

# Spaceport

## ～有人宇宙施設を作る～

石川県立金沢泉丘高等学校



### 01. Background And Aims

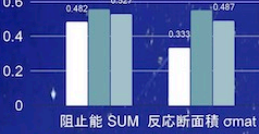
スペースポートとは、地球と宇宙を繋ぐ拠点となる有人宇宙施設である。そのような施設を宇宙空間につくるにあたり、様々な困難が予測される。それらを克服し、時には生かす、スペースポートのアイデアを多面的に考えていく。

宇宙は、微小重力や宇宙放射線によって、地球とは全く異なる過酷な環境である。それらが引き起こす課題とその解決策を明らかにし、スペースポートを運用させるにあたってのデザインと適切な位置を決定する。

### 03. Cosmic Rays Shield

右図のバイオマスシールドをスペースポートの壁として用いて、危険な宇宙放射線を遮蔽することを提案する。

$$SUM \propto \frac{Z_T}{A_T} \frac{\sigma_{mat}}{\rho} \propto A_T^{-1/3}$$



$A_T$ : 素材の原子量の平均  
 $Z_T$ : 素材の原子番号の平均  
 $SUM$ : (阻止能)/(質量)  
 $\frac{\sigma_{mat}}{\rho}$ : (反応断面積)/(密度)

〈ミドリムシの利点〉

- 宇宙食
- バイオ燃料
- 光合成
- 成長スピード速い
- 宇宙で培養可
- 緑(有機物)を見ることがストレス軽減に

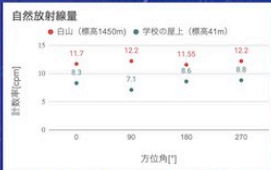
■ AI (従来) = H<sub>2</sub>O = パラミロン

※パラミロンとはミドリムシのみが持つ細胞内貯蔵物質である

〈実験〉



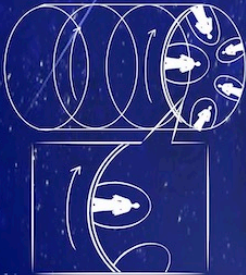
- 上記の装置で、学校の屋上(標高41m)と白山ホワイトロード(標高1450m)で自然放射線量を測定し、標高の違いによる線量の変化を調べる
- 東西南北の放射線を測定し、放射線の指向性がないか調べる



白山と学校の屋上では方位平均で3.7cpmの差  
〈考察〉方位ごとに線量の差はあるが、相関関係は見られない

### 05. Create Gravity

回転によって生じる遠心力を用いて疑似重力を生み出し、微小重力下での骨量減少を抑制する。



〈構造〉  
円盤は個々に独立させ、円盤によって回転の多様化を図る  
寝所は人が中立姿勢を保てるベットにする(中立姿勢は体に最も負担がかからない姿勢)

〈配置〉  
全ての有人ポートに建設し、あらゆる場での骨量維持を可能にする

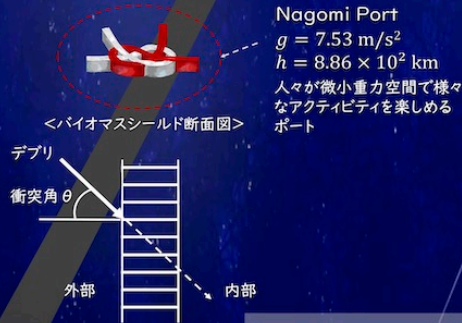
〈利点〉  
睡眠時間に活用し、効率的な骨量維持を可能にする

### 07. Space Debris Measures

〈ポートの大きさ〉  
デブリの衝突などによって「きぼう」日本実験棟に直径10cmの穴が開いたとき、室内の気圧が1気圧から0.7気圧まで低下するのに約200秒かかると推定されている。  
このことを考慮した結果、一部屋の大きさは「きぼう」よりもひと回り小さい1000m<sup>3</sup>、またはそれ以上がよいと判断した。(ここにおける一部屋とはハッチで区切ることでできる最小部分である)

〈バイオマスシールド〉

- 水 → 液体の抵抗によってスペースデブリの勢いを削ぐ。
- ハニカムサンドイッチパネル構造 → スペースデブリは斜めに衝突する確率が高いため、ハニカム構造を用いることで衝突回数を増やし、勢いを低減。



Nagomi Port  
 $g = 7.53 \text{ m/s}^2$   
 $h = 8.86 \times 10^2 \text{ km}$   
人々が微小重力空間で様々なアクティビティを楽しめるポート

### 09. Conclusion

〈まとめ〉  
形は切頂二十面体を提案する。建築する際は、宇宙エレベーターと3Dプリンタを利用する計画だ。宇宙線を遮蔽するために、ミドリムシと水を水槽に入れたものをスペースポートの外壁とする。スペースポートを回転させることにより発生した遠心力を疑似的な重力とし、その利用によって、微小重力下で減少する骨量を維持する。

### 02. Construction

- 〈建設方法〉  
・地上 → 部品、バイオマスシールドの水槽を制作  
・3Dプリンタを使用 → 宇宙空間での製造や接合  
・宇宙空間で作る → 臨機応変な対応も可能  
・人による建設よりもリスクを削減  
・宇宙エレベーターで運ぶ物質は出来る限り最小に  
→ 打ち上げ時のコストや燃料の削減可能  
〈設置場所〉  
赤道から伸びた宇宙エレベーター

### 04. Departure And Arrival Port

Moon StationやMars Stationに行くためのポート。

- 〈切頂二十面体〉  
・C<sub>60</sub>フラーレンの形なので安定  
・一つのユニットなので、拡張性も高い  
・六角形と五角形 → 機械で製作可能  
・故障した際の取り替え容易

- 〈行き先の例〉  
木星、火星、小惑星帯、月、地球低軌道(LEO)、対地静止軌道(GEO)、etc.

低重量空間実験施設



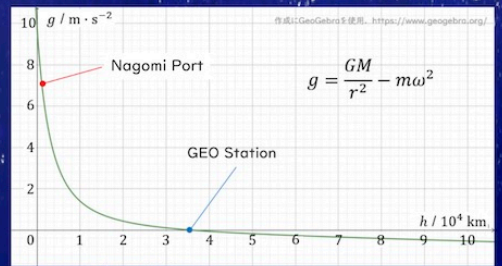
宇宙ならではの土産屋

Moon, Mars Stationに行く際の中継地

Moon, Mars Stationの宇宙船出発までの待機場所

### 06. Gravitational Environment

〈重力加速度gと高度hの関係〉



それぞれの場所でのそれぞれの重力環境をうまく利用する。

### 08. Simulation

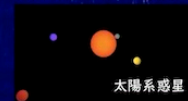
〈手法〉  
・N体シミュレーション

〈工夫〉  
・オーバーフロー防止のために科学的表記法を参考にした数値の表し方を記列して定義  
・専用の計算方法を定義(例:四則演算, ベクトル, ベキ乗)

〈使用サービス〉  
・p5.js (https://p5js.org/)

〈プログラミング言語〉  
・JavaScript

〈シミュレーションの様子〉



太陽系惑星

〈参考文献〉

- [1] Masayuki Naito, Applicability of composite materials for space radiation shielding of spacecraft. Life Sciences in Space Research. 2021, vol.31, p.71-79.
- [2] 堀 秀輔, 「新しいものづくり」3Dプリンタ活用最新線. 宇宙開発における3Dプリンタの活用取組み. 2015, 221-227.

## Spaceport ～有人宇宙施設を作る～

## 抄録

人工衛星や宇宙船などの中継地点かつ一般の人々にとってのアミューズメント施設となる施設を提案する。これをスペースポートと呼称するものとし、その建築方法や低重力環境及び宇宙放射線による健康問題の解決、宇宙船が目標天体へたどり着くことのできる条件を検証するためのシミュレーションなどの研究を行った。

## 1. 研究の背景と目的

宇宙は、微小重力や宇宙線によって、地球とは全く異なる過酷な環境である。それらが引き起こす課題とその解決策を明らかにし、スペースポートを運用させるにあたってのデザインと適切な位置を決定する。

## 2. 方法

- ・建築…fusion360 を用いてイメージを作成し、建設方法を考察する。
- ・骨量の維持…遠心力を使った疑似的な重力により骨量減少を抑制する方法を検討する。
- ・宇宙放射線…阻止能・反応断面積を計算し、物質がシールドに適しているか検証する。
- ・シミュレーション…JavaScript を用いて N 体シミュレーションプログラムを作成する。

## 3. 結果

巨大数を、科学的表記法を応用した配列で表現することで、オーバーフローを起こすことなく N 体シミュレーションをすることが可能となった。

## 4. 考察

図 1 より、従来の宇宙船や人工衛星主な材料の Al より、 $H_2O$  や  $C_2H_4$  (ポリエチレン)、paramylon (パラミロン：ミドリムシのみが細胞内貯蔵物質として生成する多糖類)の方が宇宙線の遮蔽に適した材料だと言える。

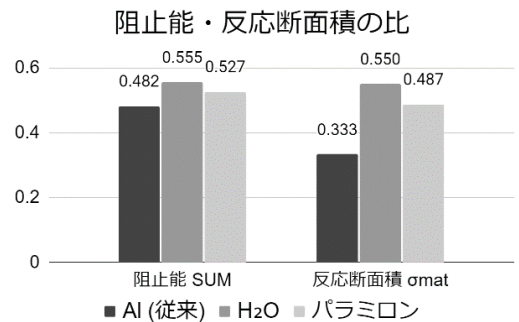


図 1 宇宙線と物質の相互関係

## 5. 結論

スペースポートの形は切頂二十面体を提案する。また建築する際は、宇宙エレベーターと 3D プリンタを利用する計画だ。宇宙線を遮蔽するために、ミドリムシと水を水槽に入れたものをスペースポートの外壁とする。

スペースポートを回転させることにより発生した遠心力を疑似的な重力とし、その利用によって微小重力下で減少する骨量を維持する。

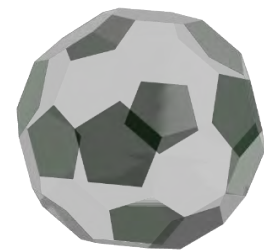


図 2 スペースポートのイメージ

## 6. 参考文献

[1] Masayuki Naito. Applicability of composite materials for space radiation shielding of spacecraft. Life Sciences in Space Research. 2021, vol.31, p.71-79.

[2] 堀 秀輔. 「新しいものづくり」3D プリンタ活用最前線. 宇宙開発における 3D プリンタの活用取組み. 2015, 221-227.

## 7. キーワード

宇宙 スペースポート 有人宇宙施設 建築 宇宙線 シミュレーション 擬似重力