

再使用観測ロケット計画

Reusable Sounding Rocket Project

平成27年1月7日

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

小川 博之

再使用観測ロケット技術実証チーム

再使用観測ロケット計画の主目的

将来の大量高頻度宇宙輸送時代を早期に実現させるため、再使用有人宇宙輸送機や再使用軌道周回用宇宙輸送機の開発に比べて技術的ハードルの低い再使用観測ロケットを開発し、そこで得られる今までとは質的・量的に違う科学的・工学的成果によってロケットを再使用化することの Benefit を世の中に示す

ペイロード回収・再使用、大容量データ取得・ストレージ、
共通機器の再使用、資産蓄積、
システムの継続進化、
高頻度飛行、飛行の自由度、姿勢制御
低運用コスト

Game Changer

観測ロケット実験の目的

○地球大気・電離圏の観測

- ・ 衛星では不可能な低高度の直接観測(※)
- ・ 地上観測と連携して特定目的の現象を狙い打ちができる
- ・ 広い高度範囲の垂直構造の調査

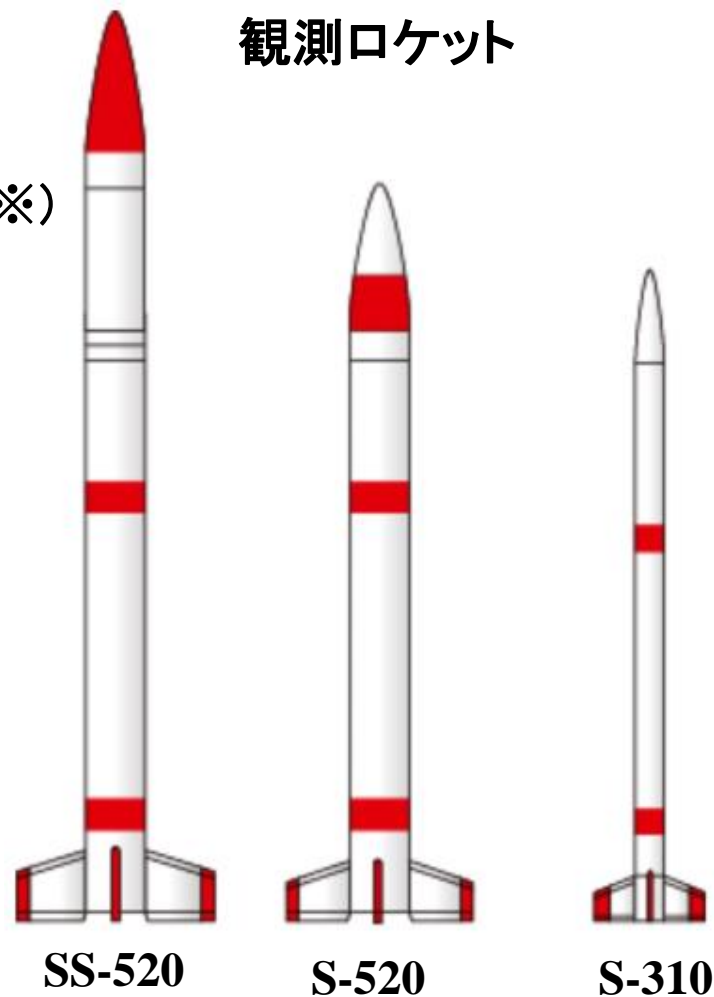
○衛星搭載観測器の予備実験

○宇宙工学実験

- ・ 宇宙空間特有の環境下での工学実験
- ・ 将来ミッションのための実証実験
 - ソーラーセイル展開実験
 - マイクロ波エネルギー伝送実験
 - 大気圏再突入実験
 - 回収システムの開発

○宇宙実験の人材教育

観測ロケット



※高度50~250kmは大気球も人工衛星も到達できない:

観測ロケットが唯一のその場観測手段 © JAXA

	頂点高度	ペイロード重量
S-310	150km	60kg



S-310クラスの性能の完全再使用化を目指す

既存の使い捨て観測ロケットの枠組みを利用でき、下記条件が満たされる:

- ・現実的な投資額 (～100億)
- ・技術的現実性 (5年程度の開発期間)
- ・運用に実利用が伴う (技術実証の実験機で終わらない)
- ・継続した輸送需要が見込める (同上)

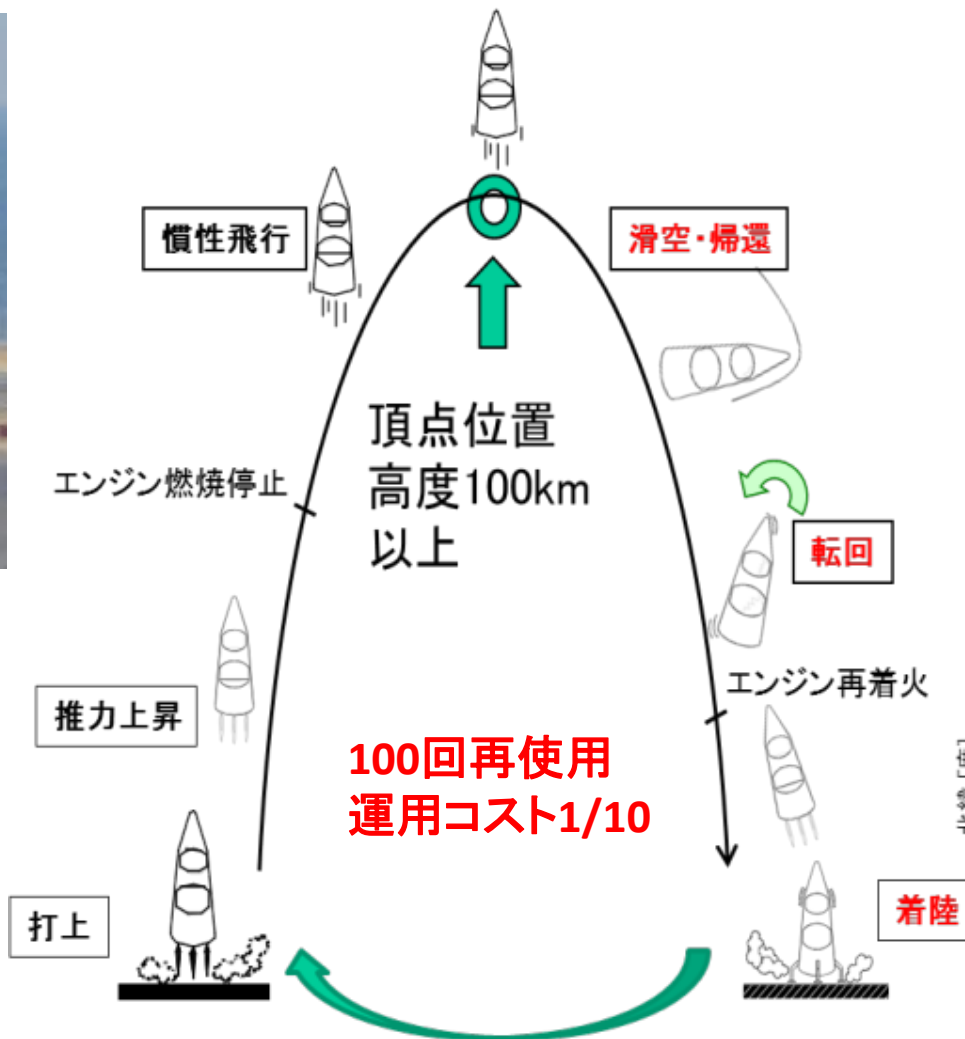
- ・従来とは質的・量的に異なった科学的成果・工学的成果が望める

開発した機体の実運用により、再使用の「メリット」を世の中に示すことができ、**将来輸送系への研究開発への理解を促すことができる。**

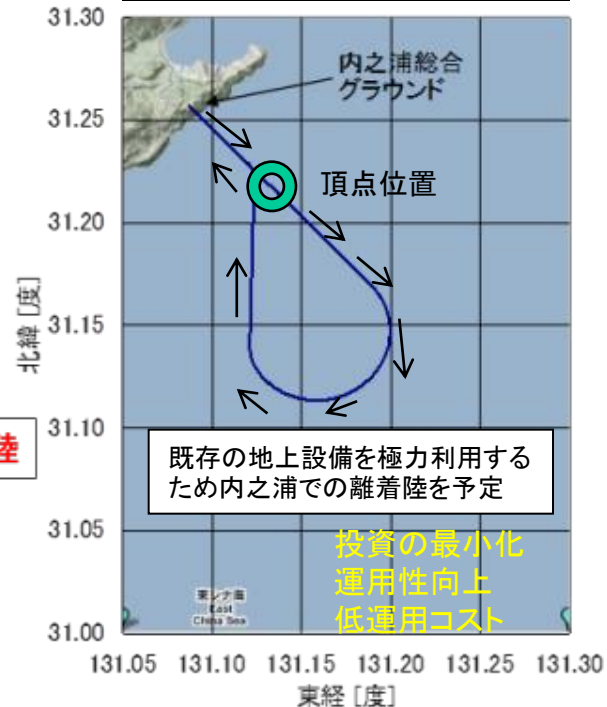
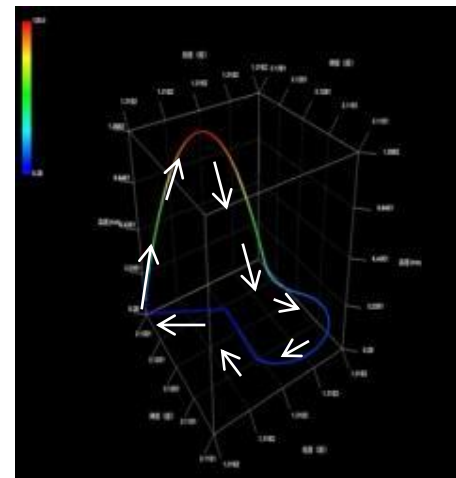


機体概略図(案)

全長	13.5 m
機体直径	3.0 m
全備重量	11.5 ton
乾燥重量	3.8 ton



エンジンが1基故障しても安全に
発射点に帰還できるシステム



FY10-15 FY16 ----- FY22 ----- FY27 FY28 ----- FY31 FY32 ----- FY40



Pre-PhaseA

概念検討、技術課題の洗い出し
システム／要素技術研究

技術実証プロジェクト

概念設計、要素試験

開発フェーズ

設計
製作
地上試験
飛行試験

定常運用フェーズ

定常運用

再使用観測ロケットWG

実践的なシステム／要素技術研究
技術課題の抽出

再使用ロケットの研究 RVT#1-#3

設計解析、運用実験、飛行実験、基礎研究の成果を相互にフィードバック

コンパクトな繰り返し実験運用が可能な環境を活かした実践的な基礎研究

- ・高頻度運用技術
- ・整備運用性向上
- ・エンジン高性能化
- ・システム軽量化
- ・ヘルスマネジメント
- ・統合推進システム
- ・機体システム知能化
- ・耐久信頼性向上

高頻度再使用宇宙輸送システムの研究

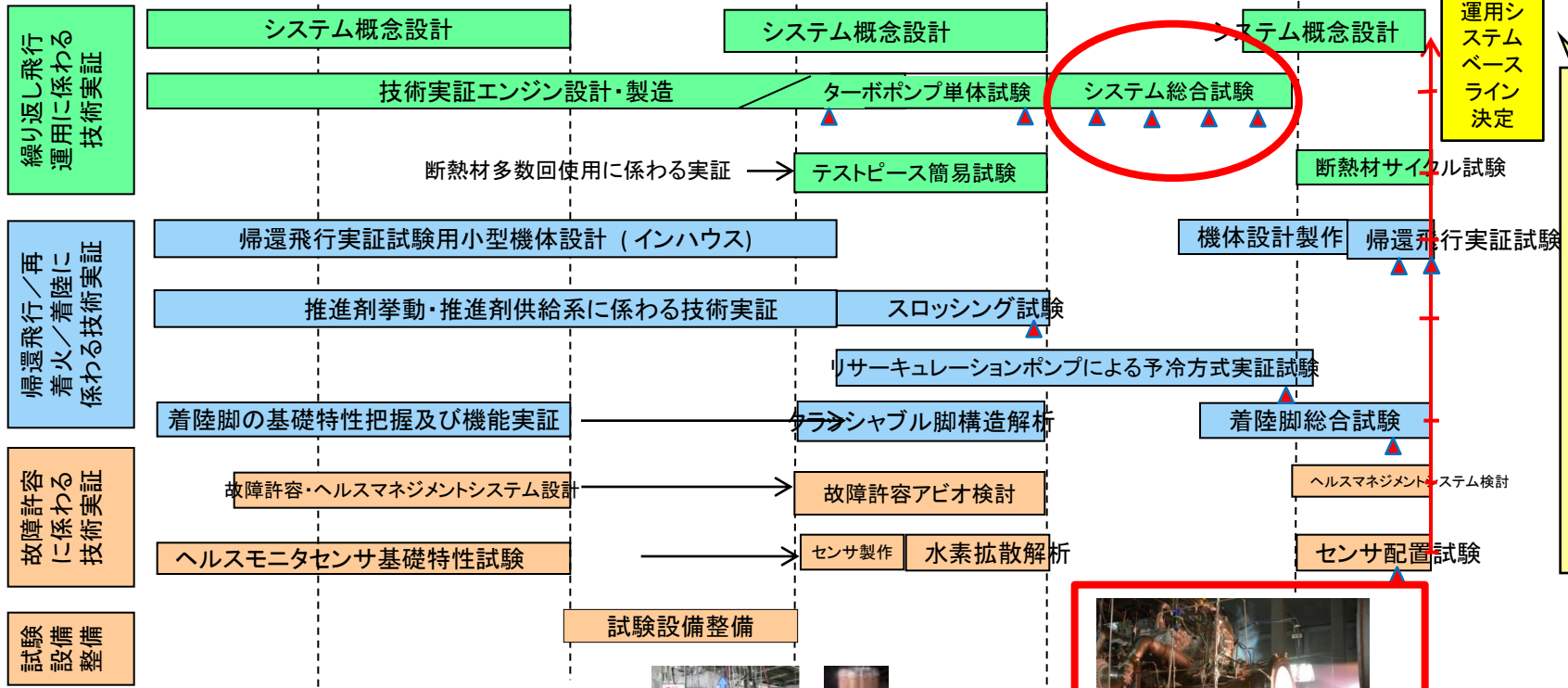




REUSABLE SOUNDING ROCKET

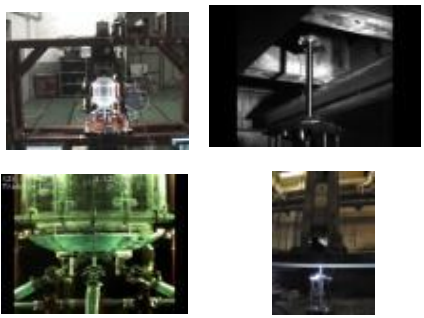
再使用観測ロケット技術実証計画

H22 H23 H24 H25 H26 H27



システム設計を大きく左右する技術課題の解決

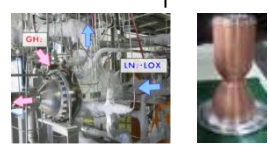
運用システム開発へ移行



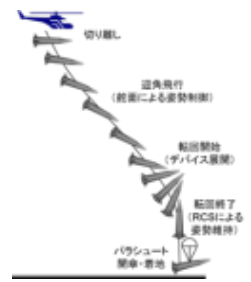
推進薬タンク試験・スロッシング・排液
着陸脚衝撃緩衝材基礎特性試験



ターボポンプ単体試験3月
燃焼器製造 11~3月
エンジンコンポーネント設計完了・製造着手
酸素・水素ターボポンプの製造完了(12月)
エンジン試験設備改修完了(12月)



機体システム設計 (サイジング・形状検討、運用、地上設備検討12~3月)
ヘルスマニタセンサ能力向上・製作 12~3月

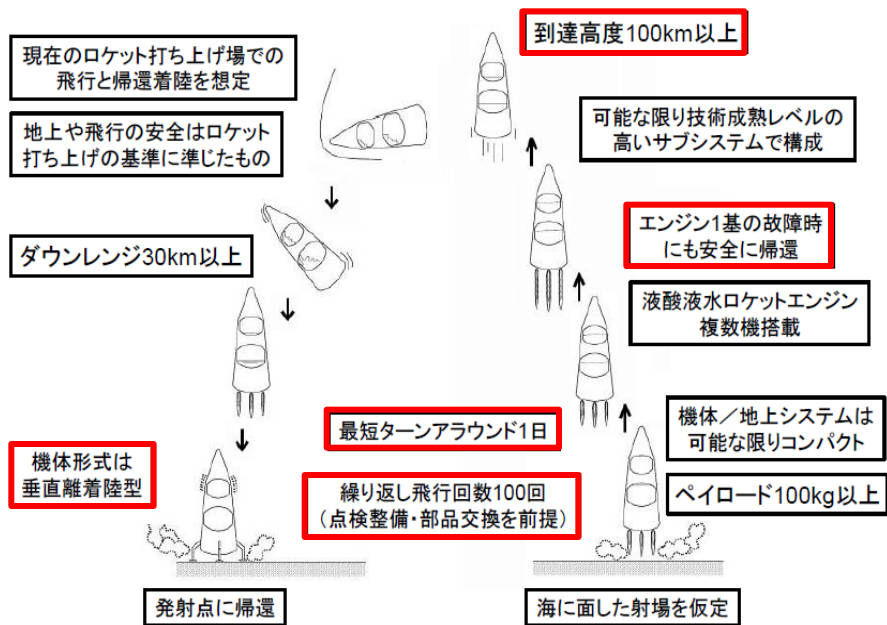


帰還飛行実証試験

リサーキュレーションポンプによる予冷方式実証試験
This document is provided by JAXA.

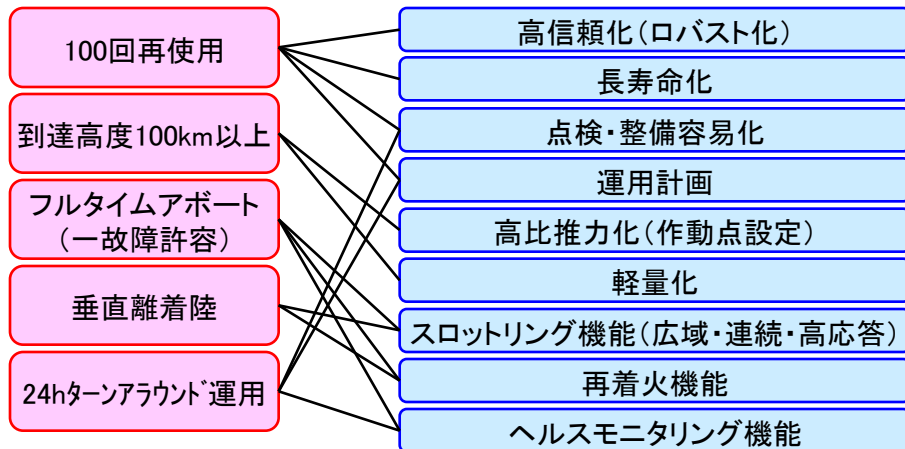
「機体システムの運用要求」を満たす「必要機能を備えたエンジン」を実現

- 再使用観測ロケットを実現するための運用要求整理
⇒ 5つの運用要求を抽出 (エンジン機能に関わるもの)
- 抽出したシステム要求をエンジン機能にブレークダウン
⇒ 9つの必要機能を抽出
- 必要機能の実現のための「配慮・工夫」を盛り込んだ設計
⇒ 技術実証試験にて必要機能の達成を確認・実証



運用要求 (システム)

必要機能 (エンジン)



エンジン

設計クライテリアの設定
余裕(6σ)のある作動点設定

水分混入防止のパージ

広範囲スロットリング
連続スロットリング

応答高速化

OTP

広範囲での安定作動
剛性ロータ化

軸受・シール交換容易な構造
点検ポート設置

ミキサー

安定な混合性能

燃焼室

長寿命設計

低推力時剥離しない膨張比

噴射器とボルト結合

点火器

内面点検ポート設置

噴射器

長寿命設計

低推力時でも噴射差圧確保

燃焼室とボルト結合
噴射面取り外し可能

- …壊れにくいエンジン
- …大気中の再着火
- …スロットリング
- …点検・整備容易化
- …アポート

FTP

ストップシールの採用

広範囲での安定作動

軸受交換容易な構造
点検ポート設置

バルブ

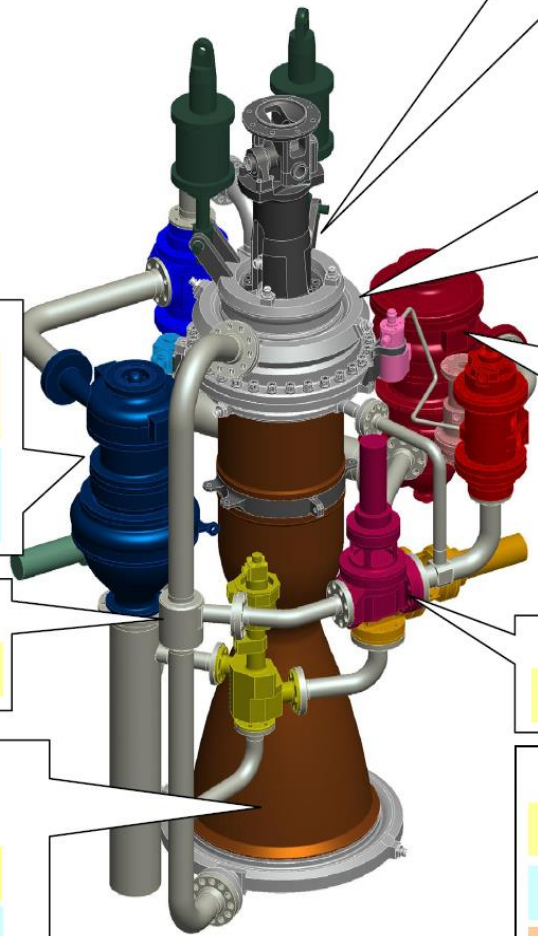
電動バルブによる連続制御

電気系

推力制御機能

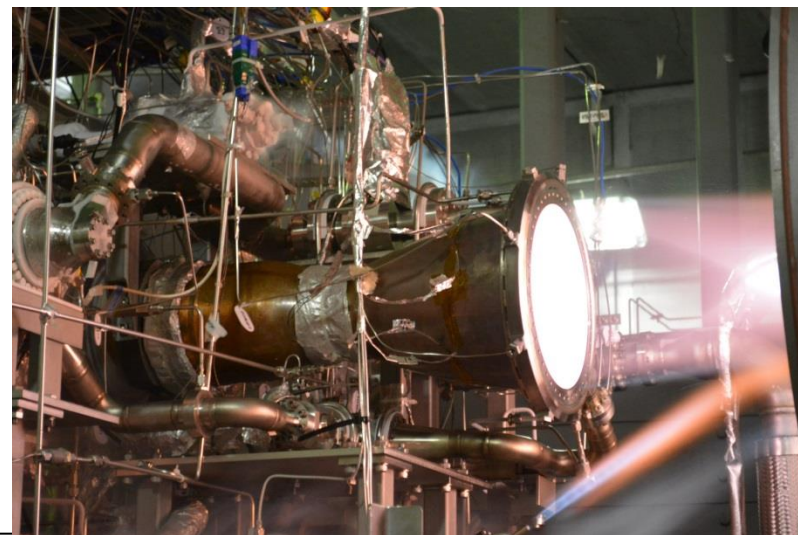
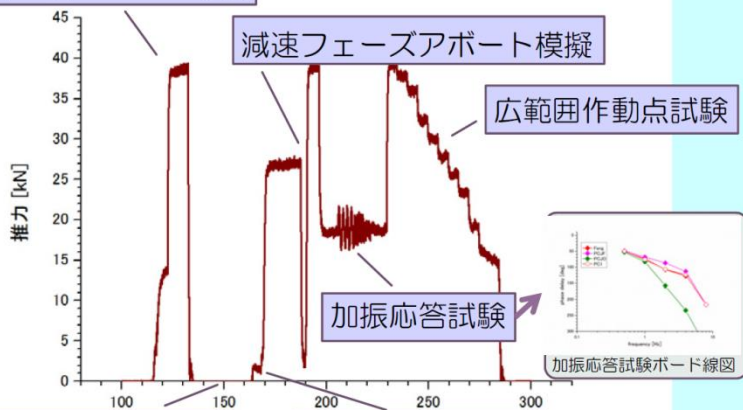
自動点検機能

故障検知機能



試験項目		目的	試験内容(確認項目)	試験結果
I	ターボポンプ単体試験 (2013年度実施、16試験)	ターボポンプ単体性能を確認する	<ul style="list-style-type: none"> 想定作動範囲での作動状況 基本特性(揚程、効率) 吸込性能 振動特性 	<ul style="list-style-type: none"> 定格$\pm 6\sigma$での安定作動確認 各特性の取得 必要吸込性能の確認 特異な振動無し
II	基本性能確認試験 (2014年6月-8月、10試験)	システム燃焼試験にて基本性能を確認する	<ul style="list-style-type: none"> 着火、起動・停止 40%、70%、100%での定常性能 制御バルブ(TCV、MRCV、MFVT)特性 	<ul style="list-style-type: none"> 各作動点での性能確認 各制御バルブの特性取得
III	高度機能確認試験 (2014年10月-11月、15試験)	システム燃焼試験にて高度機能を確認する	<ul style="list-style-type: none"> 40%-100%での各推力レベル性能 ステップ推力制御指令応答性 アイドル作動 ノミナルフライトシーケンス作動 各推力レベルでの周波数応答性 各フェーズでのアボート能力 フィードフォワード/フィードバック制御性能 ヘルスマonitoring機能 	<ul style="list-style-type: none"> 各推力レベルでの安定作動確認 ステップ応答特性取得 アイドル作動含む通常フライトシーケンス作動確認 0.5Hz、1Hz、2Hz、4Hz、8Hzの加振応答特性取得 FF/FB制御による作動確認 HMによる吸込不良時の自動緊急停止確認
IV	寿命確認試験 (2014年12月-2015年1月)	システム燃焼試験にて100フライト相当の寿命耐久性を確認する	<ul style="list-style-type: none"> 100%推力での短秒時多数回着火試験 非破壊検査(目視、ボアスコープ、超音波探傷、X線CT検査) 	<ul style="list-style-type: none"> 実施中

通常上昇フェーズ模擬

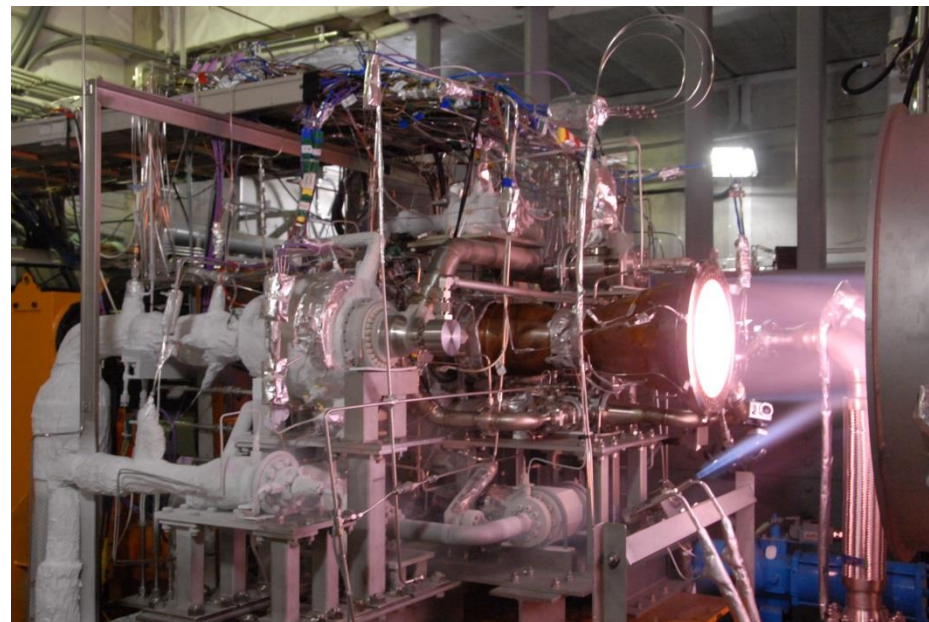




試験設備



燃焼試験の様子



今後ともよろしくお願いいたします。

