

期待される宇宙産業

◆国産ロケット打ち上げ・・・成功と失敗を繰り返す

2024年2月、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、種子島宇宙センターからのH3ロケット試験機2号の打ち上げに成功した。これに先立ち、23年9月には、JAXAは月面着陸機「SLIM」と星や銀河の間の高温プラズマを観測し、超新星残骸の中の元素分布を調べて重元素の生成過程などを調査できるエックス線天文衛星「クリズム」を搭載した大型ロケット「H2A」47号の同センターからの打ち上げに成功し、スリムの所定の軌道への投入にも成功した。

JAXAは、H3ロケット初号を23年3月に打ち上げたものの、2段エンジンに着火できず失敗し、搭載していた地球観測用の先進光学衛星「だいち」3号を喪失した。また、22年10月に小型ロケット「イプシロン」6号の打ち上げに失敗、23年7月には、開発中の「イプシロンS」の2段機体の秋田県での燃焼試験中に爆発が発生している。JAXAとしてはこれらの雪辱を果たした形だ。

一方、民間では、ベンチャー企業スペースワンの小型ロケット「カイロス」初号機が24年3月に、和歌山県串本町での打ち上げ直後に爆発した。民間のロケットとして国内初となる人工衛星の軌道投入を目指しており、政府の情報収集用の小型衛星も積んでいた。スペースワンは、小型衛星の打ち上げ事業への参入を目指す企業として18年に設立し、20年代中に年間20機、30年代初めに年間30機を打ち上げる計画を掲げている。しかし、今回の爆発を受け、顧客のニーズに応じて衛星を宇宙に届ける「宇宙宅配便」サービスへの参入が遅れる可能性が高い。

◆世界的にロケット打ち上げ増加で宇宙開発競争激化

世界的には宇宙開発競争が激化しており、ロケットの打ち上げが活発になっている。23年のロケット打ち上げ数は212回で22年比18%増であり、過去最高だった。安全保障の強化や、増加する通信データに対する通信網の構築が原因と考えられる。

国別では米国が96回で1位だ。そのほとんどはスペースX社であり、世界全体のシェア5割弱を占める。2位は中国で打ち上げ数が66回となり22年比6%増えた。

独自の宇宙ステーション「天宮」の運用や、数万基規模に及ぶ衛星通信網の構築など宇宙強国を目指している。3位はロシアの19回だ。インドは23年7月、自国のロケットで月探査機「チャンドラヤーン」3号、韓国は23年5月、国産ロケット「ヌリ」号を打ち上げた。北朝鮮は軍事偵察目的の衛星の打ち上げに成功したと伝えている。

ロケットの打ち上げに伴い、これに搭載され、宇宙空間に設置される人工衛星も増加している。図1に21年までの人工衛星打ち上げ数を示した。

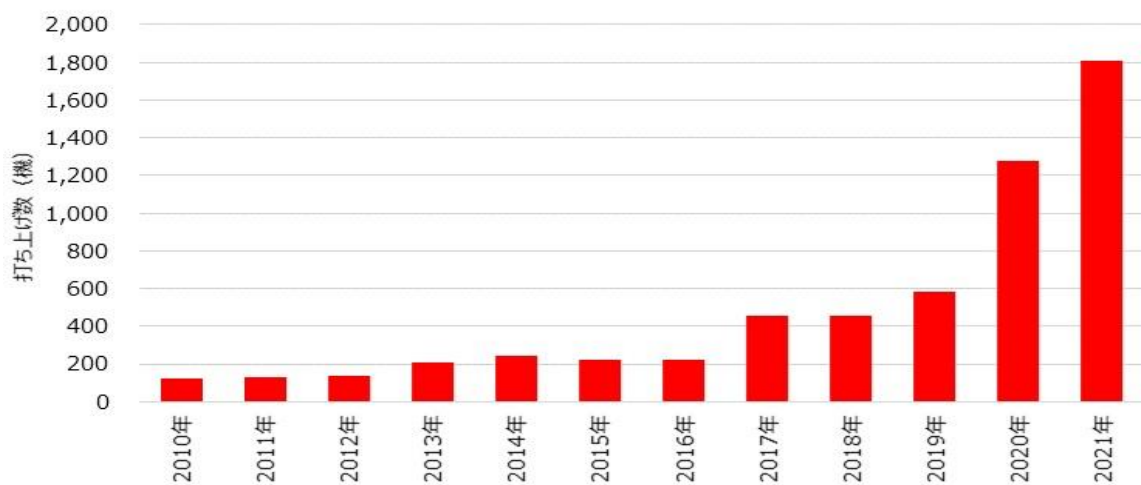


図1. 世界の人工衛星打ち上げ数

(出典：UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs 公表資料)

また、22年5月時点で、地球の軌道上を回る人工衛星数の各国のランキングを表1に示した。

表1. 地球軌道上の国別人工衛星数 (2022年5月時点)

順位	国	人工衛星数
1	米国	3415
2	中国	535
3	英国	486
4	多国籍	180
5	ロシア	170
6	日本	88
7	インド	59
8	カナダ	56

(出典：UCS人工衛星データベース)

日本は、自前ロケット及び他国ロケットへの搭載委託も含め、人工衛星の打ち上げを実施しており、図2に示すようにその数は増加傾向にある。22年5月時点での軌道上人工衛星数は88基だ。しかしながら、中国などの打ち上げ数の増加も影響しているが、図1にあるような世界の増加率には大きく及ばない。

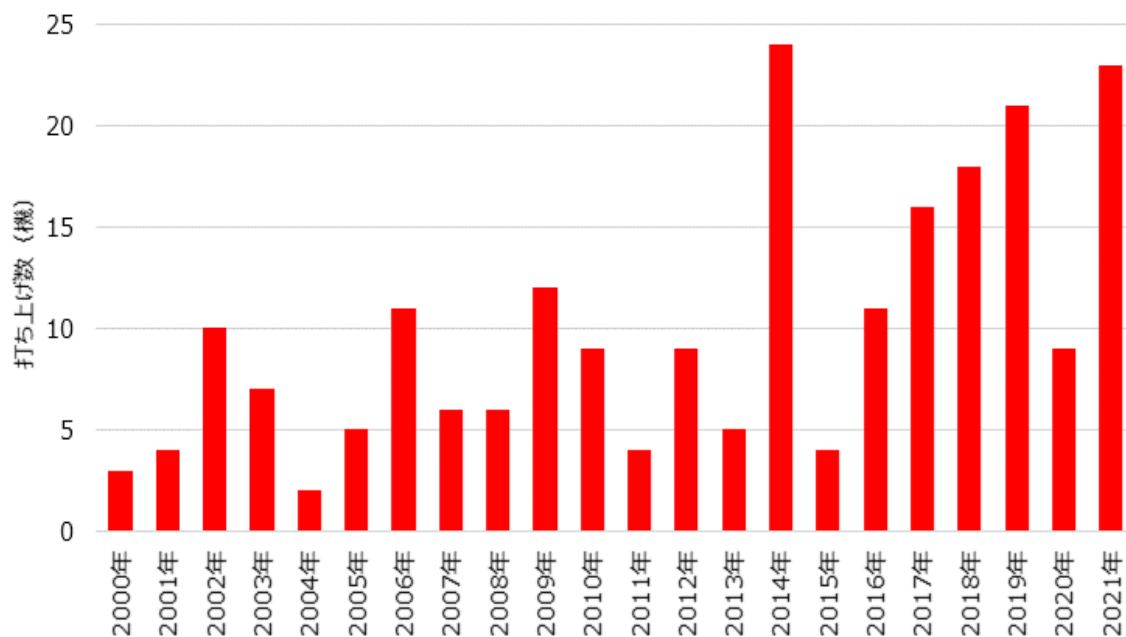


図 2. 日本の人工衛星打ち上げ数

(出典：UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs 公表資料)

◆政府も宇宙開発に向け基金設立

このような状況の中、23年6月に宇宙基本計画が閣議決定された。その目標と将来像は、①宇宙安全保障の確保、②国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現、③宇宙科学・探査における新たな知と産業の創造、④宇宙活動を支える総合的基盤の強化を挙げている。それによって実現する日本の宇宙産業の市場規模を、20年の4.0兆円から30年代早期に2倍の8.0兆円にすることを目標とした。

宇宙基本計画の実現に向け、24年3月、内閣府、総務省、経済産業省、文部科学省は、民間企業などによる宇宙分野の技術開発を強力に支援するため、JAXAに「宇宙戦略基金」を設置し、23年度の補正予算では、経済産業省1,260億円、総務省240億円、文部科学省1,500億円、合計で3,000億円と決まった。さらに、24年4月には、事業全体の制度設計を定める「基本方針」を関係府省が決定し、宇宙産業市場を拡大していくため、これら宇宙戦略基金を利用し、日本の宇宙開発の中核機関であるJAXAを結節点として、民間企業による宇宙産業の事業化を支援していく。注力分野は、宇宙輸送、衛星、探査の3つであり、この基金による技術開発支援を行うことで、各分野の技術開発テーマ実現の加速・強化を図る。ま

た、JAXAはこれらの技術開発テーマの進捗把握や効果検証に必要なデータを積極的に収集するとともに、上記3分野の技術開発の方向性に沿った技術開発テーマ毎の進捗や達成状況を把握し、内閣府の宇宙政策委員会等へ年1回程度報告を行う。今回の宇宙開発基金で支援する技術開発テーマを表2に示した。

表2. 宇宙開発基金の適用技術開発テーマと規模

分野	関係省	技術開発テーマ	予算規模	
宇宙輸送	文科省	宇宙輸送機の革新的な軽量・高性能化及びコスト低減技術	120億円	358億円
	文科省	将来輸送に向けた地上系基盤技術	155億円	
	経産省	固体モータ主要材料量産化のための技術開発	48億円	
	経産省	宇宙輸送システムの統合航法装置の開発	35億円	
衛星等	文科省	高分解能・高頻度な光学衛星観測システム	280億円	1654億円
	文科省	高出力レーザの宇宙適用による革新的衛星ライダー技術	25億円	
	文科省	高精度衛星編隊飛行技術	45億円	
	総務省	衛星量子暗号通信技術の開発・実証	145億円	
	総務省	衛星コンステレーション構築に必要な通信技術（光ルータ）の実装支援	19億円	
	経産省	商業衛星コンステレーション構築加速化	950億円	
	経産省	衛星サプライチェーン構築のための衛星部品・コンポーネントの開発・実証	180億円	
	経産省	衛星データ利用システム海外実証FS	10億円	
探査等	文科省	国際競争力と自立・自在性を有する物資補給システムに係る技術	155億円	738億円
	文科省	低軌道自律飛行型モジュールシステム技術	100億円	
	文科省	低軌道汎用実験システム技術	20億円	
	文科省	月測位システム技術	50億円	
	文科省	再生型燃料電池システム	230億円	
	文科省	半永久電源システムに係る要素技術	15億円	
	文科省	大気突入・空力減速に係る低コスト要素技術	100億円	
	総務省	月面の水資源探査技術（センシング技術）の開発・実証	64億円	
	総務省	月-地球間通信システム開発・実証（FS）	5億円	
共通分野	文科省	SX 研究開発拠点	110億円	110億円

◆アルテミス計画で日本の存在感示す

現在、宇宙開発において各国共同で進めている重要なプロジェクトとしてアル

テミス計画がある。アポロ計画以来、約半世紀ぶりに人類を月面に送り込み、月での持続的な人類活動の構築を目指すものだ。同計画は米国を中心に、日本や、欧州諸国、豪州、インド、韓国、UAEなど34カ国が参加している。同計画では、月の周回軌道に有人の中継宇宙ステーションを建設するほか、月を足がかりに、30年には人類を火星に送る壮大なプロジェクトだ。

アルテミス計画の大きな目的の1つに、月の南極付近に氷の状態でも豊富に存在すると見込まれている水資源や、重要鉱物の開発がある。月面の水を水素と酸素に電気分解することにより、月面で水素燃料と酸素を自給でき、さらに、重力の大きい地球からロケットを打ち上げて燃料や物資を運搬するよりも効率的に火星を目指すことができるとされている。また、月に存在するアルミニウム、チタン、鉄などは基地を築く材料にもなり、さらに核融合を起こすヘリウム3も豊富にあると見られており、その量は地球上で使用する現在のエネルギー資源の数千年分に相当すると言われている。

日本はアルテミス計画の数々の重要プロジェクトに参加している。例えば、JAXAは日本の自動車メーカーと協力して、飛行士が月面を探索するための有人と無人ローバーの提供を予定している。さらにJAXAは日本の建設会社などと協力し、AI、ロボット技術、3Dプリンティングなどの先進技術を活用し、月面基地の建設や運用の効率化を目指している。

さらに、月面や他の惑星探索に必要な高精度着陸技術を小型無人探査機で実証する「SLIM」計画を進め、24年1月には旧ソ連、米国、中国、インドに次ぐ世界5カ国目の無人月面着陸を果たした。目標地点からの誤差が100m以内という世界初のピンポイントでの着陸に日本が成功し、SLIMが着陸直前に放出した2台の小型ロボットが、月面にあるSLIMの画像を地球に送信でき、今後の宇宙での資源探査での日本の強みともなる。

◆宇宙ベンチャー企業の活動も活発化

世界規模で宇宙関連ビジネス市場が大きく成長しており、40年には1兆ドルと予想されている。日本においても50年には32兆円となる試算があり、今後世界市場と同様に大きく成長していくと期待されている。中でも、宇宙開発に関わるベンチャー企業、スタートアップ企業に期待が集まる。

日本も政府による本格的な宇宙スタートアップ育成を始めている。23年に投じた資金は約388億円だ。文部科学省と経済産業省による「中小企業イノベーション創出推進事業（SBIRフェーズ3）」の枠組みによるもので、各省合わせて宇宙分野のスタートアップ企業16社が対象だ。

交付金の拠出先企業としては、例えば23年4月に月面着陸に挑戦したispaceで、120億円程度交付される。ispaceは米国の子会社を中心に新型月面ランダー（着陸機）「APEX1.0ランダー」を開発しており、アルテミス計画を主導するNASAや米国政府の要件を取り入れて、米国市場を中心に輸送サービスの提供を検討している。ispaceは、この交付金を活用して日本本社主導で新たな月面ランダー「Series 3（仮称）」を開発する。「Series 3」は27年までに100kg以上の荷物を運ぶことを目指している。

その他、ロケット開発の企業で堀江貴文氏が創設したことで知られるインターステラテクノロジズと、有翼式の再使用型ロケットを開発する東京理科大学発ベンチャーであるSPACE WALKERにそれぞれ約20億円交付される。

また、アストロスケール社には26.9億円交付される。同社は民間としては世界初のスペースデブリ（宇宙ゴミ）除去技術実証衛星「ELSA-d」を21年3月に打ち上げ、模擬デブリの捕獲に成功。ランデブ（接近）技術をはじめとするスペースデブリ除去に必要なコア技術を実証した。ロケット、衛星打ち上げ数が加速する中、使用済衛星の増加など、地球の軌道上の宇宙ゴミが大きな課題であり、宇宙ゴミ除去は今後重要な要素技術分野となり得る。

日本の主な宇宙関連ベンチャー、スタートアップ企業を表3に示した。ロケットの製造と打ち上げ、衛星の製造と打ち上げ、衛星運営とデータ送信、ニーズに合わせたデータ処理など開発案件は多く、JAXAはもとより、日本の各機関や企業の研究者の活躍の場は広く、今後のベンチャー、スタートアップ企業の新しいアイデアの創出と新規事業展開が待ち望まれる。

また、当然、大手企業においても、三菱重工業やIHIなどの重工業種によるロケット開発製造の進展、電子工業分野での半導体・電子機器の開発、化学工業分野での宇宙空間における高耐久性素材、さらには日本郵船グループが検討しているような、海上の船舶からの小型ロケットの打ち上げ方式など、今後の宇宙産業の進展に期待したい。

【下田晃義】

表3. 日本の宇宙関連ベンチャー企業

企業名	概要
スペースワン株式会社	新世代小型ロケットや関連機器の開発・製造・販売事業や、人工衛星の打ち上げ事業、ロケット射場の開発・事業を中心とする企業。
株式会社ASTROFLASH	「宇宙に夢と商いを」をスローガンとし、地上から肉眼で確認できて誰でも明るさや色を調整できる衛星開発を進めており、エンターテインメント分野での活用を目指す企業。
株式会社QPS研究所	同社は日本でも有数の小型衛星の開発・設計・製造・打ち上げまでを一貫して行う企業。
株式会社ワープスペース	世界初の低軌道人工衛星向け衛星間光通信ネットワークサービスの実現を目指す企業。
合同会社Space Cubics	月にホテルが建ち、誰でも月に行ける世の中を目指し、安価で高性能な宇宙用コンピューターの開発をビジョンに掲げている宇宙開発関連企業。
株式会社Synspective	サテライトデータによるソリューションサービスや、合成開口レーダー（SAR）の開発・運用事業をメインに行っている企業。SAR衛星を打ち上げ、最終的には25機体制とすることで、常時地球全体を観測できるシステムの構築を目指す。
株式会社ALE	宇宙の美しさや面白さを人々に届け、好奇心を刺激することで宇宙開発のきっかけを作る企業。東北大学と共同で世界初の「人工流れ星衛星」を開発。
株式会社ispace	月面に純民間開発ロボット探査機を着陸させ着陸地点から500m以上移動させること、高解像度の動画や静止画データを地球に送信することがミッション。
株式会社インフォステラ	全ての周回衛星要地上アンテナが1つの大きなネットワークに接続されている世界を目指す。製品「StellarStation」はクラウドベースの地上局アグリゲーター。
株式会社スペースシフト	地球観測衛星からのデータをAI活用で解析し、あらゆるものの総量把握や生産量把握が可能なソフトウェア開発を行う企業。
PDエアロスペース株式会社	低コストかつ利便性の高い宇宙輸送インフラの構築を中心的な事業とする。高度100km到達および帰還が可能な「完全再使用型無人サブオービタル機」の開発を続けている。
インターステラテクノロジズ株式会社	小型で低価格のロケット製造をミッションとする。同社は堀江貴文氏が出資している企業としても知られている。2019年5月、自社開発の小型ロケット「MOMO」3号機を打ち上げ、宇宙空間とされる100キロ以上の高度に到達させた。その後も小型ロケットの打ち上げを進めている。
株式会社SPACE WALKER	スペースプレーンの設計、製造、運航サービスや宇宙関連イベントの企画・提案などを主な事業とする。東京理科大学理工学部機械学科、宇宙システム研究所と共同開発をしており、科学実験と小型衛星打ち上げ、宇宙旅行の3分野の研究・開発を行う。
株式会社天地人	宇宙ビッグデータの活用で独自開発した「天地人コンパス」を用い、土地情報を解析・可視化して土地の価値を明確にすることを使命とする企業。地表面温度や降水量、二酸化炭素量2等、各種データを駆使し土地評価サービスを提供する。
株式会社アクセルスペース	超小型衛星の運用柔軟性や低コスト性を活用し、地球全土をカバーする情報の取得・蓄積を今までにない高頻度で行う「AxelGlobeプロジェクト」を推進している企業。農業、海洋監視、局地気象予報、さらには都市計画等の新しいアプリケーション開発の可能性が期待されている。
株式会社デジタルブラスト	宇宙開発分野におけるビジネスコンサルティングや宇宙生体情報追跡サービスの開発、宇宙メディア・イベントを活用したプロモーション提供等を行う企業。
株式会社メルティンMMI	義体や、脳と機械をつなぐインターフェースを含むサイボーグ技術を開発する企業。人間の手の動きを再現することを重視して造られた世界初の技術を搭載するロボット「MELTANT-α」を発表し、JAXAと共同で、ロボットを遠隔操作により宇宙飛行士の作業を代替することを目指す初期実証を実施した。
Space BD株式会社	宇宙における総合商社として、日本発の世界を代表するメガベンチャーを目指している宇宙開発関連企業。衛星打ち上げサービスや国際宇宙ステーション利用サービス、宇宙機器輸出入サービスなどを手掛ける。
株式会社アストロスケール	衛星などの宇宙機の安全航行確保を目指し、スペースデブリ（宇宙ゴミ）除去サービスの開発に取り組む世界唯一の民間企業。不要となった人工衛星の除去サービスや既存デブリ除去サービス、衛星寿命延命措置や宇宙空間上での状況把握実現のため開発を続けている。
AeroEdge株式会社+B19A18:B24A1	世界の航空業界でナンバーワンを追求している企業。栃木県足利市の老舗企業、菊地歯車株式会社が親会社であり、世界でも数えるほどしか存在しない、チタンアルミを安定的に加工して製品化する技術を持つ。