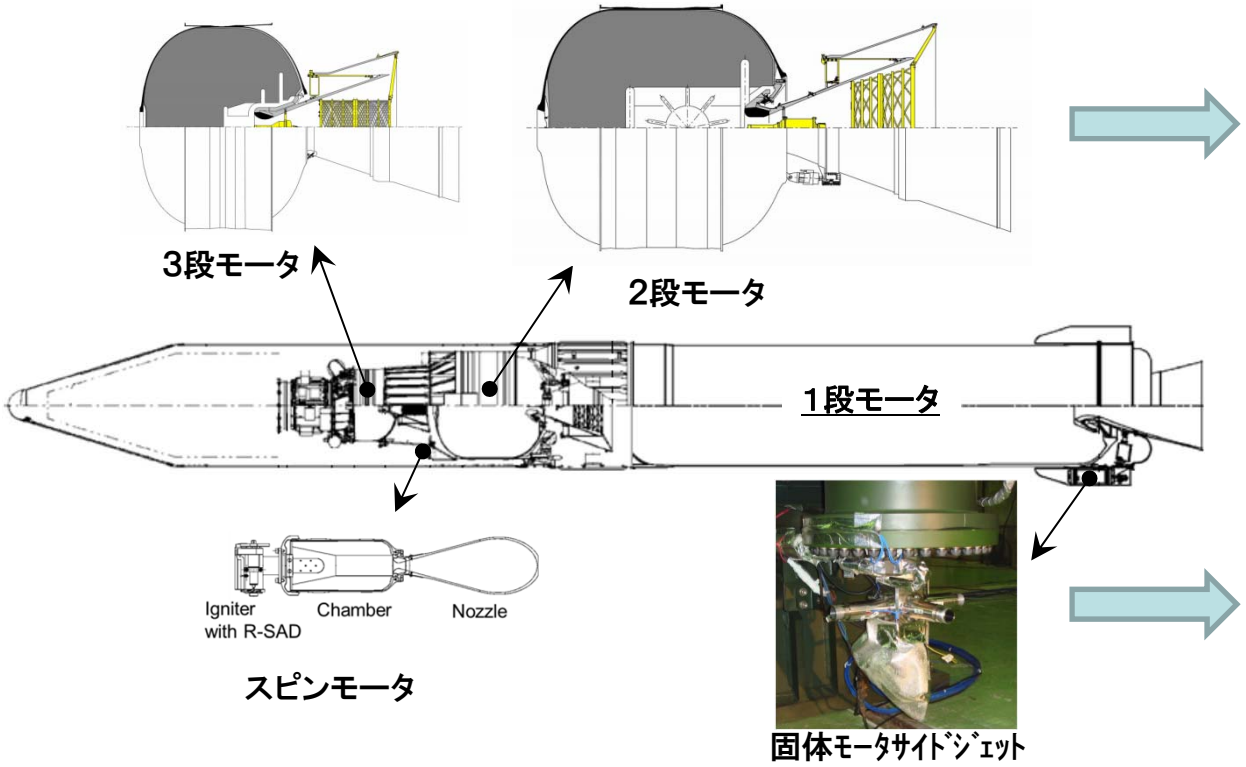


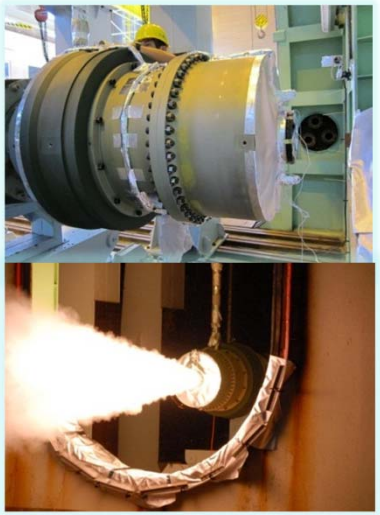
システム試験（MCO試験）

M整備塔改修

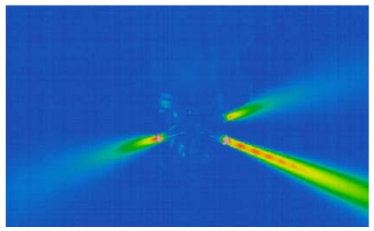
3. 開発状況（固体推進系）

系統	開発状況
1段モータ（SRB-A）	H-IIBのSRB-Aモータを使用。
2段モータ（M-34*c*）	M-Vの3段モータ、キックモータ技術を使用。サブサイズモータによる地上燃焼試験を実施。2段モータケースの認定試験を残し、開発完了。
3段モータ（KM-V2*b*）	
固体ﾓｰﾀｻｲﾄﾞｼﾞｪｯﾄ（SMSJ）	M-Vの技術をベースに新規開発。燃焼試験を実施して開発完了。
スピンモータ（SPM）	M-Vの技術を使用。開発完了。





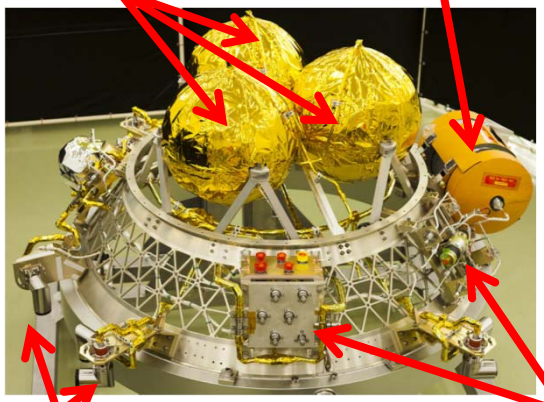
サブサイズモータ燃焼試験



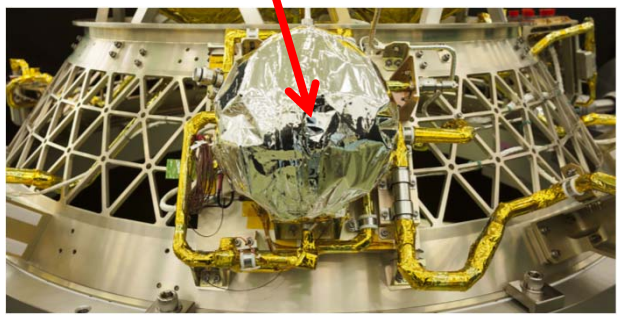
固体ﾓｰﾀｻｲﾄﾞｼﾞｪｯﾄ燃焼試験

3. 開発状況（液体推進系）

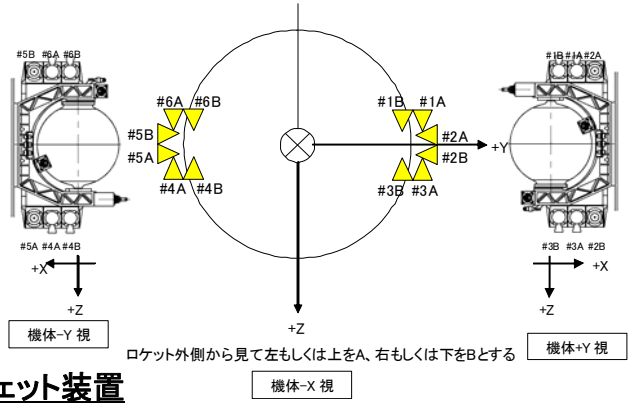
系統	開発状況
PBS推進系（姿勢制御・速度調整用）	H-IIA・Bの第2段ガスジェット装置の技術をベースに新規開発。開発完了。
ラムライン制御系（3段燃焼中の姿勢制御用）	
2段ガスジェット装置 （2段燃焼中の姿勢制御用）	M-Vのサイドジェット装置の技術をベースに新規開発。開発完了。



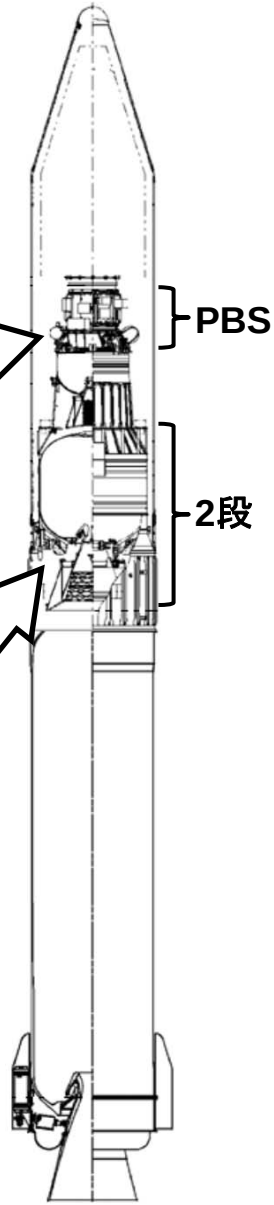
PBS推進系



ラムライン制御系



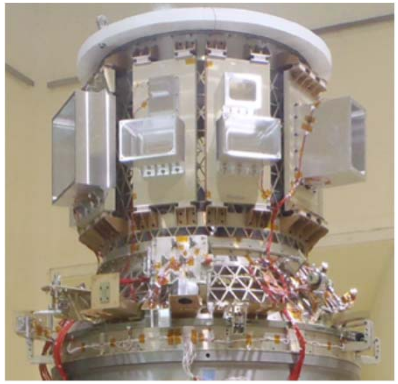
2段ガスジェット装置



3. 開発状況(構造系)

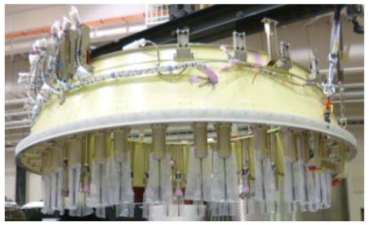
■ PBS機器搭載構造、衛星分離部を新規開発、後部筒はH－ⅡA技術、残りはM-V技術を使用。全構造体の開発完了。

【PBS機器搭載構造】
- アルミグリッド構造。
- シリンダ部にアビオ機器、コーン部にPBS推進系、ラムライン制御系を搭載。
- 後端で3段モータと分離するマルマン分離アダプタを搭載。

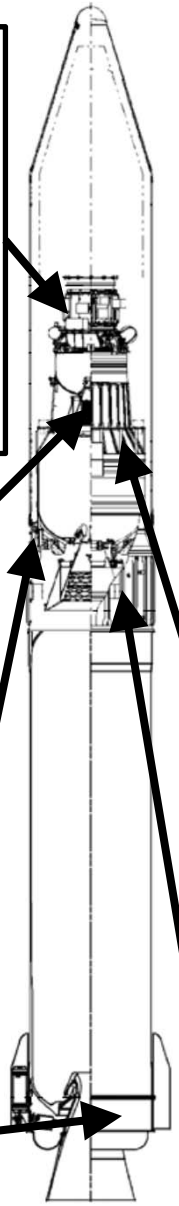


【2/3段接手】
- CFRP製スキン・ストリンガ構造
- マルマンバンド分離方式

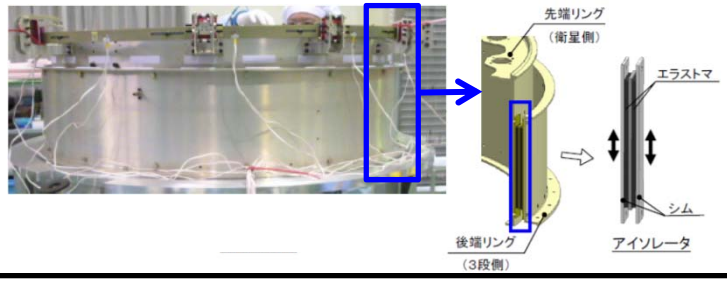
【1/2段接手】
- アルミ製スキン・ストリンガ構造
- マルマンバンド分離方式



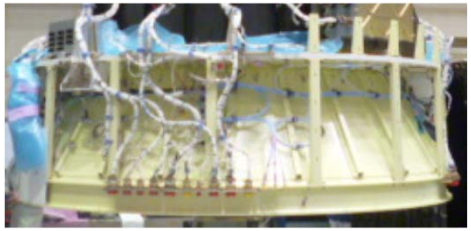
【後部筒】
- アルミ製セミモノコック(リング・フレーム構造)



【衛星分離部(制振機能付)】
- アルミ製二重円筒構造
- 44～56Hzの振動低減用アイソレータを挿入



【2段機器搭載構造】
- アルミ製スキン・ストリンガ構造
- アビオ搭載板は、CFRPスキン・アルミハニカム構造



【1段機器搭載構造】
- アルミ製スキン・ストリンガ構造
- 内面にアビオ機器を搭載

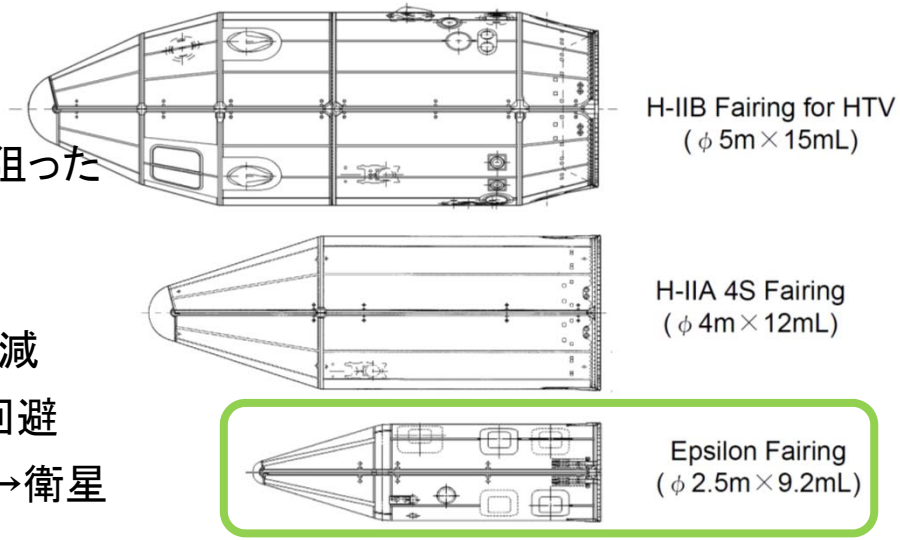
3. 開発状況（フェアリング系）

■ 概要

- H-IIA/Bの開発経験を活用した効率的開発。
- ユーザーフレンドリネス、運用性、コスト低減を狙った新規技術の開発。

■ 主な新規技術

- コーン・シリンダ半殻一体パネル→組立工程低減
- 水没性パネル→着水後の船舶航行への影響回避
- クイックアクセスドア（閉め時間60分から20分）→衛星アクセス時間の確保
- シート貼付式断熱材→断熱材施工工程の簡素化



コーン・シリンダ半殻一体パネル

シート貼付式断熱材

PM強度剛性試験@KHI播磨

PM音響試験@JAXA TKSC

■ 開発状況

- 分離放てき試験（4月上旬実施）を残し、開発試験は良好に終了。

3. 開発状況（アビオニクス系）

◆ 短期間で効率的に開発し、高い信頼性を実現させるため、H－ⅡAロケット用機器やM－Vロケット搭載技術を最大限活用して構築

◆ 運用性向上のため、搭載点検系を新規開発

【誘導制御系】

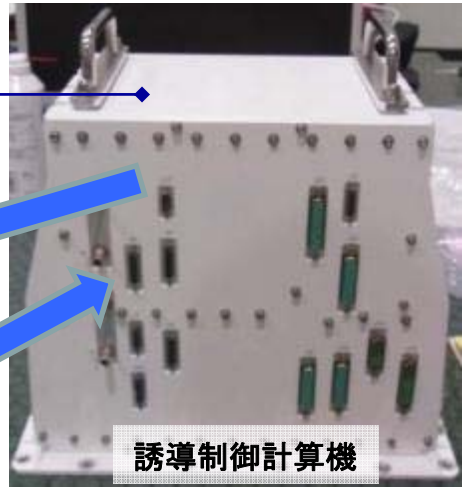
- H-ⅡA用機器の活用による開発期間短縮、信頼性・品質の安定化。

共通MPUボード

H-IIA固有機能

イプシロンロケット固有機能

必要機能の相違をボード交換で対応



誘導制御計算機

【計測通信系】

- M-V技術やH－ⅡA開発品を活用

【電力電装系】

- 電池：ロケット共通電池を使用
- 電力分配器：H-ⅡA技術等を活用

【搭載点検系】

- イプシロン用機器として新規開発
- 射場整備作業時の機体の状態監視や火工品回路の健全性確認機能を機体内に持たせ、射場整備期間短縮に貢献

➢ **ROSE**(Responsive Operation Support Equipment)
機体に搭載し、射場整備作業時の機体の状態を監視する。

➢ **MOC**(Miniature Ordnance Circuit Checker)
火工品回路の健全性確認を行う。
打上げ前には機体から取り外し、次号機以降も繰り返し使用する。

ROSE-M

機体状態監視機能
データHUB機能

ROSE-S

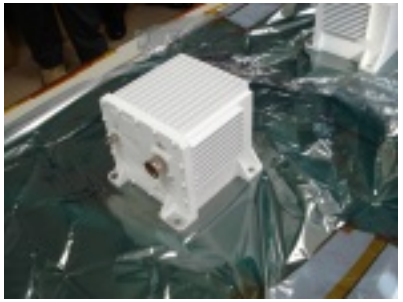
モニタデータ収集機能
電力制御機能

MOC

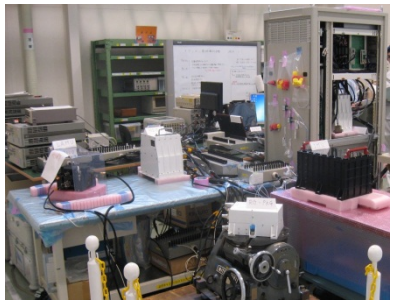
火工品回路点検機能
リフトオフ・分離　模擬機能

3. 開発状況（アビオニクス系）

- コンポーネントの開発は完了
- 電気系噛合せ試験及びモーションテーブル試験までは完了
- 全コンポーネントを集結したシステム試験（MCO試験）を実施中。



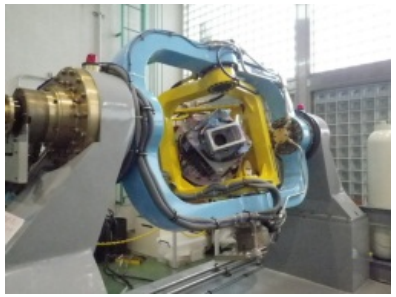
アビオニクス機器
開発試験
フライトソフトウェア
開発試験



ハード／ソフト統合試験

電気系噛合せ試験

システム試験（MCO試験）



モーションテーブル試験

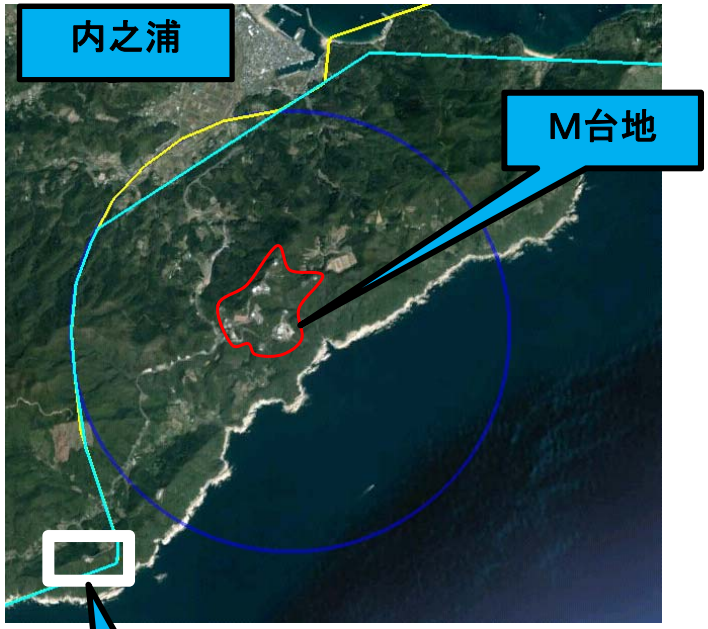
3. 開発状況（打上げ関連施設設備）

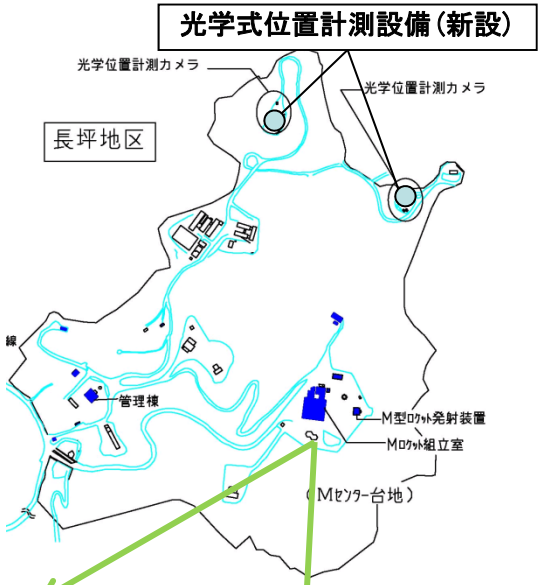
施設設備整備を実施中。

○Mﾛｹｯﾄ設備を最大活用
- ・M型ﾛｹｯﾄ発射装置　改修
- ・M組立室　改修
- ・宮原ﾚｰﾀﾞﾃﾚﾒｰﾀｾﾝﾀｰ　共用

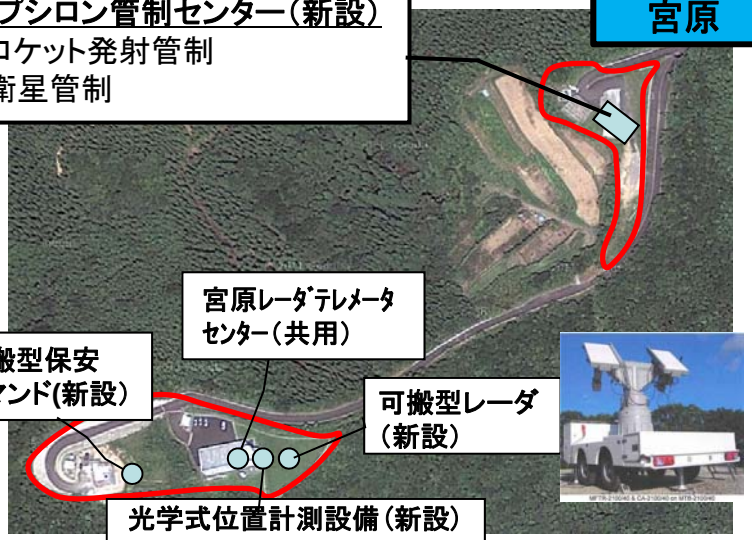
○基幹ロケット設備と共通化
- ・可搬型レーダ　新設
- ・可搬型保安コマンド　新設

○安全確保（警戒区域外管制）
- ・宮原多目的棟　新設





イプシロン管制センター（新設）
- ・ロケット発射管制
- ・衛星管制



M型ロケット発射装置(改修)
- ・全段組立、全段点検
- ・機体支持・射座への旋回
- ・射座機能（音響緩和）

M組立室(改修)
- ・ロケット各段組立点検
- ・衛星点検

３．開発状況（打上げ関連施設設備）

作業者最小化・点検時間短縮を目的として、発射管制設備を開発した。

発射管制設備は、以下の自動点検機能と自律点検機能を有し、パソコンとサーバでシステムを実現し、ネットワーク化することにより、場所によらない打上げ管制を可能とするものである。

- 自動点検機能：手順実行、閾値判定、作業記録を自動で行う機能
- 自律点検機能：動的アナログデータのトレンド評価、故障部位の特定等を行う機能

（自律点検機能は、試験機ではデータ取得を行い運用号機で実現する計画）

発射管制設備は、ハードウェアの製作を完了し、現在、工場にて機体のシステム試験（MCO試験）に供している。その中で、インプット定数の確立を行い、射場作業に使用する計画である。

４．打上げ準備状況

◆ 打上げに向けた射場作業のため以下の文書を作成している。要求や手順は現在実施中のシステム試験（MCO試験）結果を反映して必要時期までに整備する。

- ■ 射場作業計画書・要領書
- ■ 射場図面・射場要求・射場手順書

◆ 以下の作業等において要員訓練を行って作業の万全を期す。

① システム試験（MCO試験）
② M型ロケット発射装置のランチャ旋回試験
③ 打上げ関連施設設備の組み合わせ試験
④ １段モータ・ダミーを使用した射座据え付け訓練
⑤ 打上げ（Y－0）リハーサル

（①～④は5月中、⑤は打上げ直前に実施予定）

5. まとめ

◆ イプシロンロケットの開発、打上げ関連施設設備の整備、試験機の製造は順調に進行している。

◆ 今後、5月末頃に機体を射場に搬入し、組立、全段システム点検、打上げリハーサル等を実施する。

◆ その後、惑星分光観測衛星打上げ（試験機飛行実証）を行う。

各段モータ射場搬入・各段点検

↓

1段射座据付・全段点検

↓

打上げ（Y－0）リハーサル

↓

打上げ

参考

略語集

本資料で使用している略語を以下に示す。

PBS	Post Boost Stage	小型液体推進系
SRB-A	Solid Rocket Booster	固体ロケットブースタ
M-34c	ー	（イプシロンロケット2段モータの名称）
KM-V2b	ー	（イプシロンロケット3段モータの名称）
SMSJ	Solid Motor Side Jet	固体モータサイドジェット
SPM	SPin Motor	スピンモータ
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
MCO	Mission CheckOut	ミッションチェックアウト
FM	Flight Model	フライトモデル
PM	Prototype Model	プロトタイプモデル
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastic	炭素繊維強化プラスチック
ROSE	Responsive Operation Support Equipment	即応運用支援装置
MOC	Miniature Ordnance Circuit Checker	小型火工品回路点検装置

参考

サクセスクライテリア

【ミニマムサクセス】
試験機を打上げ、次号機までにフルサクセスのプロジェクト目標を確実に達成する方法とその実行計画が定められていること。

【フルサクセス】
試験機ペイロードを所定の軌道に投入し、下表のフルサクセス項目を全て達成可能なことを事後評価にて確認すること。

【エクストラサクセス】
フルサクセスに加え、下表のエクストラサクセス項目のいずれかを達成可能なことを事後評価にて確認すること。

項目	フルサクセス	エクストラサクセス
軌道投入能力 ・地球周回低軌道 ・太陽同期軌道 ・軌道投入精度	 １２００ｋｇ ４５０ｋｇ 液体ロケット並み	 １４００ｋｇ ５００ｋｇ －
射場作業期間 （１段射座据付けから 打上げ翌日まで）	７日	５日
衛星最終アクセスから 打上げまで	３時間	２時間