

航空宇宙 主要用語の解説 (1/2) (宇宙学入門ノート, 宮澤政文, 2010年)

<航空>

音速, 亜音速, 超音速

空気(或いは任意の気体)の微小な圧力振動が音波として伝わる早さを音速という。音速は気体の種類とその温度によって決まる。空気の流れがこの音速より遅いとき亜音速と呼び、これより速いとき超音速と呼ぶ。この流れの速さと音速の比をマッハ数と呼ぶ。音速はマッハ1である。また、マッハ1 前後の流れを遷音速という。流れは、この音速を境にしてその様相・特性を異にする。近代ロケットの超音速ノズルは、亜音速と超音速のガス流れを巧みに組み合わせて高い推進性能を得る形状とした構造体である。なお、戦闘機には超音速で飛行するものもあるが、一般の輸送機は全て亜音速で飛行する。

荷重倍数

飛行機に働く(機体上方向)の空力荷重を自重で除した値。通常、地球重力(海面上の標準値)の倍数で表す。飛行機の構造強度を保証するため、様々な飛行の状態ですべて許容される最大の荷重倍数が機種ごとに決められている(耐空性基準)。これを制限荷重倍数と呼び、軍用機は最大で8(8G)程度、民間輸送機は最大4(4G)までに抑えられている。

後退翼

一般に低速の飛行機はその主翼を機体軸(空気の流れ)に対して直角に配置する。飛行速度が音速に近づくと、空気抵抗が急激に増加するが、これは、翼面の流れの一部が超音速になって衝撃波が発生するために起きる現象である。空気の流れに対して主翼を後ろに傾斜させると、この抵抗が急増する速度を遅らせることになり、結果、抵抗の急増を伴わずに高速の飛行が可能になる。現在の大規模旅客機の巡航速度はマッハ0.85前後、後退角(1/4翼弦長の位置で)は25 ~ 35度である。

失速

翼の揚力は迎角が増加するに従い直線的に増加するが、ある迎角になると突然減少し始める。これは翼面上の流れが剥離するために起きるもので、この最大揚力の得られる角度を失速角と呼ぶ。離陸や着陸のとき、突風を受けて迎角が一時的に大きくなると、飛行機は失速し、(高度が低い)回復できずに墜落することがある。

巡航

飛行機、特に大型輸送機は、離陸と着陸の短い時間を除いて(対気速度で)一定の速度で飛行する。速度そのものは機種や設計思想によって異なるが、このような飛行を巡航と呼ぶ。このとき、揚力は自重と等しく、エンジン推力は空気抵抗と等しい。一方、宇宙ロケットは宇宙空間(の目標軌道)に到達するまで増速して飛行する。その意味で、飛行機は「巡航機」、ロケットは「加速機」である。

ソニック・ブーム

超音速で飛行する飛行機には衝撃波が定期的に発生し、この圧力変動が地上に到達して、爆発音となる。これは飛行速度が音速を突破するときには発生するものではなく、飛行機が超音速で飛行している間、その直下の地表面で継続して発生し続ける。ソニック・ブームの強さは、超音速機の重量(質量)と機体容積の2つの効果によって決まるため、大型機になるほど爆発音が大きい。これをゼロにすることは出来ない。また、衝撃波が空気中を伝わるときの減衰率が小さいため、巡航高度を通常の輸送機より高めに定めても、直下の人の日常生活や動物に対する影響は避けられない。現在、多くの国はその領空における超音速飛行を禁止している。歴史上唯一の超音速旅客機「コンコルド」(英仏の共同開発)は1976年就航以来大西洋航路を30年近く飛行したが、2003年に運航を終了した。

抵抗(抗力)

飛行機の前進を阻害する空気力のこと。機体全体に作用するもので、空気の粘性による摩擦抵抗と、圧力のアンバランスによる圧力抵抗がある。亜音速機の圧力抵抗は、(翼を含めた)機体形状を流線型に設計することによって低く抑えることが出来るので、圧力抵抗は摩擦抵抗に比べて小さい。超音速飛行の場合は衝撃波による造波抵抗(圧力抵抗)が発生するので、飛行機全体の抵抗は亜音速に比べて相当程度大きくなる。

ペイロード

飛行機の有効搭載量を示す。乗務員を除き有償で積載できる乗客や貨物などの荷重(質量)を示す。宇宙ロケットの場合は、特定の軌道に運搬できる質量(衛星・探査機・飛行士などの総質量)を意味する。

揚力

翼に働く空気力で、飛行中に飛行機の自重を支える力。一定速度の気流の中に迎角を持った翼(または平板)を置くと、この翼の回りに大きな渦ができて揚力が発生する。身近な例では、野球のボールに回転を与えて投げるとカーブやシュートが生まれるのは、流れに対して直角方向に力が発生するためであり、翼の揚力発生と同じ原理による。

翼

主翼 飛行機の全重量を支える揚力(空気力)を発生させる翼。一般に、胴体平面面積に比べてかなり大きい。但し、飛行速度が高速になればなるほど主翼面積は小さくしなければならない。

水平尾翼(水平安定版) 機体の縦方向の安定を保つための翼。通常、重心位置から離れた機体後端に取り付けるが、面積は主翼よりかなり小さい。

垂直尾翼(垂直安定版) 機体の横方向安定を保つための翼。尾翼とは同じ位置に取り付ける。面積は主翼よりかなり小さい。

補助翼 主翼の両端付近の後縁部分に位置する可動翼。機体を左右に傾けて機体をスムーズに旋回させ、また横方向の安定を保つために用いられる。

翼型

翼の断面形状のこと。亜音速用の翼型は前縁に丸みを持ち、翼厚は中央部の少し手前で最大になる。その後、翼厚は次第に薄くなり後縁でゼロになる。現在までに、低速から超音速に至るまでの速度領域で優れた揚力・抵抗特性を持つ多くの翼型が実用化されている。

<宇宙>

宇宙ロケット

一般にロケットとはロケット・エンジンを作動させることによって得られる反作用力を利用して飛ぶ飛行体を指す。また、推進機関としてのロケット・エンジンを意味することもある。推進力を発生する全エネルギーを自身で携行しているため、大気中、宇宙空間の如何を問わず飛行することが出来る。このうち、有用なペイロードを宇宙空間に送り出すロケットを宇宙ロケットと呼び、宇宙探査機や人工衛星などを所定の軌道に投入することを使命とする。スペース・シャトル以外は多段式の使い捨てロケットであるが、高精度の誘導装置を備えていることが条件になる。

影響圏(作用圏)

宇宙探査機が惑星から離れて行くとき、その惑星の重力の影響を受ける領域を脱して太陽重力の影響下に入る境界面のこと。逆に、外から惑星に向かう探査機がこの影響圏に入ると太陽重力の影響から離れ、その惑星重力の影響下に入る。境界面の距離は概略の目安である。太陽に対する主な惑星の影響圏は、それぞれの軌道長半径(太陽までの距離)を基準にして、地球は0.6%、火星は0.25%、木星は6.2%の距離である。

液体ロケット

液体の推進薬(燃料と酸化剤)を燃焼させて推進力を生み出すロケットのこと。推進薬タンク・供給系・エンジンから構成され、構造が複雑で打ち上げの整備期間が長くなるなどの短所もあるが、高い性能が得られ、推力の中断・再着火が容易にできるなどの長所が多い。再着火機能は、条件の厳しい軌道に衛星を投入することを可能にする。液体酸素/液体水素、液体酸素/ケロシンなどの組み合わせの推進薬が多用される。

航空宇宙 主要用語の解説(2/2)

慣性座標, 慣性速度

宇宙飛行体の運動を記述するとき、その基準となる座標系(軸)を選択しなければならない。ニュートンの「慣性の法則」が成り立つ座標系を慣性座標系と呼び、この座標系で観測される速度が慣性速度である。例えば、静止座標系は慣性座標系であるが、この宇宙には絶対静止空間は存在しない。従って実際は、目的に応じて近似的な慣性座標を選ぶことになる。地球周辺を飛行する人工衛星や宇宙探査機の運動を考えると、地球中心を原点とし、かつ地球と共に自転しない座標系を地球中心(赤道面基準)慣性座標系として用いる。また、太陽と惑星、或いは太陽と宇宙探査機の運動を考えると、太陽を中心とし、かつ太陽と共に自転しない座標系を太陽中心(黄道面基準)慣性座標系として採用する。地球中心の慣性座標系で観察すると、地球は西から東回りに回転しているので地表そのものが慣性速度を持っていることになる。その速度は、赤道上で約460 m/s、北緯30度の地点で約400 m/sである。通常、衛星や宇宙探査機の軌道速度は慣性速度で表すので、地球表面に対する「対地速度」とは異なることに注意する。

固体ロケット

固体の推進薬を燃焼させて推進力を得るロケット。最も多く用いられる推進薬は、ポリブタジエン系コンポジットの推進薬。これは、アルミニウムなどの金属粉末(燃料)と過塩素酸アンモニウム(酸化剤)にポリブタジエン系高分子樹脂を入れて練り固めたもの。性能は液体ロケットに比べて低く、推力の中断が出来ないなどの短所を持つが、構造が簡単で短い期間での整備が可能である上、大きな推力を得る大型ロケットの製造が容易である、などの長所を持つ。大型の宇宙ロケットは液体ロケットと固体ロケットの長所を生かすべく、両者を組み合わせて用いる。

質量比(構造性能)

エンジン点火直前のロケットの質量を燃焼終了時の質量で除した値。軽量構造であればあるほど質量比は大きくなる。現在、2～3段式の宇宙ロケットで10前後のものが多く、質量比10ということは、ロケットの構造質量が発射前のロケット全質量の10%であることを示す。

スウィング・バイ(Swing-by)

宇宙探査機が地球から遠く離れた惑星(例えば、木星以遠の惑星)に飛行するとき、別の惑星の傍を通過することにより、軌道エネルギーを補給する手法。探査機が地球を離れるときに(ロケットから)与えられる軌道エネルギーに加え、新しいエネルギーを追加することによってペイロードの質量を増やすことが出来る。或いは、その分、遠い惑星に飛行することが出来る。

増速度

宇宙ロケットの役割は宇宙飛行体を所定の軌道に投入することである。この軌道速度は非常に高速であるため、ロケットの性能は、限られた推進薬の燃焼によって獲得できる速度(増速度)によって評価する。増速度はロケットの点火から燃焼終了までに得られる速度で、エンジン性能(比推力)と構造性能(質量比)とを掛け合わせたものである。

大気圏再突入

再使用型ロケットおよび回収物体が宇宙空間から地球上に帰還する際大気圏に入ること。スペース・シャトルの場合、高度300 km程度の地球周囲軌道から小型ロケットの逆噴射により高度を徐々に下げて120 kmの高度で空気制御に切り替え、大気圏に再突入する。その後、最大の空力加熱は高度約60～70 kmの範囲で起きる。再突入機はこの加熱に耐えるだけの耐熱タイルを機体に貼り付けるか、或いはこの熱を吸収する冷却メカニズムを備えていなければならない。

太陽フレア

太陽表面の活動が(太陽黒点の近くで)急激に活発になって、高エネルギー粒子を放射する現象。この粒子が地球上空に到達して、磁気圏や電離層を乱す。大気とバン・アレン帯によって保護されない宇宙空間では、生物・人体にとって極めて危険。将来の長期間有人宇宙飛行(計画)に深刻な問題を提起している。

多段式ロケット

現在の技術で得られる質量比と比推力には限度があり、単段式ロケットで有用な人工衛星を打ち上げることはできない。そこで、ロケットを下から1段、2段と重ねて多段式構成にし、飛行中に使用済みになった構造体を次々に切り離して投棄する。現実には2段式乃至3段式が多い。

バン・アレン帯

高エネルギーの荷電粒子が、地球磁場に捕捉され、地球周辺を(赤道を中心にして)ドーナツ状に覆っている。その放射粒子の強い領域のこと。比較的低高度(地球半径の1/2～1倍程度)の内帯には主として陽子が、高高度(地球半径の2～4倍程度)の外帯には主として電子が飛び交っている。1958年1月、アメリカが同国初の人工衛星「エクスプローラ1号」を打ち上げた際、バン・アレン博士(J. A. Van Allen)のチームによって発見された。

比推力(エンジン性能)

海面上で重量1 kgfの推進薬を燃焼させて重量1 kgfの物体を支え続けることの出来る持続時間。単位は秒[s]。自動車の「燃費」に相当する。

翼型の変遷

(飛行機の百科事典, 飛行機の百科事典編集委員会編, 丸善社, p.100, 2009)

高揚力装置による揚力の変化

(飛行機の百科事典, 飛行機の百科事典編集委員会編, 丸善社, p.223, 2009)