

火星居住のリアリティ

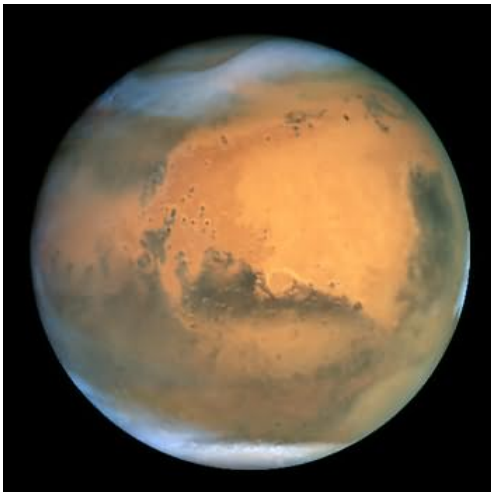
村川恭介

かつては、火星には火星人が住んでいて地球征服を虎視眈々と狙っているといった SF 小説もあった。地球から望遠鏡で眺める火星には、人間の顔を真似た大きな造形物（に見える物体）があり、(画像 1)



(画像 1 : 火星の人間顔岩石 : NASA)

それはかつて火星に知的な生命体がいる、地球の人間に何らかのメッセージを送っているとも言われた時代もあった。火星にいた、或いは“いる”と思われる生物が人間に対し、「我々は人間を知っている」というメッセージを火星から地球に送っているという SF まがいの話を本当に信じている人々も沢山居た。今でも地球人はもともと火星から来たのだと信じる人もいる。

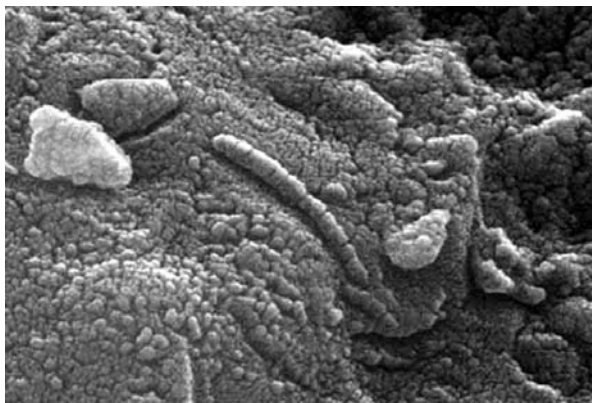


(画像 2 : : 極地氷キャップ : NASA)

昔から火星には季節があり、北極や南極には季節ごとに白く輝く氷が観測されているなど、地球の季節感との類似性により、第二の地球といった親近感や人間が居住可能な環境かもしれないと信じられるようになっていた。(画像 2)

近年火星に関する情報がおびただしく増加して行く中、火星には生物が今も存在し、或いはかつては存在していたのではないかと期待感もどんどん高まってきている。1996 年、南極で発見された火星

からの隕石と思われる岩石から、生物の化石と思われる痕跡が発見されたと報道され、世間は驚嘆したと同時に、遂に地球以外の惑星に生物が存在していたことが証明できたとして、話題沸騰したことは記憶に新しい。(画像 3)

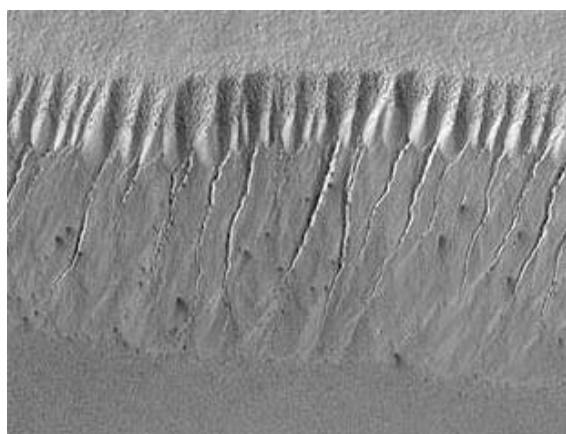


(画像 3 : バクテリアの化石 : NASA)

米国が打上げた火星観測探査衛星シリーズのマーズ・グローバル・サーベイヤー、マーズ 2001 オデッセイ、そして欧州のマーズ・エクスプレスが火星表面の詳細な画像を地球に送信しており、氷が張った池や、なんとつい最近まで水が流れた形跡や、崖の途中から地下水が流れ出たと考えられる痕跡を表わす画像も送ってきた。(画像 4、画像 5)



(画像 4 : 火星の氷 : ESA)



(画像 5 : 崖の中腹から地下水が流れた跡 : NASA)

これらの画像から火星には地下水として大量の水が存在することはほぼ間違いないということになっている。これはかつてあったとされる大量の水がどうやってなくなったのか、という疑問の答えにもなるろうとしている。また人間が火星に住んだ場合に絶対に必要となる水が火星に大量に存在することを意味し、このことから第二の地球として火星を考えることが一般的になりつつある。

そもそも宇宙探査活動は人間の生存本能に起因しているといえる。地球が滅びたときに人間が他の惑星で生き延びようとする危機感や欲望が発端となっている。地球の歴史を見ると過去には大きな隕石が地球に衝突し、急激な気象変化が起きたことで、当時地球上で大量に繁殖していた多くの生物が突如として途絶え、消え去ったことはよく知られている。このことは人間にも当てはめることができる。人間は優れた生物だといっても所詮地球上で大量に繁殖している生物の一種である。いつ何時絶滅の危機が訪れるかもしれない。もちろん他の生物と異なり技術や知識を豊富に持っているため、危機に対処する術を持ってはいる。しかしながら、鳥インフルエンザやエイズといったすぐには解決できない新しい危機が突如として訪れることも十分ありうる話である。また巨大隕石が地球に衝突する可能性はゼロでないし、実際に過去に何度も衝突している。(画像 6)



(画像 6 : 巨大隕石衝突想像図 : NASA)

このような地球規模の危機が襲ってきたときに、人間が生存し続けるための一つの選択肢として他の惑星への移住は常に議論されているところである。その中で最も有力視されているのが火星ということになっている。それでは火星の環境とはどのようなものだろうか。

火星の環境

火星について復習すると以下のようなになる。まず大きさは直径では地球の約半分、重力は約 1/3 で体重も火星に行くと 1/3 になる。一日の長さは地球とほぼ同じで 24 時間。これは大体 24 時間周期で活動する人間のメタボリズムとほぼ一致するため、結構快適な生活ができるかもしれない。気圧は地球の 0.75 パーセントと低い真空ではない。大気の成分は 95 パーセントが二酸化炭素、酸素は 0.13 パーセントだが存在している。気温は平均でマイナス 60 度、最低はマイナス 130 度、最高は 20 度にも達する。この環境は、通常の地球の環境とはかけ離れているが、技術的には耐えられない温度や気圧でもない。少なくとも月よりは住みやすいし安全といえる。ただし地球からの距離の問題を除けばということである。

大気が存在によって、月と違って太陽からの強烈な放射線が少なからずブロックされており、また宇宙のどこからともなく超高速で飛んでくる小さな隕石の脅威からも保護されている。このようなことから火星は他の太陽系惑星に比べて人間にとって“やさしい”惑星と言われる所以である。

水の存在は人間の生活に必要なだけでなく、ロケット燃料を製造するためには欠かせないものである。「燃料」とは液体酸素のことを意味するが、水を電気分解して酸素を抽出するか、或いは大気中の二酸化炭素を分解し酸素を抽出する。

火星で燃料を製造できるかどうかでは大きく影響を受けるのが、地球から火星に向けて飛び立つときにロケットに注入する燃料の量である。往復の燃料を積み込んで火星旅行に出発するのか、或いは行きだけの片道用燃料を積み込み、帰りは火星の「ガソリンスタンド」で満タンにして帰ってくるのか、経済性からすると片道燃料手法が大きく有利であるとの説が一般的である。往復の燃料を積み込むとなると、大きなガソリンタンクを満タンにして旅行すると、ガソリンの重さを引きずって走行することになり、エンジンにより大きな負担を強いることになる。反対に、半分の燃料だけを積んで軽い状態で旅行すると燃費もよくなるという理屈である。

火星旅行

火星に向けて地球を飛び立つと、一体何日、いや何ヶ月間で火星に到達するのだろうか。実はこの飛行期間は地球の出発時期によって異なる。また宇宙船の飛行速度や飛行経路によっても異なる。例えばスポーツカーで走れば高速で走行できるが燃料が大量に必要となる。逆に原付自転車で走るとゆっくりだが燃料は驚くほど少なくて済むといった具合である。(画像 7)



(画像 7 : 火星探査宇宙船 : NASA)

地球と火星の距離は大体 2 年毎に短くなる。これまで火星探査衛星が打上げられるのが 2 年毎になっているのはこのためである。地球と火星との距離が短いときに出発すると 9 ヶ月程度で火星に到達する。火星から地球に帰還する時間も短くする必要があるが、そのためには、火星に 1 年半程度滞在する必要がある。そして時期を見計らって火星を出発し、約 7 ヶ月かけて地球に向けて飛行する。これらを合計すると約 2.8 年を要することになる。この 2 年 8 ヶ月の間、人間は地球からの食料や水の補給も燃料な

どのエネルギーの補給もまったく無いなかで生活を強いられることになる。火星飛行は人間にとってかなり厳しいものであることは想像に難くない。

当然人間が火星に向かうときには、人間の精神面や、食糧の問題等から考えて、飛行期間が可能な限り短いほうが良い。飛行期間短縮は技術的にはそれほど難しいものではない。もっとも難しい問題と考えられているのが人間の精神的な面や医学的な面である。地球を離れて2年半以上の長期間、果たして人間はまともな生活を営むことが出来るのか、この問題を解決すべく、様々な取り組みや研究が現在進行中である。

火星居住に向けた挑戦

長期間地球を離れるとなると、解決すべき点が沢山ある。その中で特に重点的に検討されているのが、(1) エネルギー確保、(2) 食糧確保、(3) 居住施設、(4) 火星での移動手段、(5) 地球との通信手段、(6) そして火星に向けて飛行するための新しいロケット技術である。

この中で建築学的に検討されているのが、エネルギー、食糧、居住施設の三点である。ここで気を付けなければならないのは、いろいろなアイデアが発表されている中で、それぞれには背景となる火星探査の筋書というか前提条件（ミッションシナリオとも呼ばれている）がある。それが異なると当然アイデアも異なる。これを理解しないと、ポイントがぼやけてしまい、理解も深まらないということになる。ミッションシナリオとは、(1) 何年ごろの未来を想定するか、20年後か100年後なのか(2) 何人程度が乗り組むのか、6人なのか50人なのか、それとも1000人が生活できるためのアイデアなのか、等々である。

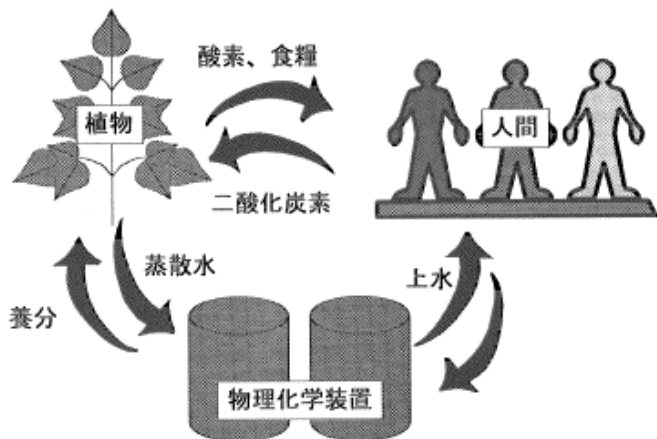
エネルギー

火星で生活するためのエネルギーとしては、太陽光発電と小型原子力発電がある。火星は地球よりも太陽光が弱いため、発電能力には限界がある。有力なのは原子力発電である。地上のような大型施設は無理だが、小型で高効率の原子力発電装置の研究が進められている。

食糧や水の確保

2年9ヶ月間もの間に1人の人間が食する食糧はハンバーガーを毎日3個食べると仮定して450kg程度、水は約20トン程度である。これが6人のミッションとすると6倍となり、食糧は2.7トン、水は120トンとなり、これを宇宙船に積むことは極めて困難であり、しかも貯蔵する必要もあり、エネルギーの無駄ということになる。

これらを解決するために、自給自足且つ生態系生命維持システムという考えが出てくる。(画像8)



(画像 8 : 閉鎖生態系生命維持システム概念)

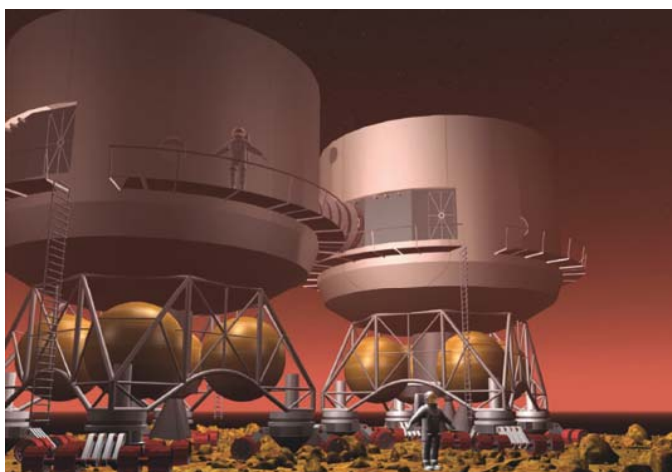
火星に向かう宇宙船の中でも植物や生物、野菜、穀物等を生育させて食糧にする。人間が排泄する水や汚物は植物や生物が浄化してくれる。綺麗になった水は再度人間の口へと運ばれる。水の分子は永久に水の分子なので不純物を除去できれば何度でも再利用できる。排泄物に含まれる栄養分を生物が吸収して生長するため、それを料理して再度人間の食べ物へと変身させる。この循環を繰り返すことで、輸送する食糧と水の重量を劇的に減じることが可能となる。(画像 9)



(画像 9 : 人工植物生産システム : NASA)

居住施設

火星探査で使用される居住施設は、初期の段階では地球で生産したカプセルがそのまま居住施設になるはずである。火星に着陸する探査船には居住用のカプセル、帰還用のモジュール、燃料、生命維持システム、探査車などが一体となっている。(画像 10、11、12)このカプセルには生活に必要な全ての機能が含まれている。



(画像 10 : カプセル概念 : SICSA、ヒューストン大学)



(画像 11 : カプセル概念図 : NASA)



(画像 12 : カプセル概念図 : NASA)

将来は火星の天然資源である土壌を使って、地球と同じようにレンガやブロック、ガラス等の建設資材を製造することになる。これらの技術は、現在各国で進めている月面基地建設で発展し、将来的には火星で応用される。(画像 13、14、15)



(画像 13 : 居住施設想像図 : NASA)



(画像 14 : 居住施設想像図 : NASA)



(画像 15 : 野菜生産想像図 : NASA)

一方、地上では、将来の火星での生活体験を模擬した火星居住施設を使って、様々な機関が多種多様な実験を行っている。これは火星での生活を実体験することで、予想できない問題点をあぶり出し、将来の宇宙船の設計や火星居住施設の設計に生かそうとするものである。(画像 16、17)



(画像 16 : 模擬火星基地実験棟 : ESA)



(画像 17：模擬火星居住施設：米火星協会)

今後の展望

米国、欧州、ロシア、中国といった世界の宇宙最強パワー国は総じて火星への有人探査を宇宙開発の長期目標としている。日本はこの点では遅れているというか、そもそも日本の文化は有人宇宙飛行に対して拒否反応を示す。その背景としては諸説入り乱れている状況だが、すくなくとも欧米文化の英雄を好む狩猟文化と、安定と和を重んじる農耕文化の違いということは少なくとも言える。

火星に行く人々は何からの個人的な動機付けと社会的な高い評価が必要である。軍人ならば国家のためということで死んでも英雄となり、末代まで誇り高き家系として崇められる。また民間人であっても英雄として賞賛されることは間違いない。日本には開拓者としての英雄伝説が無い。和を重んじるために英雄として特別扱いすることをタブー視する文化である。

それならば和を重んじる文化で、火星探査に加わる人物を高く評価し尊敬の念をもって崇められることを正当化させるためにはどうすればよいのだろうか。一つの方法として、出発の10年以上も前から火星探査に参加する人物を決め、メディアへの露出度を高くし、メディアでも「火星冒険者」として高い認知度を予め演出する必要がある。このような仕掛けを徹底的に行なうことで、火星に行く人の精神的支えを確実に作ることが必要であろう。とにかく人間は宇宙を目指す。これは誰も止めることは出来ない。なぜなら、この行動は答えを求めようとする人間の本能の一つである「求答本能」によって導かれているからである。

©Murakawa