# **テラフォーミングの実現性**

## 2020-10-11

MM7777

## じょーじ

## じょー

# 目次

## 1テラフォーミングの定義

## 2火星と地球

## 3火星に住むための条件

## 4食糧から見る火星移住

## 5将来的な火星

## 6参考文献

概要

現在、地球温暖化が進んでいる中で、将来、人間が地球(だけ)で暮らしていくのは難しいかもしれない。

そこで、現状でのテラフォーミングの実現性を確かめ、一つの解決策になるかどうかを検証する。

# テラフォーミングの定義

## テラフォーミングとは、人為的に天体（主に惑星と衛星）の環境を変化させ、人類が住めるようにすることをいう。[谷藤18]

## 火星は地球の約半分の大きさで地球より太陽から遠く、大気圧も地球に比べ極端に低いので、気温も低い。しかし、自転軸の傾きがほとんど等しく、これにより四季が存在する。また、低温ながらも日中の赤道付近では 20度を超えることもあり、太陽系の天体の中でも特に地球に似ているといえる。[谷藤18]

1. 火星と地球

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **軸の傾き(度)** | **1年の長さ(地球日)** | **1日の長さ(時間)** | **平均気温****(℃)** | **大気圧****(hPa)** | **太陽からの平均距離****(AU)** |
| 地球 | 23.5 | 365.25 | 23.56 | 15 | 1013.25 | １ |
| 火星 | 25 | 687 | 24.37 | -55 | 6.08 | 1.52 |

[谷藤18]

# 火星に住むための条件

## 表面温度の上昇(平均で-5℃以上)[谷藤18]

## 大気圧の増加[谷藤18]

## 海の形成[谷藤18]

## 大気組成の最適化(地球と同じように)[谷藤18]

1. 酸素・二酸化炭素の生成[将田12]

## 紫外線照射の削減[谷藤18]

1. 表面温度の上昇[谷藤18]
2. 大気圧の増加[谷藤18]

メタン存在の可能性がある。

火星表面で反射された太陽反射光を観測し、その反射光が火星の大気を通過することでメタンの吸収を検出している。

夏に北極冠が昇華することで、地下に貯蔵されていたメタンが放出されたのかもしれない。

しかし冬になると急激にメタンの量が低下していることがわかる。この原因はいまだわかっていない。

これらのことはあくまで仮定であり、検出の仕方に問題を少なからず抱えているため、メタンが存在するとは断定できない。

しかし、いくつかの方法で検出を試みたところ共通点っも多かったため、メタンが存在する可能性を示唆している。[石丸12]

またメタンは現在の火星大気中では比較的短命と考えら れていて，供給されることがなければせいぜい約300 年，場合によってはわずか200日間から数時間で分解 されるといわれている。[逸見18]

1. 海の形成[谷藤18]

一つの方法として巨大なミラーを置く。

大気圧を上昇させるために、ミラーで極冠のドライアイスを気化させる。→二酸化炭素(大気)上昇、気温も上昇。

そうすると火星の地下にある永久凍土が温暖化によって溶け出し、地表面に海が出現すると言われている。火星の地表下にあるとされる永久凍 土が温暖化によって溶けだした場合、地表面の４分の１を覆うと考えられている

気温、気圧が上昇し、液体の水も存在できるようになれば植物を植えることができるようになる。→酸素の生成 [谷藤18][逸見18][山岸14]

1. 大気組成の最適化(地球と同じように)[谷藤18]
2. 酸素・二酸化炭素の生成[将田12]

この二つはとてもよく似ている。まず酸素・二酸化炭素の生成を行い、これが成功したのちに人間が住める、適応できる大気組成の最適化を図らなくてはならない。

酸素は約30億年前、地球でのラン藻の光合成による酸素発生によって、それまで水蒸気の紫外線分解によって微々たる量しか存在していなかった酸素が、積極的に大気中に放出されるようになった。[野口03]

太陽からの無尽蔵の光エネルギーと、自身の住処である水の電子を用い、原始大気の主成分であった二酸化炭素を還元して糖を合成するというメカニズムができた。

つまり、ラン藻や植物は、二酸化炭素を還元するための電子を獲得する目的で水を分解し、その結果として“出てきてしまった”酸素を捨てていることになる。そうして酸素は生まれた。[野口03]

酸素発生の元であるラン藻は比較的繁殖力が高いため、地球から火星に持っていき、火星の水でも繁殖できるのか確かめる必要がある。

火星での十分な水の確保とラン藻の繁殖が可能であれば、火星での酸素発生は現実味を帯びてくる。しかし、太陽風で酸素が流れてしまう可能性があり、留めておくのが困難だともいえる。[野口03]

⑥ 紫外線照射の削減[谷藤18]

## 地球と火星の往復飛行にかかる日数が360日と仮定した場合、火星往復飛行で宇宙飛行士が受ける被曝量は662ミリシーベルトということがわかった。 [山岸15][角地16]

## この仮定では，火星における滞在期間は含まれ ていない。この被曝量は、福島第一原発事故後に一時的に設けられた放射線量の限度である年間 250ミリシーベルトも超えることになる。

## 短期間の飛行あるいは火星に定住することが可能であれば片道なら安全といえる。 [山岸15][角地16]

## 将来的に人類を火星に定住させる計画であれば、先に火星に物資を送っておき、火星の地下に基地を建設するなどして放射線被曝を低くする対策を取ることができる。 [山岸15][角地16]

## 短期間で火星に到達する方法としては、原子力推進ロケットを用いる方法が検討されている。原子力推進ロケットを使えば、地球から火星までの航行期間は 1 ヶ月から1 ヶ月半程度になると推定されており、従来のロケットに比べ航行期間を大幅に短縮することができる。 [角地16]

# 食糧から見る火星移住

もし、火星に移住すると決まったとき、火星での移住活動や定住を考えると、火星での食事は可能にしておかなくては移住作業の計画を進められなくなり、一向に話や作業が遅れてしまう。そこで、地球でできていた当たり前の食事は可能なのかを考えてみる必要がある。

## 2011 年から 2060 年の 50 年間での食料自給率を計算してみる。 前提として、12 品目(小麦、イモ類、大豆、野菜、果実、牛肉、豚 肉、鶏肉、鶏卵、乳製品、砂糖、濃厚飼料)の食料自給率と生産量の変化を見る。[廣瀬 16]

2011年と比べて2060年に自給率が上昇している品目は、小麦、大豆、牛肉、鶏肉、鶏卵、乳製品、砂糖、濃厚飼料の8品目である。一方、自給率が低下している品目は、イモ類、野菜、果実、豚肉の４品目であり、自給率が上昇する品目数の方が低下する品目数よりも多いことが分かった。

しかし、作付面積・頭数要因は自給率低下に作用していることが分かった。長期的な将来でみると、技術進歩などによる単収・一頭当たり生産量増加による自給率の上昇要因が、耕作放棄などによる作付面積減少や頭数減少による自給率の低下要因で、打ち消されてしまう可能性を示唆している。[廣瀬 16]

## その結果、農業者の減少、畑や牧場の数の減少といった理由で12品目の需要量が供給量を上回ってしまった。 [廣瀬 16]

## 栄養価が高く採取しやすい昆虫も考えてみる。

## どの昆虫もタンパク質と脂質が多く、必須アミノ酸が豊富に含まれている。

## また虫は乾燥させ粉にして、栄養補給として用いられていた。[片山06]

## 主要な作物種として、コメ、ダイズ、サツマイモ、コマツナの炭水化物、ビタミン、ミネラル、食物繊維の四つを考慮して考えたところ、この組み合わせが最適だということがわかった。これらを火星で栽培し、昆虫を採取できれば食事には困らない。

## しかし、火星表面は太陽光高度が地球に比べて低く、栽培できる状態ではない可能性が高い。[片山06]

5．将来的な火星

将来的に人類の恒常的移住を目指した場合これらを考えなくてはならない。

基地(都市)開発

## 居住・空調環境

## 水・食物環境

## リサイクル環境

## 医療環境(肉体的健康と精神的健康)

## 法律環境

## 文化的環境

##  [大西15]

# 6．参考文献

## [谷藤18] 谷藤敬, 火星のテラフォーミング, 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編, 59巻, 2018-03-31, pp 1-8.

## [将田12] 将田真人・樺谷航介・高橋時市郎・森谷友昭, ゲーム構想支援のためのテラフォーミング過程のリアルタイム可視化技術の研究, 映像情報メディア学会技術報告, vol.36, No.16, 2012-03-09, pp 33-36.

## [山岸14] 山岸明彦, 火星での生命探査計画, 文部省科学研究費総合研究, 40巻, 2014-04-10, pp 31-33.

## [逸見18] 逸見良道, 宮本英昭, 地形変化から見る現在の火星の地質現象と将来の火星探査の展望, 日本惑星科学会誌遊星人, 27巻, 3号, 2018-09-25, pp 152-162.

## [廣瀬16] 廣瀬拓, 赤堀弘和, 近藤功庸, 澤内大輔, 山本康貴, 将来の人 口減少が品目別食料自給率に与える影響分析, 農林業問題研 究, 52巻, 3号, 2016-09-25, pp. 148-153.

## [大西15]大西武雄, 月・火星での人類の移住を目指して, 宇宙環境利用シンポジウム, 29巻, 2015-01,ｐ. 11.

## [片山06]片山直美, 山下雅道, 和田秀徳, 三橋淳, 火星移住のための昆虫を考慮した宇宙食の構想, Biological Sciences in Space, 20巻, 2号, 2006-11-11, pp. 48-56.

## [石丸12]石丸亮, 小松吾郎, 松井孝典, 火星のメタン, 地質学雑誌, 118巻, 10号, 2012-10-15, pp. 664-674.

## [永井19]永井大樹, 大山聖, 安養寺正之, 岡本正人, 藤田昂志, 米本浩一, 火星飛行機の実現に向けた空力課題への挑戦, 日本航空宇宙学会誌, 67巻, 6号, 2019-06-05, pp. 215-222.

## [山岸15]山岸明彦, 火星生命探査計画に向けた蛍光顕微鏡開発の現状と生命科学の宇宙探査への貢献, 宇宙環境利用シンポジウム, 29巻, 2015-01, pp. 9-10.

## [角地16] 角地 雅信, 宮嶋 宏行, 安濃 由紀, 村川 恭介, 火星模擬実験の概観と有人 　　　　火星探査の検討, International Journal, 33巻, 3号, 2016-07-31, pp. 33-39.

## [野口03] 野口巧,光合成による酸素発生のはじまりとそのメカニズム, 化学と生物, 41巻, 5号, 2003-05-25, pp. 322-328.

多くの学者や教授は実現性があると言っているが、それはあくまでも数値だけを見てのことである。実際にやってみなければその数値が正しいのかもわからない。

現状でのテラフォーミングの実現性は極めて低い。

しかし、何千年も先であれば可能だともいえる。

それまでに地球が人類に、人類が地球に対応してしまう十分な時間でもある

これからは地下での定住を調べてみる。人間の数を減らす。地球にやさしくする。論文の人を調べてまじめな人かどうか確認する。