

# (6) 開発計画

## 新型基幹ロケット開発においてキーとなる要素技術

総合システム(ロケット/地上設備一体)で刷新し、我が国の宇宙輸送コスト(打上げコスト、インフラ維持コスト)をライフサイクル全体で効率化。

エンジン・推進

- シンプルで本質安全なエンジン  
(エキスパンダブリードエンジン)  
部品点数減でコスト削減

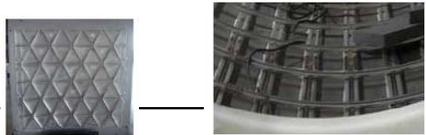


- 機体電動化による駆動源集約  
(バルブ/アクチュエータの電動化)  
IF削除/点検作業の容易化

- 固体ロケットへ低コスト材適用  
固体推進薬の高度化

構造系

- 低コストタンク製造技術  
廃棄素材の低減/部品点数の低減



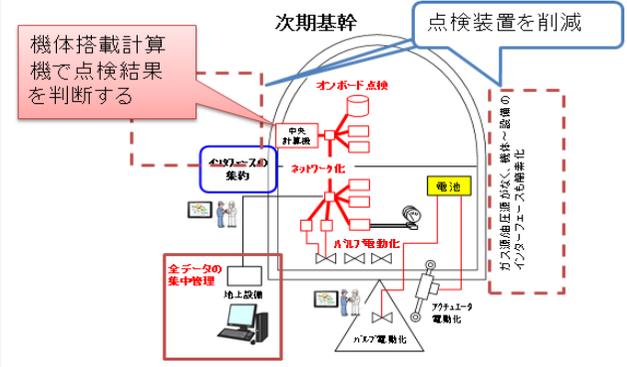
- 低コスト複合材製造技術  
一体成型/  
低コスト素材  
を実現



### 民間技術の活用・機能配分見直し

- ネットワーク技術
- 搭載電子機器小型化
- 自律点検機能

機体に点検機能を移し、  
設備を簡素化



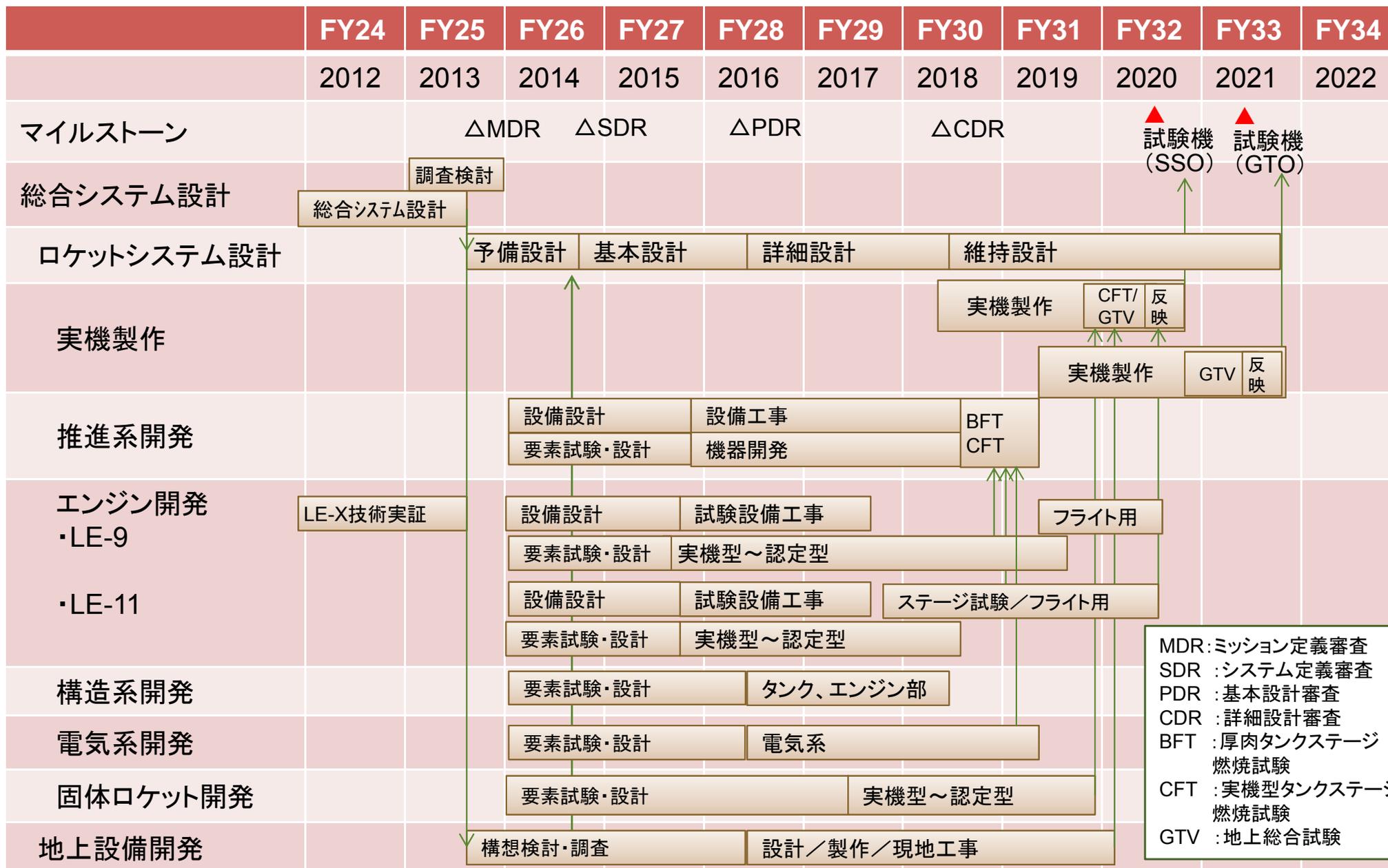
アビオニクス

### 設備仕様の簡素化

- 点検装置類削減
- 射場系システムの簡素化  
自律点検機能により地上設備削減
- 低層建屋  
横置き整備でアクセス性向上、機体整備期間短縮、設備規模も低減
- 耐腐食材料の適用
- アンビリアル損傷防止  
再整備を低減、打上げ間隔短縮

地上設備

# (6) 開発計画 開発スケジュール



# (6) 開発計画

## 平成26年度 実施内容

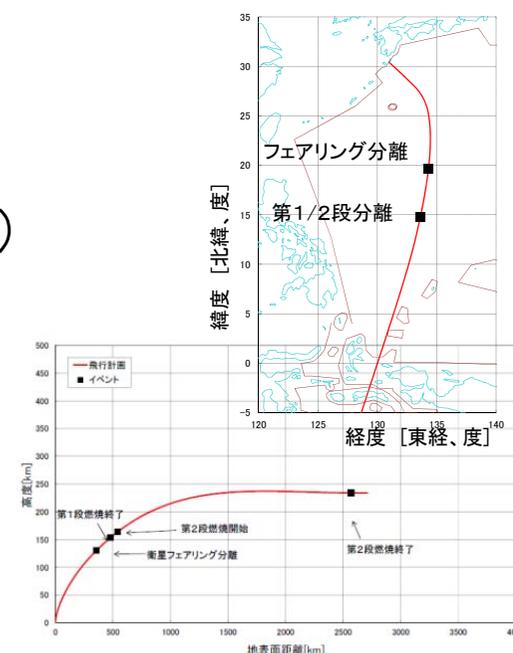
- 新型基幹ロケットは平成32年(2020年)に試験機1号機を打ち上げる計画。
- 平成26年度は、予備設計を行い、新型基幹ロケットのシステム仕様の設定(ミッション要求を踏まえてどのようなロケット/設備とするか)を行う。また、これを受けて、基本設計に着手する。具体的には以下の作業を実施する。

### ① システム設計

- システム仕様設定のための解析作業  
(飛行経路、制御系、構造系、推進系、環境条件等に関する解析)
- サブシステム(推進系、構造系、電気系、等)に関する設計作業
- 全体システム: 風洞試験、アンテナパターン試験、音響基礎試験等

### ② 要素試験・試作試験

- エンジン: エLEMENT単体要素試験、ターボポンプ軸受試験、等
- 推進系: 模型タンク排液試験、推進薬マネージメント基礎試験、等
- 電気系: 新規技術(自律点検、非接触アンビリアル)要素試験、等
- 構造系: タンクドーム成型加工試作、複合材成型確認試験、等



飛行経路解析

- なお、平成26年度の予算要求額は70億円。



風洞試験



複合材成型確認試験

## 補足資料

- 補足A 液体ロケット開発経緯
- 補足B 動向分析の結果
- 補足C エンジン開発・高信頼性開発プロセス
- 補足D 大型ロケットの世界動向

## 【N-I～N-II】米国からの技術導入

- 1968年宇宙開発委員会発足。1969年日米政府間の交換公文を締結  
1970年技術導入によるN-Iロケットの開発を決定
- 実用衛星の大型化に伴い、引き続き米国からの技術導入によりN-IIロケットを開発

## 【H-I】自主技術の蓄積

- ロケットの重要基幹技術を自主技術として蓄積することを目的として、H-Iロケット(静止軌道500kg級(GTO1トン級))は2段液体水素／酸素エンジンや慣性誘導装置等を国内技術で開発

## 【H-II】全段自主技術による自律性の確保

- 1984年2月宇宙開発政策大綱改訂にて、H-IIロケット開発の方針として「全段国産技術での開発」、電電公社(現NTT)等の「実利用の需要に応える静止衛星2トン級(GTO4トン級)」を検討
- 1986年 全段自主技術によるH-IIロケットの開発に着手
- 1994年初号期の打上げに成功し、世界の大型ロケットと性能面で肩を並べた。
- 3号機以降(株)ロケットシステム(RSC)がH-IIロケットの打上げサービス事業及び製造とりまとめを実施
- 1996年、RSCが米国ヒューズ社、スペースシステムズ／ロラール社から計30機の商業打上げを受注
- 5号機、8号機の2回の打上げ失敗によりヒューズ社との契約が解除。2003年にはロラール社倒産により全契約が解除

## 【H-IIA】宇宙輸送コストの低減と信頼性向上

- 1996年、大幅なコスト低減と信頼性の向上、将来の能力増強に対応可能な発展性を目標としてH-IIAロケットの開発に着手。2001年初号機打上げに成功
- 2002年総合科学技術会議においてH-IIAロケットの民間移管等が決定
- 2003年、6号機の打上げ失敗をきっかけに、製造品質の強化を図り、JAXAは研究開発に注力し、より一層の信頼性向上を図る体制とした。
- 2007年の13号機より、三菱重工業による打上げ輸送サービスを実施しているところ。

## 【H-IIB】官民共同によるロケット開発

- 2005年、官民双方のニーズに基づく大型ロケットの実現を目指してH-IIBロケットの開発に着手し、2009年試験機の打上げに成功。
- 2013年の4号機より、三菱重工業による打上げ輸送サービスを実施しているところ。

## 【基幹ロケット高度化】基幹ロケットの継続的な改良の取り組み

- 基幹ロケットの継続的な改良の取り組みとして、2段ステージの推進系、構造系、アビオニクス系の高機能化を実施しているところ、

# 補足A 液体ロケット開発経緯(3/3)



～基幹ロケット高度化(プロジェクト実施中)～

- 基幹ロケットの継続的な改良の取り組みとして、2段ステージの推進系、構造系、アビオニクス系の高機能化を実施中。

## 1. 静止衛星打上げ能力の向上

- 推進薬蒸発量の低減技術の開発
- 低出力スロットリング機能の獲得
- 搭載機器の長秒時作動技術の獲得

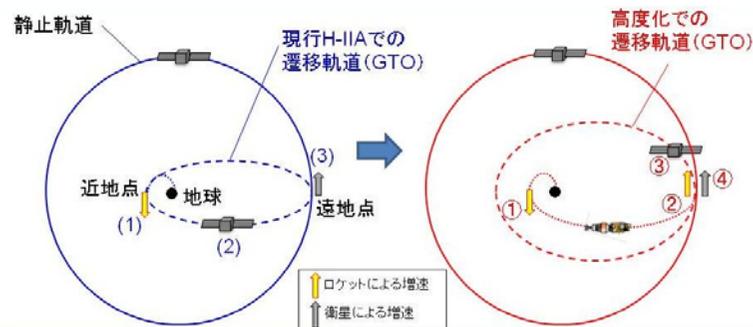
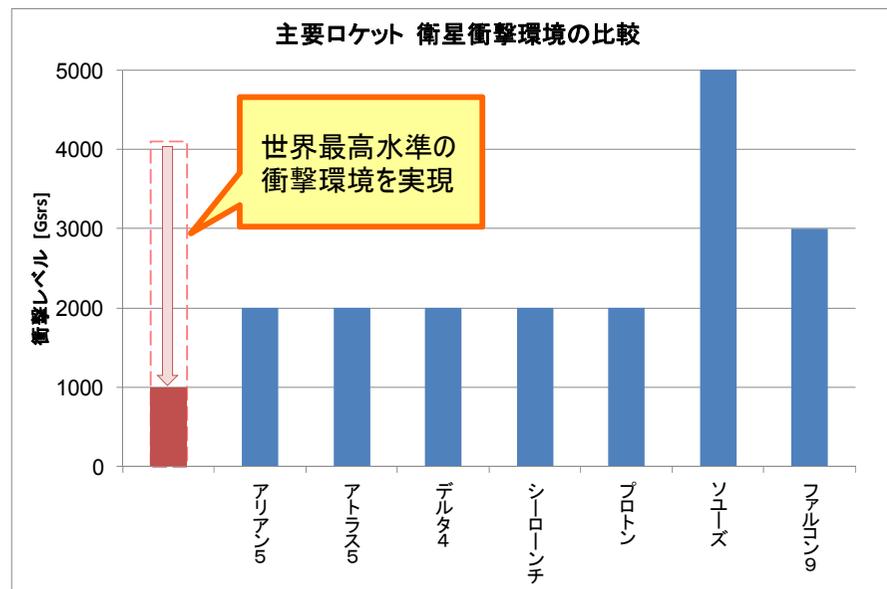
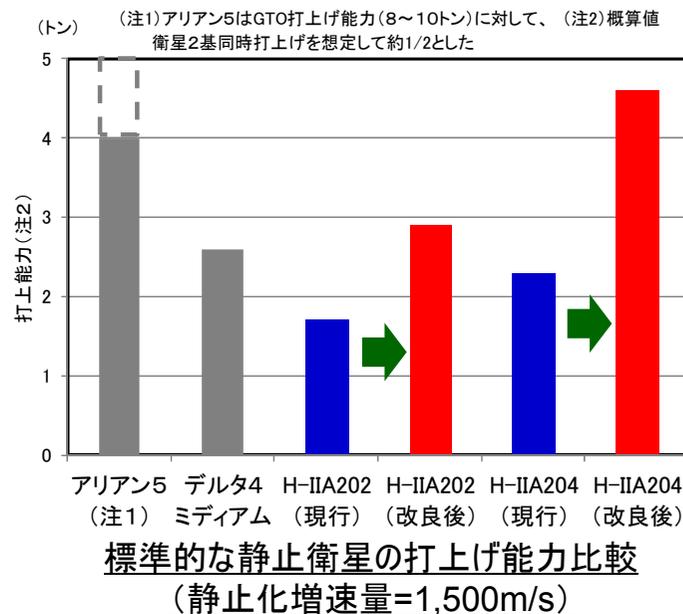
⇒ 能力向上により、H2A202形態で20%程度、H2A204形態で50%程度の商業ミッションに対応可能となる。

## 2. 衛星衝撃環境の抜本的緩和

- 火工品によらないメカニズムによる低衝撃衛星分離機構の開発

## 3. 飛行安全システム追尾系の高度化

- 機体搭載型航行安全用航法システム(レーダ代替)の開発



<現行H-IIA>  
 (1)近地点で2段エンジンを再着火して増速  
 (2)衛星を分離して遷移軌道に投入  
 (3)遠地点で衛星が増速して静止軌道に投入

<効率的な増速方法(オプション)>  
 ①近地点で2段エンジンを再着火して増速  
 ②ロングコースト後、遠地点で再々着火(低推力)して効率的に増速※1  
 ③衛星を分離して遷移軌道に投入  
 ④遠地点で衛星が増速して静止軌道に投入  
 ※1) 近地点よりも遠地点の方が速度が低く、遠地点の方が効率的に静止化増速量ΔVを低減可能

GTOミッション対応能力の向上

主要ロケットの衛星衝撃環境の比較

# 我が国の液体ロケット開発経緯



		N-I ロケット	N-II ロケット	H-I ロケット	H-II ロケット	H-II Aロケット	H-II Bロケット	
ロケットの概要		米国の「ソー・デルタ」ロケットを基本とし、2段の推進系のみ自主開発。	1段はライセンス生産。その他は米国から購入。(主要自主開発アイテムはなし)	1段はライセンス生産。慣性誘導装置(部品は一部海外調達)、2段/3段推進系を自主開発。	全段自主技術開発 純国産ロケット	全段自主技術開発 部品等を一部輸入	全段自主技術開発 部品等を一部輸入	
主要開発項目	2段	・LE-3エンジン (ヒドラジン系)	技術導入	・慣性誘導装置 ・LE-5エンジン (我が国初の液水/液酸エンジン)	・慣性誘導装置 (高性能化) ・LE-5Aエンジン (エンジンサイクル変更)	・慣性誘導装置 (小型化・低コスト化) ・LE-5Bエンジン (簡素化・信頼性向上)	—	
	1段	技術導入		技術導入	・LE-7エンジン (我が国初の高圧・大推力液水/液酸エンジン)	・LE-7Aエンジン (簡素化・信頼性向上)	・LE-7Aエンジン (簡素化・信頼性向上)	・1段大型(4m→5.2m) (摩擦攪拌溶接) ・1段エンジンクラスタ
	固体ブースタ				・SRB	・SRB-A (簡素化・信頼性向上)	—	
	構造その他				・フェアリング	—	・フェアリング(大型化)	
打上げ能力(GSO)	130kg	350kg	550kg		2ton	2ton~3ton	4ton	
開発費	約940億円 (全号機の機体製作費含む)	約1300億円 (全号機の機体製作費含む)	約1600億円 (試験機1-3号機製作費含む)	約2700億円 (試験機1、2号機分を含む)	約1532億円 (ロケット信頼性向上含む)	271億円 (内、民間76億円)		
運用期間	1975~1982	1981~1987	1986~1992	1994~1999	2001~	2009~		
打上げ実績(失敗数)	6/7	8/8	9/9	5/7	21/22	4/4		

# 補足B 動向分析の結果



## (1) 政府衛星需要動向(2020年代)

### 分析手法

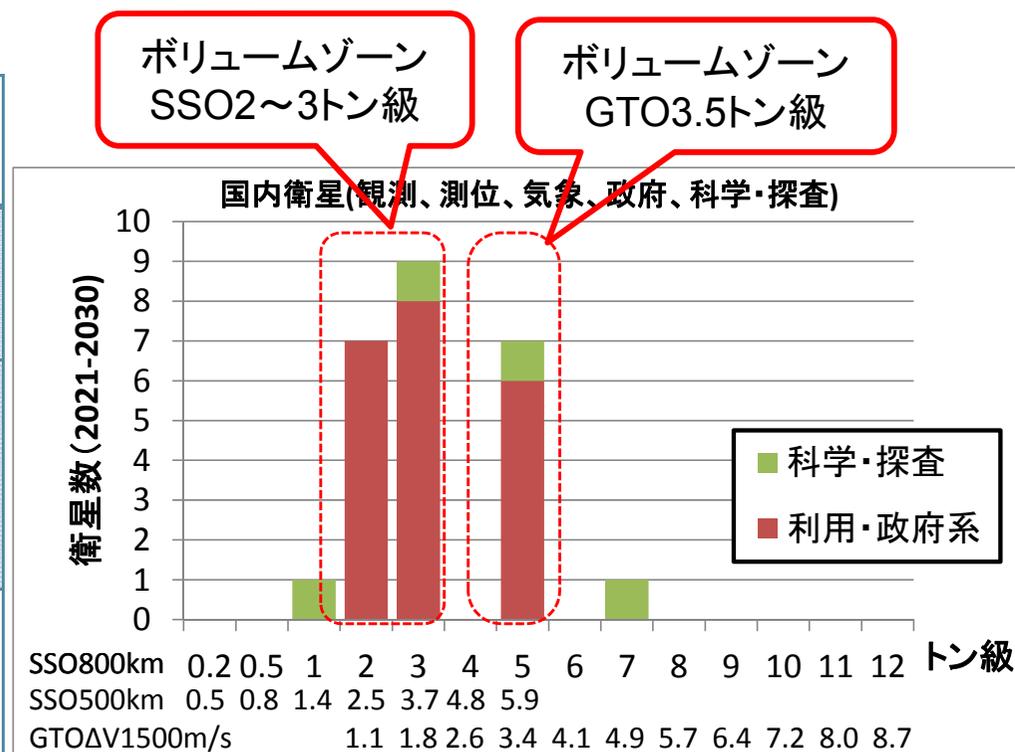
- 年間機数は過去実績等などから推定した寿命によりリプレース時期を想定して試算
  - ✓ 情報収集:4機で寿命5年 / 地球観測衛星:3~4機で寿命5年
  - ✓ ひまわり:2機で寿命8年 / 準天頂:7機で寿命15年 / 防衛用通信:2機で寿命15年(2030年以降と想定)
- 軌道・質量は過去実績やヒアリングより推定
- ただし、科学衛星(小型は除く)は今後約10年間において打上げ予定のプロジェクトやその準備段階の4機\*1より

### 結果

- SSO衛星は、年間1.5機程度で質量のボリュームゾーンは2~3トン級
- GTO・準天頂衛星は、年間0.5機程度で質量は3.5トン級(~4トン級)
- 科学衛星は、年間0.5機程度で質量や軌道はさまざま

\*1) ASTRO-H、はやぶさ2、SPICA、SELENE2

投入軌道	衛星	年間数量	質量
SSO	情報収集	1.4 ~1.6機	2~3トン級
	地球観測衛星		
GTO 準天頂 軌道	ひまわり	0.6機	3.5トン級(~4トン級)
	準天頂		
	(防衛用通信)		
低軌道 ~地球 脱出	天文・太陽観測・ 探査機	0.4機	0.5~4トン級



# 補足B 動向分析の結果



## (2) 商業衛星需要動向(1/2)

### 分析手法

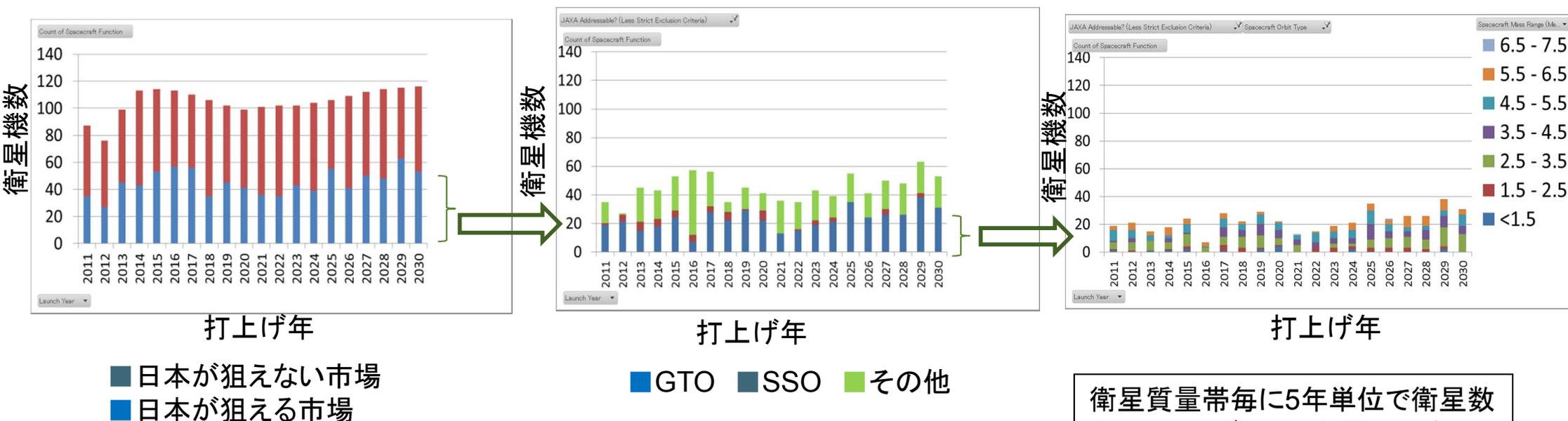
2020年代の需要予測は、技術動向や統計だけではなく経済状況や衛星の事業戦略など幅広い情報と分析が必要。そこで、それらの知見をもつ海外のコンサルティング会社(ユーロコンサル社、Futron社)と連携して以下の分析を行った。

- ① アナウンスされている公開情報、運用中の衛星寿命のリプレースの予測、各社独自情報などを基に推定できる衛星需要のベースラインを予測し、日本が狙える市場を識別
- ② 日本の狙える市場に対して、衛星軌道による区分を作成
- ③ 商業市場で中心となるGTOミッションに対して、衛星質量帯を区分し中長期的な変遷を分析

①ベースライン予測から狙える市場を識別

②衛星軌道による区分

③GTOミッションについて衛星質量帯毎に分類



衛星質量帯毎に5年単位で衛星数をまとめたグラフを次頁に示す。

# 補足B 動向分析の結果



## (2) 商業衛星需要動向(2/2)

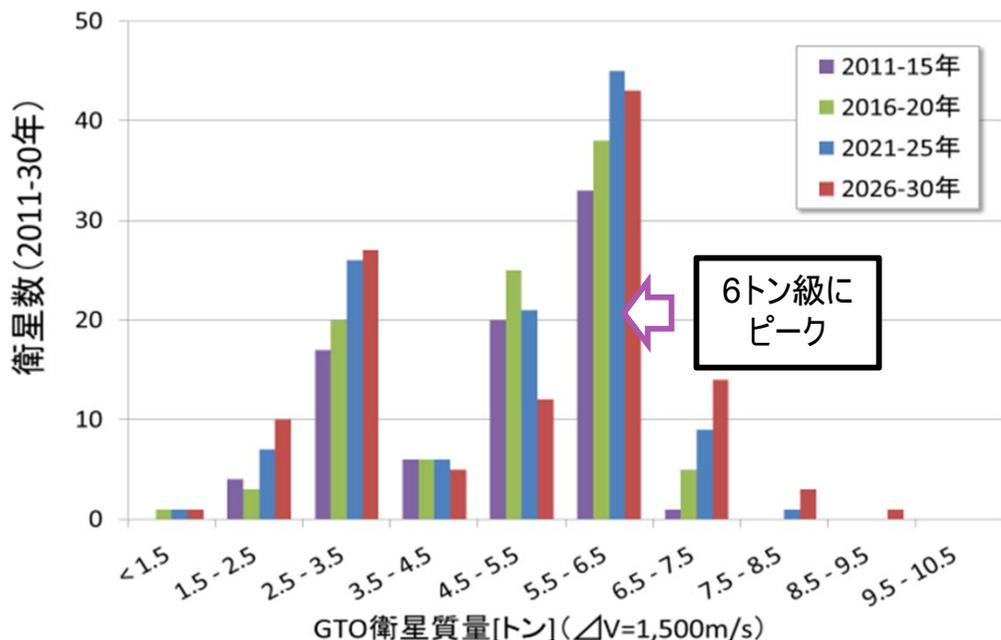
### 結果

- 年間機数は20~25機/年(2020-2030年)となり、微増傾向
- 質量は、仮定した技術革新や世界経済状況により3~6トン級まで幅広いレンジにばらつく

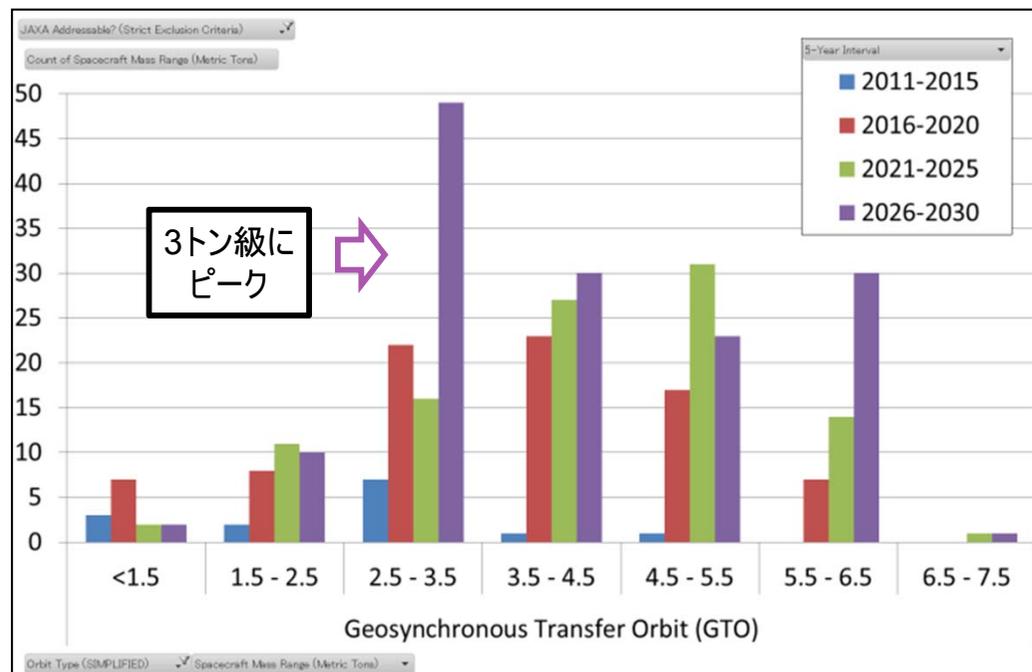
[変動要因の例]

- 電気推進の台頭により、衛星質量を下げ設計寿命が増加する可能性
- ビジネスモデル拡大・縮小により、トラポンの数が増減し、衛星質量が増減する可能性
- 経済情勢や事業戦略により、衛星数が増減する可能性

### 商業衛星需要 (2011-30)



(出典)ユーロコンサル社調査結果



(出典) Futron社調査結果

# 補足B 動向分析の結果



## (3)顧客要望・意識調査(1/2)

### 分析手法

1. ロケットの選定基準について統計をとった(衛星オペレータや製造者を中心としたユーザ約40機関より)。
2. 次にH-IIA/Bに対するユーザからの声を、選定基準の上位を中心に分析した。
3. それらを総括して、新型基幹ロケットへの反映事項を整理した。

### ➤ 結果

#### ロケット選定基準

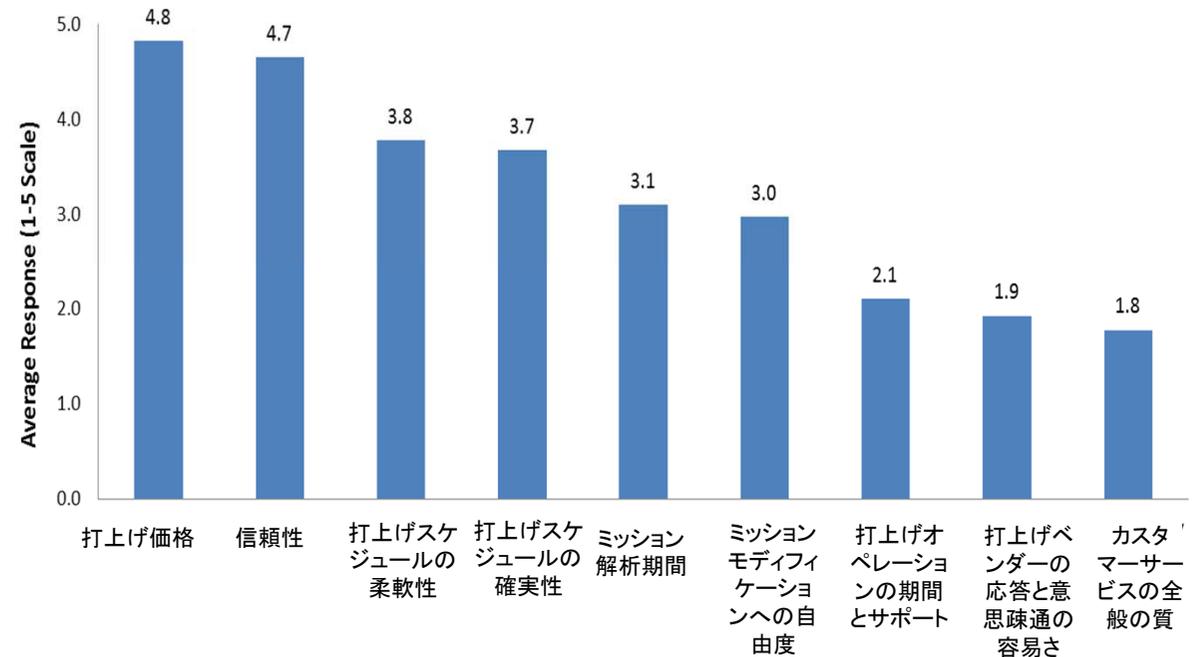
右図の項目について5段階評価を実施

1位: 打上げ価格

2位: 信頼性

3位: 打上げスケジュールの柔軟性

4位: 打上げスケジュールの確実性



# 補足B 動向分析の結果

## (3)顧客要望・意識調査(2/2)



### ➤ 総括

- ✓ ロケットを選定する上では「打上げ価格」と「信頼性」が最も重要である。
- ✓ 市場で一定のシェアを獲得しているロケットには下記の特徴がある。
  - Ariane5は価格は高いが、高い信頼性(\*)とスケジュールの柔軟性／確実性で顧客を獲得
  - Proton／Falconは安い価格とスケジュールの柔軟性により顧客を獲得
- \* )顧客に評価される信頼性とは打上げ成功率や設計上の信頼度だけではなく商業実績、信用関係、打上げ頻度を踏まえて評価される。
- ✓ H-IIA/Bロケットは信頼性でプロトンを上回るが、価格、スケジュールの点で競争力がない。



### ➤ 新型基幹ロケットへの反映事項

- ✓ ロケット選定基準において価値の最上位である「信頼性」を重点的に向上させつつ、「打上げ価格を低減する」ことで官需には使いやすく商業市場で売れるロケットを開発する。
- ✓ また、「スケジュール柔軟性／確実性向上に取り組み」、価値を高める。

# 補足B 動向分析の結果



## (4) 衛星の技術動向

2020年代の衛星打上げサービスにおいては、下記に示す衛星側の今後の技術動向によって、打上げ質量が大きく変わるため、これに対して柔軟な対応ができることが重要

### ①大電力化とスマートバス化

- ✓ 衛星オペレータは営業収益増加、衛星製造業者は国際競争力強化のため、静止通信衛星のハイパワー化は必須の要求。25kW級の大電力衛星バスが世界的に開発される方向
- ✓ 大電力化だけでは重量増に繋がるが、機器を小型・軽量化した「スマートバス化」により、衛星質量は維持しながら、大電力化の実現が目指されている(図中赤①の矢印)。

### ②全電化衛星による衛星質量の大幅な軽減

- ✓ 高比推力の電気推進の台頭により、静止衛星バスBoeing 702SP(全電化バス:推進系として電気推進のみを搭載、2014年打上げ予定)では搭載する推進剤が劇的に低減し、打上げ時質量が従来の約6割(図中緑②の矢印)。世界の衛星オペレータが702SPの成否に注目
- ✓ 702SPではGTO-GEO遷移に半年程度かかるが、将来的なスマートバス化(バスの大電力化・軽量化)により、遷移期間は3~4ヶ月程度まで短縮されると予測され、全電化が一層加速する可能性もある(図中水色の矢印)。

