

ロシアのロケットと商業衛星打ち上げ事業への進出

北爪 進 編集委員会特別顧問

H-IIA ロケット打ち上げ成功に因んで MHI 名誘 松山液体ロケットエンジン設計課長へのインタビューに引き続き、最近商業通信衛星打ち上げ事業に進出しているロシアロケットの状況についてまとめてみた。

はじめに

平成 13 年 8 月 29 日午後 4 時 00 分(日本標準時)種子島宇宙センターより H-IIA ロケット試験機 1 号機の打ち上げ成功に引き続き、平成 14 年 2 月 3 日 11 時 45 分 H-IIA 2 号機の打ち上げ成功の明るいニュースが入ってきた。一方海外では Ariane が商業衛星打ち上げ事業に於いて、大きくシェアを確保しているが最近ロシア製ロケットを使用した衛星打ち上げ事業の計画が脚光を浴びている。Sea Launch, Eurockot, Starsem 社などである。無人宇宙実験システム研究開発機構(USEF)では実証衛星 SERVIS の打ち上げ用ロケットに Eurockot を選定した。

AIAA JFSC では今後の通信衛星打ち上げ市場への影響とこれらロシア製ロケットを使用した打ち上げ事業の現状を概観した。今後更に進展した調査レポートが出されるであろう。

ウクライナロケット生産工場の訪問

1983 年ソ連邦が崩壊しロケット生産基地であるウクライナも独立国家として一人立ちする道を選択する事となった。その後筆者は新生ウクライナを訪問しウクライナ政府宇宙庁を訪問する機会を得た、又 Dnepropetrovsk にあるロケット開発生産工場の Yuzhnoye、Yuzhmash を訪問しその現状を目のあたりにした。当時は国家としての体制を如何にして作るか模索していた時であり、国内の移動のための航空機燃料の不足はもとより自動車燃料の調達にも苦勞する状況であった。そんな中、ソ連邦時代連邦内の有数な穀倉地帯として食料生産基地でもあったウクライナで原子力発電所の爆発事故による被爆の被害が発生



No.1 衛星展示場

しているチェルノブイリを横目で見ながらロケット開発工場のある南部 Dnepropetrovsk へ車で向かった。Yuzhnoye の開発した液体、固体推進ミサイルは旧ソ連邦時代戦略ロケット軍の中心的存在であり、SS-4,-5,-9,-17,-18,-19,-20 鉄道移動式の-24 ミサイルや多目的ロケットの Zinit,Cyclone,衛星などの開発を行っていた。独立国家となった当時から、それらの技術を国際協力によって商用衛星打ち上げ市場に提供することを検討していた。

1996年当時、特に SS-18 を改良した3段式ロケットの Zenit-3 はバイコヌール基地より高楕円軌道へ4 - 5 トンのペイロード打ち上げ能力を持ち米国 S S Loral 社とグローバルスター36機の打ち上げ契約を締結したと伝えていた。



No.2 Director General Mr. Kuznetsov (中央)と筆者等



No.3: ウクライナロケット工場前の風景

読者は既にご承知の如く H-IIA ロケットは 21 世紀における人工衛星の打ち上げや宇宙ステーションへの物資補給等の多目的な宇宙への輸送需要に低コストで対応するという要請に対応するため、それまでの H-II ロケットの開発技術成果をもとに開発されているロケットである。平成 10 年 2 月の H-II/F#5 号機, 平成 11 年 11 月 H-II/F#8 号機の失敗を経験しそこから得た教訓を生かして開発強化活動、品質再評価活動などを強化し日本の宇宙開発の為に純国産ロケットの開発に取り組んだものである。H-IIA ロケットは標準型と増強型があり、標準型は H-II と同様静止トランスファ軌道 (GTO) に 4 トンクラスの衛星を打ち上げる能力を有しする。増強型は、標準型に大型液体ロケットブースタを追加装備することによって静止トランスファ軌道 (GTO) 7 トンクラスの衛星を打ち上げることが出来るように設計されている。がこれらロシアのロケットによる衛星打ち上げ事業の推進はその衛星打ち上げ能力に於いても、先を走っている Ariane Space や Delta, Atlas に加えて H-IIA の商業化に対して大きな競争相手となっている。

ロシアロケットを使用した衛星打ち上げ機関

ロシアのロケットを使用した商業衛星打ち上げ機関としては米国と欧州との共同体である Boeing 社を中核とする Sea Launch, 欧州衛星メーカーと Ariane の支援のもと作られた Eurockot, Starsem の 3 社があり,すでに商業衛星の打ち上げ実績を持つようになっている。

Eurockot

Eurockot Launch Service Provider は欧州の衛星メーカーである Astrium 51%, ロシアの Khrunichev Space Research and Production Space Center が 49% 出資した合弁企業であり、1995 年 3 月当事のドイツ Daimler-Benz Aerospace とロシアの Khrunichev Space Research and Production Space Center が共同で設立した企業である。

ロケットはロシア製 SS-19 ICBM ミサイルを転用し使用する事業である。SS-19 は過去 144 回打ち上げられ 141 回の成功を収めており 1983 年以降打ち上げの失敗はないという。Eurockot のビジネス遂行のためにロシア政府は最低限 45 機の SS-19 ICBM 提供を約束している。

合弁企業各社の作業分担は、Launch vehicle Manufacturing, Missin/Payload Analysis, Launch Operation などロケットの製作、打ち上げ運用などはロシア側 Khrunichev Space Center で行われる、Astrium では Technical management support を分担するようである。勿論 Prime contract, Launch contract, Launch vehicle procurementなどは Eurockot 本体で実施される。

打ち上げ射場はロシア北部のプレセック射場 (Plesetek Cosmodorom、62.7 degree latitude, 40.3 degree longitude) であり Moscow の北東 800km, Archangel の南 200km に位置する。

ロケットの主要性能

Characteristic	Value
Lift-off-mass	107 ton
Number of stage	3
Fuel	Liquid Propellant, N2O4/UDMH for all stage
Length	29 m
External Diameter	2.5m
Max. Payload	1950kg into 200km inclined at 63 degree

現存の SS-19 Booster unit が 1 , 2 段を構成し Breeze-KM upper stage, Payload fairing, Space craft adapter, Space craft が 3 段目の upper unit を構成している。フェアリング部分は衛星打ち上げのために新たに開発された部分である。

Commercial Demonstration Flight(CDF)も衛星搭載用に新規に設計されたフェアリングを用いて実施され成功している。マーケティングの目標は重量 1.9 トン以下の小型、中型衛星の打ち上げに重点をおいているようである。

日本の宇宙開発機関の一つである無人宇宙実験システム研究開発機構 (USEF) は昨年 10 月民生部品、民生技術を宇宙環境で使用するための宇宙実証実験衛星である SERVIS の打ち上げのため EUROCKOT 社を選定した。



No. 4 :ロケット製作組み立て風景と衛星のインテグレーション

・ STARSEM

Starsem 社は欧州企業 50%、ロシア企業 50% 出資の共同企業体である。その内訳は EADS (AeroSpetiale) 35%, Ariane Space 15% であり、ロシアの宇宙庁 (PK) 25%、サマラ宇宙センタ (Samara Space Center) 25% 出資である。打ち上げの為にロケットは同じくロシア製ロケット Soyuz を使用する。ロシアの Samana Space Center にて年間約 10 基のロケットを生産してこの事業に対応する計画である。

打ち上げ基地はバイコヌール基地 (Baikonur、北緯 45.36d 度、東経 63.24 度) である。地上設備は Ariane Space の打ち上げ基地であるクールの設備と同等 (Kourou equivalent quality and safety) である事をセールスポイントとしている。

Soyuz の打ち上げ実績はソビエト連邦時代から十分な実績があり早くは Yuri Gagarin の世界最初の有人飛行から始まり 1975 年には Apollo-Soyuz mission, 1999 年には Globalstar の打ち上げに貢献している、Globalstar の打ち上げは Starsem として最初の商業衛星の打ち上げ作業であった。Soyuz family としては 1957 年より打ち上げを開始し既に 1655 回に達しており 95.1% の成功率を達成している。1996 年以降は 59 回連続して打ち上げ成功を継続している。

打ち上げ基地が北に位置する為 GTO に打ち上げるには不利な点があり、そのために Soyuz/ST Fregat と称する衛星に取り付けられる Apogee Motor 相当品の開発を 2002 年までに Qualification をすませ、GTO 投入で Cape Canaveral equivalent 1.8 ton, Kourou equivalent 1.5 ton を可能にする開発を行っている。

商業打ち上げの実績としては 1999 年の S S Loral 社の Globalstar、ESA の Cluster II があり、今後 Mars Express, Skybride が予定されている。本格的商業打ち上げとしては



No. 5: Soyuz 開発工場の状景と Baikonur 打ち上げ風景、

Fregat の Qualification が完了する 2002 年以降でありそれまでは Soyuz としてはスペースシャトル向けの飛行が主な任務となるのだろうか。

ロケットの主要性能

Characteristics	Value
Lift of Mass	129 ton
Number of Stage	3
Fuel	Liquid Oxygen, Kerosene
Length	37.26 m
External Diameter	2.95 m
Max Payload Mass	5 ton into 1400 km inclined at 51.8 degree Cape equivalent 1.8 ton into GEO Kourou equivalent 1.5 ton into GEO
Standard 4 m fairing (Payload volume is 3.8 m internal Diameter)	

・ Sea Launch

Sea Launch は 米国の宇宙航空事業会社の Boeing 社(Boeing Commercial Space Company) が中核となりロシア(RSC Energia)、ウクライナ(SDO Yuzhnoye/PO Yuzhmash of Dnepropetrovsk)、ノルウエー(the Anglo-Norwegian Kvaerner Group of Oslo, Norway)との国際パートナーシップを組んだ衛星打ち上げ事業体である。

打ち上げロケットとしてはウクライナで開発製造されている Zenit-3SL ロケットを用いている、燃料は Kerosene and Liquid oxygen である。その打ち上げ能力は 6 トンの衛星を静止軌道に打ち上げられる。打ち上げ船のベース(Odyssey Launch Platform)、Payload Processing Facility は米国西海岸ロングビーチにある。

この打ち上げシステムはロシアのロケット技術と北欧の石油掘削用リグ技術、それに米国の衛星打ち上げ技術の総合力であり、また打ち上げコンプレックスが大型リグの構造で海上を航行出来る利点があるため、赤道直下まで射点を移動し衛星を打ち上げることが可能であり、衛星打ち上げに最適な場所を選択できる利点がある。

打ち上げ実績としては 1999 年 3 月に 4.5 トンの重量を持つ DemoSat のテストフライトを行い成功させた、1999 年 10 月に重量 3.45 トンの放送衛星 DIRECTV 1-R、2000 年 3 月に重量 2.75 トンの移動体通信衛星 ICO F-1、2000 年 7 月 PanAmSat 通信衛星 PAS-9、10 月に地域移動体通信衛星 Thuraya-1、2001 年 3 月、5 月には XM Radio Satellite の打ち上げを成功させている。又日本の商用通信衛星事業者である JSAT 株式会社の衛星 (PanAmSat との合弁事業用の衛星) も近じか Sea Launch で打ち上げられる予定がある。

このような実績にもとづき、Boeing 社のもとに DELTA ロケットの打ち上げシステムをも持っている事も考慮され、同じ衛星打ち上げ業務を行う両社 Sea Launch と Delta Commercial Launch Services の Marketing and Sales 部門の統合を 2001 年 9 月に決定

した。その結果、Sea Launch の Head Quarter を Boeing Launch Services Inc. の Head Quarter がある Huntington Beach, California に移すことを決定した、両社統合後の President は Sea Launch の President であった Mr. Will Trafton が就任することとなっている。これによる顧客のメリットとしては Delta Launch と Sea Launch が互いにバックアップとなり打ち上げの確実性が高まる利点が生じたことと考えられる。

ロケット主要性能

Characteristics	Value
Lift of Mass	
Number of length	49.34 m
Fuel	Liquid Oxygen and Kerosene
External diameter	3.9 m
Max payload mass	6 ton into GEO

Sea Launch の自慢は打ち上げ精度である、非常に良い精度で打ち上がった H-IIA 1 号機の打ち上げ精度との比較を以下に示す。

Parameter	Target	Actual Value	Valiance
Perigee altitude (km)	2800+-12.87	2800.63	+0.63
	251.3	251.3	0.1 シグマ
Apogee altitude (km)	35,786	35,818	+32.01
	36,186.2	36190.6	+4.4
Inclination (deg)	0.55	0.55	0



No. 6: Sea Launch

ロシアのロケットとしてはこの他にプロトン K/DM-2(GTO 4.5 ton)、その後継機アンガラ Angara、小型衛星、大学研究用衛星の打ち上げをターゲットにしているドニエプル(Dnepr)、ストレラ(Strela)、スタート(Start)などがあり50年の宇宙開発実績を力に商業打ち上げに確固たる地位を築くのもそれほど遠いことではないと思われる。

日本との関係

日本での商業衛星打ち上げ事業は現在 H-IIA ロケットの開発にかかっており、その成功に全力を尽くしている。

ロケットは He か She か?との私の質問に対して、間髪を入れず 娘である!!と回答した MHI の松山課長は2月3日、H-IIA 2号機の打ち上げ成功のために頑張り、今その疲れを取るべく癒しに入っておられる事であろう。

50年もの実績をもつロシアのロケットが本格的に商業衛星打ち上げ市場で活動を開始した今1日でも早い開発成果と商業衛星打ち上げ市場での活躍を期待したい。

(SJR 編集委員会 特別顧問 北爪 進)