

24S 火星の自然災害に対する防護に関する研究

亀田 叶夢、大谷 悠月、大内 勇輝（高2）

神奈川県立横須賀高等学校

概要 地球環境の破壊が進んだ際に、人類は火星への移住が必要となる。火星は、地磁気と大気を有する地球と異なる。その結果、隕石落下、太陽フレアからの放射線、強力な砂嵐などに対処しなければならない。地下シェルタの必要性、放射線対策、1 ミクロンレベルの微小砂塵対策について、調査した。

地中深く構築するか、コンクリート等で放射線防御する。

1. はじめに／研究目的

人類は火星への移住が必要になる。火星で居住する上で必要になる災害要因の中で（1）隕石（2）放射線（3）砂嵐への防災対策を研究する。

2. 研究＜防災対策＞

防災対象として、人体、機器、生活環境を挙げる。

（1）隕石

NASA の火星着陸機 InSight に搭載された地震計によって記録された地震イベントを分析によれば[1]、年間、直径 8m 以上のクレータが 280～360 個も生じる。図 1 によれば、年 1 回程度の隕石が作るクレータは、直径 250m ほどになる。

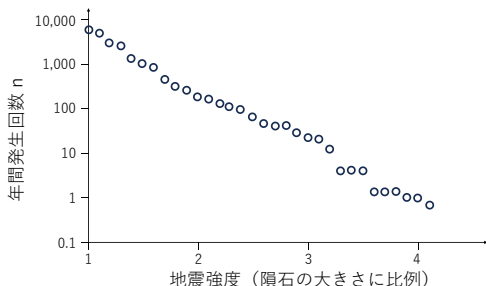


図1 火星における隕石由来の地震強度発生度[1]

図 1 の曲線を延長すると、10 年に 1 回程度の大隕石によるクレータは、直径 1600m と見積もれる。したがってシェルタは地下 2km 以上に深く構築すべきである。

（2）放射線

太陽フレアによって放出される高エネルギーの荷電粒子や電磁放射線：2024 年 5 月 20 日に X12 クラスの太陽フレアでは、火星に 8100 マイクログレイ（継続時間は数時間）の放射線が到達した[2]。この放射線は、人体にとっては約 10mSv となる。これは胸部 X 線照射の約 40 回分に相当する。

- ・人体防御策：鉛等で遮蔽した宇宙服を常時着衣する。
- ・機器対策：電子機器に使われる半導体は、製造時のエッチングに電子線を用いるなど、放射線に対して被破壊性が高い。高強度放射線が照射されれば、回路が破壊される。電子機器全体を鉛板で保護する。
- ・生活環境対策：CO2 大気だけの火星では、シールドされた生活環境としてシェルタが必須だが、シェルタを

以下、防護材の必要な厚さを計算する。

表1 遮蔽材の厚さと放射線の減衰値（単位：cm）

遮蔽材	鉛		鉄		コンクリート	
	半価層	1/10 価層	半価層	1/10 価層	半価層	1/10 価層
²²⁵ Ra	1.3	4.4	2.1	7.1	7.0	23.3

放射線到来線量 R1、受容線量 R2、遮蔽率（1/10 価）μ、遮蔽材厚 T を式（1）に示す。

$$T = \mu \log \frac{R_2}{R_1} \quad \text{--- (1)}$$

表 2 放射線防御対策

	人体防御 (生活環境内)	機器防御	生活環境 (シェルタ)
防御材	鉛板	鉛板	コンクリート
低減目標線量	年 0.1mSv [3]	10mGy	年 1mSv
防御材厚(cm)	1.3	1.3	23.3

なお、コンクリートの代わりに氷を用いる報告がある。

（3）砂嵐

砂粒の大きさは 1～2 μm（地球の砂は約 2mm）であり、砂を巻き上げるダストデビル（砂嵐）となる。風速は 40m/秒を超える場合もある[4]。砂の摩擦で静電気も発生する可能性があるが、地球ほどの高電圧にはならないとの報告もある。

表3 火星における砂塵対策

	人体防御 (生活環境内)	機器防御	生活環境 (シェルタ)
対策	1 μ 防御のマスク	回転機構の防塵化	シェルタの防塵化

まとめ

火星居住に際して自然災害に対する対策を検討した。隕石落下、放射線ともに相当の対策が必要であり、太陽を浴びる生活は不可能。地球環境の大切さを痛感した。

参考資料

[1]Zenhausen ほか, “An estimate of the impact rate on Mars from statistics of very-high-frequency marsquakes,” Nature Astronomy, Vol.8, 2024

[2] NICT, “宇宙天気予報,”

<https://swc.nict.go.jp/report/topics/202411071700.html>

[3] ICRP Pub.21. 体外線源からの電離放射線に対する防護のためのデータ（1971）

[4] Sanders, “Mars’ dust storms may produce peroxide snow, UC Berkely News, 2006