

宇宙輸送システムの海外動向について －小型衛星打ち上げシステム 及び 固体ロケットの動向－

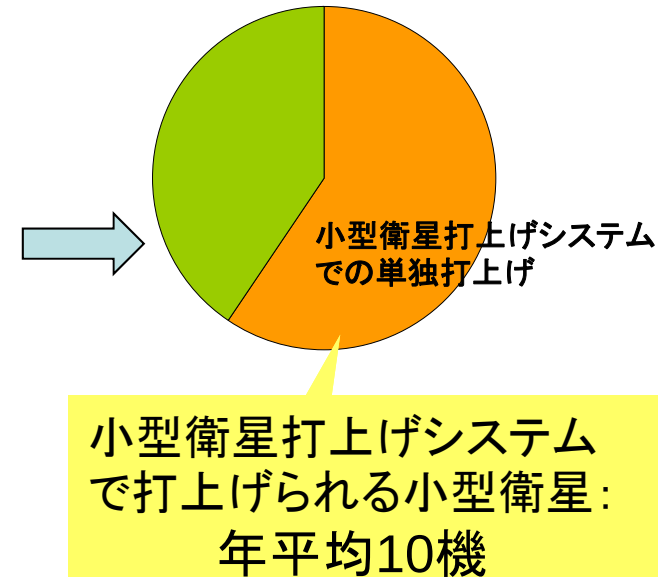
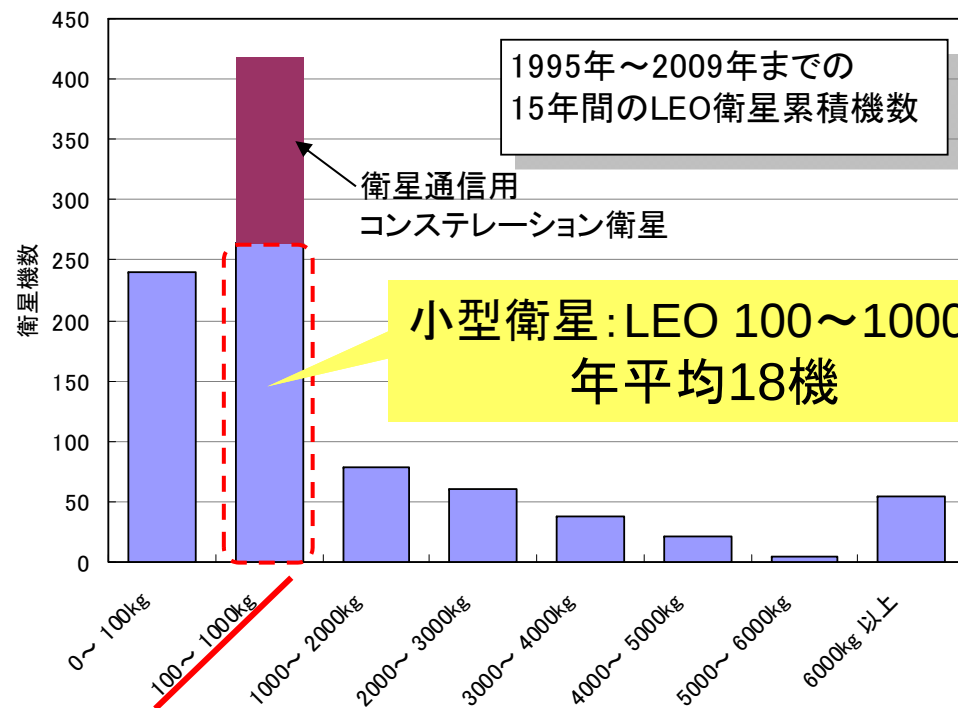
(株)IHIエアロスペース
代表取締役社長

木内 重基

2013.3.28

小型衛星とは

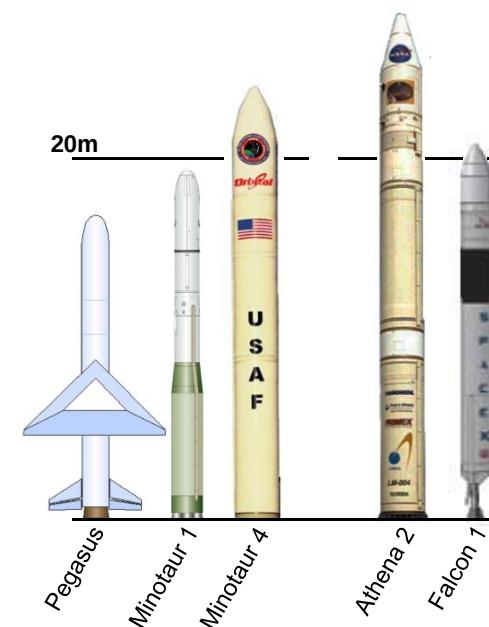
- ◆ 小型衛星：100～1,000kgのLEO衛星
 - － LEO衛星のボリュームゾーン
- ◆ 小型衛星打上げシステム：小型衛星の要望に柔軟に応える打上げシステム
 - － 単独打上げサービスを望むユーザ：大は小を兼ねない
- ◆ 小型衛星は年平均18機、うち、小型衛星打上げシステムでの打上げは年平均10機



米国の小型衛星打上げシステムの動向

- ◆ 軍、NASAによる官需で、Pegasus、Minotaur1,4を維持。
 - － 打上げ頻度はあわせて年2機程度。ICBM技術維持を目的。
- ◆ Athena、Falconは商業打上げサービスを目指してきたが、打上げ機会が得られていない。
 - － Falcon1は2010年に市場から撤退の模様
(SpaceXはFalcon9の開発・運用へリソースをシフト)
 - － Athena2は2013年に打上げサービスを計画中

	Pegasus	Minotaur1.4	Athena2	Falcon1
形態	空中発射 +固体3段 (+PBS)	固体4段 (+PBS)	固体3段 +PBS	液体2段
LEO打上げ能力 (ton)	0.4	0.64~1.7	1.7~2.0	0.5
打上げサービス会社	OSC	OSC	LM	SpaceX
備考		ICBM転用	2013年 打上げサー ビス予定	2010年 市場から 撤退



欧州の小型衛星打上げシステムの動向

- ◆ ESA衛星による官需を主体としてVEGAを運用中
- ◆ 小型衛星打上げのロシア依存からの脱却がVEGAの開発目的
- ◆ 政府支援によるEU域内衛星打上げで実績を作りつつ、商業打上げサービスを目指す。
 - 政府支援プログラムで初期5機の打上げを担保
 - 商業衛星打上げサービスの事業機会は未だ乏しい。
 - 現状計画されている8号機までのうち、EU域外衛星は相乗りを含めて2機(ODA関連)のみ。

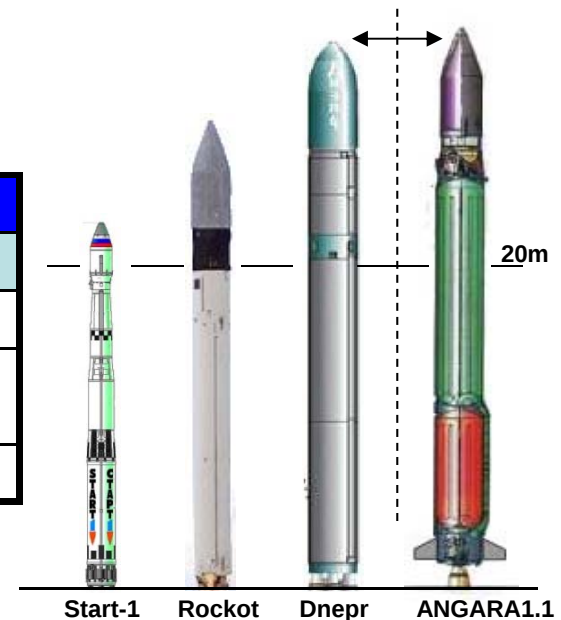
	VEGA
形 態	固体3段 +PBS
初号機フライト年	2012
LEO打上げ能力(ton)	2.3
打上げサービス会社	Arianespace



ロシアの小型衛星打上げシステムの動向

- ◆ 退役ICBMの利活用による低価格戦略でRockot、Dneprにより年2機程度の欧州等の衛星打上げ。
政府ミッション衛星を2年に1機打上げ。
- ◆ Dneprは早期に退役することが予想される(去年は打上げ実績なし)。
 - ICBMを宇宙用に改修するコストが多大で、経済的に見合わなくなっている、
 - 有毒な燃料を用いているため、射点を持つカザフスタン政府からの協力が得にくくなっている。
- ◆ 新規ロケット(ANGARA)の開発を進めており、Dnepr、Rockot、Protonの代替手段として準備している。

	Start-1	Rockot-KM	Dnepr	ANGARA1.1
形態	固体4段+PBS	液体3段	液体3段	液体2段
LEO打上げ能力(ton)	0.6	2.0	3.7	2.0
打上げサービス会社	ZAO Puskovie Uslugi	Eurokot	ISC Kosmotras	—
備考	ICBM転用	ICBM転用	ICBM転用	開発中



中国の動向

- ◆ 商業打上げサービスの強化
- ◆ 商業打上げサービスはITARにより厳しい制約
 - － 米国製衛星、および米国製部品を含む外国製衛星は中国ロケットで打上げできない。
- ◆ 新興国や開発途上国向けに衛星とロケット、地上設備、資金融資、保険までセットにしたパッケージ戦略を展開

衛星名	国名	衛星質量	用途	衛星	軌道	ロケット	打上げ日
Simon Bolivar 1	ベネズエラ	5049kg	通信	中	GEO	長征3B/E	2008 /10/30
PALAPA-D	インドネシア	4100kg	通信	仏	GEO	長征3B	2009 /8/31
Paksat-1R	パキスタン	5000kg	通信	中	GEO	長征3B/E	2011/8/12
NIGCOMSAT-1R	ナイジェリア	5150kg	通信	中	GEO	長征3B/E	2011/12/20
VRSS-1	ベネズエラ	880kg	リモセン	中	SSO	長征2D	2012/9 /29

- ◆ 固体ロケット「長征11号」を開発中。2013年に試験機準備の計画。
 - － 「速やかな対応能力によって、突発的災害後の通信・観測にしっかり対処できる」

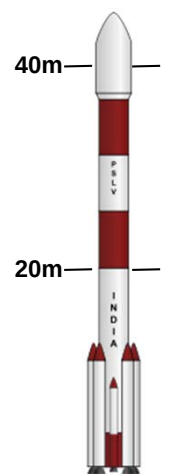
梁小虹・中国衛星軌道運搬ロケット技術研究院等委員会書記 談 :2013/3/2 Xinha News Agency

インドの動向

- ◆ 政府ミッション(自国衛星)で年平均2機を運用。開発、製造、打上げの全てを国営で実施。
- ◆ 宇宙システムを社会インフラと捕らえている。
- ◆ 自国衛星を主ペイロードとし、相乗りで100kg程度までの他国の衛星をサブペイロードとして打上げる形で協力関係を構築。
- ◆ 近年は、技術向上と商業打上げ市場への参入のために、欧州とより強い結びつきを持ち開発を進めている。
 - Astrium(仏)とAntrix(印: ISRO)の間で長期的業務提携し、衛星共同開発と商業打上げサービスを実施。

()内は衛星質量: kg

	PSLV
形態	固体2段+液体2段
初号機フライト年	1993
LEO打上げ能力(ton)	3.7
打上げサービス提供	ISRO(国営)



年	号機	主衛星	副衛星
2010	17	印	アルセ'ンチン(117)、ノルウェー(6.5)、印(1)、スイス(1)
2011	18	印	印+露(92)、シンガポール(106)
	19	印	—
2012	20	印仏共同	印(11)、ルクセンブルグ(29)、印(3)
	21	印	—
2013	22	仏	日本(15)
	23	印仏共同	加(148)、加(74)、オーストリア(14×2)、英(6.5)、ノルウェー(3)

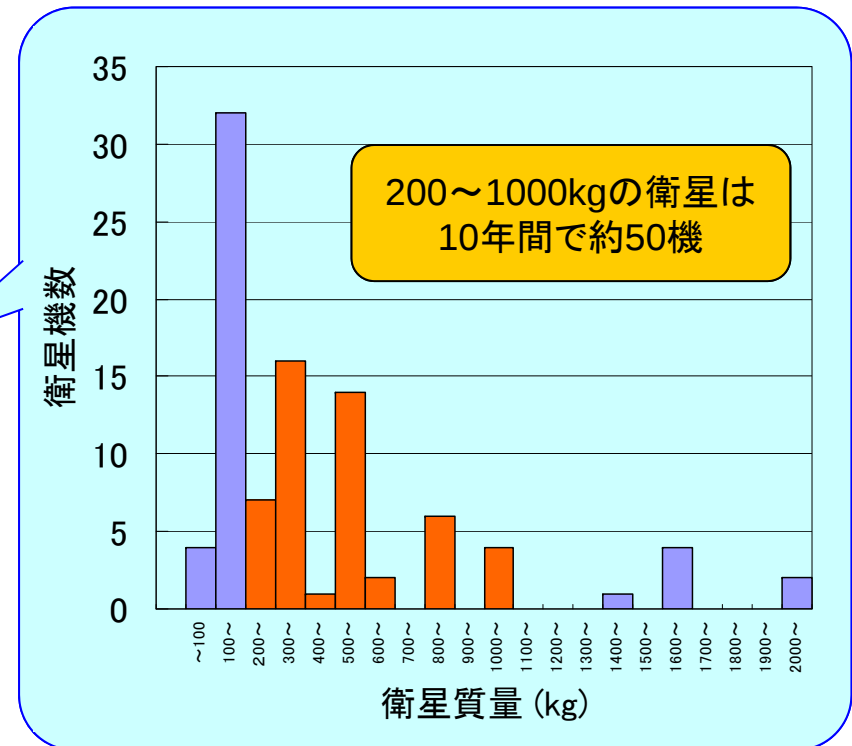
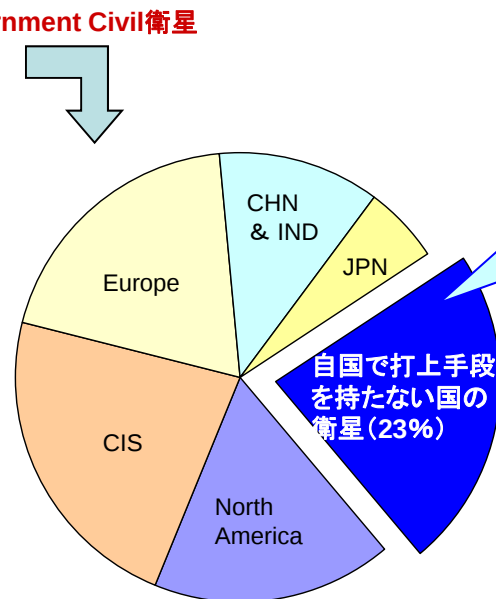
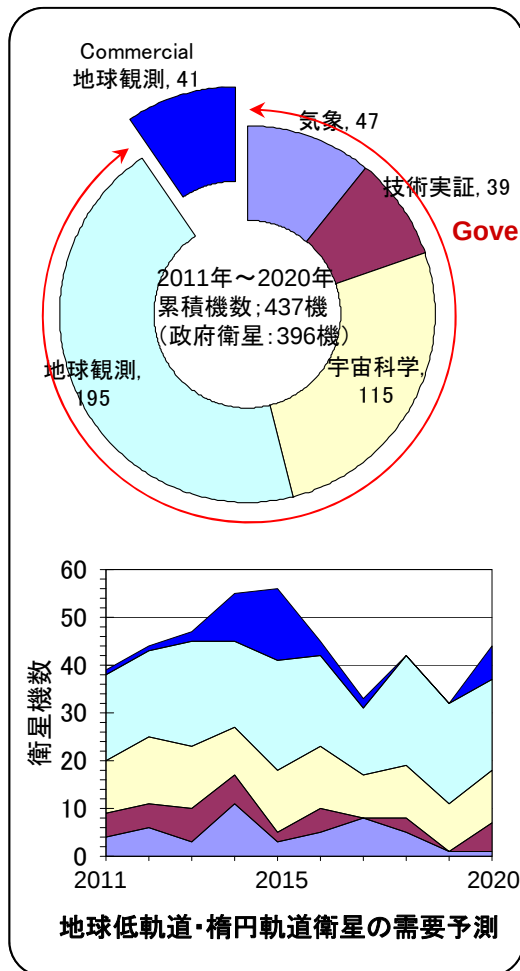
韓国の動向

- ◆ 韓国は自律的な宇宙アクセス手段を先進国家の象徴として捉えている。
 - 宇宙開発能力を「総体的国力を象徴する総合的尺度である」と位置づけ。

- ◆ 自律的打上げ手段獲得の開発を進めているが難航している。
 - 観測ロケットからはじめ、宇宙輸送系自主開発を目指す。
 - 他国からの技術導入を目指す但自主技術確立にはいたっていない。
 - 米国とのミサイル協定による大型固体ロケット開発の制限
 - ロシアのエンジン技術導入の制約
 - 今後は米露以外の国との技術提携を模索

小型衛星の市場動向

- ◆ 今後の小型衛星市場は、新興国需要で年5機程度の新市場が期待される。
- ◆ 新興国衛星の事業主体は政府で、打上げサービスに加えて政府レベルでの政策的支援が重要



Source: "Satellites to be built and launched by 2020, World Market Survey" © 2011 Euroconsult

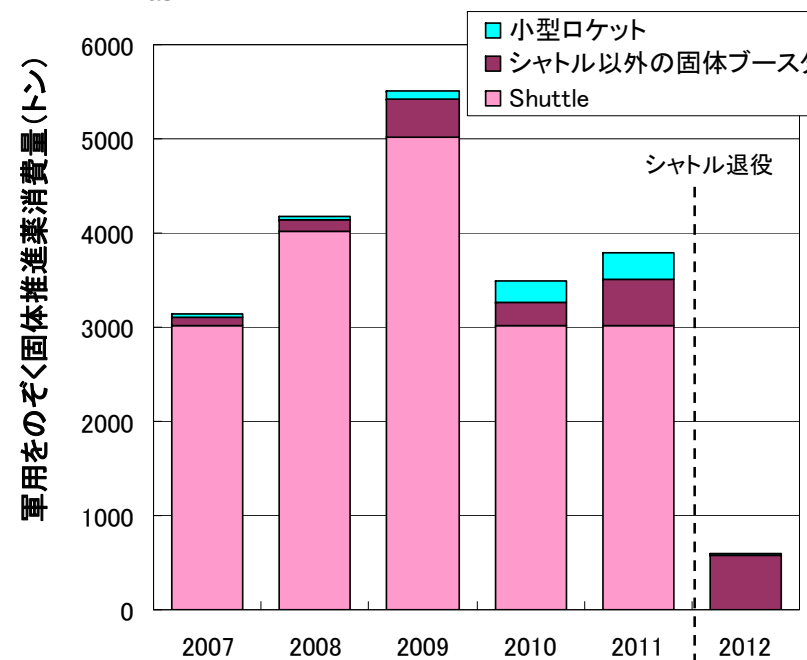
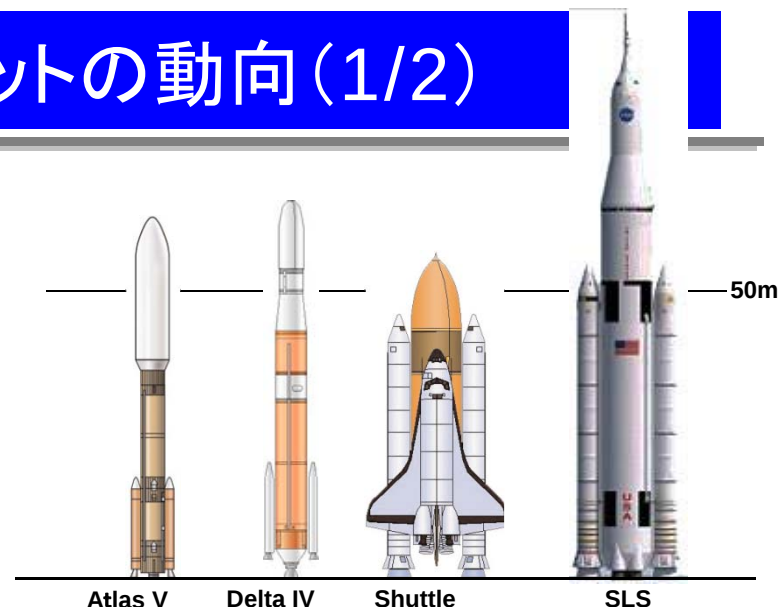
大型ロケットにおける固体ロケットの動向(1/2)

1. 米国

	Atlas V	Delta IV	Shuttle	SLS
固体推進薬量 (ton/本)	42.5	30	502	631
ブースタ本数	0~5	0,2,4	2	2
備考			2011年退役	計画

- ◆ シャトルの退役により、固体推進薬の使用量が大幅に減少している。
- ◆ 生産量の低下と開発案件の減少により、業界が衰退し、関係企業が存続できない懸念をDODが指摘している。¹⁾
- ◆ NASAではSLS計画において、シャトル固体ブースタを拡張した大型ブースタの適用を検討している。

1) "SRM Industrial Capabilities Report to Congress, Redacted Version", Department of Defense USA, 2009.

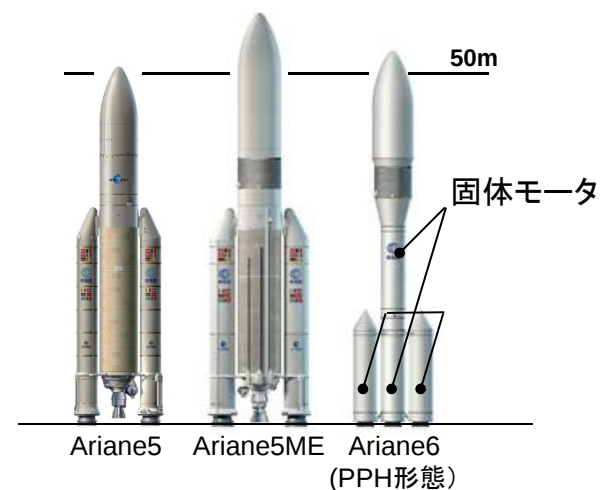
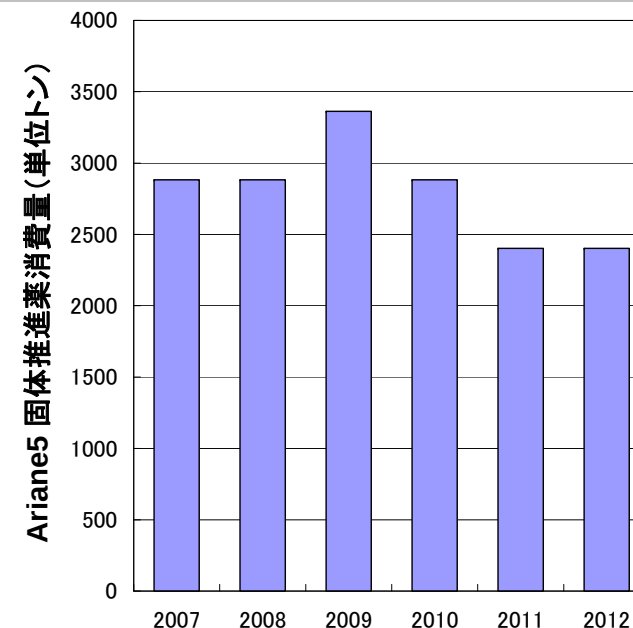


大型ロケットにおける固体ロケットの動向(2/2)

2. 欧州

- ◆ Ariane5で大型固体ブースタを使用。
- ◆ Ariane6では1, 2段に大型固体モータを適用した大型衛星打上げシステムが検討されている。

	Ariane5	Ariane 5ME	Ariane 6
構成	液体コア 液体上段 大型固体ブースタ	液体コア 液体上段 大型固体ブースタ	固体コア 液体上段 大型固体ブースタ
能力 (GTO軌道)	8~9.6トン	11.5~12トン	3~6.5トン
コスト	170M€	150~160M€	70M€
初号機	1996年	2017~2018年	2020年~2025年



まとめ

1. 小型衛星打上システムの動向

- ◆ 小型衛星打上げシステムは世界的に見て固体ロケットが中心である。
液体ロケットが使われているのはICBM転用システムである。
- ◆ 小型衛星は年平均18機の打上げ実績があり、そのうち10機が小型衛星打上げシステムで打上げられている。
- ◆ 小型衛星は政府ミッションが中心であり、そのため各国は自律的な輸送手段を確保・維持しようとしている。
- ◆ 今後期待される市場は自国で打手段を持たない新興国需要であり、打上げサービス以外の政府レベルの政策的支援が重要

2. 固体ロケットの動向

- ◆ 米国ではシャトル退役後の固体ロケット生産量の激変が重要課題となっている。欧州ではAriane5で大型固体ロケットの使用を継続している。