

# テキサス州から見る宇宙・ロケット産業 米国と日本の比較

この記事では、テキサス州でいま最も熱いロケット、SpaceX社の Starship (2段目・上側) / Super Heavy (1段目・下側)ロケットの動向を見ながら、米国と日本の宇宙・ロケット産業について、筆者の私見も織り交ぜながら読者の皆様にご紹介したいと思います。

## 世界で最も巨大なロケット Starship

2024年3月14日、SpaceX社のStarship/Super Heavyロケット(以降、簡略化のため、Starshipと略称)がテキサス州南部のボカチカ近くの発射施設から3度目の飛行試験を行い、宇宙空間の所定高度に見事に到達しました。Starshipは、月や火星に人や物資を輸送するミッションを低コストで達成するために完全再利用を目指した世界で最も巨大なロケット(全長121m、直径9m)です。

この巨大ロケットStarshipのさらに特筆すべき点は、機体の材料とエンジンの数です。通常、ロケットは飛行機と同じく、より少ない燃料でより遠くに荷物を運ぶために、コストはかかっても軽くて丈夫なアルミニウム合金や炭素繊維複合材を構造部材に選ぶことが常識でした。しかし、Starshipはなんと、機体を何度も再利用させることを想定し、安さ・強度・耐熱性に優れたステンレス鋼を機体の構造部材に選定したのです。その結果、とてつもなく重くなった機体(約4400トン)を宇宙空間に到達させるために非常にパワフルなエンジン(推力約300トン)を1段目に33個も装着しました。ちなみに、日本の最新大型ロケットの1段メインエンジンの数は最大で3個。Starshipロケットのエンジン数の約1/10です。

## SpaceX社が魅せるスピードと技、 アメリカのスタートアップの底力

イーロン・マスク率いるSpaceX社は、1段ロケットの回収・再利用技術を適用したFalcon9ロケットを開発したことで、圧倒的なコストダウンを実現しました。これまで世界のどのロケット製造会社も達成できなかった技術です。Falcon9ロケットは、商業衛星打ち上げ市場において、世界1位の座を確立、いまや、年間60機以上の打上げを達成するに至りました。巨大ロケットStarshipもまさにそうですが、常識の上のさらに上を行く設計思想と、失敗をものともせず前に進む突破力とスピードで、瞬く間に宇宙・ロケット産業の業界マップを塗り替えてしまったのです。

かく言う筆者である私は、三菱重工業でH-IIA、H-IIB、H3ロケットの開発・運用に携わり、ロケット技術者の道を20年以上歩んできました。振り返れば、開発や打上げ運用の現場では失敗・不適合の連続でした。その都度、立ち止まり、反省し、信頼性の高い製品を作り出すために、何重もの



審査ゲートを通り、ようやく工場から種子島宇宙センターにロケットを送り出すのに、1年や2年があったという間に過ぎていくことはざらでした。こうした自身の経験と照らし合わせても、SpaceX社をはじめ、米国のスタートアップ(新興企業)が魅せるスピードと技は、何故かくも我々とここまでの差がついてしまうのか。

ロケット業界に限った話ではありません。エネルギー、医薬、コンピュータサイエンス、あらゆる分野で米国発のイノベーションの勢いは、とどまることを知りません。ロケットの業界を題材にこの背後の要因について、私なりに考察してみたいと思います。

## 挑戦の数だけ失敗がある。

### 次に結びつく失敗から得る学習効果

“失敗を恐れるな”という言葉、皆さんもよく耳にされると思います。自身が発することもあれば、人から励まされることもあるかと思いますが、しかし、少なくとも私がこれまで歩んできた道を振り返ると、もし失敗してしまったら・・・→もう後がない(チャンスは1度だけ)→絶対失敗できない→よって、確実に成功できる安全策をとる、という思考回路が出来上がってしまい、恥ずかしながら“失敗を恐れるな”などはほど遠い人生でした。失敗を伴う挑戦を評価しなかったり、復活のチャンスが少なかったりと、本当は目前に広がるたくさんの可能性を自らも、周りも閉ざしてしまう、そういう風潮が少なからず影響していたように感じています。

SpaceX社は、初期のロケットを連続3機打ち上げに失敗して、4機目でようやく成功しました。その後も本番の打ち上げ、実証試験の中で、数えきれないほどの失敗を繰り返し、失敗だけを編集した動画を音楽付きでYouTubeにアップ、失敗にめげず前進する姿を世界中にアピールしています。失敗から学ぶことは非常にたくさんあると思います。受験、恋愛、結婚、仕事、スポーツ、怪我・・・私の人生、失敗を恐れる割に、失敗だらけで、人間としてあまり成長していないなどと思うものの、やはり、失敗から得る学習効果が一番深みがあるのではないかと実感します。

SpaceXに代表される米国のスタートアップの成長の速度と勢いは、失敗を織り込み済みの挑戦を数多く実践する点、それを支える資金力と国家戦略、国民の1人1人のマインド、あらゆる要素がバランスよくかみ合うことで実現されているのではないかと考えます。

## 成長(技術向上)の度合い

$$G=(1+a)^N \quad N=\text{回数を増やしていこう!}$$

東京大学で宇宙工学の教鞭をとる中須賀真一先生が技術向上(成長)度合いに関して持論を展開されています。私は深く賛同しており、皆様にもこの紙面をお借りして、ご紹介したいと思います。

成長や技術の向上度G(Growthの頭文字G)は、 $(1+a)^N$  の式で、表現できるというものです。ここで、aは、1回の実証で得られる技術向上度、Nは、実証の頻度(回数)を表します。少なくとも私が携わってきたロケット開発の現場では、実証(開発試験)を行うにしても、Nの回数が非常に限られており、極端な話、N=1、つまり1回限りの実証で結果を出すことが多くの場合求められました。いくらaを大きくしようとも、Nが小さければ、技術向上度Gは大きくなりません。日本の開発現場は、Nを小さく抑え、aを大きくすることに注力する傾向があるように感じます。一方、米国は、皆様もすでにお気づきと思いますが、実証回数Nを重視します。

(P.8につづく)