

Mars Climate Orbiter失敗からの火星大気圧の推定

*Dr. キッチュ

はじめに

NASAが1998年12月11日に打上げたMars Climatee Orbiter(以下MCO)は、1999年秋に火星軌道に到達した。しかし、諸般の障害により軌道投入高度が当初計画の150kmから60kmに低下し、このため大気上層部の摩擦によって衛星は深刻な熱ダメージを受け、計画は失敗した。

ところで、NASA公式発表においては、火星大気圧は約7hPa(5mmHg)だという。この大気圧はかなり低く、地球における成層圏に相当する圧力である。

しかしながら、文献1)、2)においてNASAの火星施策に疑問をもつ我々は、この情報から火星大気の圧力を推定し、火星の地表大気圧は地球における海拔4~5km相当の590hPa程度と推定した。

検討した条件

MCOの状況は、発表によれば

計画の軌道高度	H1=150km	(1)
実際の軌道高度	H2= 60km	(2)

であった。ここで衛星軌道の条件とは、大気の摩擦抵抗が十分小さい事、つまり大気圧が十分低い環境であり、衛星の軌道速度が減速することなく安定していることを意味する。

ここで、地球における軍事衛星等の低軌道型衛星軌道高度は300~450kmであるので、この高度における大気圧が衛星にとって障害のない圧力であると考える。

さらに、地球における衛星の大気摩擦による抵抗は高度120~150kmから増加するので、この高度における大気圧を衛星が故障・落下する圧力であると考える。

また、火星大気の構成はまだ不明と考えられるが、二酸化炭素が主成分であるとしても、通常分子系気体であるため、その物理特性は地球大気と桁違いに変化しないと仮定し、大気圧と高度の関連を考察することにする。

数値計算方法

理科年表より、火星重力加速度と地球の大気圧高度分布を求め、計算の基礎とする。

実際の計算では、火星の重力加速度は地球の0.34倍であるため、地球大気圧の縦方向距離をスケールリングする必要がある。重力が小さいほど、大気圧は急速に減少するため、地球と火星の同じ大気圧を示す高度は、この重力加速度比で低下するとした。

一方、火星地表面における大気圧は、前提条件である高度400km@地球と150km@地球の圧力とほぼ同一となるように調整した。

さらに参考として、地表面圧力が公式発表である7hPaの場合の大気圧分布も併せて計算した。

計算結果と考察

図1に、火星並びに地球大気圧高度分布のグラフを示す。本論文の推定では、火星地表面の大気圧は588hPaとなり、地球では富士山より若干高い海拔4~5km相当であることが判明した。

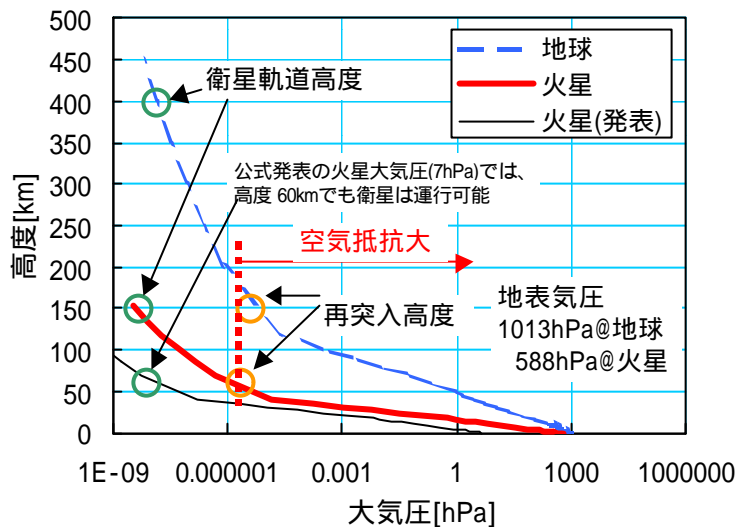


図1 大気圧と高度の関係

また、従来からの公式発表にある地表面大気圧が7hPaの場合では、高度60kmの大気圧は衛星が運行するに十分なほど低く、MCOの失敗は起こり得なかったと考えられる。

また、思った以上に高い大気圧は、人間が与圧服なしで火星表面で活動することを可能にする。さらに、この圧力では風も十分な作用力を発揮でき、砂を吹飛ばしたりパラシュートの減速効果を発揮するだろう。もちろん、空は明るく青く見えるはずである。

パラシュート効果の検証

MOC 打上げにおいては、同時に火星極地への着陸船・Mars Polar Lander(以下MPL)も打上げていた。このミッションも着陸船ロストにより失敗したが、着陸は正常に行なわれたとされている。

ここで、この着陸条件を検討してみよう。

MPLの諸元は文献4)、5)より、

重量	W=354kg(降下時)	(3)
パラシュート径	D=13m(推定)	(4)
降下速度	V=78m/s	(5)

* 超越科学研究所・ワークスキッチュ
マッドサイエンス学会正会員
Laboratory of Hyper-Science
Tokyo JAPAN
dr_kitsch@muf.biglobe.ne.jp

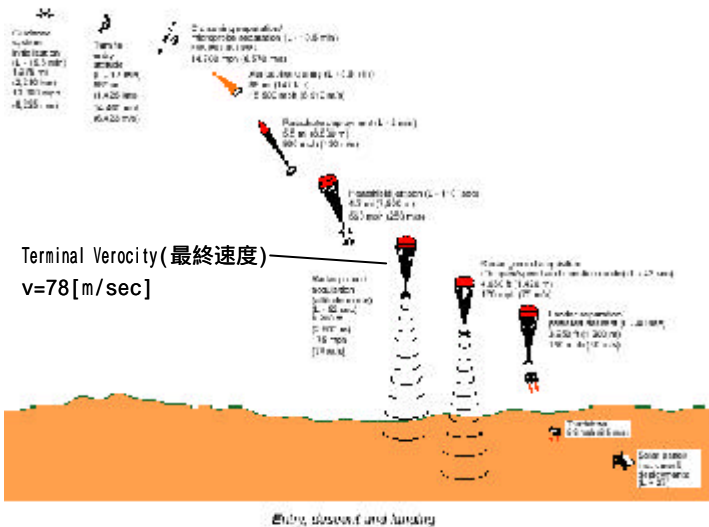


図2 Mars Polar Landerの火星着陸シーケンス

となる(図2)。

パラシュートは、空気の粘性抵抗を基本に動作すると考えられるので、文献6)より、粘性流体内のナビエ=ストークス式によって運動するものとする。大雑把に物体を球形であるとすると、この方程式は

$$v = 2 \cdot R^2 g (\rho - \rho') / 9 \quad (6)$$

と表される。ここで、 v は最終安定速度、 R は球体半径、 ρ' はそれぞれ球体とその包絡体積の大気密度(つまりこの項は球体の浮力補正項)、 g は重力加速度、 ρ は動粘性抵抗率である。

ここで ρ は文献3)によればほぼ温度の関数であり、気体では温度上昇に従い増加する。また、大気成分の違いも1.5倍以内である。

この式に数表からの ρ を代入したが、速度のオーダーがかなり異なる(マッハを越える)ので、数式の単位系変更とそれに伴う係数補正が必要になった。結果、 ρ の値を実際的に評価するために風船を落下させ、その最終速度から ρ を逆算した。この結果を表1に示す。いくつかの直径の異なる風船から、本論文では

$$\rho = 1.78e-2 \quad (7)$$

を使用した。

サンプル	直径[cm]	落下速度[m/s]	質量[g]	動粘性係数
1	15	1.13	1.9	1.16E-02
2	20	0.82	1.9	2.77E-02
3	8	1.90	1.9	1.41E-02

表1 風船落下試験データ

条件	質量[kg]	ρ' [kg/m3]	大気密度	落下速度[m/s]
588hPa(本推定)	354	0.308	0.284	45.1
7hPa(公式値)	354	0.308	0.008	573.4

表2 MPL 落下速度の計算

この値をMPLに適用する。火星大気圧を本論文推定の588hPaの場合と、公式発表の7hPaにおいて計算した。(表2)

結果、588hPaでは降下速度が45m/sとほぼ妥当であるのに対し、7hPaでは一桁速い速度になってしまっている。

非常に大雑把な検討ではあるが、本論文で検討した588hPaの妥当性は裏付けできるものと考えている。

まとめ

MCOの失敗データより、火星大気圧の検討を行った。その結果、地球での海拔4~5km相当の590hPaが算出された。

さらにパラシュート落下の検討から、この圧力は従来からの公式発表値7hPaよりもより相応しい値であることが判明した。

文献1)、2)で延々検討してきたNASAの火星計画の疑惑がここでも検出できた訳である。プレスキットを見れば分かるが、NASAは火星の大気に関する真実のデータを保有しているはずである。だが実際に発表されるデータはいずれも偏向に満ちたものであった。

こうなれば、日本が1998年に打上げた火星探査機に期待するしかない。軌道からだけとはいえ、フィルターのかかっていない真実のデータを期待するものである。

補足

MPLのHomePageにある着陸想像図では、火星の空は天頂附近が蒼空になっていた。これはどういう意図によるものなのだろうか？

参考文献

- 1) T.M.S.R. Vol.21 Aug.17 1997
パスファインダーにおける火星の空の色
- 2) T.M.S.R. Vol.23 Aug.16 1998
マーズ・グローバルサーベイヤーからの「火星の顔」解析
- 3) 理科年表 1999,1982
- 4) プレスキット pmls2hq.pdf/NASA
<http://mars.exite.com/msp98/>
- 5) プレスキット lander-mp.pdf/NASA
<http://mars.exite.com/msp98/>
- 6) 基礎物理学ハンドブック / 共立出版
pp213,214:流体内の物体の運動