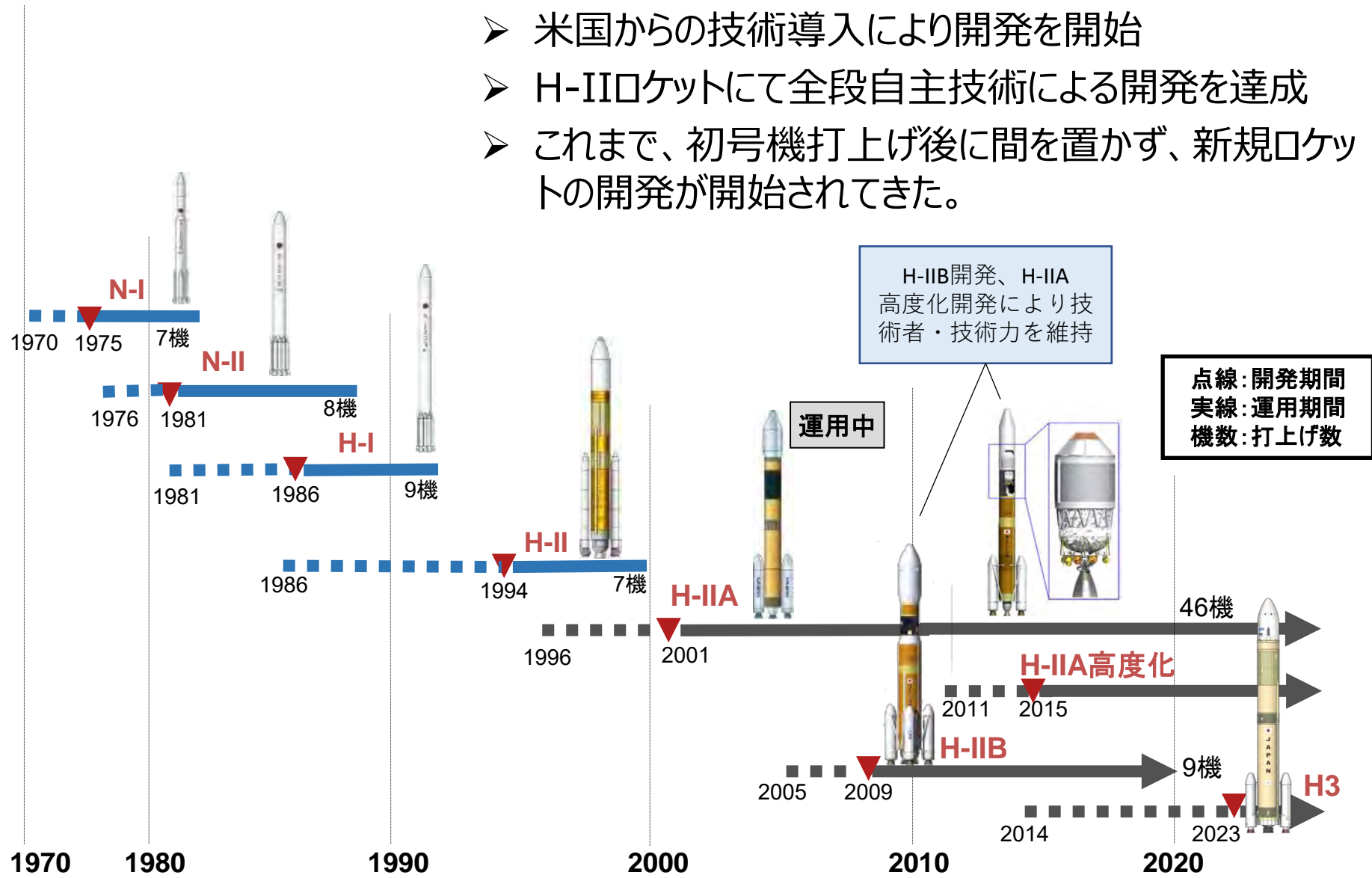


我が国におけるロケット開発・技術実証に関する現在の取組（と今後の方向性の考え方）

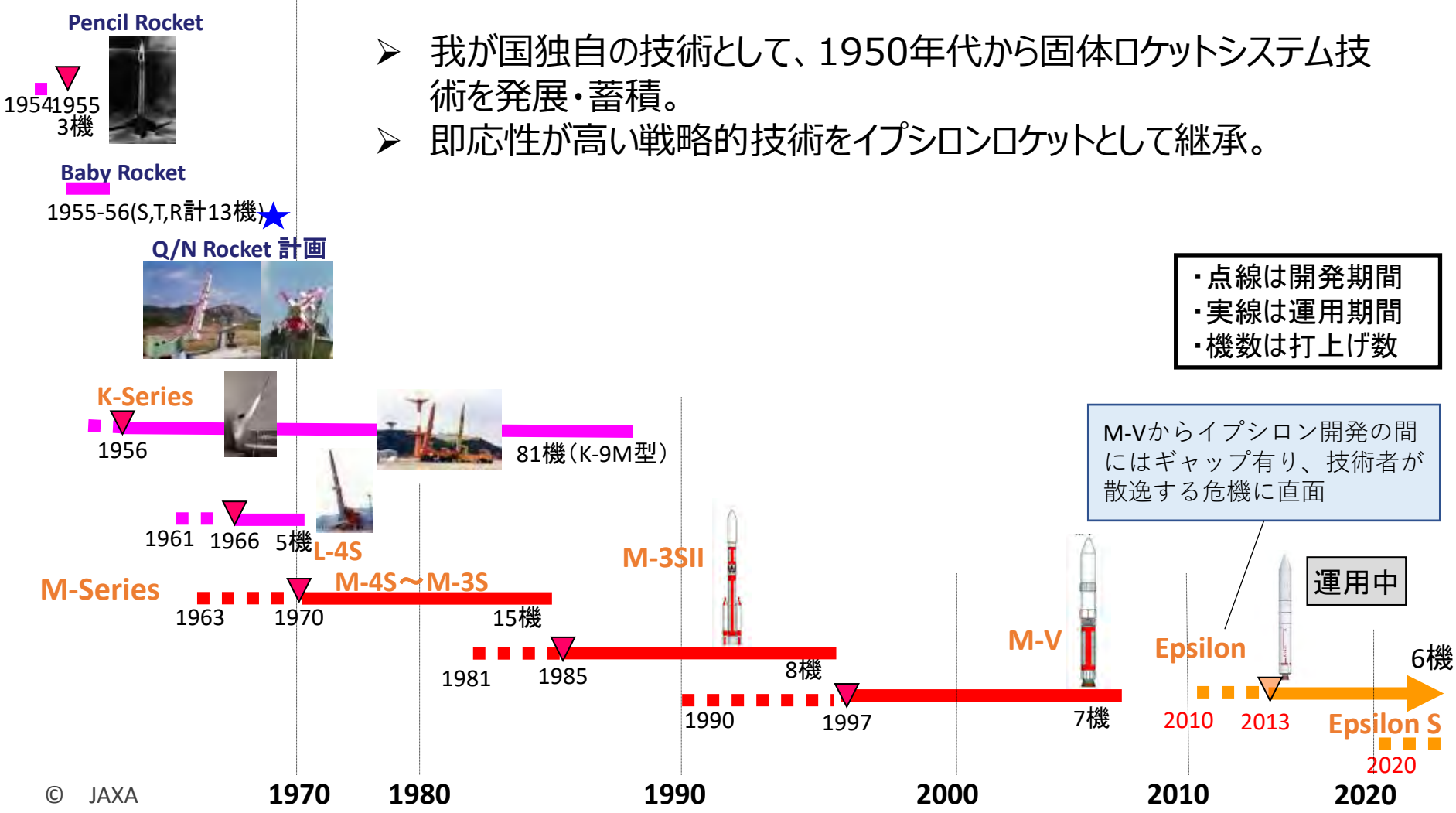
我が国の液体ロケットの開発経緯

- 米国からの技術導入により開発を開始
- H-IIロケットにて全段自主技術による開発を達成
- これまで、初号機打上げ後に間を置かず、新規ロケットの開発が開始されてきた。



我が国の固体ロケットの開発経緯

- 我が国独自の技術として、1950年代から固体ロケットシステム技術を発展・蓄積。
- 即応性が高い戦略的技術をイプシロンロケットとして継承。



基幹ロケット開発における考え方の検討

- ◆宇宙基本計画上の政策的要請として、「基幹ロケットの継続的な運用と強化を進める」こと、「国際市場に対応する打上げ能力の獲得を目指した高度化にスピード感を持って取り組む」こと等が基幹ロケットに求められている。これを実現することにより、我が国の宇宙活動を支える総合的基盤の強化を宇宙輸送システムとして担うことが必要である。
- ◆上記政策的要請を踏まえ、我が国の宇宙活動の自立性を確保するためにも、基幹ロケットの着実な打上げと国際競争に向けた強化を進めると共に、技術継承のためにも間を置かずに新規ロケットに繋げることが重要。
- ◆更に、国際競争力や産業基盤維持のためには、「能力向上」・「コストダウン」・「機能・サービスの向上」を競争力の軸に、官需への着実な対応と高頻度な民需獲得をバランスよくミックスできる宇宙輸送システムを目指すべき。
 - 市場・競合分析による輸送能力拡大トレンドへの対応やデブリ対応戦略を踏まえ、今後の基幹ロケットとして必要な打上能力向上を速やかに達成
 - コストを、打上げ能力単価が海外競合ロケットと比肩しうるレベルに向上
 - 従来より多様化する複数衛星搭載I/F等への対応能力を向上することにより、打上機会獲得の幅を拡大
 - 市場の需要動向変化に対し、開発目標・ミッション要求にフィードバックできる、柔軟性とスピード感を持った開発手法を志向し、変化への対応力を強化

基幹ロケットの強化に関する現在の取組

◆ 具体的な取組みと将来への繋がり

■ H3ロケット成熟度向上（H3ロケット事業環境整備）

- ▶ 今後の需要獲得に繋がる初期運用段階の成熟度向上に向けた取組みとして、[小型コンステレーション衛星打上げ対応のシステム/衛星搭載系開発](#)等を実施中。

■ 自律飛行安全技術

- ▶ 我が国の宇宙活動の自律性を確保するための重要技術である飛行安全技術向上による能力向上に向けた取組みとして、[自律飛行安全システムの開発](#)等を実施中。

■ 基幹ロケット打上げ高頻度化

- ▶ 基幹ロケットの国際競争力や産業基盤維持を支える射場の取組みとして、打上げの高頻度化に必要な[製造能力向上、打上間隔短縮、衛星整備場所確保](#)等の活動を計画中。

◆ その他、宇宙基本計画における「国際市場に対応する打上げ能力の獲得を目指した高度化」に向けて検討中の項目

■ 常に国際競争力を維持し、かつ輸送産業の基盤を維持するためにも、基幹ロケットも市場のニーズに合わせた強化策の適用が必要。

- ▶ 次期基幹ロケットに繋がる国際競争力強化・デブリ化防止技術の先行開発および早期実装
 - ・ ロケット上段の増強等による効率的な打上げ能力向上
 - ・ サブシステム・コンポーネント簡素化/製造費削減
 - ・ 複数衛星同時打上げ等の多様な衛星に対応可能な衛星搭載系開発による柔軟性向上
 - ・ 上段機体のデブリ化防止技術の向上
- ▶ 固体ロケット技術の低コスト化
 - ・ 固体ロケット推進薬・ノズル等の製造費削減

柔軟性とスピード感を持った開発サイクルと実現方法の検討

◆前記の政策的要請にスピード感を持って応えるための基本的な考え方と取組み

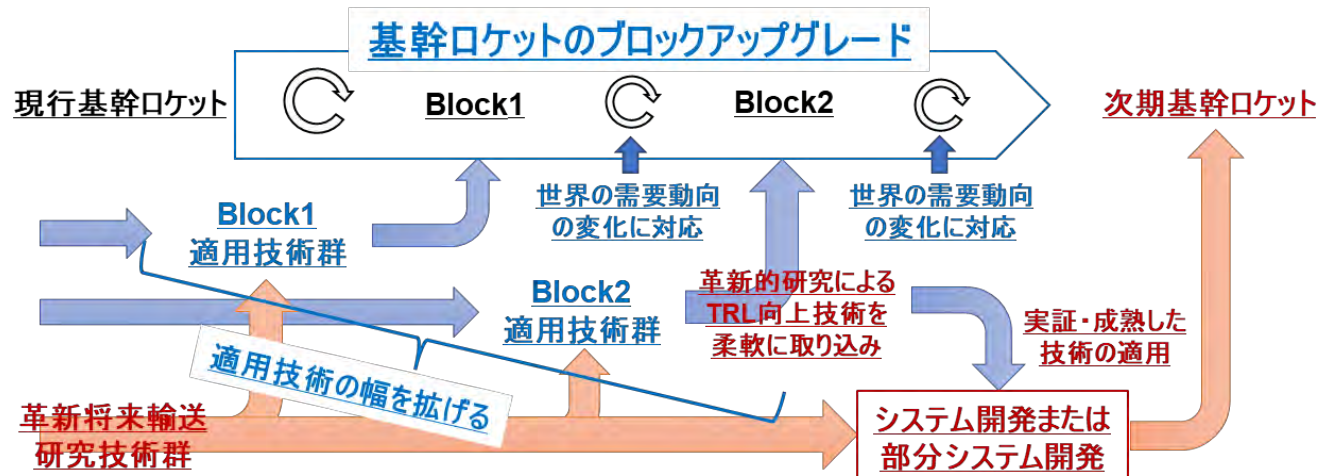
① 開発期間の短期間・高サイクル化

▶ 次期基幹ロケット研究開発成果の早期適用、システム試験の統合・集約や、既存機体をベースとした最適化等により、まとまった技術群の開発を従来より短期間で行い、システムのブロックアップグレード機会を複数回設定することで、状況の変化への対応力を向上する。

② 需要/動向変化をスコープ・システム要求に柔軟に反映できる仕組み（陳腐化の抑止）

▶ 変化の激しい海外動向を踏まえ、システム要求の設定は最初の一度ではなく、ブロックアップグレード毎に状況の変化を踏まえたアップデート（要すれば軌道修正）する仕組みを組み込む。

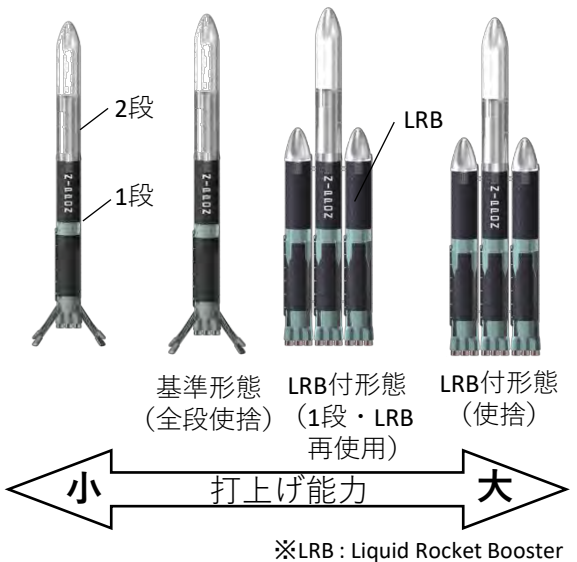
◆また、このような開発サイクルにより、2030年代以降に次期基幹ロケットでシステム開発または部分システム開発をするために必要な技術の先行熟成の役割を基幹ロケットが担い、研究開発によるTRL向上状況を踏まえた柔軟なシステム実装を可能とする。また、ブロック毎に飛行実証を行い、ロケットシステム技術の早期実証と衛星実証機会の拡大を実現する。



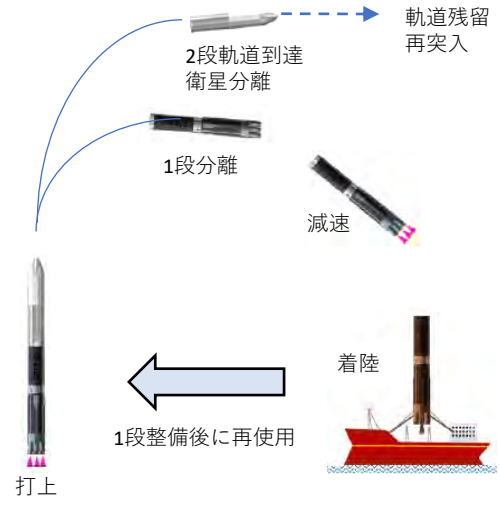
次期基幹ロケットの開発・技術実証に関する考え方

◆次期基幹ロケットの研究開発の考え方

- 打上げ価格の大幅な低減を実現するために、主に**製造部品のさらなる低コスト化**と日本における新規技術である**1段再使用化**(機体の軽量化や推進性能の向上等が課題)の研究開発に取り組み中。
- 製造部品のさらなる低コスト化や1段再使用化は開発リスクが大きいことから、**開発着手前に研究による技術成熟度(TRL)の向上と検証**を行う。
- 技術成熟度の検証に関しては「**地上試験による検証**」「**運用機による検証**」「**実証機による検証**」の主に3つの方法を検討中。



次期基幹ロケットの形態例

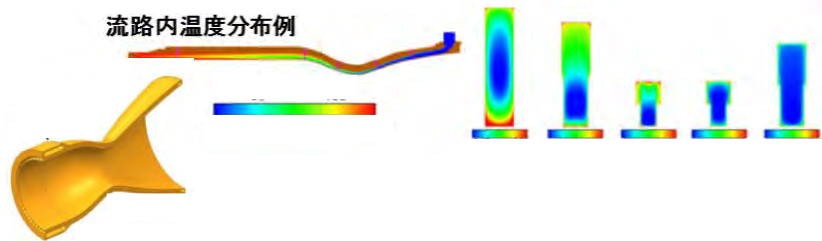


1 段再使用の例

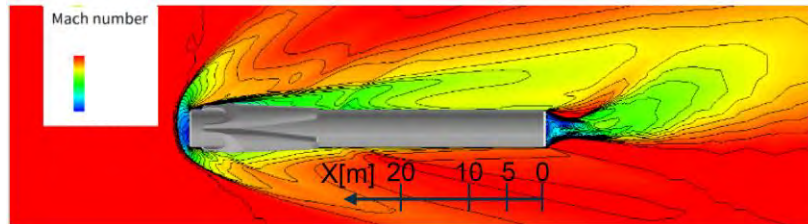
次期基幹ロケットに関する技術成熟度の検証方法(1/4)

◆ 技術成熟度の検証方法の考え方（地上試験による検証）

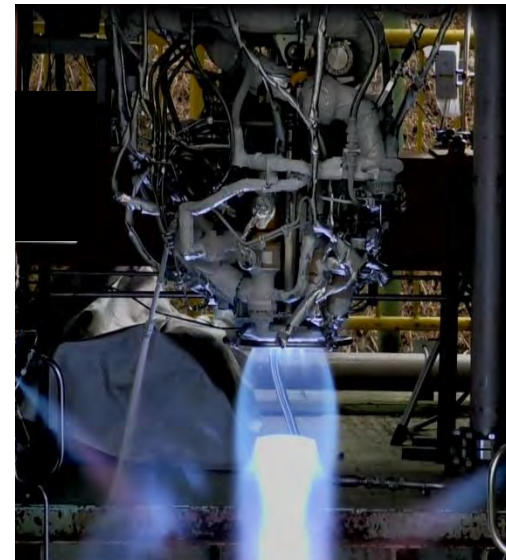
- 次期基幹ロケットの形態の例に対し、必要な機能と機構を整理・細分化して、サブシステムや機器レベルで達成すべき技術項目を抽出し、その研究開発を推進することによって技術成熟度（TRL）を向上する。
- TRLの検証は、これまでの研究開発と同様に主として**解析や地上試験**によって行う。



燃烧室再生冷却溝内推進剤のCFD解析の例



1段機体の大気中帰還時のCFD解析の例



地上試験による技術検証の例

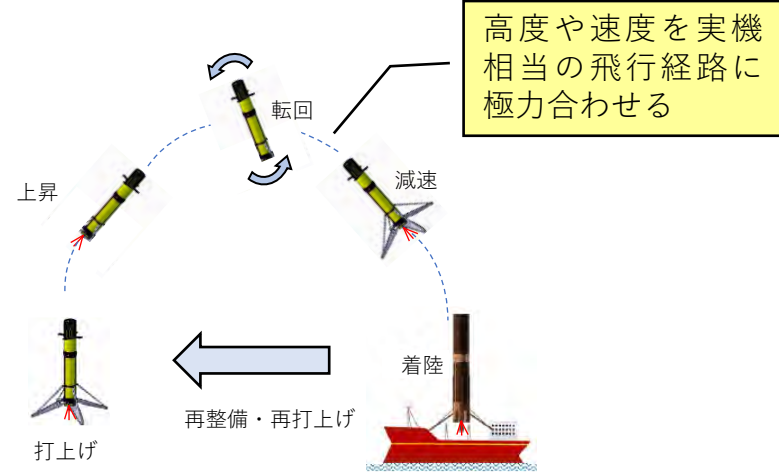
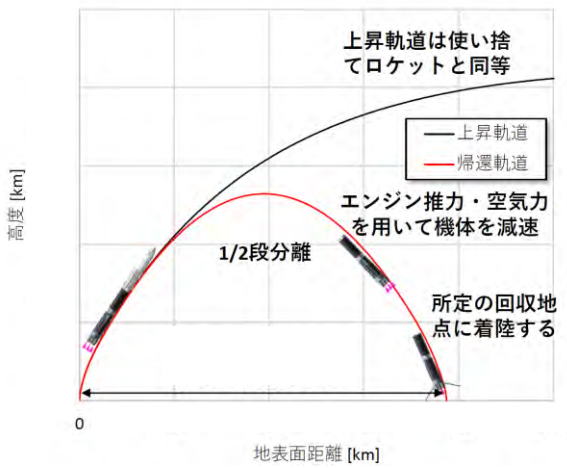
◆ 技術成熟度の検証方法の考え方（運用機による実証）

- ロケットには地上での総合的な検証が難しい事項（例：実機体の空力特性、無重力環境下の挙動）がある。一方、スピードを持った研究開発が求められており、早期に実現できる技術事項については、運用機（H3ロケット等）へ早期適用し国際競争力を向上していくことが望ましい。
- このため、早期に実現できる事項については、地上試験による十分な検証を経て、**総合的な飛行実証と国際競争力の早期向上を目的として運用機に適用して、次期基幹ロケット開発の一環としてTRLを検証**することが考えられる。
- 次期基幹ロケットでは、1段再使用化を検討することから、実際の1段機体の再使用運用によるデータ取得機会を通じて、点検整備技術のアップグレードのみならず、サブシステムやコンポーネントのアップグレード（リプレイスなど）を図ることが比較的容易となる。研究開発、及びその地上検証などとともに、こうした**実運用を通じた実証により、技術成熟度向上サイクルを加速し、国際競争力を高めていくことが望ましい。**

次期基幹ロケットに関する技術成熟度の検証方法(3/4)

◆ 技術成熟度の検証方法の考え方（実証機による再使用型機体の検証）

- 再使用型機体は、従来の使い捨て型機体と比べて、飛行中の空力制御装置や着陸脚等の装置が付加され、かつ減速と着地のためにエンジンを追加で噴射する。
- 再使用型機体は、付加される装置の**質量や推進性能が打上能力や機体サイズに与える感度が高い**。また、打上・着陸後の機体の**再整備作業の確立は輸送コスト低減の重要事項**である。
- 開発リスク低減のため、実機の開発着手前に再使用型技術実証機を試作し、次期基幹ロケットの第1段とほぼ同等の飛行経路の**飛行と再整備作業を繰り返し試行**することによって、技術成熟度(TRL)の向上と検証を行うことが考えられる。



次期基幹ロケット飛行経路の検討例

技術実証機の飛行の例

次期基幹ロケットに関する技術成熟度の検証方法(4/4)

◆ 技術成熟度の検証方法の考え方（実証機による**検証機会の提供**）

- 世界における宇宙輸送系の輸送価格や輸送能力強化に関する開発スピードが速いことから、国際競争力を維持していくためには、継続的な研究開発が必要。このため、次期基幹ロケットについては長期的な技術戦略が検討されている。
- 技術戦略のうち早期に実現できる技術事項については、新型ロケットの開発機会を待たずに、H3ロケットや次期基幹ロケット等の運用機に早期に適用して競争力を向上していくことが望ましい。
- 基幹ロケットへの新規技術の適用については地上試験による検証を基本とするものの、**難易度やリスクが高い事項については、技術実証機を用いた実機体運用試験や飛行試験によって技術成熟度を向上させた後に適用することが考えられる。**

