

2020年：H3ロケットの目指す姿

2015年7月8日

JAXA 第一宇宙技術部門
H3プロジェクトチーム
岡田 匡史

機体名称について

日本語名称: **H3ロケット** (エイチ・スリー・ロケット、英数字は半角、
H3とロケットの間にスペースなし、短縮形: H3)
英語名称: **H3 Launch Vehicle** (短縮形: H3)

■ 選定理由

- 大型液酸/液水ロケットの系譜("H"を継承)。
- H-IIAがH-IIの改良型であるのに対し、コンセプトを根本から見直したロケット(H-IICとはしない)。
- 国際競争力の要素である、信用度の確保("H"を継承)。
- ローマ数字(III)ではなくアラビア数字(3)とした理由は以下のとおり。
 - IIと混同しない明確さ
 - 報道などでの実質的な認知度・知名度

■ その他

- 呼称(愛称)の付与については、プライムコントラクタと別途検討する。

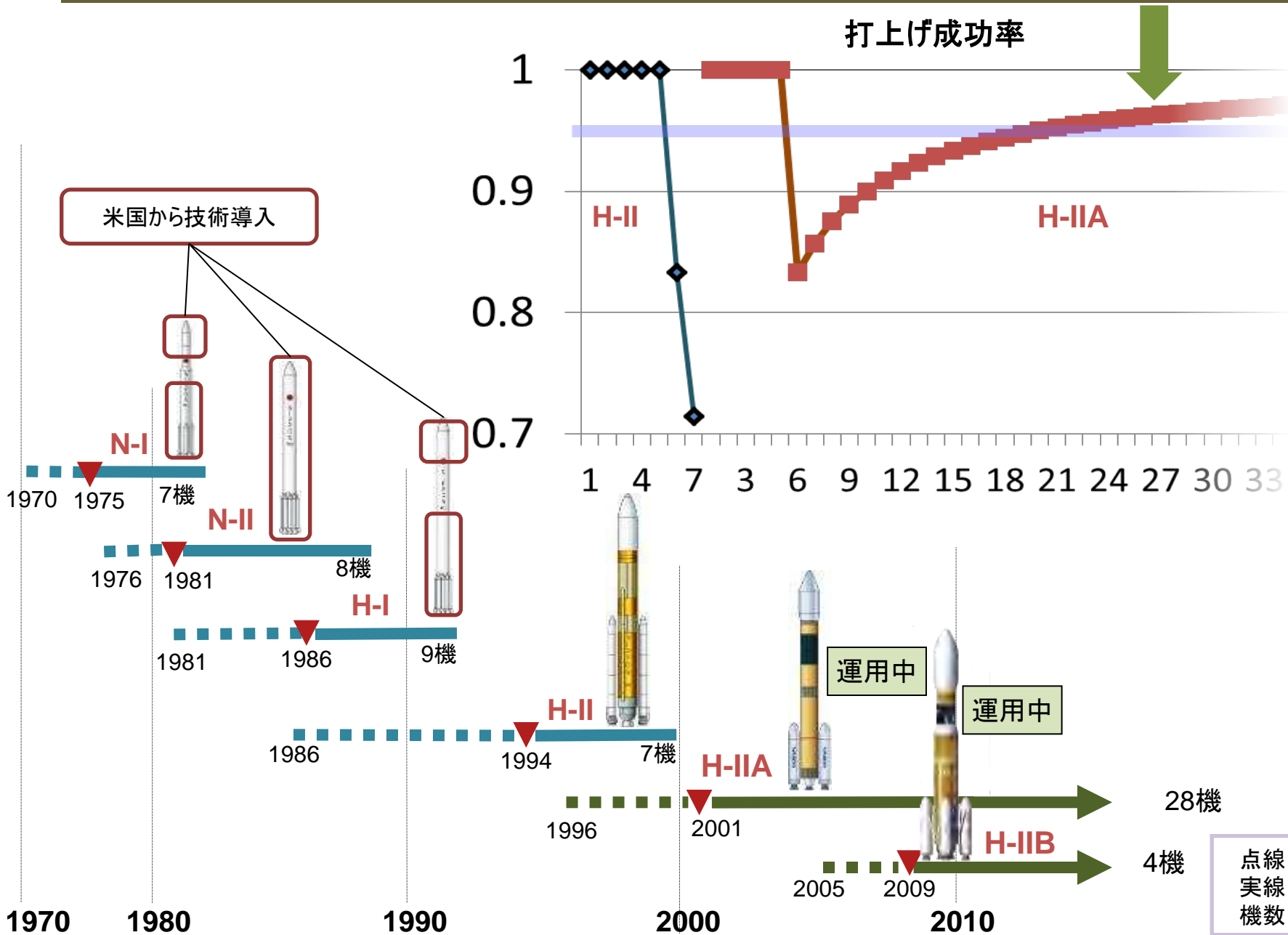
目次

- 現状と課題
- 新たな世界への転換
- H3ロケットとは？
- 開発・運用体制
- 今後の予定
- まとめ

2014年5月24日
だいち2号打上げ



世界最高水準の信頼性



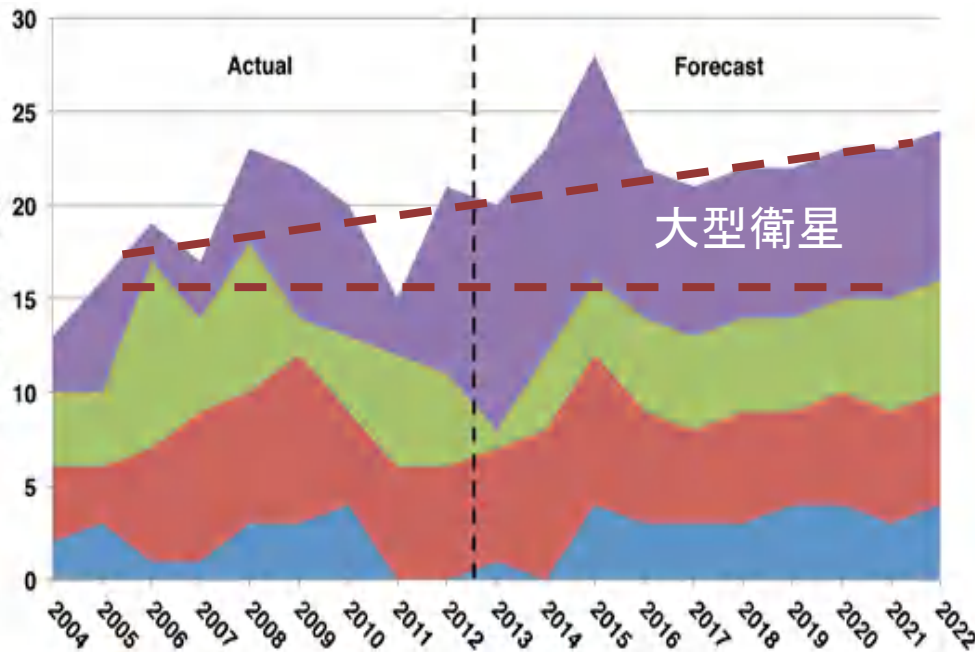
現状と課題

H-IIAロケットの課題

- 衛星の大型化
- 国際的な価格競争
- 設備の老朽化
- 開発機会の不足
- 打上げ機数の不足



- 打上げ能力不足
- 競争力低下
- 宇宙開発予算圧迫
- 技術者離散・技術力低下
- 企業撤退・産業力低下





Ariane 6

Angara

Falcon 9 v1.1

Vulcan

競合ロケット(現在)

アトラス5(米国)

- ロッキード社がアメリカ空軍の補助のもと開発したロケット。
- アメリカ軍やNASAの衛星打上げに利用。
- ロケットブースタの基数に応じた打上げ能力。



(C)ULA

ファルコン9(米国)

- スペースX社がNASAの補助のもと開発したロケット。
- NASAの国際宇宙ステーションへの物資補給に使用され、低価格で民間通信衛星の打ち上げ市場でシェア拡大。
- 2015年6月28日に打ち上げ失敗。原因究明中。



(C)SpaceX

アリアン5(欧州)

- ヨーロッパ各国が資金を出して開発したロケット。多くの民間通信衛星の打ち上げ実績。
- 大型のロケットで、一回の打ち上げで2基の衛星を打ち上げ。
- 後継のアリアン6の開発が決定。



(C)Arianespace

プロトンM(ロシア)

- ロシアが打ち上げるロケット。1960年代から改良しながら使用。
- 近年打ち上げ失敗が増加。
- 2020年以降に後継のアンガラロケットへ移管予定。



(C)Roscosmos

競合ロケット(2020年頃)

バルカン(米国)

- ULA社が開発を発表したロケット。アトラス5ロケットを継承。
- ロケットエンジンのロシアへの依存を断ち切るとともに、打ち上げ費用を抑制。
- 試験機の打ち上げは2019年。



ファルコン9R / ヘビー(米国)

- ファルコン9をベースに、再使用型であるファルコン9Rと、重量級打上げ機ファルコンヘビーを開発中。
- 再使用に関して、宇宙ステーション補給ミッション後のロケットで海上プラットフォームへの着陸実験を実施。
- ファルコンヘビーの初打ち上げは2015年を予定。開発状況は不明。



アリアン6ロケット(欧州)

- アリアン5の後継としてヨーロッパが開発しているロケット。
- 衛星の重さや数に応じた2つの機体形態。
- 製造企業の統合などの体制の変更によって、ロケット製造費用を低減。
- 試験機の打ち上げは2020年。



アンガラロケット(ロシア)

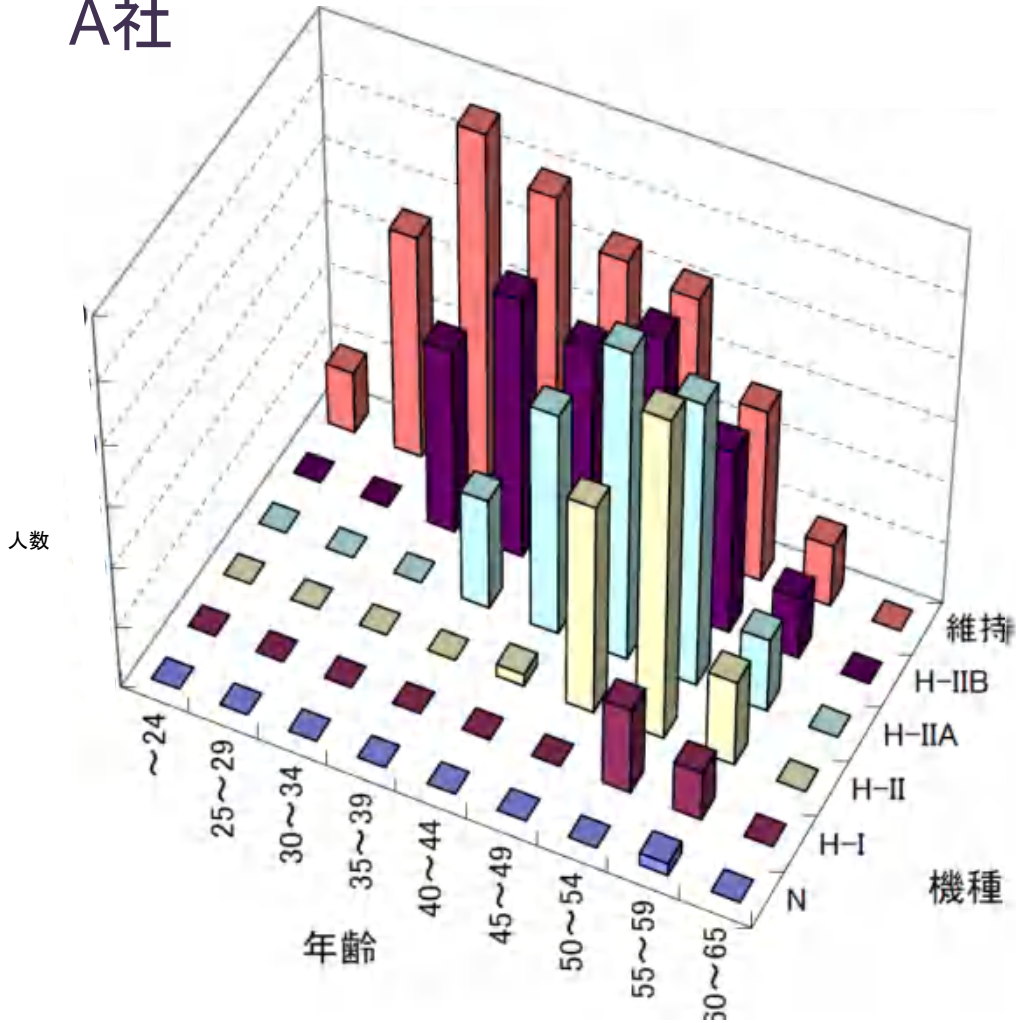
- ロシアがプロトンなど複数のロケットの後継として開発しているロケットで、有毒でない燃料を使用。
- 小型から大型までの機体を共通化することで製造費用を低減。
- 試験機は2014年に打ち上げ。



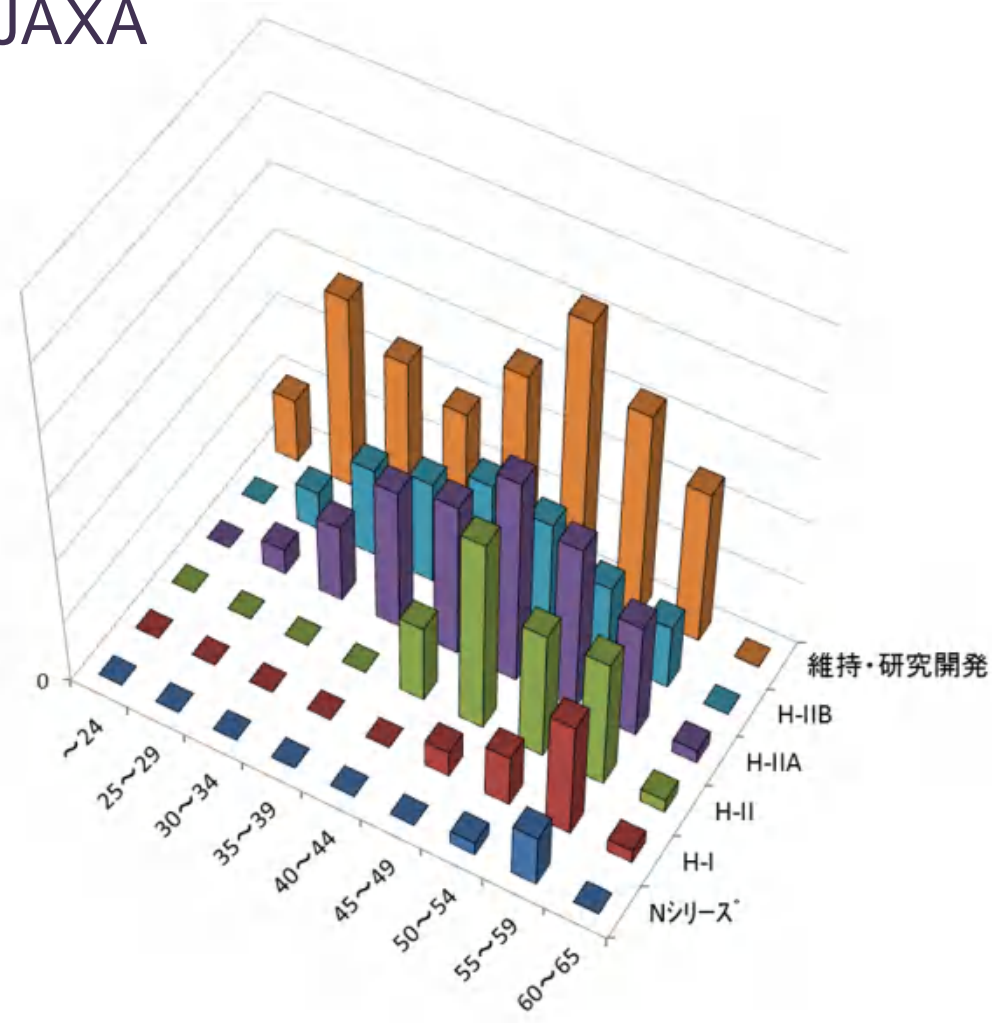
ロケット技術の継承

@2012

A社



JAXA

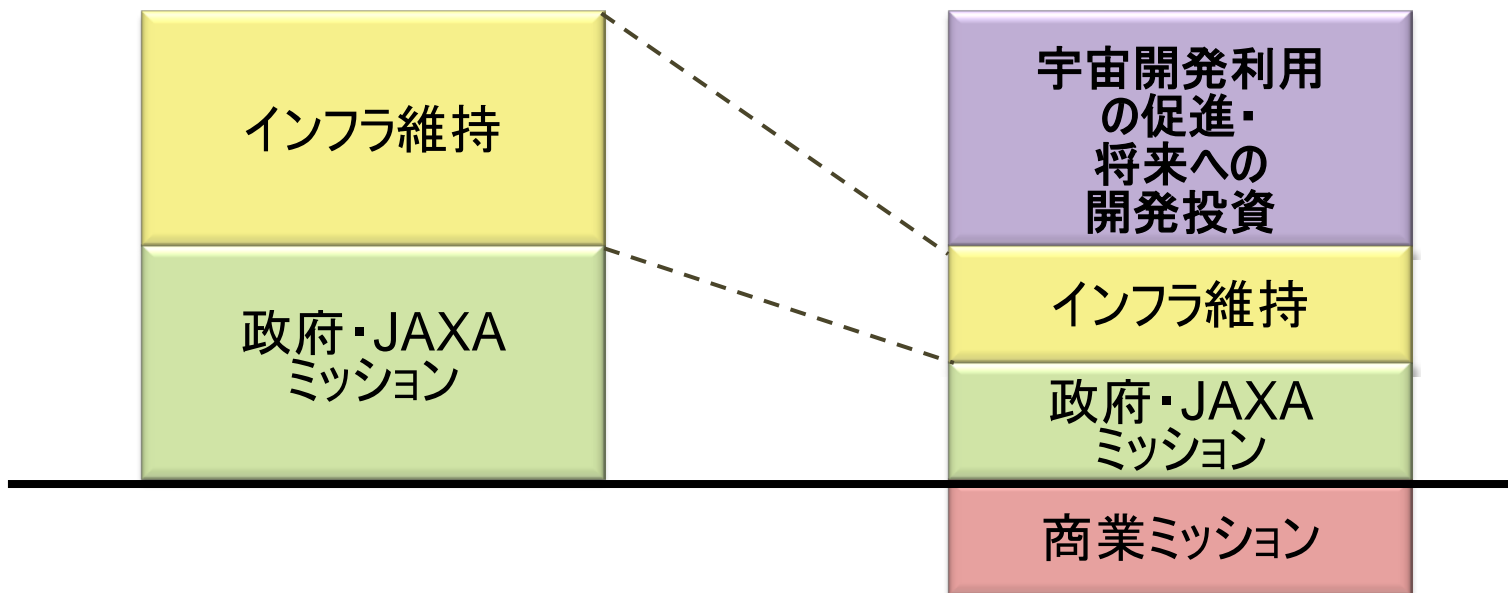


新たな世界への転換

- 自立的で持続可能な輸送へ
- 政府の方針

自立的で持続可能な輸送へ

- このままでは、**10年後には輸送手段が維持できなくなる**危機的状況
- 新型ロケットの開発により**自立的で持続可能な世界への転換**が急務
 - 必要な時に独自で打上げられる宇宙輸送システム(自立性)
 - 輸送コストの抜本的低減、宇宙開発利用の促進、将来への開発投資(持続性)



政府の方針

- 自立性の確保
 - 政府衛星の打上げ能力の確保
 - 固体燃料ロケット技術の確保
- 国際競争力のあるロケット及び打上げサービス
 - 利用ニーズを踏まえた高い信頼性及び競争力のある打上げ価格の実現
 - 柔軟な顧客対応等を可能とするような国際競争力のあるシステム
- 官需をベースロード、民需獲得によって打ち上げ機数確保、効果的に産業基盤を維持向上
- 商業市場で競争力のあるシステムとするため、プロジェクトに民間事業者が主体的に参画

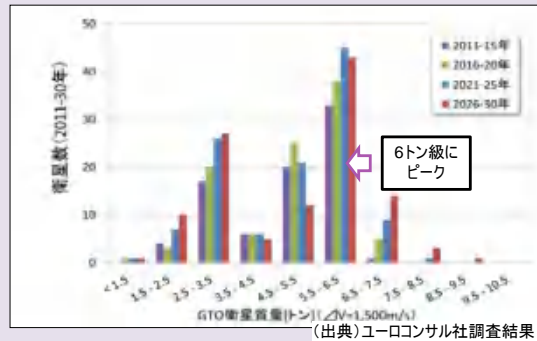
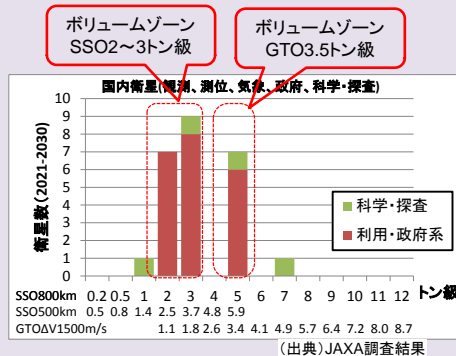
H3ロケットとは？

要求分析

需要動向分析

① 政府衛星

② 商業衛星



- GTO:3~6トン級まで幅広く、予測も不確定

競合分析



顧客要望(VoC)分析

■ ロケット選定の指標

- 最重要指標: 打上げ価格、信頼性
- 重要指標: 打上げスケジュールの柔軟性/確実性

■ H-IIAの評価(ネガティブ要素)

- 信頼性は高いが、「値段が高い」
- 強みが分かりにくい(営業活動における主張)
- 顧客のほとんどが国である印象(商業市場では経験も乏しく競合できない)

狙い

- 顧客の声(Voice of Customer)を実現することを第一に考えたロケット
 - 信頼性と価格の両面で世界トップクラスであるとともに、柔軟性などのサービス面に注力
- このようなシステムを実現するため、ロケット技術を集大成しつつ日本の得意分野の技術を融合

- ずっと手軽に、ずっと安心して使えるロケット
- これからの宇宙利用をささえるロケット
- 世界中の人たちが使いたくなるロケット

狙いからコンセプトへ

■ 抜本的なコスト低減:

- システムをモジュール化し、ライン生産(コア機体の共通化)
- 電子部品をはじめ民生品を活用

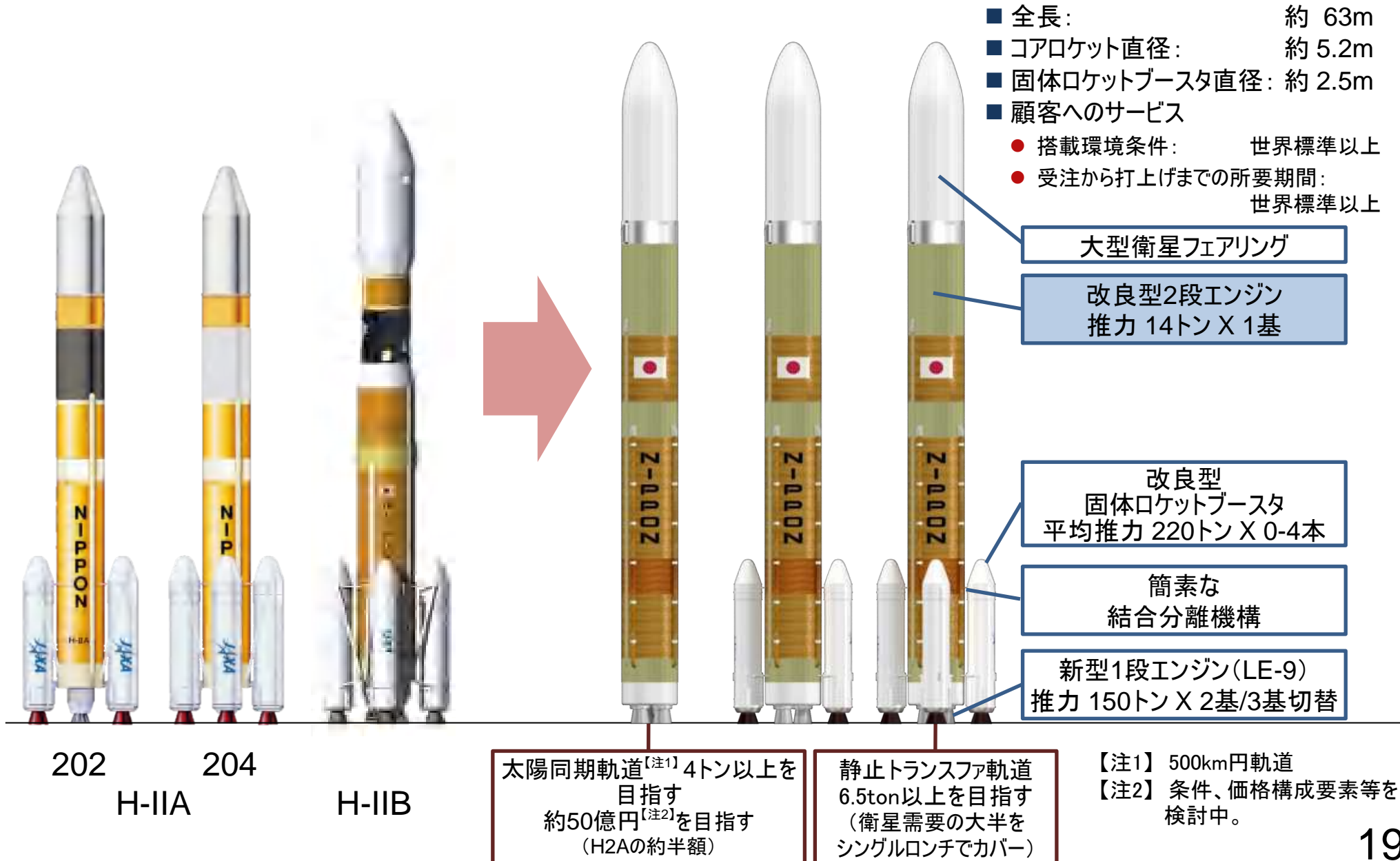
■ 高い信頼性:

- 新規開発の第1段エンジンに高信頼性開発手法を適用
- 耐故障性を追求したアビオニクスシステムの構成

■ 柔軟なサービス:

- 受注から打上げまでの期間短縮によるサービスの迅速化
- 打上げ間隔の半減による打上げ機会の拡大
- 射場における衛星のロケット搭載作業期間の短縮

H3ロケットのシステム概要



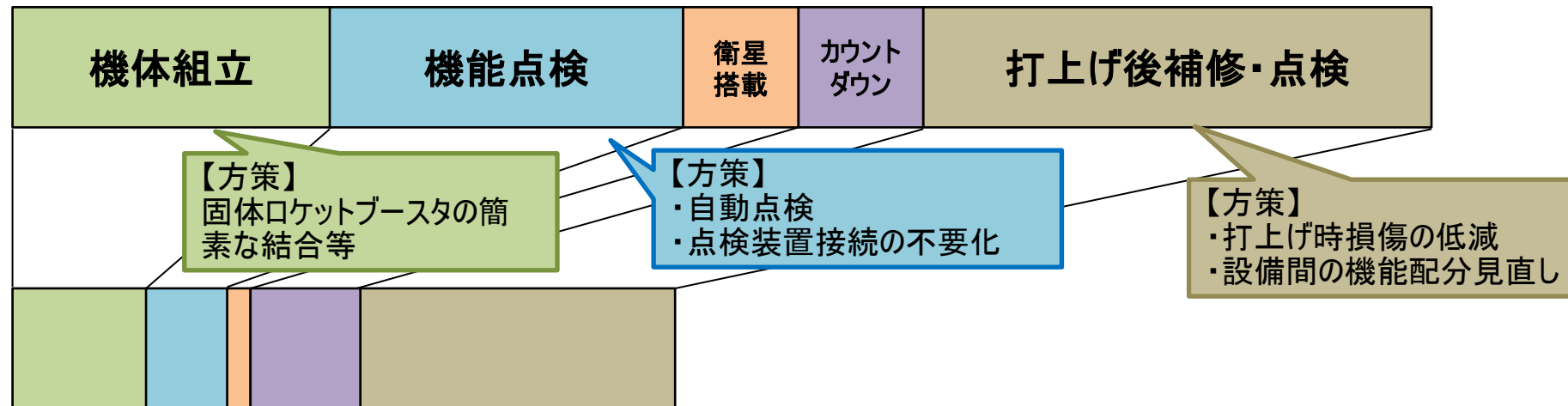
H3ロケットのシステム概要

■ 射場整備構想

- 射場整備の短縮化を目指し(イプシロンと同様の方向性)、複雑な液体ロケットに対し自動点検機能を積極的に取り込む(H-IIAとH-IIBロケットの運用経験を生かし、液体ロケット技術を発展)。

■ 射場整備作業期間【注】の比較

- H-IIAロケット: 53日(これまでの最短実績)



- H3ロケット: H-IIAロケットの半分程度

H3ロケットのシステム概要

■ 射場設備イメージ



追尾局

- 地上局アンテナ小型化
- 遠隔運用、集中管制化

発射管制棟
(竹崎エリアに移設)

- 点検の自動化により、要員大幅削減
打上げ当日の運用者は、H-IIAの
100～150名に対して 1/3～1/4以下

整備組立棟(改修)

- 新たな整備方式により運用を簡素化
横置きのまま部品を組み付け、起立させて組立
起立後の整備・点検作業を大幅に削減

移動発射台 /
運搬車(新製)

- 打上げ時損傷の最小化

移設

竹崎エリア

貯蔵供給設備
(流用)

射座
(H-IIB射座の改修)

吉信射点エリア

ロケット技術の集大成



■ H-IIロケット(1994)
大型液体ロケットシステム技術



■ 基幹ロケット高度化(2015)
長時間航行による打上能力向上



■ H-IIAロケット(2001)
ロケット運用技術・高信頼性



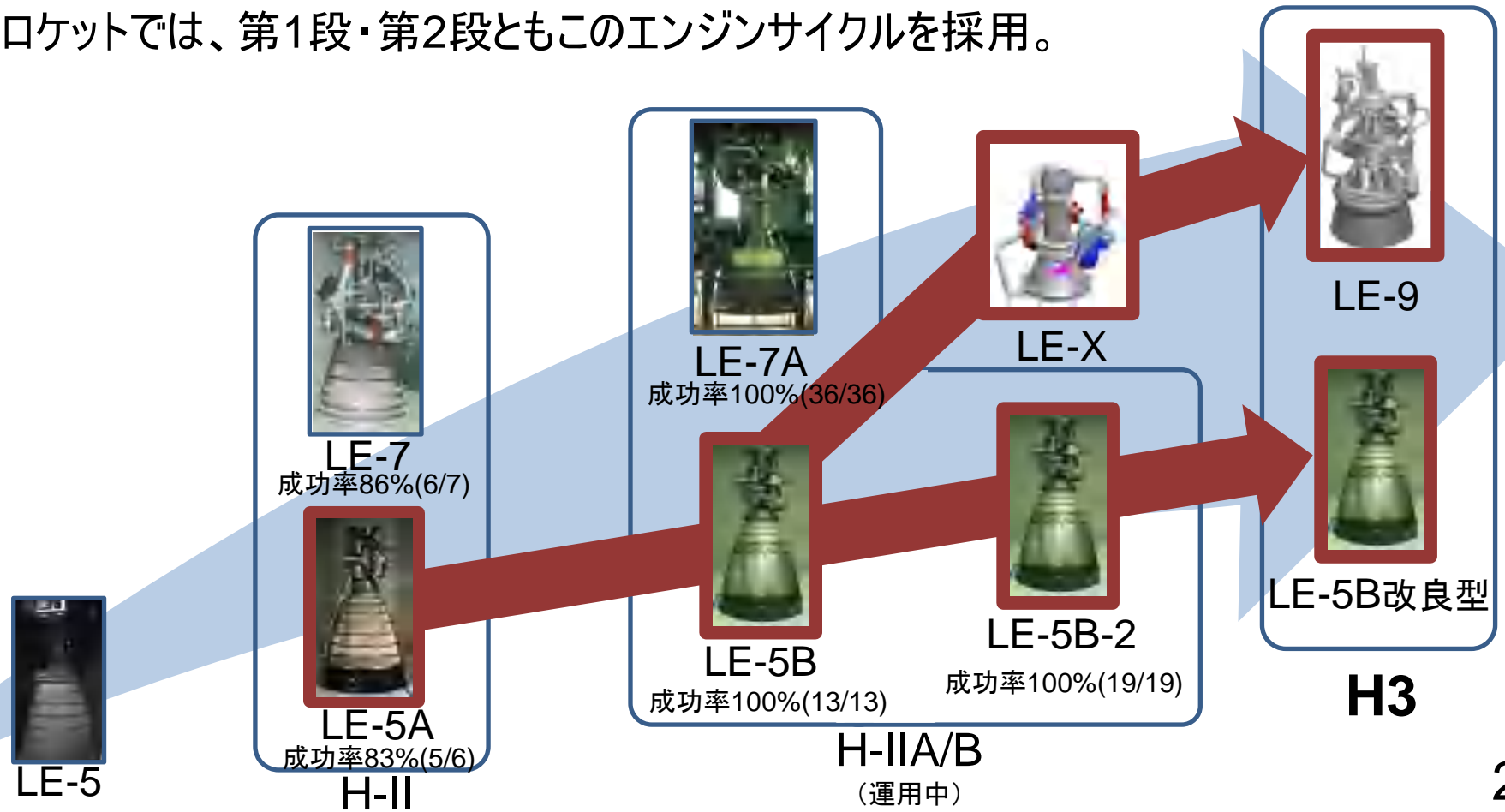
■ H-IIBロケット(2009)
ロケットエンジンクラスタ技術



■ H3ロケット

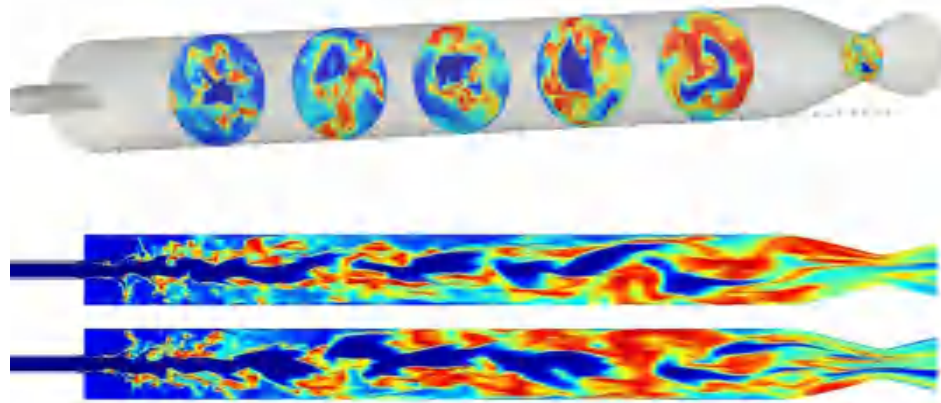
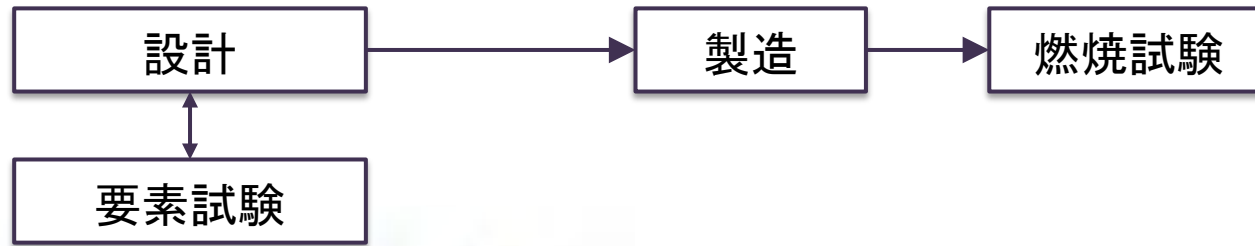
信頼性向上の取り組み

- エンジンはロケットの中で難度が高く、信頼性とコストを支配。
- 液体水素の高性能エンジン技術開発に注力し、欧米と同等以上の技術水準に到達。
- 現在運用中の2つのエンジンは、成功率100%。
- 独自のエキスパンダブリードサイクルエンジンは、簡素で本質的安全性と低コストを両立。
- H3ロケットでは、第1段・第2段ともこのエンジンサイクルを採用。



数値シミュレーション等を活用したエンジン設計

- 新たな開発手法で、開発を確実化し、高信頼性を作り込み

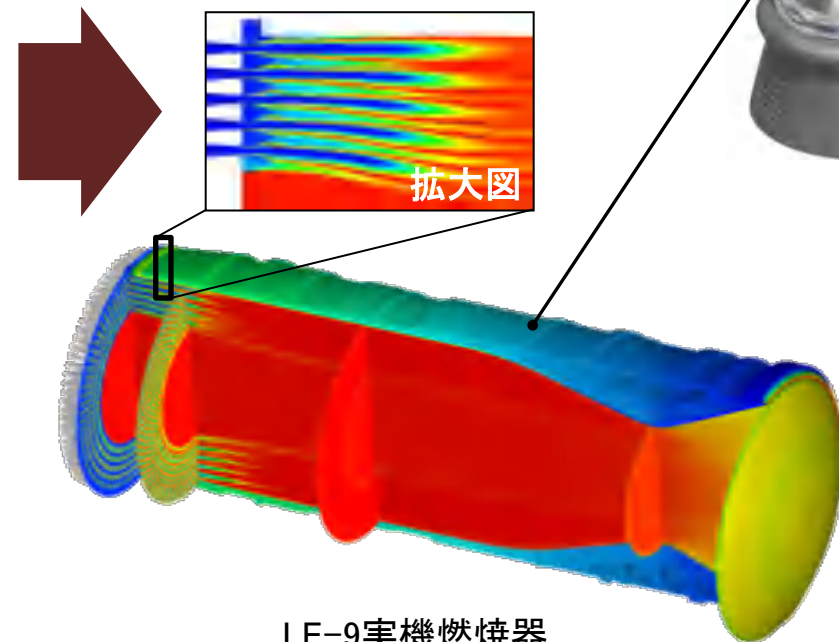


サブスケール要素試験の燃焼シミュレーションの例



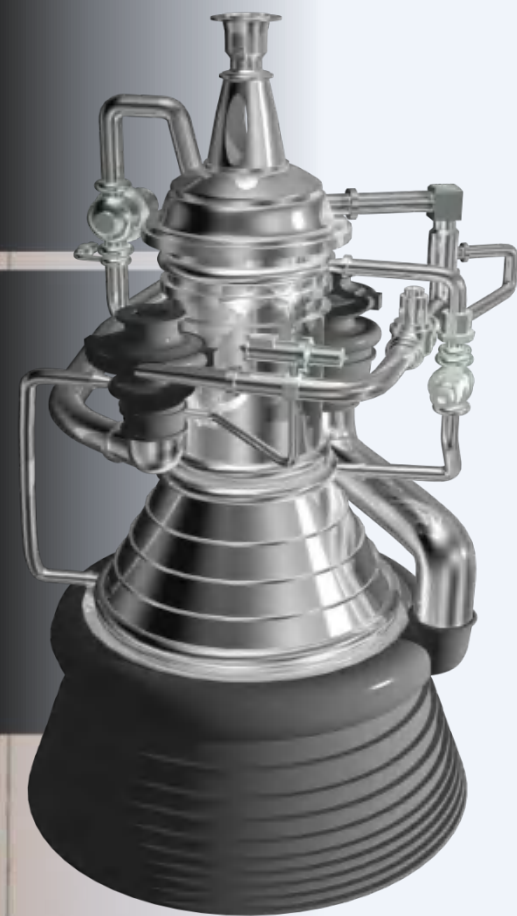
サブスケール要素試験

実機的设计へ
燃焼シミュレーションを活用



LE-9実機燃焼器

第1段エンジン:LE-9



LE-Xエンジン燃焼器単体試験

燃料: 液体酸素/液体水素 (1秒間にお風呂 5 杯分)
最高温度: 3,000 度 最高圧力: 大気圧の 200 倍
ガスの速さ: 音速の 4 倍 推力: ジャンボジェットエンジン 5 基分

コスト半減への取り組み

■ H-IIAロケットの経験に基づき、設計、製造、運用のあらゆる面を抜本的に見直し

■ 主なポイント

① システム構成の簡素化

- 第1段エンジンのサイクル変更・システム系統の簡素化による、部品数の削減
- 機能配分の見直しによる、搭載コンポーネントの削減

② 低コストの製造・運用コンセプトを設計段階で作り込み

- 機器・部品の共通化
- 準備作業や工程間の待ち時間を最小化し、作業工程を効率化
- 機体のモジュール化による、複数の機体形態の流れ生産（ライン化）
- 機体仕様の共通化による、ミッション毎の調整の最小化
- 簡素な固体ブースタ結合分離機構による、整備工程の短縮
- 自動点検・自律点検 による、整備工程の短縮

③ 日本の得意な技術の活用

- 民生部品（電子部品等）の積極的な使用
- 高精度で低コストの加工技術、品質管理技術

目指す運用コンセプト

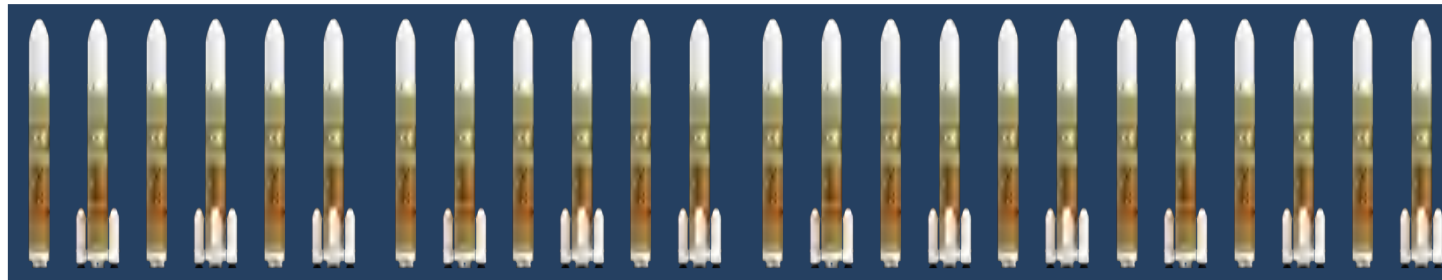
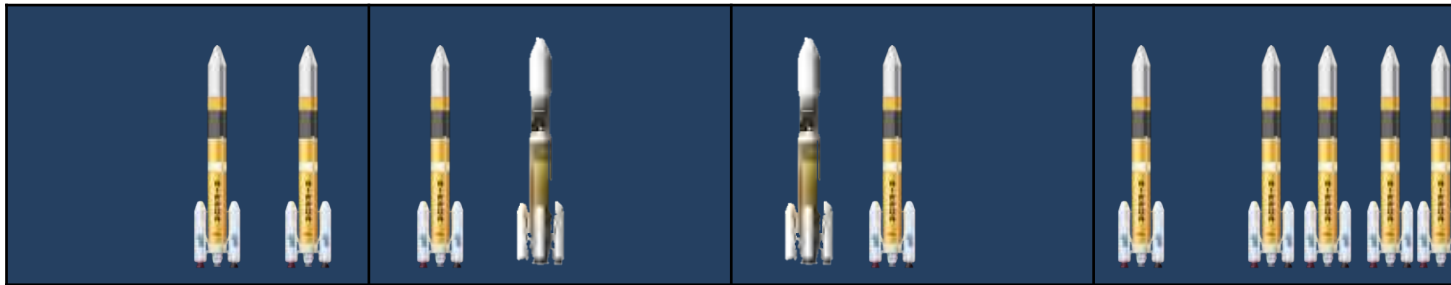
- 注文から打上げまで: 2年
 - 打上げ間隔: 2ヶ月
 - 組み立て作業: 1ヶ月
- 大幅に短縮

2011

2012

2013

2014



開発・運用体制

民間事業者・JAXAの役割

【役割分担の基本的考え方】

- ① 自立的な宇宙へのアクセス確保のため、JAXAがロケット技術基盤を保持・活用
- ② 運用段階で民間事業者が打上げサービス事業を展開し産業基盤を維持するため、開発段階から民間に主体性

開発段階の役割

【JAXA】

- 開発における技術マネジメント
- 総合システムの設計と検証
- 地上設備の整備
- キー技術の開発

【民間事業者】

- 打上げサービス事業者の観点からの提案
- ロケット機体開発(キー技術は除く)

運用段階の役割

【JAXA】

- ロケット技術基盤の維持・活用
- 研究開発による打上げサービス事業の下支え
- 打上げ安全監理業務
- 地上設備等の維持

【民間事業者】

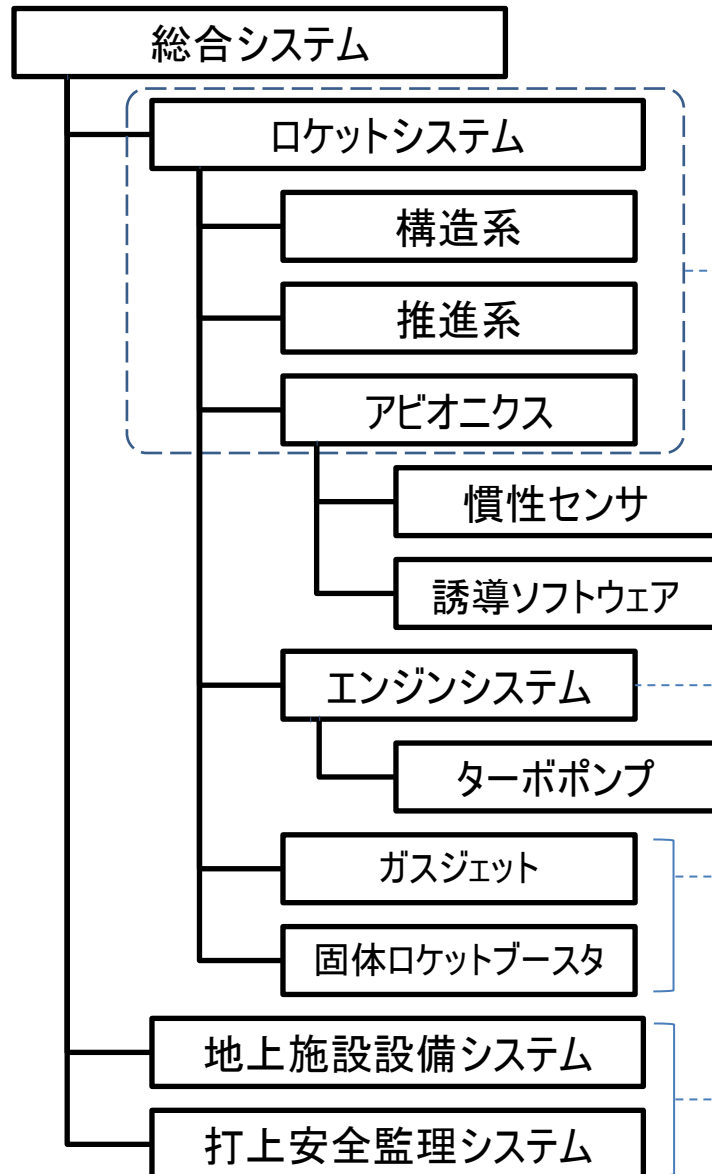
- 自律的な打上げサービス事業の展開・拡大
(ロケットの品質向上、設計改善、不適合等の処置含む)

プライム制による開発

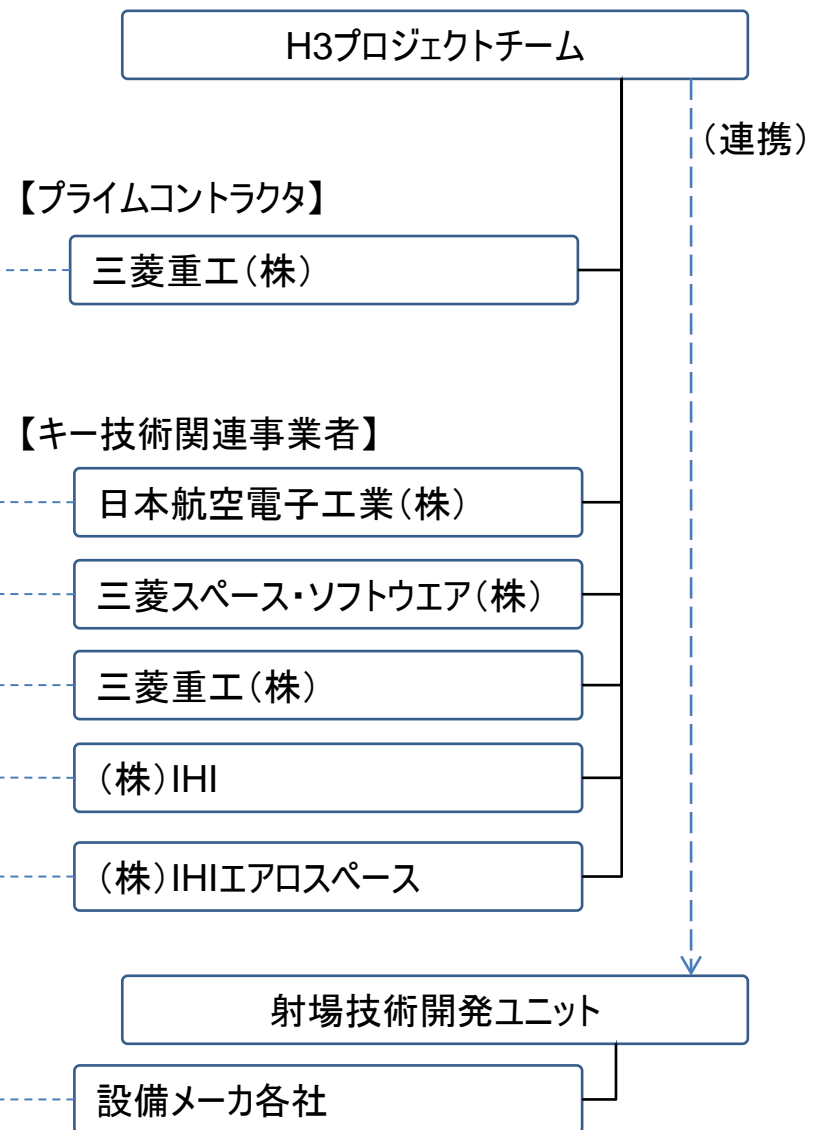
開発及び打上げサービス事業の実施に関する基本協定

開発体制

■ システム構成



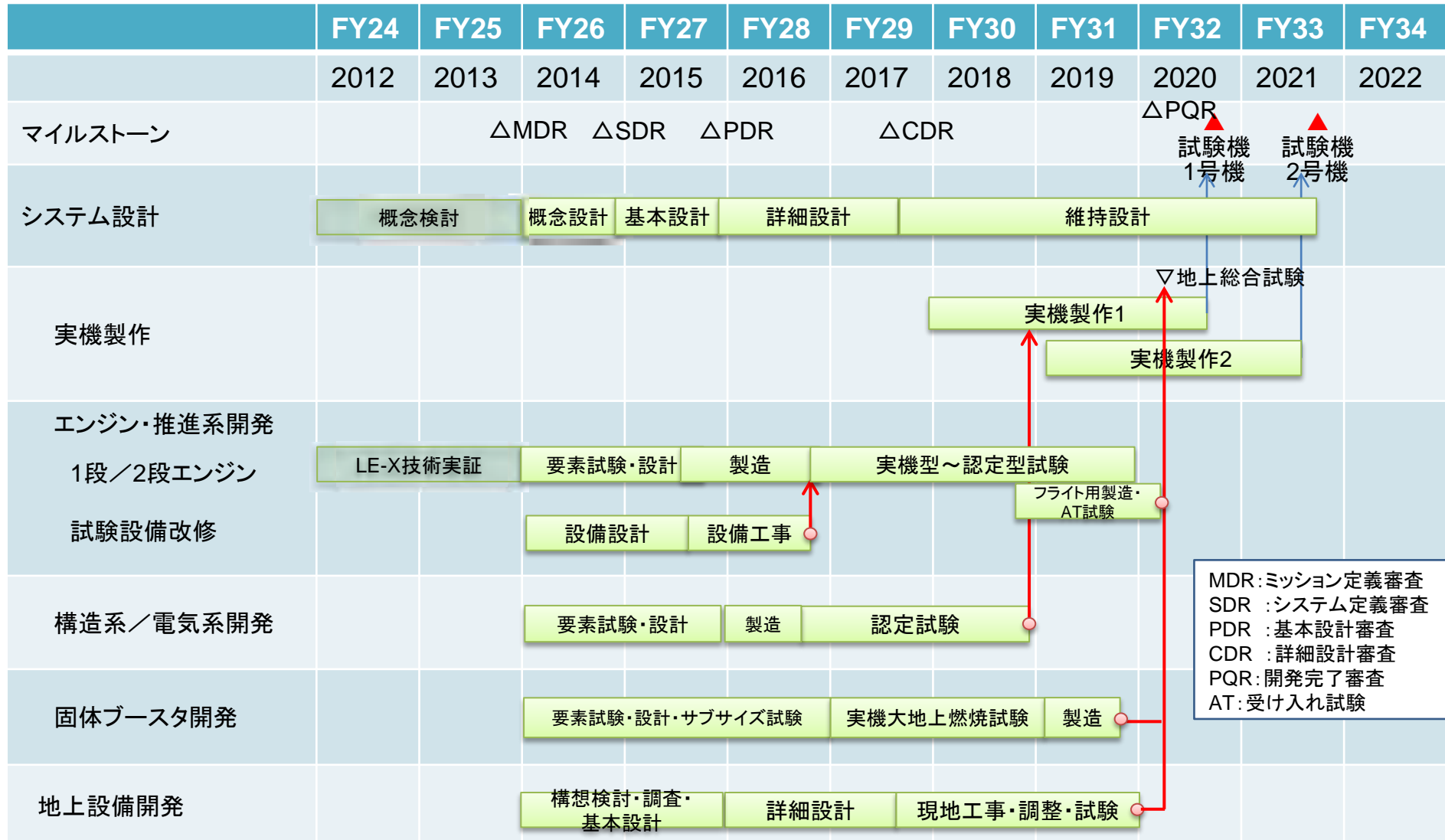
■ 体制



今後の予定

開発スケジュール

- 2020年度に試験機1号機を打上げ予定。
- 開発完了は、試験機2号機の打上げ後(打上げ結果の評価を含む)を計画。



今後の予定

■ 2015年度：基本設計（実施中）

- ロケットシステム仕様、地上施設設備システム仕様および打上安全監理システム仕様に基づくサブシステム、コンポーネントの設計
- 要素試験等の実施

■ 2016年度：詳細設計

- 技術試験用供試体の製造に向けたサブシステム、コンポーネント等を含む具体的な設計による図面作成
- 地上設備の製造に向けた設計
- 要素試験の実施
- 技術試験用供試体の製造ならびに一部の技術試験の実施
- 燃焼試験設備の工事