

小型衛星市場分析と小型競合ロケット分析

平成25年10月21日
(独)宇宙航空研究開発機構
(JAXA)

1. 小型衛星市場分析

① 小型科学衛星

○ 宇宙科学・探査部会における宇宙科学・探査ロードマップでは、太陽系探査を含む小型ミッションを2年に1機程度実施することが掲げられているところ。

(第7回宇宙科学・探査部会 資料1「宇宙科学・探査ロードマップについて」(JAXA資料)より)

② 政府の小型衛星

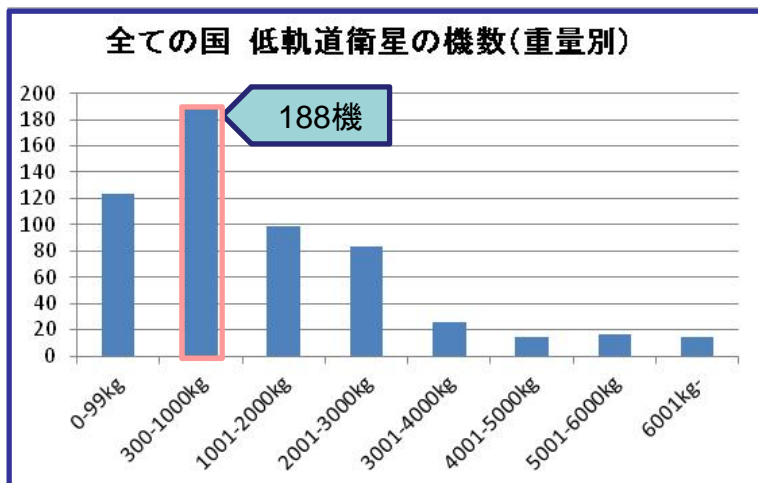
○ 小型科学衛星と共通のバス技術(NEXTAR)を用いたASNARO2(2016年度打上げ)

○ ASNARO2をベースとしたベトナム衛星(LOTUS1:2017年度/LOTUS2:2020年度打上げ)

○ 広域災害監視衛星ネットワークを構成する衛星の一部

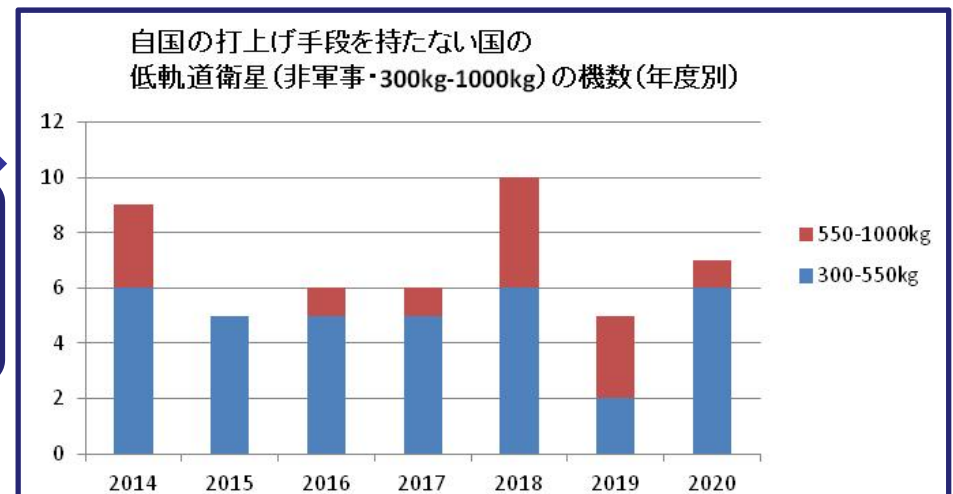
③ 自国の打上げ手段を持たない国の小型衛星

○ 2020年までの世界の衛星打上げ予測から、自国の打上げ手段を持たない国の低軌道衛星(非軍事・300kg-1000kg)は年平均5機程度(8年で51機)の打上げ需要が予測される。



2013ユーロコンサル社資料より JAXA調べ

対象を自国の打上げ手段を持たない国に限定
衛星重量が300kg-1000kgの衛星に限定



2013ユーロコンサル社資料より JAXA調べ

2. 小型競合ロケット分析

(1) 米国

- ① 小型ペイロード打上げ手段の自律性を確保するため、U.S. Air Force Space and Missile Systems Center (SMC)のOrbital/Suborbital Program (OSP)にて、ICBMを有効利用したミノタウルスを開発し、運用。原則として米国官需向け。
- ② 1990年より運用開始したOrbital Sciences Corporation (OSC)の空中発射ロケットペガサスは、当初は安価な打上げを目指したが、想定以下の受注数、設計変更などにより価格が高騰。現在は政府ペイロードを年1機程度の打上げ
(第2回宇宙輸送システム部会 資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋)
- ③ トーラスロケットはDefense Advanced Research Projects Agency (米国国防高等研究計画局)の支援の下で開発された地上発射型のペガサスという性格のもので、現在は民生用のロケットとして運用されているが、ペガサスと同様に高コストのため、商業利用の実績は少ない。
- ④ その他、Lockheed Martin社がアテナロケットを改良したアテナIIcロケットを開発、商業打上げ活動中(打上げ実績なし)
(第2回宇宙輸送システム部会 資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋)



トーラスXL ミノタウルスIV



ペガサスXL



アテナIIc

2. 小型競合ロケット分析

第2回宇宙輸送システム部会
資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋



(2) 欧州

① Vega

- ✓ 小型ペイロードの効率的な打上げ手段を確保
- ✓ Ariane5同様、商業打上げ獲得による基盤維持を目指す。
- ✓ 政府は、VERTA・VECEP^{*1})プログラムにより当初5機の政府衛星を打上げ、打上げ実績確保や信頼性向上により、Vegaの競争力を向上。また打上げ能力向上等の改良開発を行う。
- ✓ 民間は、当初5機の打上げの中で、品質向上やコストダウンを実施し、商業打上げ競争力を確保する努力



ベガ

② ソユーズロケットの導入

- ✓ 大型ロケットAriane5と小型ロケットVegaの間の打上げ能力を補完するため、ロシアのSoyuzロケットのクールー射場からの打上げを導入
- ✓ ペイロードサイズに応じた効率的な打上げ手段を確保。ただし、Ariane5, Soyuz, Vegaと系統のことなる3種類のロケットを維持するための工夫(射場作業の効率化など)が今後の課題



ソユーズ

*1) VERTA(Vega Research and Technology Accompaniment): Vegaの5回のデモフライト費、信頼性向上等
VECEP(VEga Consolidation and Evolution Preparation Programme): VERTAの後継プログラム

2. 小型競合ロケット分析

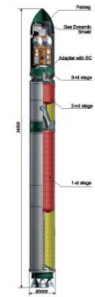
第2回宇宙輸送システム部会
資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋



(3)ロシア

①ドニエプルロケット

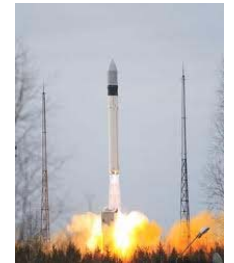
- ✓ ICBMからの転用により、安価な商業打上げを提供
- ✓ 近年、転用費用の上昇や、射場を持つウクライナや打上げ失敗時のカザフスタン汚染問題など国際干渉を抱えており、2020年頃までには退役するとの見方もある。



ドニエプル

②ロコット

- ✓ ICBMからの転用により、安価な商業打上げを提供
- ✓ 近年の価格上昇により、Vegaに競合負けする状況。価格上昇要因がインフレであり、信頼性も高くないことから、競争力の回復は厳しい状況か。



ロコット

③ソユーズ

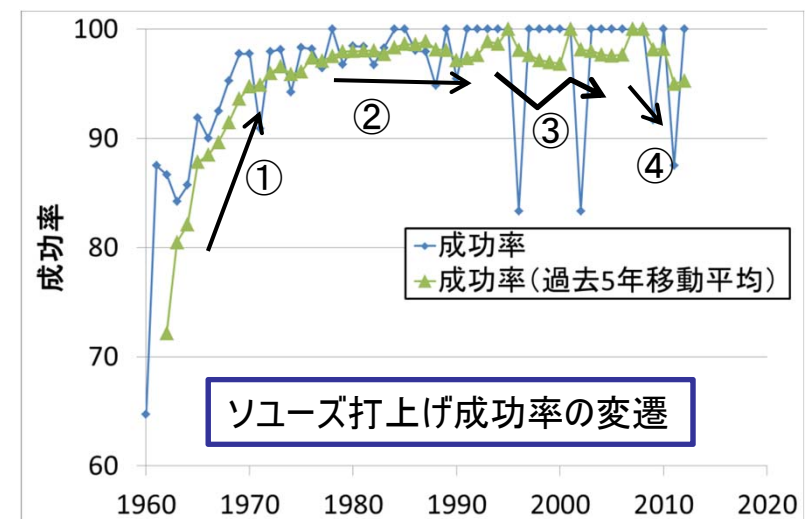
- ✓ 世界で最も打上げ実績を持つが、近年成功率低下。
- ✓ 小型はソユーズ2.1v開発中(ソユーズのブースタ削除、2段エンジン増強)で今後参入の可能性



ソユーズ2.1V



ソユーズ



2. 小型競合ロケット分析

第2回宇宙輸送システム部会
資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋



(4) 中国

① 長征6号*1)

- ✓ 機体構成 : 第1段、2段直径2.25mの2段式(第1段は長征5号の2.25mブースタと同型)
- ✓ 推進剤 : 液体酸素/ケロシン
- ✓ 打上能力 : SSO約700km1t以下(500kgとの情報もあり)
- ✓ 2009年開発開始、2013年初号機打上げの可能性

② 長征11号*2)

移動式ICBM東風31A(DF-31A)を改良した小型固体ロケット。正式に国家プロジェクトとして承認されたと発表。現在初期設計フェーズにあり、2013年中にプロトタイプの開発を実施予定。ロケットとしては固体は中国初となる。

固体ロケットは、液体ロケットに比べて打上げ能力は低いが、打上げまでに要する時間が24時間以内であることから、「突発的な災害発生時の通信・観測ミッションに対応可能で、災害発生後の的確な対策を講ずることが可能となる」としている。

- ✓ 打上能力 : SSO700km350kg
- ✓ 2013年開発着手、2014年初号機打上げの可能性

③ 快舟

報道より、小型の固体ロケットと推定される。

- ✓ 2013年9月25日、打上げ成功と発表(小型衛星「快舟1号」を搭載)(中国国家航天局)



Small LV
2.25m Stage-1 & 2

長征6号

*1) The New Generation of LVs and Its Applying to China's Lunar Exploration Program, CAST, ISU Symposium 2007

*2)中国ロケット技術研究院(CALT)副院長 梁小虹氏コメント, CASC News, 2013.3.3

2. 小型競合ロケット分析

第2回宇宙輸送システム部会
資料3「宇宙輸送システムの動向について」(JAXA資料)より抜粋



(5) インド

① PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle)

- ✓ 極軌道衛星打ち上げ用ロケット

4段式、1段固体、ブースタ固体、2段液体(ヒドラジン系)、3段固体、4段液体(ヒドラジン系)

- ✓ 打上能力: 1.6t(SSO620km)

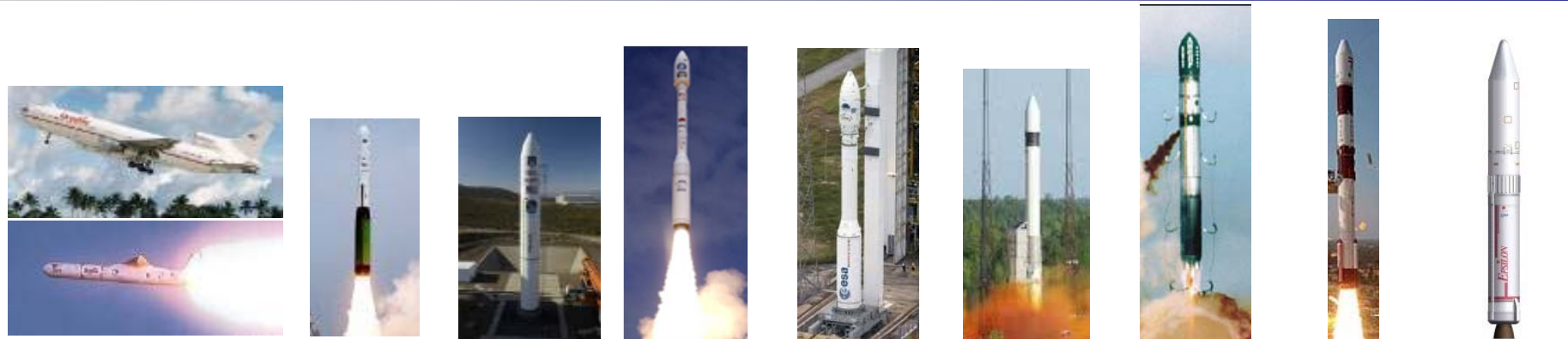
- ✓ 1993年初号機打ち上げ。これまで計25機打ち上げ、23機成功(92%)

- ✓ FAA Year in Review 2009~2010記載価格は\$25M

- ✓ これまで商業打ち上げとして海外の小型衛星を打ち上げた実績があったが、2012年に欧州のSPOTを打ち上げ。今後、商業衛星を本格的に獲得する可能性。



各国のロケットの打ち上げ実績等の比較(固体燃料ロケット)



ロケット名	ペガサス XL	ミノタウルス I (米国官需向け)	ミノタウルス IV (米国官需向け)	トーラスXL	ベガ	ロコット	ドニエプル	PSLV	イプシロン
国名	米国				欧州	欧／露	露	インド	日本
500km, 軌道傾斜角約30deg	0.38	0.53	1.45	1.4	2.1	1.75*1	2.7*2	3.1	1.2 (250×500 km)
250km, 軌道傾斜角約30deg	0.43	0.59	1.58	1.55	-	1.9*1	-	3.6	
SSO 500km	0.26	0.38	1.07	1.0	1.55	1.15	1.8	1.5	0.45
成功／打上	37／42	10／10	3／3	6／9	2／2	16／18	16／17	23／25	1／1
打上げ成功率	88%	100%	100%	66%	100%	89%	94%	92%	100%

*1) プレセツク射場の緯度より軌道傾斜角63degの能力

*2) バイコヌール射場の緯度より軌道傾斜角50.6degの能力

平成25年9月14日現在

International reference guide (AIAA)よりJAXA調べ