

第1回宇宙輸送システム部会

資料6 - 2

〔液体ロケット〕 宇宙輸送システムの事業について

宇宙輸送システム部会 委員

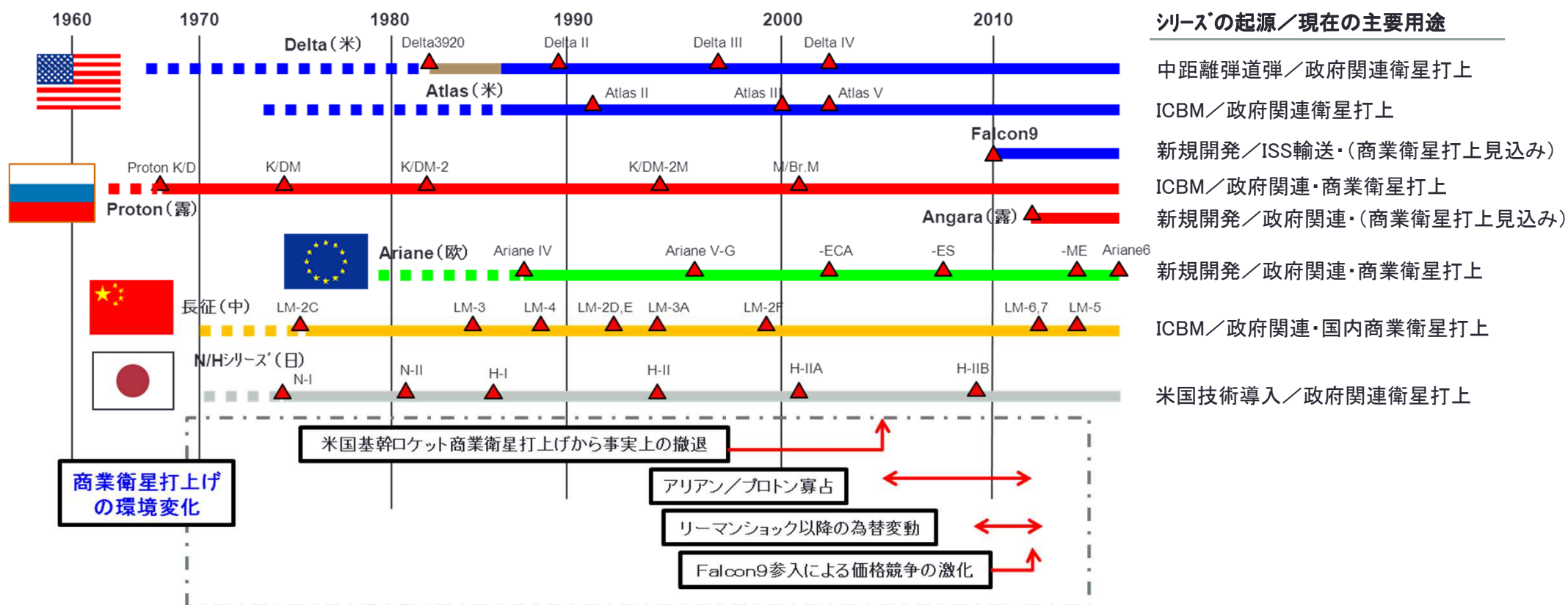
三菱重工業株式会社 代表取締役常務執行役員
航空宇宙事業本部長

鯨井 洋一

2013年3月28日

世界の主要ロケット開発のながれ

- 宇宙先進国は、国威発揚から、現在は低成長期(安定期)の宇宙開発の時代へと移行。主要ロケットは、開発と運用を並行実施しながら、継続して進化を遂げている。
- 我が国の液体ロケットは、実用衛星打上げを目的として、米国からの技術導入によりスタートし、H-IIにより世界に比肩する大型ロケットを国産化技術で獲得した。
- H-IIと同じ性能諸元でコストダウンを目指したH-IIAで、H-IIの半減まで到達した。民営化後、世界最高水準の打上げ成功率を達成するに至ったが、下図に示す商業衛星打上げの環境変化により、商業市場変化に対応できていない状況にある。



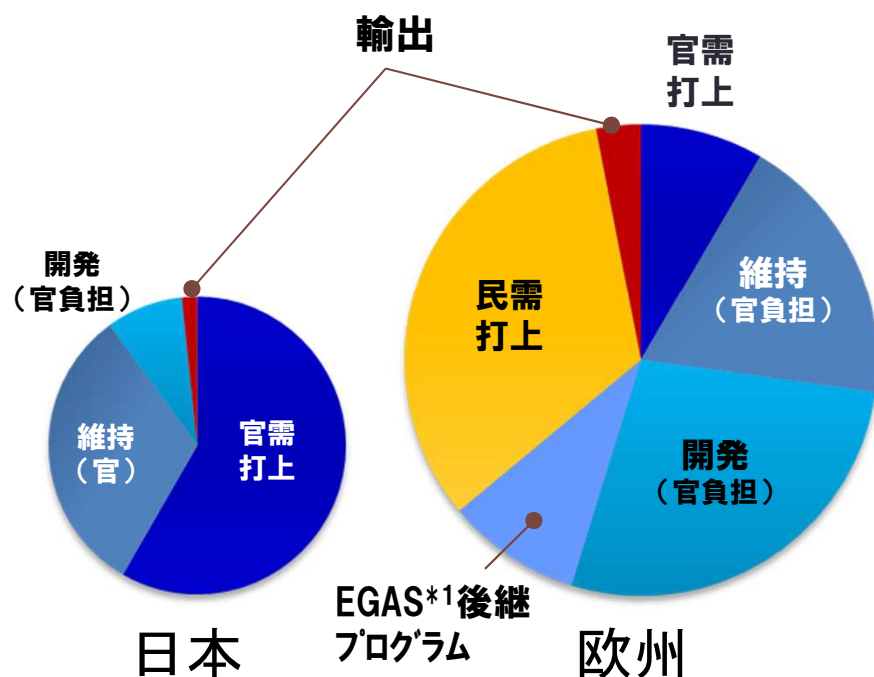
各国ロケットビジネスの構成

○ 各国ロケットのビジネスの規模と構成

面積は輸送系産業の売上げ(概算参考値)を示す。

*1 基盤維持プログラム: European Guaranteed Access to Space

*2 ボーイング社、ロッキードマーチン社のジョイントベンチャー

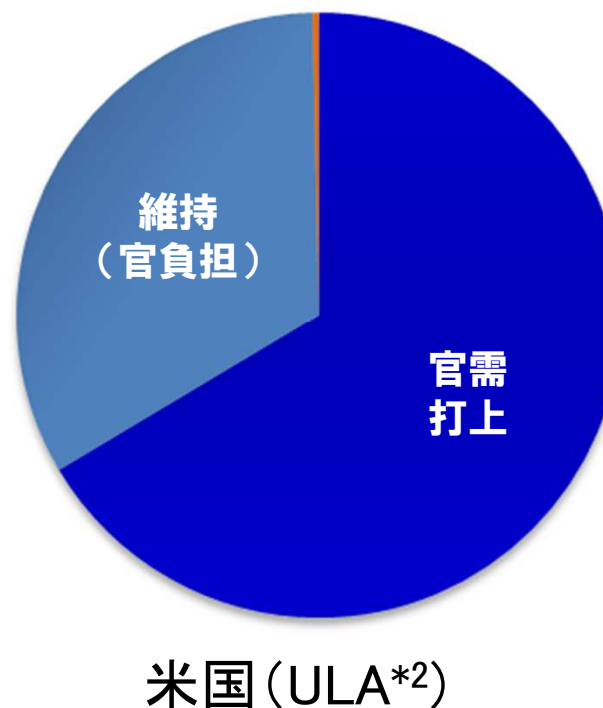


約600億円

約1500億円

官需主体
国が基盤維持を支援
製造メカが運用

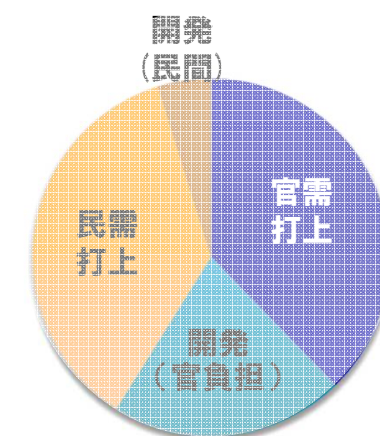
官需+民需
ESAが基盤維持と民需獲得を支援
打上げサービス専用会社が運用



米国(ULA*2)

約2400億円

官需主体
国が基盤維持契約と纏め調達で支援
製造メカが運用



米国(SpaceX)

官需主体だが民需比率増加中
NASAが開発と長期調達で支援
製造メカが運用

内訳

打上内容
(機数)
官負担維持
官負担開発

H-II A/B 打上げ
(3機想定)
基盤維持
イプソン開発

Ariane 5 打上げ
(6機想定)
EGAS含む基盤維持
Ariane 5 ME / Vega 開発

Atlas V/Delta IV 打上げ
(8機想定)
基盤維持

マニフェスト想定値
(12機)

ISS 有人輸送機 開発

各国の宇宙政策の基本スタンス

○ 宇宙先進国は、国が宇宙への自律的輸送手段の確保を目的として、産業基盤（開発、製造、打上げ）を将来に渡って安定的に維持させるための政策を執っている。

(1) 米国

- 数年毎のまとめ調達と、年間約\$1Bの基盤維持契約で技術、射場を維持。
国際宇宙ステーションへ輸送手段の開発及び長期調達保証で、SpaceX等の民間を支援。

(2) 欧州

- ESAは、官需(1～2機)に加え、EGAS等の基盤維持プログラムで民間を支援し、民需獲得で最低年間6機打上げを保証すると共に、技術開発関連プログラムで基盤を維持。
- EGAS相当をなくすことを目指し、低価格のアリアン6(次世代ロケット)を検討中。

(3) ロシア

- 冷戦時代に開発したロケットを活用し、官需と民需打上げで機数を確保。

(4) 中国

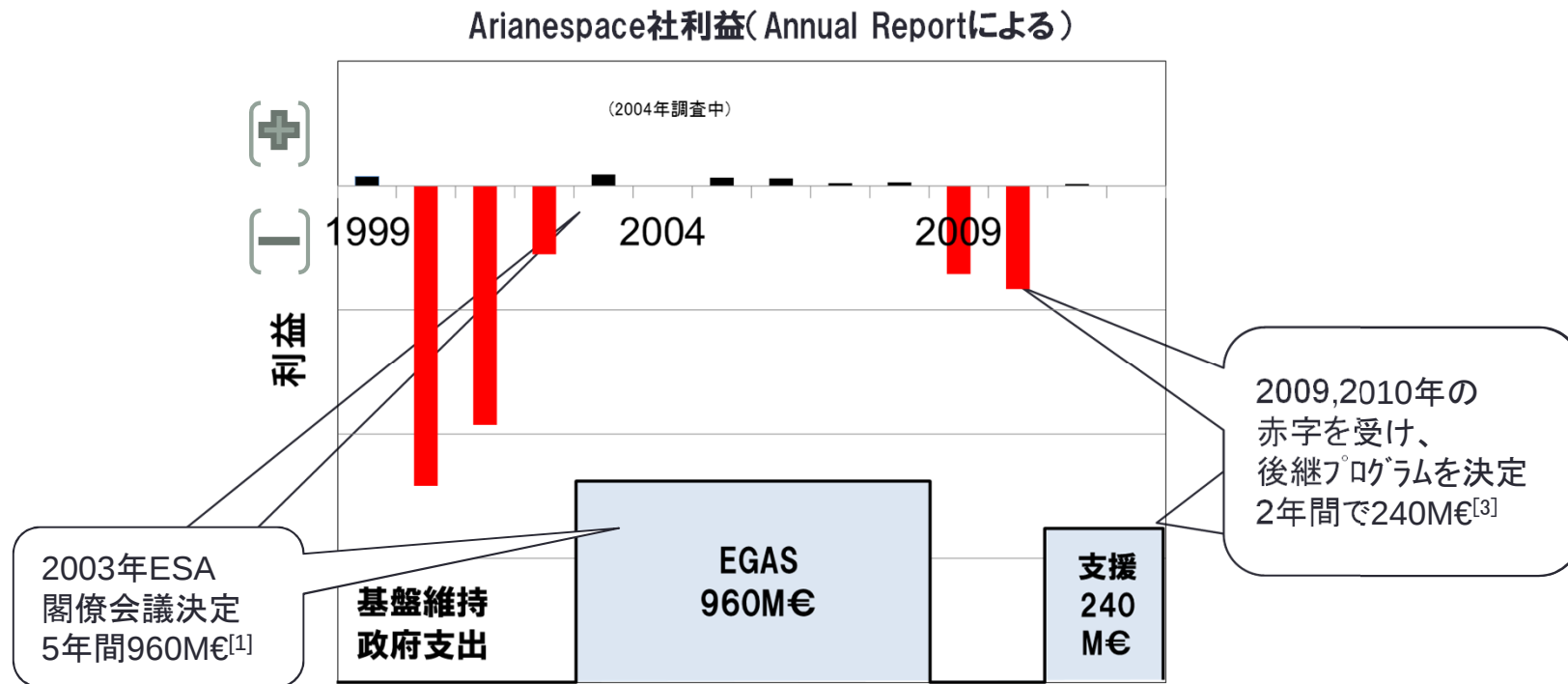
- 官需主体に国家主導で自律性を確保。

欧州の基盤維持政策について(出典に基づく記事を再整理したもの)

○ ESA/CNESが以下基盤維持施策でアリアンススペース社及び製造メーカを支援。

①EGAS及び後継プログラム (European Guaranteed Access to Space)

- ・国が一部の固定費を負担することで、他国と同じ競争環境に置くことを目的とした支援策^[1]



②ARTA : Ariane5技術開発関連プログラム (Ariane 5 Research and Technology Accompaniment)

- ・ Ariane5の技術維持を目的としたプログラム(例: 部品枯渇開発、補助ブースタ燃焼試験等)^[2]

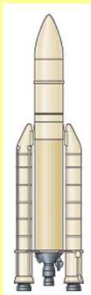
出典: [1]ESA/C-M/CLXV/Res.1(Final), 27 May 2003, www.esa.int/esapub/bulletin/bullet114/chapter1_bul114.pdf

[2]ESA, 18 Nov. 2008, www.esa.int/For_Media/Press_Releases/Ministers_meet_to_define_the_role_of_Space_in_delivering_global_objectives

[3]SpaceNews, 17 Mar. 2011, www.spacenews.com/article/renewed-arianespace-subsidies-prompt-protest-threat-ils

世界の主要ロケットの打上げ実績

- 米国と中国は、政府関連衛星打上げが主体。
- 現状、商業衛星打上げ市場は、アリアン5とプロトンの寡占状態。
SpaceX社は低価格セールスにより、市場へ食い込み。
- システム開発を継続して来なかったロシア系のロケット(プロトン、ゼニット(シーロンチ))は、最近打上げ失敗が増加。

国	日本			欧州			米国						ロシア			中国			国際協業			インド					
名称	H-II A			アリアン5			デルタ4			アトラス5			Falcon 9			プロトンK/M			長征2/3			シーロンチ			GSLV Mk3		
ロケット																											
3年間の実績	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12	'10	'11	'12
商業打上数																											
	0	0	0	6	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	10	0	1	1	0	1	4	0	0	0
その他打上数 (政府関連衛星)																											
	2	2	2	0	1	1	3	3	4	4	5	6	2	0	2	4	4	1	11	15	14	0	0	0	2	0	0
失敗数																											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	
商業受注																											
	0	0	0	10	11	11	0	0	0	0	0	0	2	2	9	7	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

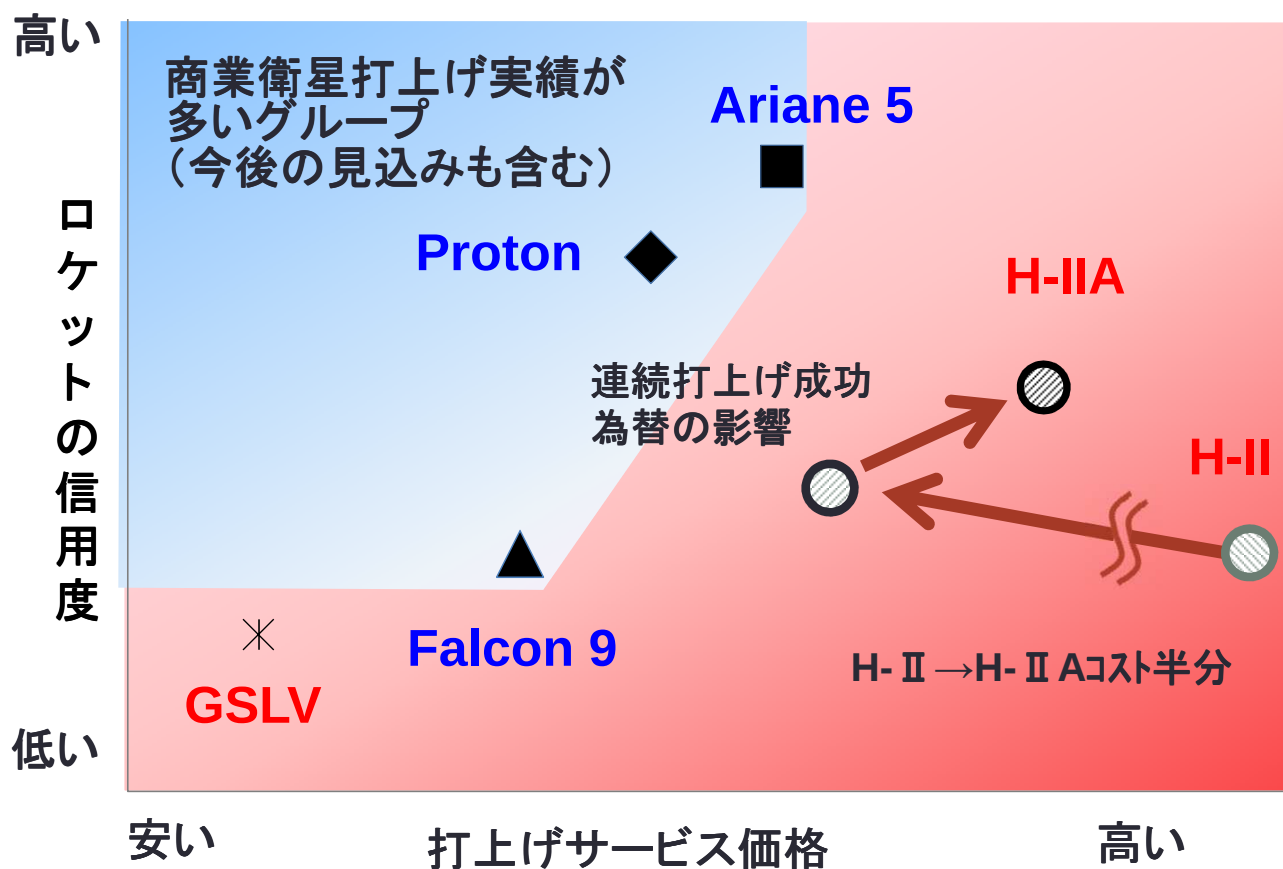
- ← アリアン/プロトン寡占状態
- ← 米国/中国は政府衛星打上主体
- ← プロトン、シーロンチの失敗
- ← プロトン減 Falcon9増

商業衛星打上げロケットのポジショニング

○衛星顧客からの聞き取りを踏まえ、商業顧客にとっての“信用度”を独自に定義。

$$\text{信用度} = f(\text{商業打上げ実績}, \text{静止衛星打上げ成功率}, \text{打上げ成功率})$$

○信用度の低いロケットは、価格で勝負(SpaceX社)。

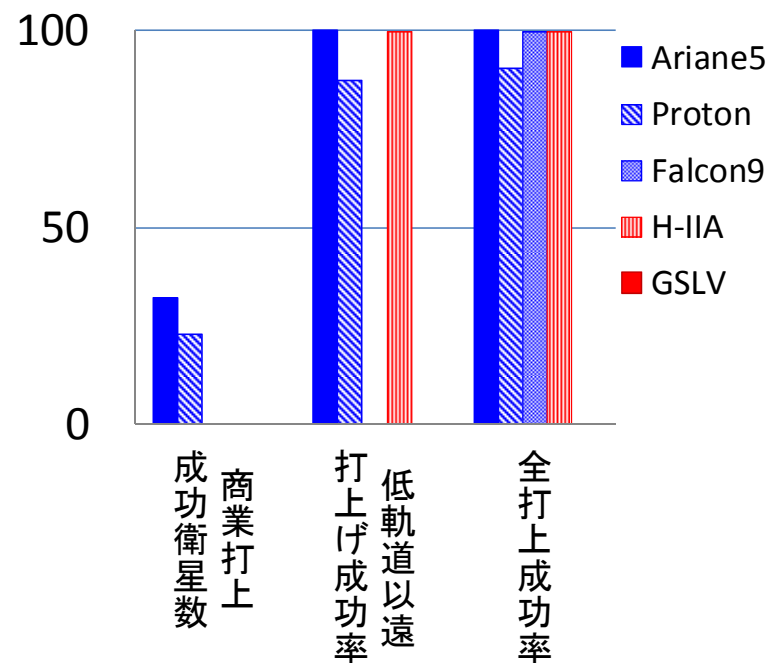


【主要商業打上げロケットの“信用度”と価格】

【信用度】

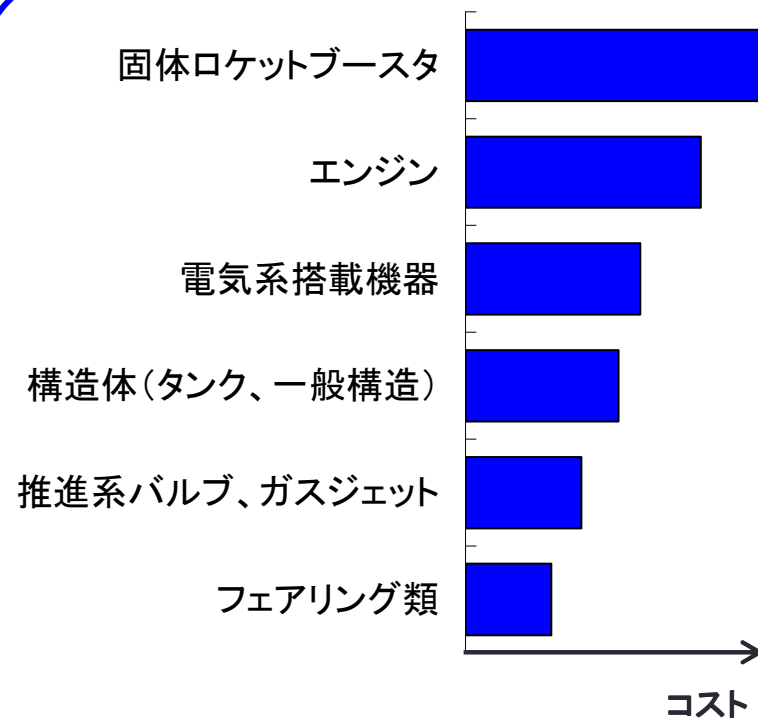
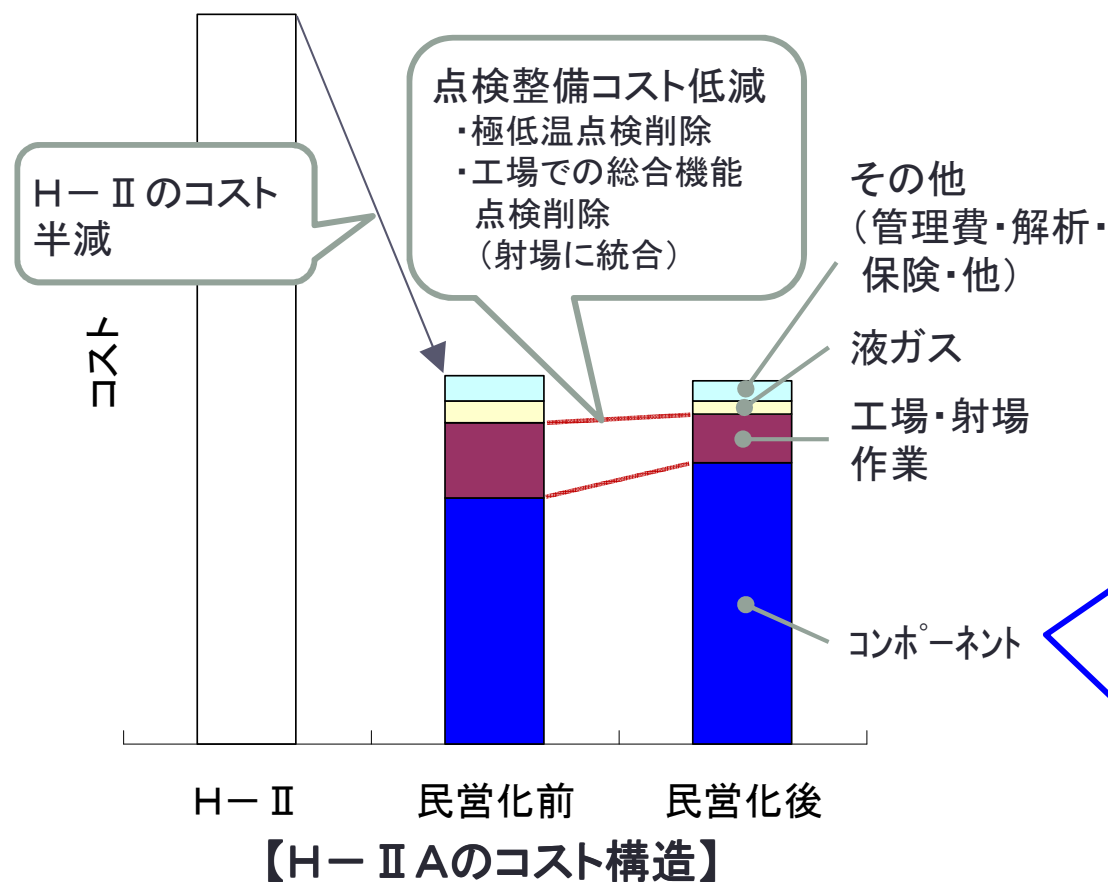
顧客が重視する3つの指標(最近3年間)について重み付けして評価

- ・商業打上げ実績
- ・静止衛星打上げ成功率
- ・打上げ成功率



H-II Aのコスト構造

- H-II Aは、開発によりH-IIのコスト半減を達成。さらに、民営化後、打上げ実績を踏まえ、点検内容、作業組立の見直し等により点検整備費のコスト低減は実現したが、全体としては、コスト硬直している。
- H-II Aのコストの大半は、個別の仕様に基づき最適化されたコンポーネント類(SRB-A、エンジン、電気系搭載機器、フェアリング等)が占め、大幅なコストダウンは、コンポーネント類の抜本的な設計変更が必要となり難しい。



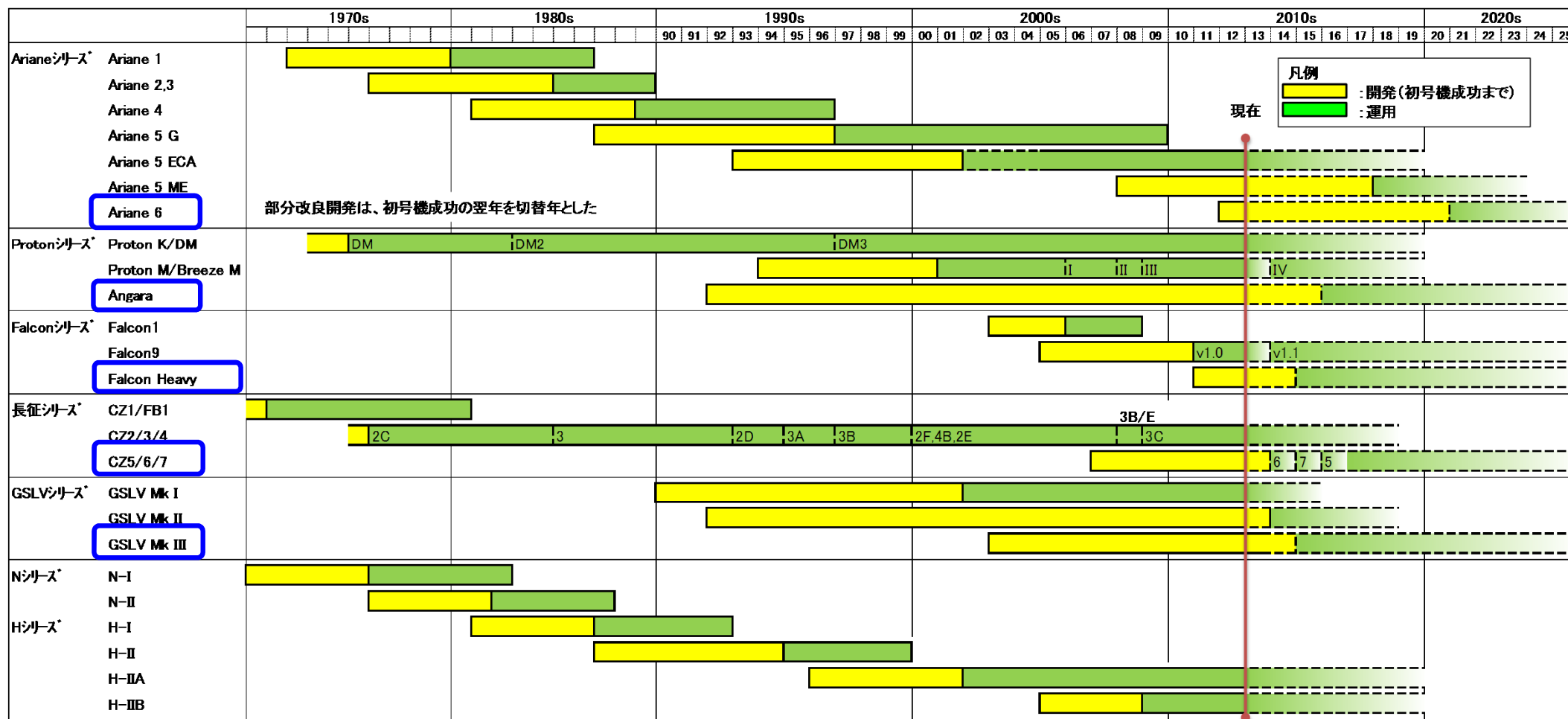
【コンポーネントのコスト比率】

世界の主要ロケット開発動向

○自律性確保の手段としてロケットを保有している国は、システム開発と運用を並行実施し、技術の維持・獲得を行っている。

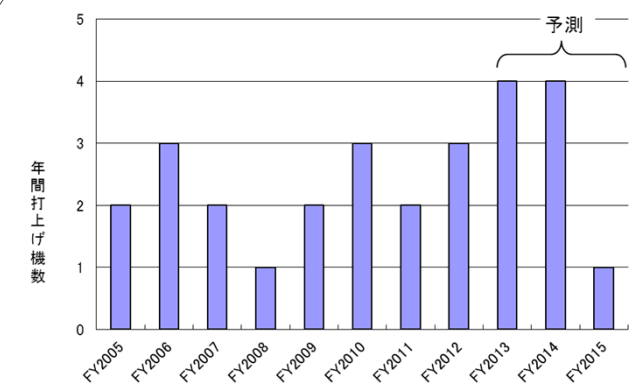
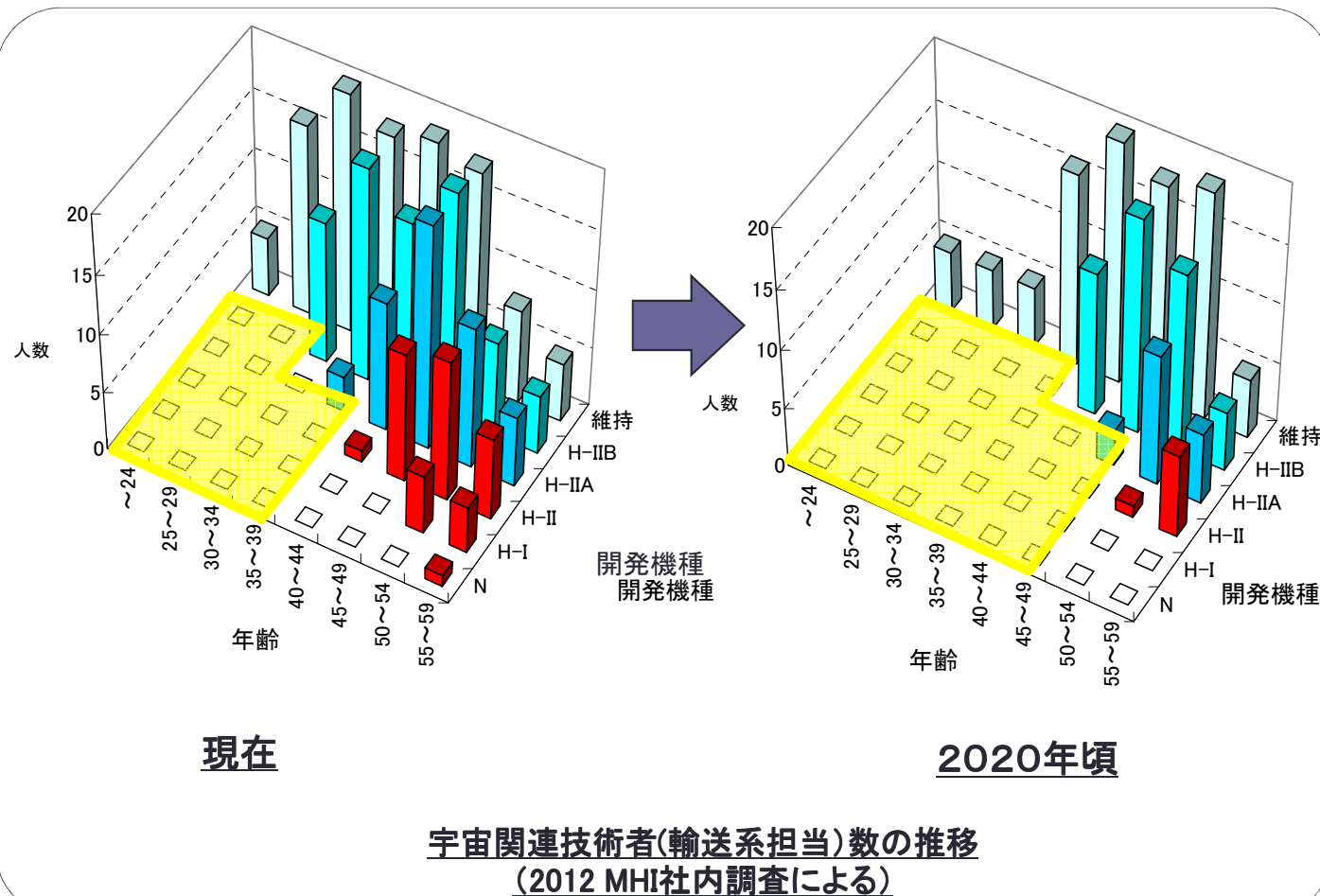
○2020年までに、競合各国は次世代ロケットを開発し、市場投入する予定である。

○日本も開発と運用を並行実施してきたが、H-IIA開発開始以降、15年以上本格的な開発はされていない。

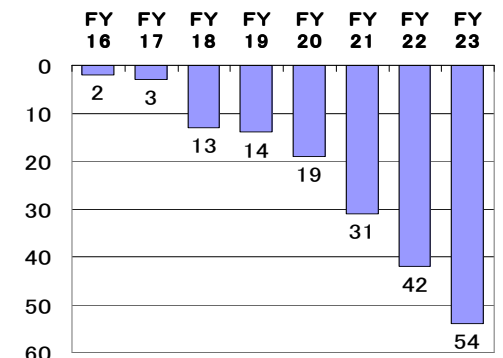


産業基盤の弱体化

- 2020年頃には、国産ロケット技術を獲得したH-II以前のシステム開発経験者はほぼリタイヤするため、開発停滞が継続する場合、技術継承の機会を失う。
- 機数変動、少量生産で年々撤退するサプライヤが増加している。



H-II A/B年間打上げ機数
(政府ミッション)



事業撤退社数推移(累積)
MHIのサプライヤ/一次ベンダー

まとめ

- 宇宙先進国は、国が宇宙への自律的輸送手段の確保を目的として、産業基盤（開発、製造、打上げ）を将来に渡って安定的に維持させるための政策を執っている。
- 日本も、政府衛星打上げを基本にしてきたが、安定的な機数確保のために民間が、商業衛星受注に向けて努力するも、参入障壁（実績、価格）が高く、獲得に至っていない。
- H-ⅡAは、開発によりH-Ⅱのコスト半減を達成したが、グローバルな価格競争力を持つに至っていない。
- 自律性確保の手段としてロケットを保有している国は、システム開発と運用を並行実施し、技術の維持・獲得を行っている。競合各国は次世代ロケットを2020年までに投入予定である。
- 日本も開発と運用を並行実施してきたが、H-ⅡA開発開始以降、15年以上本格的な開発はされていない。