



窮理の部屋 212

「ロケット！」はみだし話

ロケットが飛ぶ仕組みを実験しながら解き明かすサイエンスショー「ロケット！ロケット！ロケット！」は時期を問わずご好評いただいています。本稿ではショーに盛り込みきれない、実際のロケットに詰め込まれている数々の工夫から一部を少し踏み込んでご紹介します。

ロケット＝風船(!?)

風船をいっぱいにくらませてから手を離すと、空気を吹き出して勢いよく飛んでいきますよね。風船を投げたり、押し出したりしなくても、風船は自分で空気を吹き出す力で飛んでいきます。実はこれこそがロケットが飛んでいく仕組みです。ロケットは、中に積んだ燃料を勢いよく「吹き出す」その「反動」で飛んでいます。ロケットを打ち上げる際に吹き出されるものすごい量の煙、あの吹き出したもので地面を蹴っている(押している)ように見えるかも知れませんが、そうではないのです。

ふつうの空気じゃパワー不足だから…

ロケットが吹き出しているのはふつうの空気ではありません。エンジンの中で燃料を燃やし、めちゃくちゃ熱いガスを吹き出すことでより大きな推進力を得ています。この仕組みは空を飛ぶジェット機のエンジンと同じです。では、ジェット機でも宇宙まで飛んでいけるかというと…答えはNOです。なぜでしょうか。

ものを燃やすためには「酸素」が必要です。酸素は空気中に20%程度含まれていて、ジェット機のエンジンは空気を内部に取り込んで利用する形になっています。一方、ロケットは空気のない宇宙空間でも飛べるよう、燃料を燃やすための酸素も一緒に積んであります。外の空気を取り込む前提で設計されたジェット機では宇宙を飛ぶことはできないのです。

ロケットの燃料に使われているものは大きく分けると「固体燃料」と「液体燃料」の2種類です。固体燃料ロケット(例えばイプシロンロケット)は固体の推進剤(火薬のようなもの、酸素を出す酸化剤も含まれる)を燃料にします。一方、液体燃料ロケット(例えばH3ロケット)には、液体水素などの燃料と液体酸素を別々のタンクに入れ、燃焼室というところで混ぜて燃やしています。固体燃料ロケットは設計しやすい構造な代



図1:H3ロケット3号機の打ち上げ
©JAXA

わりに細かいコントロールは難しい、液体燃料ロケットは構造が複雑で設計が難しい代わりに細かいコントロールがしやすいという特徴があります。

遠い宇宙まで飛ばすための工夫

地球に墜落しないギリギリで地球表面を周回するために必要な速度(第一宇宙速度)は約7.9km/s(時速28,400km)、地球の重力を振り切ってさらに遠くへ飛び立つために必要な速度(第二宇宙速度)は約11.2km/s(時速40,300km/s)と、宇宙に行くためにはものすごい速度に加速しなければなりません。ロケットをもっと遠く、もっと高く飛ばすにはどうしたらいいでしょうか。たくさん燃料を積み込んでたくさん燃料を燃やせばよさそうですが、積み込む燃料が多くなればその分ロケット自体が重たくなり、大きな推進力を得るのは難しくなってしまいます。本体をなるべく軽くする工夫が必要です。

例えば、液体燃料ロケットの代表・H3ロケットの場合、総重量は約500tにもなります。ですが、そのほとんど(約9割)は燃料の重さで、ロケット本体や積んでいる衛星などの重さを全て合わせても全体の1割だけとなっています。身近なもので例えるなら、卵の殻(重量で約14%)、缶飲料の缶(約7%)と同じような感じです。打ち上げに耐えられるだけの十分な強度を保ちつつも、なるべく薄く軽く仕上げて飛びやすくなるように工夫された構造になっています。

さらにスピードアップするための工夫が、燃料を使い果たして空になった部分は切り離して身軽にし、噴射による推進力をより高める「多段式ロケット」です。地上からの打ち上げで宇宙飛行に必要な速度を得るためには実質必要不可欠で、現在の衛星打ち上げロケットでは2-3段式の構成がほとんどとなっています。

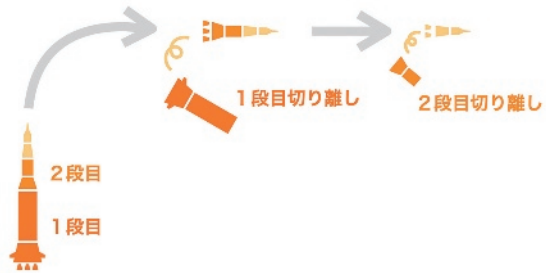


図2: 多段式ロケットのイメージ

参考

宇宙開発を支えるロケットがわかる！ロケットガイドブック(宇宙航空研究開発機構広報部発行)

猪口 睦子(科学館学芸員)