

ロケットはなぜ飛ぶの？

ゴム風船に空気をいっぱい吹き込んで手を離すと、風船は空気をふき出しながらか飛んでいきます。

風船は中の空気を押し出して（噴射して）、その反動で進むのです。

ロケットもまったく同じです。

ロケットは、燃料と酸化剤を燃やして作った大量の燃焼ガスを高速で噴射して、その反動で進んでいきます。

噴射の力＝反動＝推力（推進力）

*運動量保存則

推力は、吹き出される向きとは反対の向きに働く。 *作用反作用

化学ロケットは

*非化学ロケット

1) 液体燃料ロケット (H-IIA ロケット)

燃料は液体水素、酸化剤は液体酸素です。

2) 固体燃料ロケット (M-V ロケット)

燃料の合成ゴム（ポリブタジエン系）とアルミ、酸化剤の過塩素酸アンモニウムを混ぜ合わせて固めてあります。

推力-----ロケットの力の強さを示す (t)

vs ロケット全体の質量

推力＝毎秒噴射される燃焼ガスの質量×燃焼ガスの噴射速度

*質量比 *燃料比 *比推力 *多段式ロケット *クラスターロケット

水ロケットは、

水を圧縮された空気と一緒に吹き出して、その反動で飛びます。

推力＝1秒間に失う水の質量×噴射速度

・標準型水ロケットの場合

タンク内空気圧 5kg/c m²で打ち上げると、(発射角度 45°)

初速は、およそ 200km/h で発射され、80m～100mの飛行距離となる。

その巡航速度は、およそ 80km/h である。

(空気入れでタンク内圧力 5kg/c m²とするには、約 40 回のポンピングが必要。)

エンジン部分となるペットボトルに入れる水の量は、

その容器のおよそ 1/3、1.5ℓのペットボトルであれば 500cc が最適と考える。

(ある大学院生の計算によれば、460～480cc が一番良く飛ぶ。)

・バルーン型・パラシュート付き水ロケットの場合

空気圧は 8 kg/c m²で、発射角度は 90° ±10° の範囲で打ち上げる。

* 参考 ロケットを作る前に、鏃（やじり）のついた弓矢を想像していただくと良いでしょう。
(1)

1) 速く飛ぶために

『質量比』

質量比とは、ロケットの推進剤タンクやエンジンなどの構造物(ロケットの機体など) が、どのくらい軽く作られているかを示すもの。

$$\text{質量比} = \frac{\text{推進剤を積んだ時の全体質量}}{\text{燃焼が終了し、空になった時の全体質量}}$$

*現在多くのロケットの質量比は、6～20程度である。

『燃料比』

燃料比とは、ロケットの全質量に対しての推進剤の質量の割合である。燃料比を見ると、ロケットの大部分が推進剤であることがわかる。

質量比	燃料比	燃料が燃えつきた時の速度
2,72	63,2% →	ガスの噴射速度と同じ
7,39	86,5% →	〃 の2倍
20,1	95,0% →	〃 の3倍

『比推力』

比推力とは、ロケットの推進剤の性能を示す、推力や速度を上げるための重要な数値です。

$$\text{比推力(秒)} = \text{推力(t)} / \text{1秒間に消費される推進剤の質量(t/秒)}$$

この比推力が大きい推進剤ほど性能がよく、燃焼後のガスの噴射速度が速いことになる。

また、比推力は、燃焼ガスの噴射速度を表しており、

比推力の約10倍が噴射速度であると考えられる。

比推力400秒=噴射速度4000m/秒 (重力加速度倍9,8)

例：液体水素+液体酸素では、400～450秒

ポリブタジエン+過塩素酸アンモニウムでは、280～300秒

2) より速く飛ぶために

多段式ロケット

ロケットの速度は質量比と比推力で決まるが、1段・2段・3段と言う多段式ロケットは、質量比を大きくするための方法である。つまり、燃焼後に不要になったロケットの機体を切り離していくことで、機体の質量を段階的に軽くして質量比を大きくしようと言うものである。

3) より力強く飛ぶために

クラスター(束ね)ロケット

エンジンの推力を大きくする為、すでに開発され、性能の確定しているエンジンを何個か束ねる方式がよく使われる。 *ソユーズロケット

作用反作用の法則-----ニュートンの運動の第3法則

力はそれ自体として存在するのではなく、物体と物体の間の『相互作用』
ロケットの場合は、
機体が噴射ガスに及ぼす**作用**、噴射ガスが機体に及ぼす**反作用**。

質 量-----「**質量**」とは物質の量をあらわすもの。「**重量**（重さ）」とは違う。
質量（mass）とは物質の量をあらわすものです。質量はグラム（g）、キログラム（kg）という単位で表されますが「**重量**（重さ／weight）」とは違うものです。

質量に関係した主な法則

1) **力＝質量×加速度** ($F=m \times a$)

この関係により、地球の表面では重力の加速度がほぼ一定ですので、重量として表われる力（重力）と質量がほぼ比例関係にあります。
日常的には重量も質量と同じ $g \cdot kg$ という単位を使い、**地球の表面**では「**質量 1g は、ほぼ重量 1g**」になります。
その為、質量と重量は同じようなイメージでとらえられがちですが、あくまでも重量（weight）とは力に関係したものであり、質量（mass）とは別の概念です。
たとえば**無重力の宇宙空間**では「**質量 1g は、重量 0g**」になります。

2) **質量とエネルギーは同じもの**

アインシュタインは、1905年の論文「運動物体の電気力学」の中で、**物質の質量（m）とエネルギー（E）は本質的には同じ**であるとし、真空中の光速（c）を用いて、課式の質量とエネルギーの関係を発表しました。

$$E = m \times c^2$$

3) **質量保存の法則**

化学反応の前後で**物質全体の質量は変化しない**、という法則で、1774年にラヴォアジェが発見しました。
核反応などでは反応の前後で質量が変化することがありますが、上記のようにエネルギーを質量と同じものとする、この保存則は成立します。

ごく簡単にいうと、「**質量は熱量（エネルギー）と同じだが、重量とは異なる**」ということです。

その他の化学ロケット

- ・ ハイブリッドロケット
固体の燃料と液体の酸化剤を使用
- ・ エアブリージングロケット
液体の燃料と空気中の酸素を使用

非化学ロケット

- 1) 電気ロケット
 - ・ イオンロケット ・ プラズマロケット ・ 電気熱ロケット
- 2) 原子力ロケット
 - ・ 固体炉心ロケット ・ コロイド炉心ロケット ・ プラズマ炉心ロケット
- 3) パルスロケット
 - ・ 核分裂パルスロケット ・ 核融合パルスロケット
- 4) レーザー推進
- 5) 太陽帆推進
- 6) 核融合ロケット
- 7) 星間ラムジェット
- 8) 光子ロケット

重力加速度とは、

地球に表面付近では、どんな物体でも地面の方向への力（重力）を受けており、その物体の質量に（ほぼ）比例している。この比例定数を重力加速度と呼び、これは自由落下する場合の加速度でもある。

単位は m/s^2 重力加速度は gravity の頭文字を取って g で表わされる。

万有引力定数の G と区別するため、常に小文字で書かれる。又、重力加速度は加速度の単位としても用いられる。この場合は大文字で G と書かれ「ジー (gee)」と読む。重力加速度と同じ加速度を $1.0G$ のように表現する。

重力加速度の値は場所によって異なるため、標準重力加速度を定めてその値を世界中で使うことにしている。1901 年の国際度量衡総会において標準重力加速度の値を 9.80665m/s^2 と規定し以来その値が用いられている。

的川泰宣 談

宇宙教育の眼目は、

『宇宙や宇宙活動の成果を素材として、

いのちの大切さを基盤とし、

日本の子どもたちが好奇心・冒険心・匠の心を、

豊かに備えた元気な子に成長するよう、手助けをする。』（YMコラムより）