

「宇宙技術の新常識」

航空・宇宙部門 技術士、JAXA OB

吉田 和雄

経歴：1971年 宇宙開発事業団「NASDA」入社
2008年 宇宙航空研究開発機構「JAXA」退職
2008年 情報通信研究機構「NICT」
2012年 NICT退職
2013年 筑波宇宙センター展示館 説明員

1. 宇宙への憧れ

世の中では、宇宙というと漠然と夢や憧れの的になっている気がします。それはそれで悪い事ではありませんが、少し寂しい気もします。一般的に、天文や科学分野の宇宙と利用分野の宇宙が混同されています。宇宙では地上の常識と違うことが起こるので、宇宙の利用などを理解するには宇宙技術についての常識が必要になります。

2. ロケットの常識

1) ロケットはカウントダウンが、・・・、5、4、3、2、1、0 と進んで、0の時にボタンが押されるのではない？

—— 大型ロケットは、打上少し前から自動シーケンスに入り、人の手を離れ自動的に操作が進んでいきます。また、液体ロケットのメインエンジンは、点火してもフルパワーになるまで数秒かかるので、数秒前に点火しフルパワーになった時打上げます。

2) 自動車はその重量の5%~10%が燃料。では、ロケットは約何%が燃料？

—— ロケットはその重量の80%~90%が燃料です。また、80%より90%のロケットの方が性能が良い事になります。つまり、構造重量が小さい事を意味します。

3) ロケット全体の内、その中の人工衛星の重さは凡そどれ位？

—— 人工衛星は、打上げられる軌道の高度や傾斜角などで打上げ可能な重量が大きく変わりますが、一般的には打上時のロケット重量の内1~1.5%程度が人工衛星になる重量となります。

また、低高度の周回軌道の人工衛星に対して、静止軌道の静止衛星はその約半分の重量となります。

4) ロケットは垂直に打上げるのが多い？

—— ロケットは空気の濃い大気圏を出るまでは、その空気の抵抗を受けるので垂直に打上げた方がその距離が短くなります。一方、人工衛星は大気圏を脱出し、地表面に水平で7.9 km/秒以上とする必要があります。その為、最初垂直に打上げた後、直ぐにロケットを倒していき、人工衛星を切り離すまでに水平にします。

5) 人工衛星を切り離れたロケットは、どうなる？

—— 人工衛星を切り離れたロケットの最終段も実は人工衛星とほぼ同じ軌道を周ります。つまり、ロケット最終段も宇宙のゴミ（スペースデブリ）となります。現在H-II Bロケットでは、2号機から試験的に地球一周後安全な場所に落としています。最近アメリカの民間ロケットも積極的に最終段ロケットを安全に落下させるように計っています。

3. 人工衛星の常識

1) 人工衛星は同じものを2つ3つ搭載する？

—— 打ち上げた人工衛星については、修理できません。つまり、何か一部でも重要な部分が壊れたらお仕舞です。そこで、重要な部分は冗長系（バックアップ）として、2つとか3つとか搭載します。

2) 人工衛星で使う材料には制限がある？

—— 人工衛星に使う材料はロケットでの打上に耐えて丈夫で、しかも軽い物でなくてはなりません。

ん。人工衛星のかなりの部分がアルミ合金で、一部複合材料（CFRP）やチタンなどが使われています。鉄材は、 -20°C 以下の低温では低温脆性を起こしもろくなります。また、低温融着を起こし易く、更に磁性材料は、地球磁場等の影響を受け易いので人工衛星の姿勢を狂わせてしまいます。地上で絶縁材料に多く使うゴムや有機材料は、アウトガスが放電の引き金となるので、厳しく制限されています。

3) 人工衛星で使うバネは？

—— バネ力が大きいのは炭素鋼です。しかし、炭素が多く含まれるものはまさしく低温脆性を起こします。その為、バネを使って展開するものは冷え切る前に開くか、ヒータで温めておきます。

4) 人工衛星で摩擦を少なくする潤滑剤は？

—— 人工衛星では、地上で使っている様な潤滑剤は使えません。液体の潤滑剤は真空中で蒸発してしまいます。固体の潤滑剤（微細なボールベアリング状の物）は、ロケット打上時の激しい振動により隙間から飛び出してしまいます。そこで液体潤滑剤を含浸させた様な物を、何重かのシールをして使っています。

5) 人工衛星で金属を長期間引っ張っておくと断絶する？

—— 金属は、長時間引っ張っておくと塑性変形します。その張力にもよりますが、ワイヤーなどの張力により長期間形状を保とうとすると、その内に切れてしまうことがあります。宇宙では外力はかからなくても、その物質が持っている内力により思わぬことが起こります。

6) 人工衛星では古いタイプの電子部品を使う？

—— 人工衛星に使われる電子部品は、大抵2世代か3世代古いタイプの電子部品です。宇宙では修理が効かない為に、過去に使われたことがある電子部品を多く使う事と、最近の高密度の集積回路などは宇宙の強い放射線によるダメージを受け易い為です。また、部品や機器表面から出るほんの僅かなアウトガスにより地上より低い電圧で放

電を起こしてしまいます。宇宙での実績（フライトプルーブン）が重要な評価基準になります。

7) 人工衛星の各機器には穴が開いている？

—— 人工衛星に搭載されている電子機器のパッケージ（箱）には穴が開けてあります。宇宙では周りが超真空になるので、中に空気やガスが残っている場合パッケージが破裂してしまう可能性があります。また、電子機器の内部を真空にすることは、絶縁性を高めるという意味もあります。

8) 普通の人工衛星（探査機）は、木星より遠くには行けない？

—— 普通の人工衛星（探査機）は、太陽電池を電力の供給源にしているため、木星以遠は太陽の光が弱くなって電力が得られなくなってしまいます。米国などの探査機は原子力をエネルギー源としています。

4. 宇宙ステーションの常識

1) 多くの人が行ってみたいと憧れる宇宙は本当に夢の世界でしょうか？

—— 人工衛星や宇宙ステーションが周回する宇宙は、太陽が当たっている面は 100°C を超え、反対側の陰となっている部分では -100°C 以下となります。また、真空状態で、宇宙放射線が強いのも宇宙の特徴です。更に、宇宙には空気が無いので、太陽方向以外は暗黒です。

2) 宇宙ステーションでの最重要な実験は？

—— 宇宙においては、無重量を利用した実験、超高真空を利用した実験、強い放射線を利用した実験などがあります。でも、最重要な実験は、人が宇宙で暮らせるかなど、人が宇宙に行かないと絶対出来ない人体実験です。

3) 宇宙ステーションの中では、手を使って移動し、足を使ってバランスをとる？

—— 宇宙の無重量状態では、体が浮いてしまい、足が床や壁などに付いていません。その為、宇宙飛行士は手を使って移動し、足を使ってバランスを取っています。