



資料1 - 1

H3ロケットの開発状況について

令和元(2019)年11月5日
宇宙航空研究開発機構

理事 布野 泰広
H3プロジェクトチーム 岡田 匡史

本日のご報告

- 第46回宇宙産業・科学技術基盤部会(2019年4月24日)では、「基幹ロケットの開発状況について」として、この中で「H3ロケット総合システムの開発状況(開発進捗全般、開発試験の実施状況)」について、ご報告した。

- H3ロケット総合システムの開発状況について、以下のとおりご報告する。
 1. 基幹ロケットの自立に向けた取り組み
 2. 開発進捗全般
 3. 開発試験の実施状況
 4. 試験機1号機に向けた対応
 5. 今後の予定

1. 基幹ロケットの自立に向けた取り組み

- 宇宙基本計画に掲げられている、「我が国の基幹ロケットの産業基盤を確実に維持する」ことを実現するため、我が国の宇宙輸送システムを自立的かつ持続可能な事業構造へ転換することを目指して開発を進めている。
- H3ロケットでは、安全保障を中心とする政府衛星を他国に依存することなく独力で打ち上げる能力を保持すること(自律性の確保)を念頭に、民間企業が開発初期から参画し、主体性を持ってH-IIA/Bロケットの経験を踏まえて開発を進めており、民間企業が国際競争力のある打上げ輸送サービスを自立的に展開して産業基盤の維持・発展を目指している。

基幹ロケットとは、「安全保障を中心とする政府のミッションを達成するため、国内に保持し輸送システムの自律性を確保する上で不可欠な輸送システム」と定義(宇宙政策委員会)

1. 基幹ロケットの自立に向けた取り組み

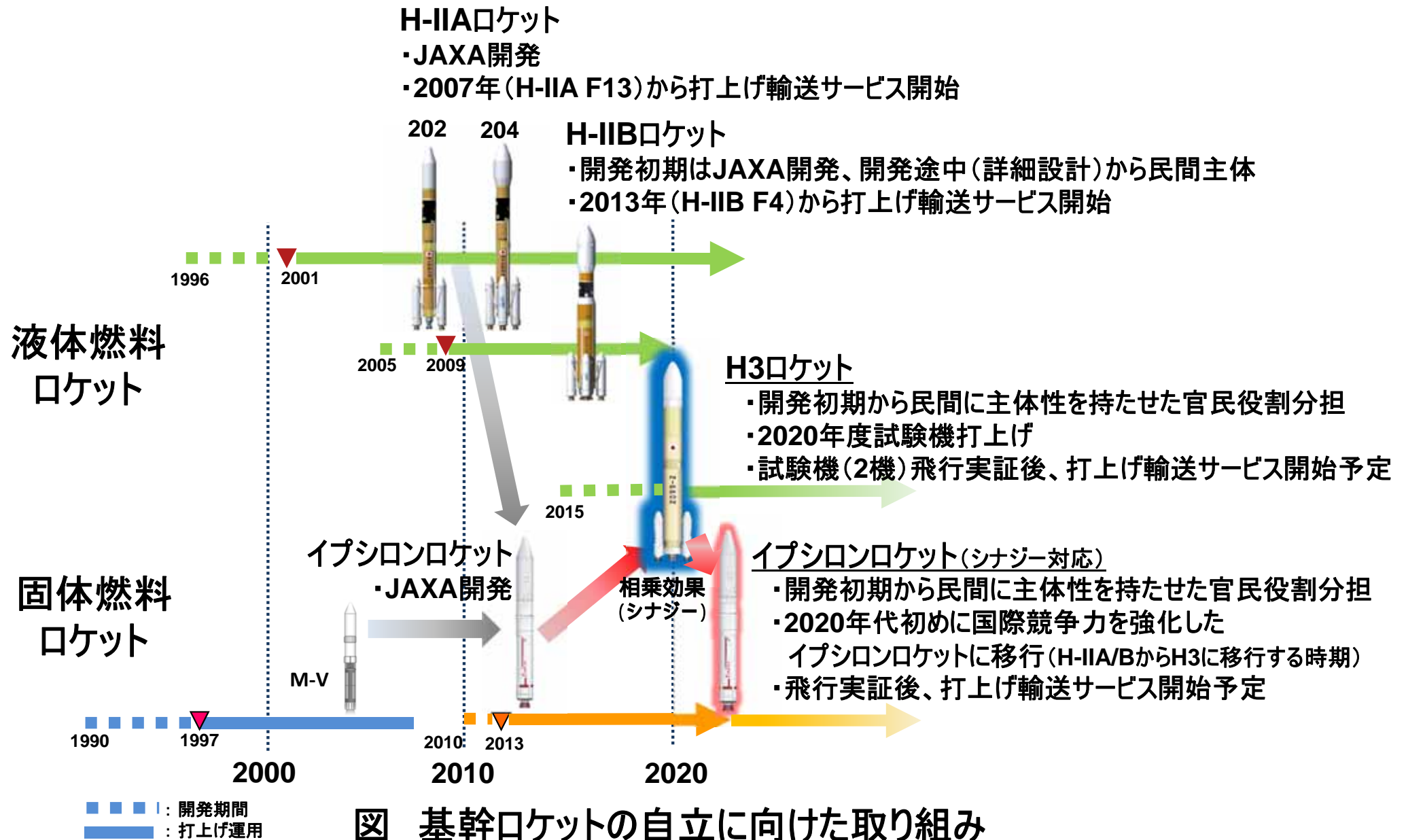
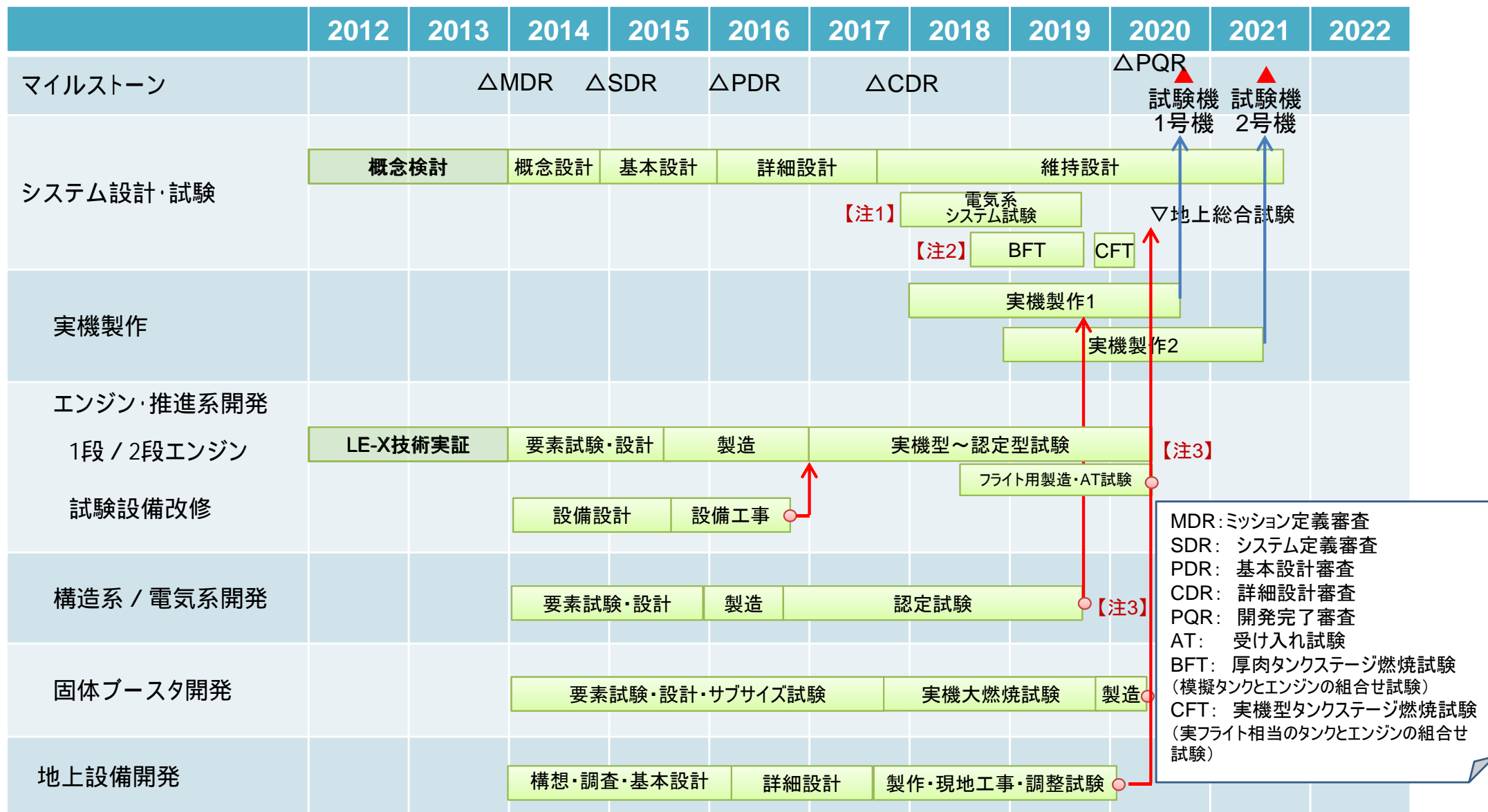


図 基幹ロケットの自立に向けた取り組み

H3ロケット開発計画

■ 2020年度に試験機1号機を打上げ予定。試験機2号機打上げ評価後、開発完了予定。



【注1】機器の供給時期に応じ、電気系システムの最終検証期間を延長

【注2】BFT用エンジンの供給時期に応じ、BFTの実施期間を延長

【注3】設計反映期間を確保するため、認定試験を延長

2. 開発進捗全般

- 本年4月のご報告以降、エンジン燃焼試験をはじめシステムレベルでの検証・統合を行いつつ、**適宜設計**へフィードバックをかけ、**最新の状態で設計を維持**。
- 以下のサブシステムは、認定を完了。
 - 構造系の一部(エンジン部、中央部等の一般構造部)
 - 第2段エンジン LE-5B-3
 - 第2段姿勢制御装置の一部(主要コンポーネント)
- 試験機については、設計の確定を確認しつつ順次製造中(以下は概ね完成)。
 - エンジン部、中央部等の一般構造部
- 合わせて、**多様化する国際打上げ市場**(全電化衛星や小型コンステレーション衛星等の台頭等)に対し、**柔軟・迅速な対応**を検討中。
 - 本プロジェクトの開発計画と平行し、第2段エンジンの複数回着火による複数軌道への投入、**複数衛星搭載用アダプタ等の追加開発**をはじめとする**発展性の検討**

3. 開発試験の実施状況

■ 2019年4月以降、以下の試験を実施。

- ① 第1段エンジン(LE-9)実機型エンジン#1-2/1-3 燃焼試験:完了(P7)
- ② 固体ロケットブースタ(SRB-3) 実機大燃焼試験(「認定型モータ(その1)」): 完了(P8)
- ③ SRB-3分離試験(その1): 完了(P9)
- ④ 電気系最終システム試験: 実施中
- ⑤ 第1段厚肉タンクステージ燃焼試験(BFT):実施中

■ また、以下の試験に向け準備中。

- ⑥ フェアリング分離放てき試験
- ⑦ 第1段厚肉タンクステージ燃焼試験(BFT):LE-9エンジン3基目を準備中
- ⑧ SRB-3実機大燃焼試験(認定型モータその2)
- ⑨ SRB-3分離試験(その2)
- ⑩ 第2段実機型タンクステージ燃焼試験

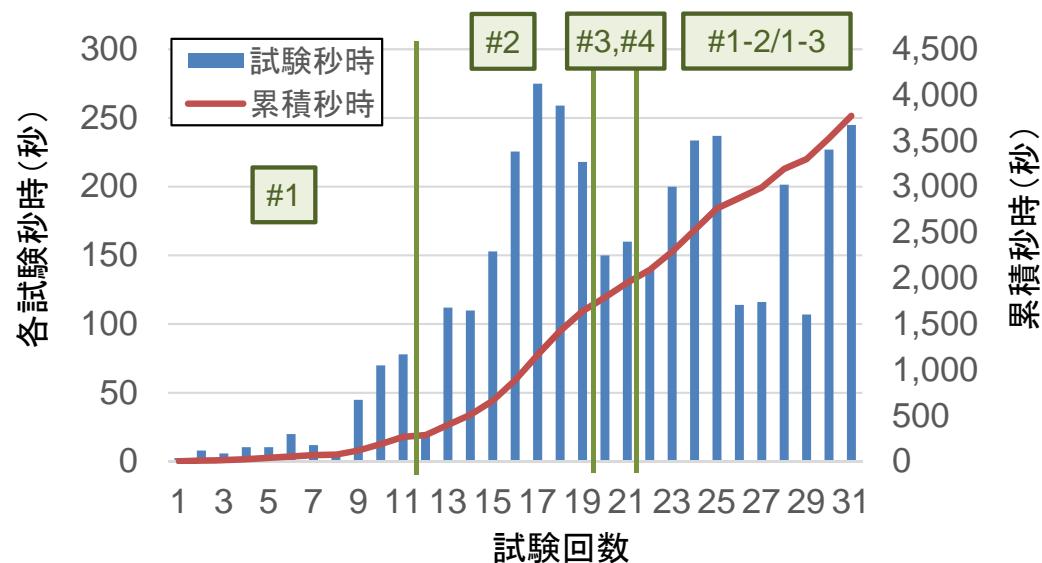
■ 新製の射点設備(移動発射台、運搬台車)については、種子島で機能試験中。

これらの詳細については別紙1(写真、図解等)参照。

3. 開発試験の実施状況

① LE-9実機型エンジン#1-2/1-3燃焼試験の結果

- **実機型の最終エンジン**として燃焼試験(10回・1,821秒)を実施し、**実機型フェーズ**を完了。**同フェーズの総燃焼時間**は、**31回・約3,770秒**(BFT試験を除く)。
- 抜本的コスト削減を目指した**3D造形製造法**を**広範に適用**、燃焼試験にて**設計検証**。
- なお、燃焼試験において生じた以下の事象に対し、**各々の認定方針を設定**。
 - 3D造形製造法による**噴射器エレメント**について、従来の**機械加工**と異なる特性を確認。**機械加工/3D造形それぞれを認定する方針**とし、**機械加工の認定を先行して実施予定**。
 - 8回目(計画:237秒)において、着火後106.9秒に液体水素ターボポンプ(FTP)軸振動過大にて自動停止。FTPを分解点検したところ、**タービン動翼数枚に疲労破面**を確認。**主原因である共振を回避する対策**として、**共振領域以外で運転すること**とし先行して認定。**共振領域自体を排除する設計を追って認定予定**。



3D造形製造法の一例
(LE-9噴射器エレメント)

3. 開発試験の実施状況

② SRB-3 実機大地上燃焼試験の結果

■ 目的

- SRB-3の実機大地上燃焼試験は、計3回計画している（実機型モータ:1回、認定型モータ2回（うち1回はイプシロンロケット第1段の開発を兼ねる）。いずれも種子島宇宙センターにて実施）。
- 今回の試験では、フライトモータと同一仕様の「認定型モータ」を用い、設計及び製造・検査工程の妥当性を検証する。

■ 結果

- 計画された試験目的を達成した。基本性能は以下のとおり。

| 項目 | 予測値 | 結果 |
|--------|---------|---------|
| 最大推力 | 2,215kN | 2,209kN |
| 最大燃焼圧力 | 11.3MPa | 11.2MPa |
| 全燃焼時間 | 106.0s | 105.9s |

- 今後、認定型モータによる2回目の地上燃焼試験を行い、再現性も含めた検証によりモータ開発を完了予定。なお、本試験はイプシロンロケット第1段の開発を兼ねるため、可動ノズルでの試験を計画。



3. 開発試験の実施状況

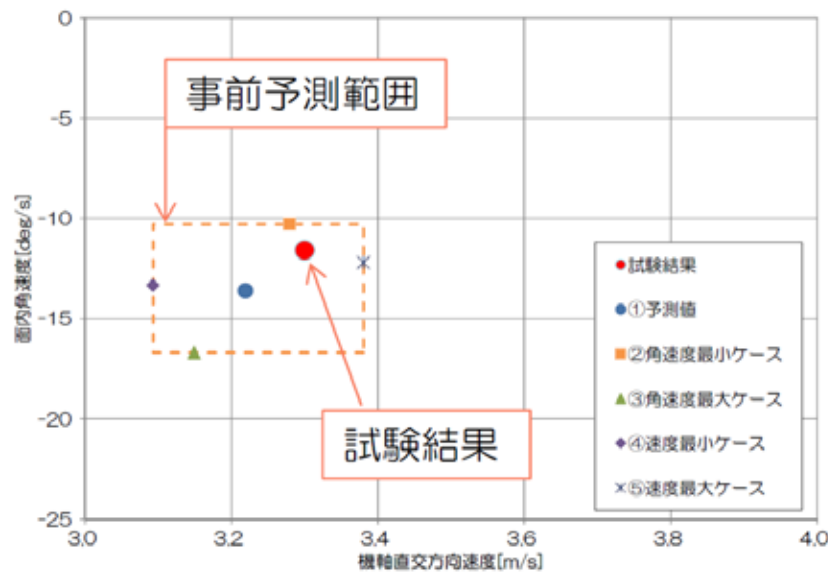
③ SRB-3 分離試験(その1)

■ 目的

- SRB-3の実機大分離試験は、計2回計画(IHIEアロスペース富岡事業所にて実施)。
- 1回目の試験では、面内運動における分離解析モデルを検証するため、分離スラスタ同時作動条件で実施し、分離挙動の評価や荷重・衝撃加速度等のデータを取得。

■ 結果

- 計画された試験目的を達成。分離挙動は設計予測の範囲内。



- 試験データの評価結果を踏まえ、分離解析モデルへの反映事項を検討中。

4. 試験機1号機(TF1)に向けた対応

- 国際競争・産業振興の観点の重要性に鑑み、計画どおり2020年度の打上げに向け**確実に開発を進める**。
- このため、打上げ能力、一連の技術の連続性等を考慮しつつ、**LE-9エンジン**については、**2段階の認定計画**へと見直す。TF1には、**早期に認定が完了するタイプ1エンジン**を適用する。
 - **第1段階(タイプ1エンジン)**:実績のある**機械加工噴射器**の適用、共振領域以外での運転。
 - **第2段階(タイプ2エンジン)**:**3D造型による噴射器**の適用、共振領域そのものの排除。
- 上述の計画に必要な**開発試験を追加**する。
 - ターボポンプ単体試験
 - LE-9認定型エンジン(その3) 等
- **機体形態**については、H-IIBロケットで実績のあるエンジン2基クラスタ形態からの段階的検証を重視し、**H3-22S**(固体ブースタ2本付き、ショートフェアリング)とする。

【注】 機体識別名称 **H3-abc** a: LE-9の基数(2,3) b: SRB-3の本数(0,2,4) c:フェアリングサイズ(S,L)

5. 今後の予定

■ 2019年度：製作・試験フェーズにて、以下を実施予定

- (1) 技術試験の結果を踏まえたサブシステム、コンポーネント等を含む設計の維持
- (2) 地上設備の試験
- (3) 試験機の製造および試験
- (4) 技術試験用供試体の製造および試験
 - ① LE-9 認定型エンジン燃焼試験
 - ② 1段厚肉タンクステージ燃焼試験(継続)
 - ③ 2段実機型タンクステージ燃焼試験(CFT)
 - ④ SRB-3分離試験(継続)
 - ⑤ SRB-3 実機大燃焼試験(継続)
 - ⑥ 電気系システム試験(最終検証:継続) 等

■ 2020年度：製作・試験フェーズを経て、以下を実施予定

- (1) 技術試験の結果を踏まえたサブシステム、コンポーネント等を含む設計の維持
- (2) 地上設備の総合試験
- (3) 試験機の製造および試験
- (4) 技術試験用供試体の製造および試験
 - ① LE-9 認定型エンジン燃焼試験(継続)
 - ② 2段実機型タンクステージ燃焼試験(CFT)(継続) 等
- (5) 地上総合試験(1段CFTを含む)
- (6) 試験機1号機の打上げ

■ 新・追尾局



■ 衛星フェアリング



認定試験用供試体
(2019年7月)

■ 移動発射台 (ML)



ML走行試験(2019年5月)

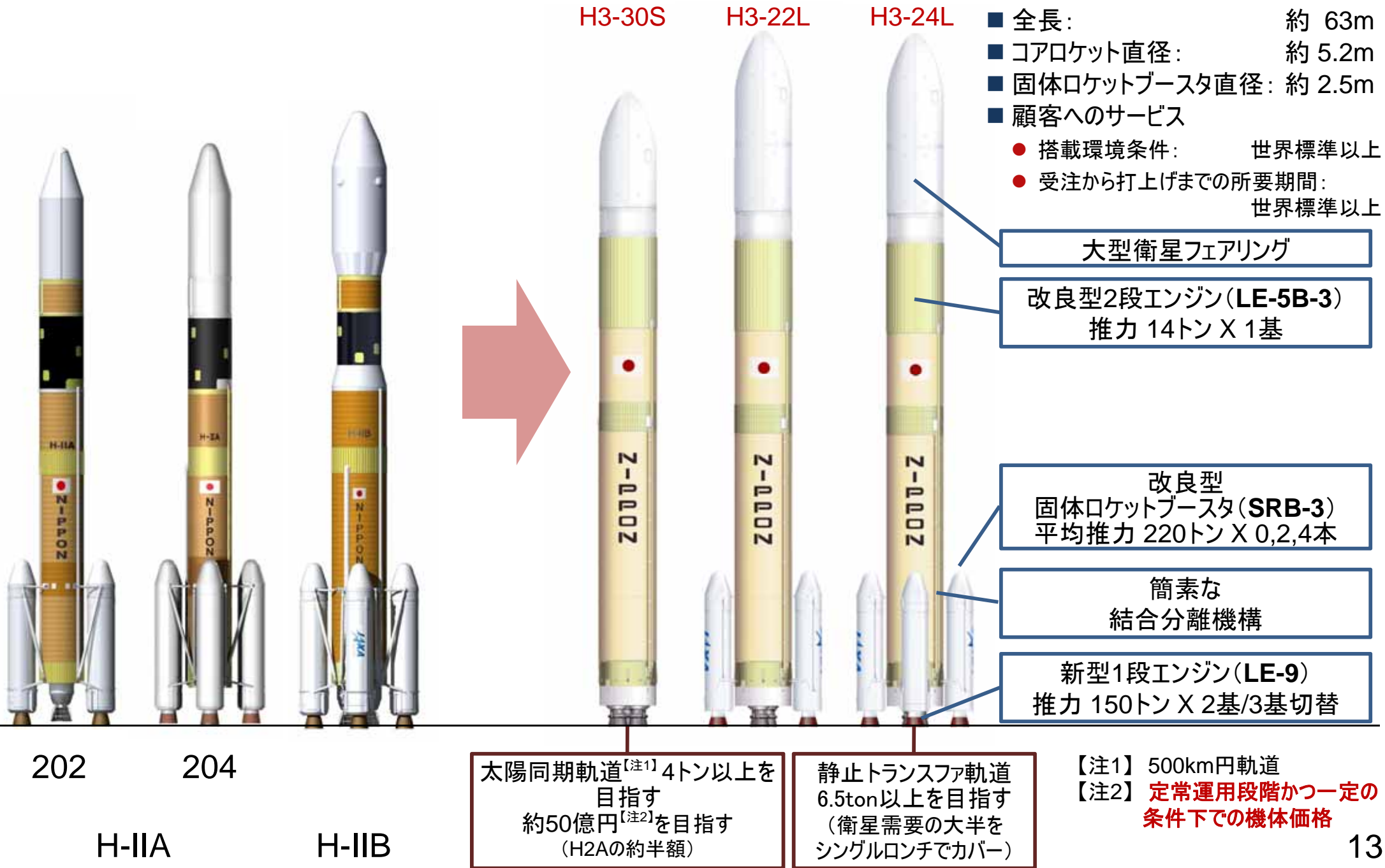
■ 2段CFT



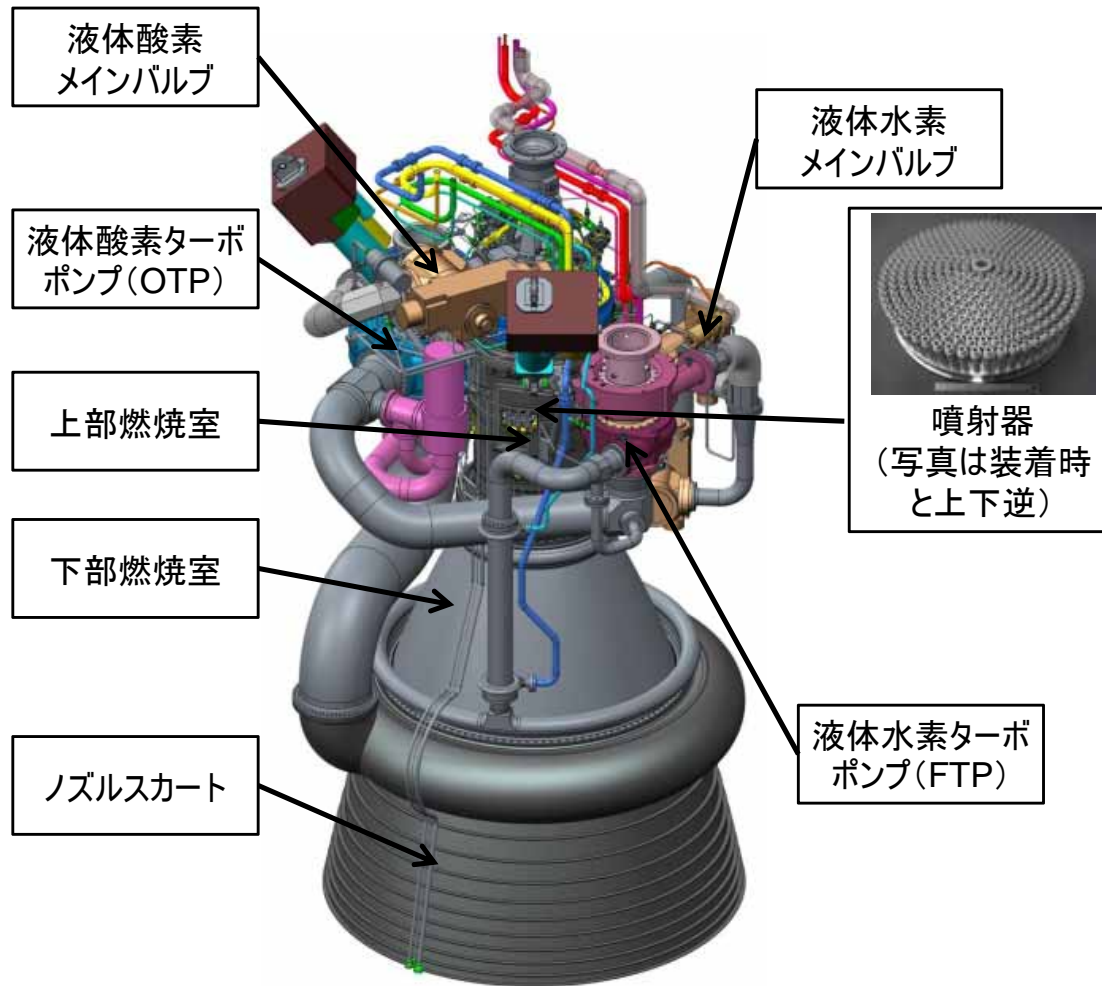
機体出荷(2019年10月)

【参考】H3ロケットのシステム概要

第43回宇宙産業・科学技術基盤部会(2018年11月13日)
資料4より抜粋(開発進捗に応じ一部修正)



【参考】LE-9エンジンの概要



(注) 製造メーカーにおいて、細配管等未装着の状態

【参考】射点系施設設備

