

本文は AIAA Aerospace America 誌の許可に基づく次の記事の翻訳である。(This article was reprinted with the permission of Aerospace America.) Marco Cáceres: "Industry Insights: GEO Comsats Up, Launch Programs Down", Aerospace America, Vol.47, No.4, pp.20-22, Apr. 2009.

産業界展望

## 静止通信衛星は増加，ロケット打ち上げ計画は減少

マルコ・カセーレス (Marco Cáceres)，ティール・グループ

2008年の宇宙打上げ市場においては、世界中で合計66機のロケットが打ち上げられた。これらのうち、次の2つを除いて全て成功した：2008年3月15日に、カザフスタン・ツラタムから打ち上げられた International Launch Services の Proton M ロケットは、Breeze-M 上段の故障により失敗した；また、8月2日に太平洋のクエゼリン環礁から打ち上げられた SpaceX (Space Exploration Technologies) の Falcon1 ロケットは、第1段エンジン Merlin 1C が故障したことにより失敗した。



昨年の打ち上げ数は、近年のものと同数である。合計66機という打ち上げ数は、2006年と同数であり、2007年は68機であった。しかし、打ち上げ失敗2機というのは、前2年間の各年の半数である。2006年には、Dnepr 1, Falcon 1, GSLV 1 及び Proton M ロケットが打ち上げに失敗した。2007年には、Atlas V, Falcon 1, Proton M 及び Zenit 3SL ロケットが打ち上げに失敗した。

打ち上げられる衛星に関して、過去3年間の衛星数は、同程度である。打ち上げ（または打ち上げ計画）の衛星数は2007年の110基、2006年の119基と比較して、2008年には99基に過ぎなかったけれども、その違いは主に500kg以下の重量の衛星にある。2006年と2007年に500kg以下の衛星は、それぞれ45基と48基であった。2008年には、この範囲の重量のものは33基であった。

2006年の衛星数は、ナノ衛星が異常に高い割合のため、ゆがめられた。衛星のうちの24基が20kg以下であった。2007年には、19基が20kg未満であった。2008年には10基のナノ衛星が含まれる。

意義のあるまたは興味のある傾向を暗示するものではないが、もし重量500kg未満の衛星を除外するならば、2006～2008年の衛星数はそれぞれ65, 71, 66であった。合計8基の小型の Globalstar 補充衛星を2007年に打ち上げた2機の Soyuz のミッションを除くと、もう少し詳しく調べなくても、市場において打ち上げ数に多きな変化は起こっていないと結論するのは簡単である。

衛星とロケットの両方で、少なくとも2つの重要な展開があることが分かる。第1は、従来、衛星と打ち上げ市場を全体として引っ張ってきた商用静止通信衛星に関係している。第2は、打上げロケット・プログラムの数に関係している。

### 商用静止通信衛星

商用静止通信衛星の打ち上げが最も多い年を挙げるとすれば、それは

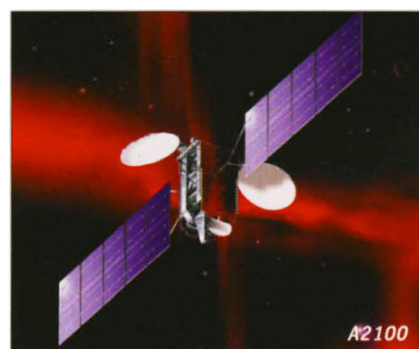
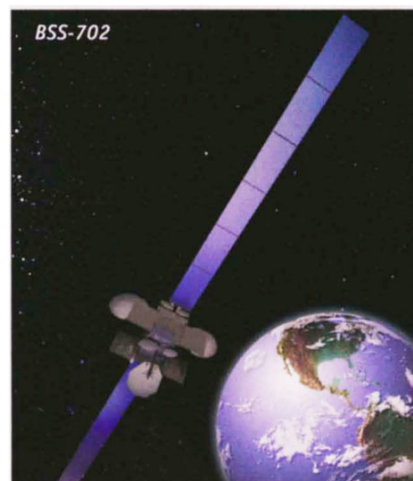
GEO COMMERCIAL SATELLITES LAUNCHED (1999-2008)										
1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
13	33	16	23	19	15	18	21	17	25	200

2000年で33基の衛星が打ち上げられた。7基は Lockheed Martin A2100 バスに基づき、5基は Boeing BSS-601, 4基は EADS Astrium Eurostar2000, 4基は Loral LS-1300, 3基は Reshetnev Express, 2基は Boeing BS-376, 2基は Boeing BSS-702, 2基は Thales Alenia Space Spacebus 3000, 1基が Boeing BSSGEM, 1基が中国宇宙技術アカデミー (CAST) の DFH-3, 1基が Reshetnev Gorizont, 1基がインド宇宙研究機構 (ISRO) の I-3 であった。

2001年, 打ち上げられた商用静止通信衛星数が半分の16基まで落ちた。2002年には23基まで回復した。しかし、それ以来、これらの衛星の打ち上げ数は凡そ10基後半であった。毎年毎年の打ち上げ数の違いは、プラスマイナス3または4であった。

この状況は2008年に顕著に変わり、25基の商用静止通信衛星が打ち上げられた。5基は Loral LS-1300 バスを基盤とするもの、4基が EADS Astrium Eurostar 3000, 3基が Thales Alenia Space Spacebus 4000, 2基が Lockheed Martin A2100, 2基が Boeing BSS-702, 2基が Orbital Sciences Star 2, 1基が Israel Aerospace Industries AMOS-3, 1基が CAST DFH-4, 1基が三菱電機 DS-2000, 1基が EADS Astrium Eurostar 2000, 1基が Reshetnev Express, 1基が ISRO I-3, 1基が Thales Alenia Space Spacebus 3000 であった。

昨年は、7基の商用静止通信衛星の増加があった。それで、これが2000年のようなピークの年であったかどうか、あるいは、これが成長傾向の始まりであるかどうかということである。衛星および打ち上げサービス市場は毎年18基または19基の商用静止通信衛星が打ち上げられることに慣れてきた。



### ロケット打ち上げ計画

たとえ2008年に試みられる打ち上げ数が2006年及び2007年と同じかほとんど同じで、2004年と2005年より15%多いとしても、2008年のロケット・プログラムは15個であった。これは、その前の4年間に年平均20機の実際の打ち上げ計画に匹敵する。

LAUNCH ATTEMPTS	(2008)
Long March (China)	11
Proton (Russia)	10
Soyuz (Russia)	8
Ariane 5 (Europe)	6
Zenit 3 (U.S./Russia/ Norway/Ukraine)	6
Delta II (U.S.)	5
Space shuttle (U.S.)	4
Cosmos (Russia)	3
PSLV (India)	3
Atlas V (U.S.)	2
Dnepr (Russia)	2
Pegasus (U.S.)	2
Falcon (U.S.)	2
H-2 (Japan)	1
Molniya (Russia)	1
<b>Total</b>	<b>66</b>

歴史上初めて、中国の Long March が世界で最も多い実際の打ち上げが行われたロケット・プログラムとなった。7つの異なるモデルの Long March が11のミッションを打ち上げ、15基の衛星を展開するのに成功した。打ち上げのうちの8つは、年末の4ヵ月間に行われた。12月だけで、中国長城産業は、4機の Long March を打ち上げた。

2007~2008年の間、21機の Long March ロケットは、すべて成功裏に打ち上げられた。他のいかなる打ち上げロケット計画も、この記録に及ばない。19機を成功させた Soyuz ロケットだけがこれに近い。



Long March ロケットは3基の大型通信衛星を含む多様な衛星を打ち上げた。通信衛星のうちの1つは中国国家宇宙局のデータ中継衛星、2つは商業用、即ち、ヴェネズエラの Simon Bolivar 1 と Thales Alenia Space SA が製造した中国衛星通信の Chinasat 1 であった。11基の衛星は、災害監視、気象、一般的な画像取得を含む地球観測ミッション用であった。1つの有人カプセル、神舟7、であった。

5つのロシアのロケットは昨年試みられた打ち上げのうちの24機を占めた。これは過去5年間のレベルに一致している。少なくとも3つの他のロシアのロケット、通常のCosmos、Dnepr及びMolniya、によるもっと低いレベルの活動と共に、Proton及びSoyuzは常に極めて活発である。

2008年に、10機のProtonと8機のSoyuzロケットが打ち上げられた。Soyuzプログラムは年平均8機で、Protonは平均で8機を少し下回る程度である。2008年にヨーロッパのAriane5ロケットは6機打ち上げられた。これは普通であるが、ロケットのうちの4機がAriane5ECAsであった。1機はAriane5ESVであり、2008年3月9日にJules Verne Automated Transfer Vehicleの初号機を打ち上げた。我々は、Ariane SpaceがAriane5の打ち上げレベルを今年7機に、2010年に恐らく8機まで増やすと予想する。

インドには、2つの運用中の打ち上げロケットファミリーがある：PSLV(Polar Satellite Launch Vehicle)とGSLV(Geosynchronous SLV)である。通常、どちらか一方は特定の1年の間に運用する。例外は2007年であった。このときは2機のPSLVsと1機のGSLVが打ち上げられた。昨年、3機のPSLVsの打ち上げに成功した。これはこのロケット計画の記録であった。

もし運用可能なロケットを維持するが、毎年コンスタントには打ち上げてこなかったイスラエルとかウクライナのような国の打ち上げロケット・プログラムを差し引くとすれば、実行中の打ち上げプログラムで残るのは2か国、米国と日本、である。

日本は、従来2つの実用ロケットを維持してきた。M-5ロケットが小型衛星の打ち上げに使われる一方で、H-2Aロケットは大型ペイロードを打ち上げた。M-5ロケットは2006年9月23日以来打ち上げられていない。また、H-2Aロケットは2008年に一度だけ打ち上げられた。

H-2Aロケットは1月23日に8機の衛星からなるペイロードを打ち上げたが、ここ数年の間により強力なH-2Bロケットに代わる予定である。H-2Aロケットと違ってそれが商業的競争力を有することが期待されている。全てのH-2Aロケットのミッションは日本政府のために行われた。ロケット・プログラムでは、今年初め、2011年に韓国のArirang3衛星の打ち上げのために最初の商業契約が締結された。

しかし、明らかに、日本は国際的な打ち上げ傾向を白熱させるような大きな要因とはなっていない。昨年実行された打ち上げロケット・プログラムの著しい低下を説明するために、米国を見なければならない。



もし米国、ロシア、ノルウェー及びウクライナの利益が関係している多国籍の合併事業の Sea Launch の Zenit を除くならば、米国には 2008 年に 5 つの打ち上げロケット・プログラムがあったに過ぎない。これらには Boeing Delta II, NASA のスペースシャトル, Lockheed Martin の Atlas V, Orbital Sciences の Pegasus XL 及び SpaceX の Falcon 1 であった。5 つのプログラムは、合計 15 のミッションの打ち上げを実行した。

2002~2003 年に、米国には、毎年、Atlas II,

Atlas III, Atlas V Delta II, Delta IV, Pegasus XL, Space Shuttle, Titan 2, 及び Titan 4 を含む、9 つの実行中のロケット・プログラムがあった。米国は下降傾向を続けたが、2008 年の実行中のプログラムは 5 を数えた。来年はシャトルの引退がこの傾向に影響するだけである。

良い知らせは米国が Delta IV とか Minotaur とかのロケットを有していることである。これは運用中であり、単に昨年は打ち上げられなかっただけである。また、今後 2 年以内に打ち上げを開始するいくつかの新しいロケットを開発している。例えば、SpaceX は、2010 年飛行開始を目指して、中型ロケット Falcon 9 を使用する。同社は、また、Falcon 9 の大型ロケットのバージョンも計画している。一方、Orbital Sciences は、2010 年末の打ち上げを目指して、中型の Taurus II ロケットを開発中である。

特にスペースシャトルの退役が遅れるならば、2010~2011 年までに、技術的には多国籍であるが、Boeing が率いる Sea Launch も加えて、9 つの運用中の米国打ち上げロケット・プログラムがあることになる。

LAUNCH ATTEMPTS (2004-2008)						
	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Soyuz (Russia)	8	11	11	11	8	49
Long March (China)	8	5	6	10	11	40
Proton (Russia)	8	7	6	7	10	38
Delta II (U.S.)	7	3	6	8	5	29
Ariane 5 (Europe)	3	5	5	6	6	25
Zenit 3 (U.S./Russia/Ukraine)	3	4	5	1	6	19
Cosmos (Russia)	2	3	1	3	3	12
Atlas V (U.S.)	1	2	2	4	2	11
Space shuttle (U.S.)	0	1	3	3	4	11
Dnepr (Russia)	1	1	2	3	2	9
H-2 (Japan)	0	1	4	2	1	8
PSLV (India)	0	2	0	2	3	7
Delta IV (U.S.)	1	0	3	1	0	5
Minotaur (U.S.)	0	2	2	1	0	5
Molniya (Russia)	1	1	1	1	1	5
Pegasus (U.S.)	0	1	1	1	2	5
Atlas II (U.S.)	4	0	0	0	0	4
Falcon (U.S.)	0	0	1	1	2	4
GSLV (India)	1	0	1	1	0	3
M-5 (Japan)	0	1	2	0	0	3
Rocket (Germany/Russia)	0	2	1	0	0	3
Titan 4 (U.S.)	1	2	0	0	0	3
Tsyklon (Ukraine)	2	0	1	0	0	3
Atlas III (U.S.)	1	1	0	0	0	2
Shavit (Israel)	1	0	0	1	0	2
Zenit 2 (Ukraine)	1	0	0	1	0	2
Shtil (Russia)	0	0	1	0	0	1
Start (Russia)	0	0	1	0	0	1
Taurus (U.S.)	1	0	0	0	0	1
Volna (Russia)	0	1	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>66</b>	<b>311</b>



U.S. LAUNCH VEHICLE LAUNCH ATTEMPTS (2004-2008)						
	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Delta II	7	3	6	8	5	29
Atlas V	1	2	2	4	2	11
Space shuttle	0	1	3	3	4	11
Delta IV	1	0	3	1	0	5
Minotaur	0	2	2	1	0	5
Pegasus	0	1	1	1	2	5
Atlas II	4	0	0	0	0	4
Falcon	0	0	1	1	2	4
Titan 4	1	2	0	0	0	3
Atlas III	1	1	0	0	0	2
Taurus	1	0	0	0	0	1

(翻訳：飯田尚志, SJR 編集特別顧問)