

資料 2-1-1

研究開発局宇宙開発利用課
革新的将来宇宙輸送システム実
現に向けたロードマップ検討会
(第2回) R2.12.2

宇宙輸送システムの現状と将来展望

三菱重工業

防衛・宇宙セグメント

渥美 正博

衛星打上げロケット



衛星打上げ輸送サービス/
ロケット設計開発



液体ロケットエンジン



地上設備

宇宙ステーション/HTV



宇宙環境利用実験装置



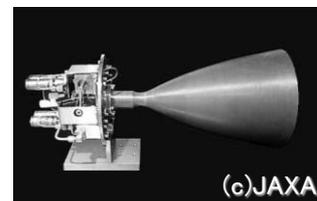
宇宙ステーション

全ミッション完遂



HTV: 宇宙ステーション向け補給機

衛星/機器



姿勢制御装置

将来プログラム



再使用ロケット

当面の宇宙輸送システムの方向性

火星/小惑星探査

Gateway
月面探査
/Gateway輸送

Gateway

深宇宙・探査

輸送能力向上

・月軌道までペイロードを運ぶ

耐放射線

・3倍強い放射線に耐える

上段多機能化

・多軌道面投入 (コンステ、電気推進衛星)

・衛星群を縫って/デブリを回避して、軌道投入

地球周回

増加を続ける
宇宙デブリ

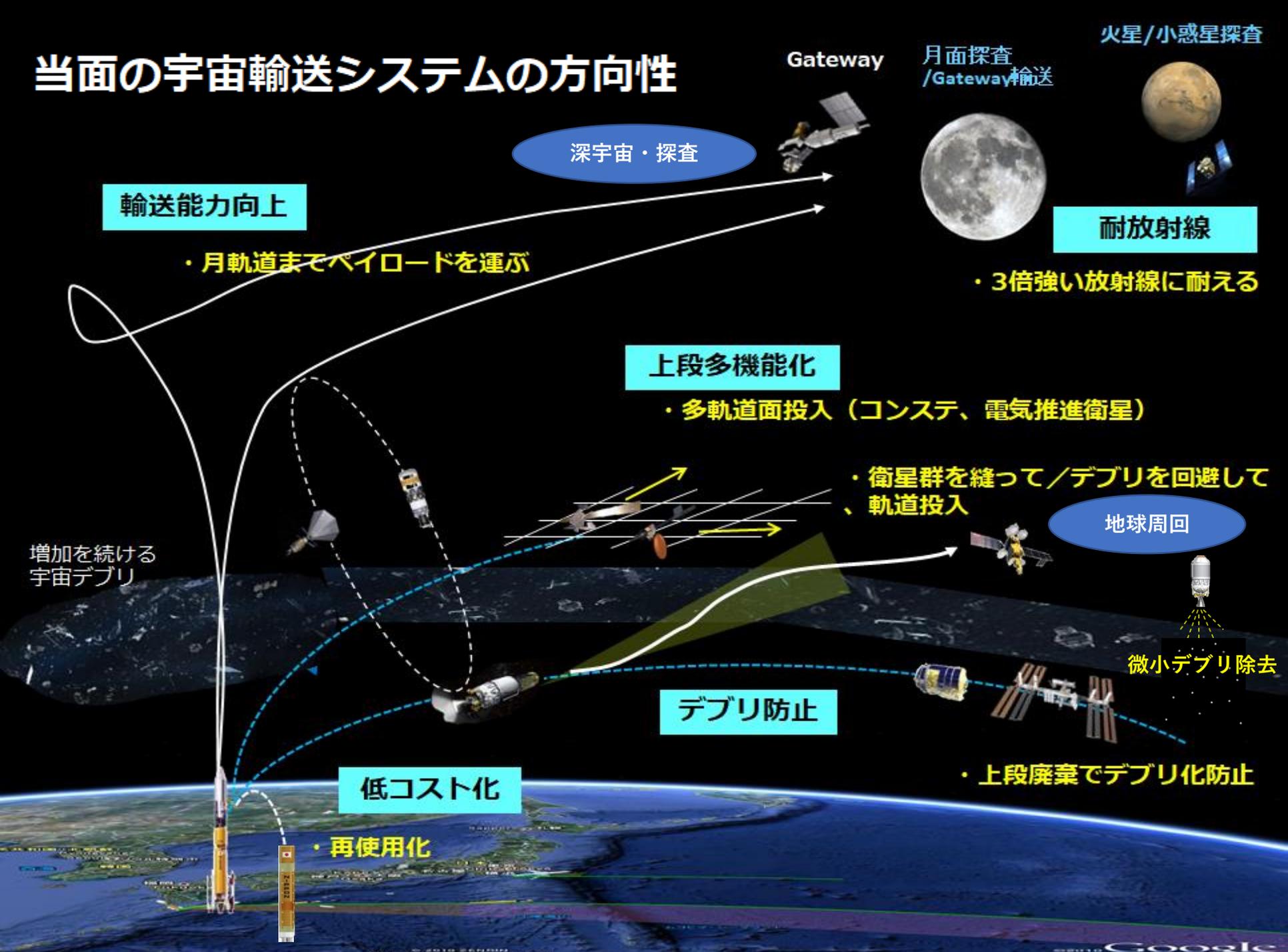
微小デブリ除去

デブリ防止

・上段廃棄でデブリ化防止

低コスト化

・再使用化



・H-IIA/H-IIBロケット(日本の宇宙輸送基盤)の示したもの

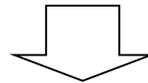
己を知る

- 設備老朽化などの諸問題を毎号機解決しながら連続成功を続けている。
→ 着実な高信頼性改善活動の継続: 安定した宇宙事業基盤には必須
- 信頼性技術: H-IIA連続成功とH-IIB初号機のOn-time打ち上げをサポート
- 日本独自の第2段推進系: 本質安全性と高い安定性のあることが判明

・世界の輸送系の状況:

天地を知る

- インド、中国などの参入: 衛星打ち上げは国際競争で供給過多に
- 衛星の打ち上げ能力: 1990年以降、赤道打ち上げが国際的な標準に
→ H-IIA: 2段高度化で、打ち上げ能力を回復することが市場獲得上急務に
- 信頼性技術: 「ロケットの重大な不適合≡衛星の喪失」は変わらず
⇔ 一方、日本の技術は米国で高く評価され、主力ロケット(Delta4)の部品を輸出へ



・シンプルで本質安全な推進系 (爆発しない輸送系)

- ⇒ リカバリー可能な輸送系を実現
- ⇒ 衛星打ち上げ確度向上/衛星の回収
- ⇒ 真の有人化へ



3つのR

★Reliable

★Robust

★Recovery



・真に本質安全な推進系が、衛星市場構造を変える
・ // 有人宇宙活動の基礎を築く

➤ エクスパンダーブリードサイクル：

日本がH-I～H-IIAで独自開発したエンジンサイクル

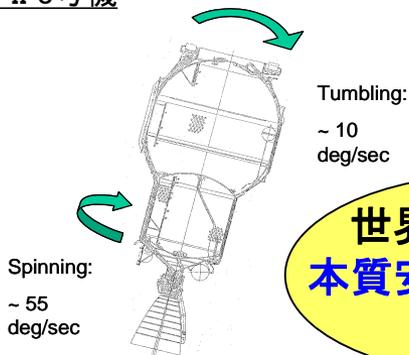
➤ 高い信頼性と安全性をもち、世界中から高い評価

H-II 8号機/H-IIA 6号機の失敗時： 悪環境でもLE-5Bは正常に始動

1、2段早期分離
→ 異常な回転状態

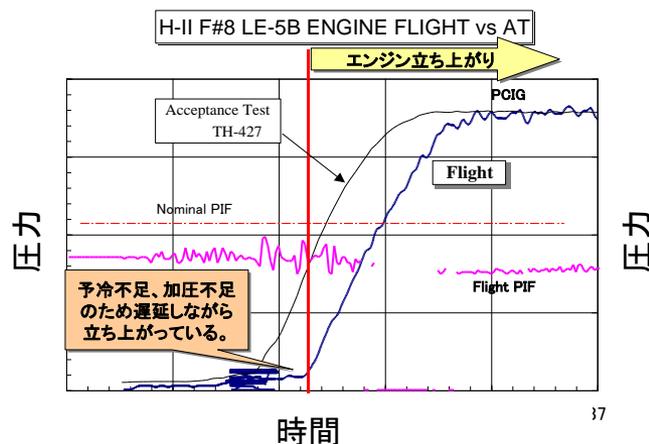
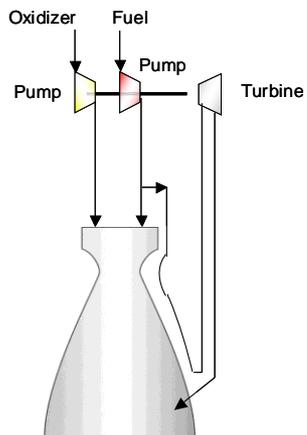
LE-5Bエンジンは悪条件の中でも正常に立ち上がった。

H-II 8号機



世界に類のない
本質安全性と安定性
を実証

LE-9エンジンに適用



【トヨタ、デンソーとの会話】

“大量生産 ≒ 安くなる”は間違い

“大量生産 ⇒ 時間をかけられない ⇒ 結果、安くなる”が正しい

「より速く作る技術の在り方」が大切



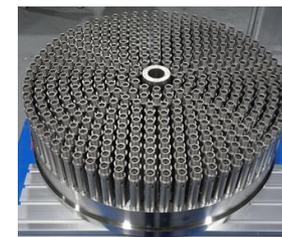
【H3で取り組んでいること】 ⇒ 更なる生産技術の革新と範囲拡大が重要

- 工場内のライン化、射場作業の改善
- 車載用部品の採用
 - ← 高性能チップは耐放射線要求を満たせず、限定的
- ロボットによる製造自動化の試行
- 3D造形適用



段間部自動打鋌機

LE-9エンジン噴射器



3D造形適用

【再使用型輸送系への流れ】

- コストダウンの有効な手段として進めるべきもの
- 考えるべき視点

(打上げ⇨回収⇨点検・再整備⇨)のインフラ、リサイクル費用 ← スペースシャトルの失敗
打上能力： 帰還燃料分だけ落ちる。(打上能力は30%程度低下。Falcon9Rも同じ)

【Space-Xによる市場の囲い込み】
 (スターリンク+Falcon9)の垂直統合



【反発する勢力の存在】

米国： 衛星コンステレーション、有人輸送は米国内でも**覇権争い**

官民で異なる価格(二重価格)



欧州： Space-X対抗でAriane6を支援

【衛星オペレータの動向】

- 価格低減の動きを歓迎するも、1社への依存を回避したい。数か月~1年の打上遅延でビジネスに支障 ⇒H3ロケットへの期待

SpaceX uses dumping to drive Russia out of space launch market claims Roscosmos

by Staff Writers
 Moscow (Sputnik) Oct 02, 2018

Elon Musk, the co-owner and CEO of the US aerospace manufacturer SpaceX, has been using dumping on the space launch market in order to crowd out Russia, head of Russia's State Space Corporation Roscosmos Dmitry Rogozin said Monday.

"If you look at the price at which [Musk] sells Falcon [rocket launch vehicles] to the Pentagon and what its price is on the market, you'll see that it is pure dumping. In order to drive Russia out of this market he sells launches for \$40-50 million, sometimes \$50-60 million," Rogozin told Russia's Channel One.

The Roscosmos head indicated that the US Defense Department, in turn, paid Musk an average of \$150 million for every launch.

"So you see, [Musk] is paid more in order to enable him to offer cheaper items on the market. And clearly



File image of SpaceX's Falcon Heavy ready for launch.

2019 フランス会計院レポート

2019
 ANNUAL PUBLIC
 REPORT
 Volume I
 Observations

2

**The policy on space launchers:
 significant challenges to overcome**

PRESENTATION

For Europe and for France, mastery of space technologies and the ability to access space in an autonomous manner are interests, the importance of which has never been greater. In a context of unprecedented dissemination of space applications to new fields of activity, to growing

基幹ロケットを支える

一丁目一番地： “Access to Space”を堅持する国の方針

効率的に支える： 民間ビジネスをいかに獲得・拡大するか

MHI宇宙輸送サービスの位置づけ

- MHIの現輸送規模見込みは最大8機／年程度で、20機／年以上の規模を持つSpace-X、Ariane、Blue Originとは異なるマーケットサイズ
 - ⇒ 衛星オペレータはサブの輸送サービスとして、年数機の**確実な打上げ**を期待
 - JAXAと共に進めてきた**信頼性**(On-time率や**本質安全**)を武器に進める

国が果たすべき役割

市場の理解： 寡占市場“戦略的通商政策”の世界に突入している
安全保障を含む国家戦略が重要な分野

評価方法： 平等な条件で評価する仕組み

技術開発： 時代や環境に合った技術獲得の推進（信頼性は不変）

インフラ： 射点設備他、宇宙輸送関連インフラの充実

- 市場の推移予想： 人の生活により密着したエリアへ
- 市場内容の変化： 装置産業 ⇒ サービス産業
- 輸送機関に求められるもの： チャレンジ ⇒ 多機能、安心・安全

2013年版長期ビジョンを振り返って

何より前進(技術開発)を止めないことが大切

On Time: 顧客価値再使用: コスト低減

上段多機能化
デブリ対応



当面の事業エリア
マーケットサイズ小

航空機事業との融合

多機能
安心・安全
(信頼性)

- 信頼性要求は不変のもの
- 人の生活が関われば尚更のこと

将来の事業エリア
マーケットサイズ大

革新的熱防護構造
高性能エンジン

XASM3から発展

