

NASA越え!光の輪計画 (エンジェルリングプロジェクト)

第 13 回 君が作る宇宙ミッション PLANET 班

相馬 天斗 (高 3) 【青森県立八戸北高等学校】, 清水 麻由 (高 3) 【兵庫県立伊丹高等学校】
吉田 奈生 (高 2) 【福岡県立修猷館高等学校】, 大槻 祐希未 (高 2) 【兵庫県立長田高等学校】
森本 祐生 (高 2) 【奈良県立畝傍高等学校】, 野村 遥奈 (高 1) 【横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校】

1. 背景

近年、各国で有人火星探査の計画が進められている。火星に行く理由としては地球上で人口増加や環境急変が起こる可能性に備えるためである。長期的な有人宇宙航行を実現するためにはさまざまな解決すべき問題点があるが、そのうちの一つに太陽光不足が挙げられる。長期間の太陽光不足は人体の健康に大きな影響を与える可能性があると考えられている^[1]。現在は室内で太陽光を模擬した電球を用いて光を浴びる方法が考えられているが、電力の消費量が大きくなる問題がある。特に、火星への有人宇宙航行においては太陽までの距離が遠くなるため、太陽光パネルで生産できる電力が小さくなることが考えられる。そのため少ない消費電力で太陽光を浴びることのできるシステムの検討が必要である。

2. 目的

火星への長期有人宇宙航行において、少ない消費電力で太陽光を浴びることができ、また地球上の環境に似た宇宙船を考案する。

3. 計画

3.1. 宇宙船の概要

宇宙船の外観と内部構造を図 1 に示す。宇宙船は常に安定して太陽光を室内に取り入れられるように、宇宙船の中央にある集光鏡を太陽に向けながら火星へと移動する。照明以外で使用する電力を生産するために、鏡の周りは図 1 にすべて太陽光パネルで覆う。

回転用のスラスタは宇宙船の側面に設置する。また、宇宙船の重心は円柱の中心軸上に存在すると考えられる。その重心を射抜くように推進用のエンジンを配置することで、回転に影響されず効率よく推進力を得ることができる。

図 1 中の窓から採光し、宇宙船を一定方向に回転させて重力を発生させることで、地球上と同じように頭上から自然に太陽光を浴びることができる。また、回転速度の制御により船内を火星に近い重力にし、無重力空間に長時間いることによる著しい筋力の低下を防ぎ、火星での重力に適応出来るようにする。

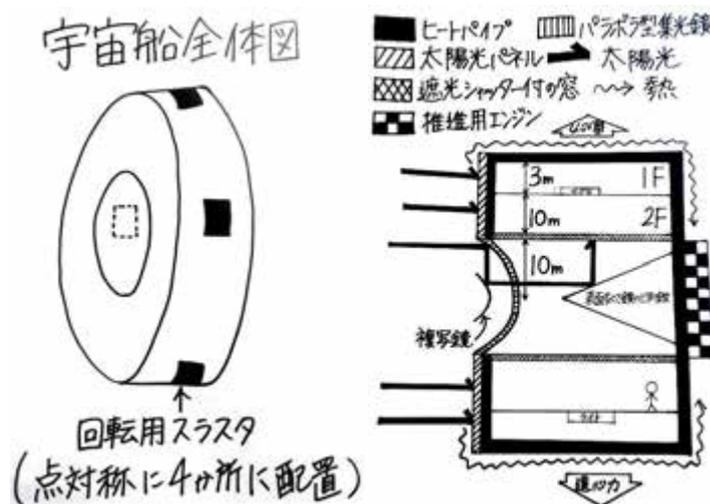


図 1 宇宙船の概観と内部構造

宇宙船内部は、図1のように二層構造になっており、一階に配置した精密機器には直に太陽光が当たらない。精密機器を配置する一階では、太陽光パネルで作った電力での照明を使用する。なお、コリオリ力を考慮すると、人間が生活する部分と中心部分との距離は最低でも20メートル必要である。

3.2. 太陽光を取り入れるための設備

地球より遠い場所では太陽光は弱くなるため、図1のように船外のパラボラ型の集光鏡を用いて複写鏡に安定した強い太陽光を集め、中心部の空洞へ誘導する。ここでいう集光鏡とは、金属を研磨したもので作られたものである。これは地球上の鏡のようにガラスにただ単に金属を蒸着させたものを使用すると、細かいごみなどが当たって割れてしまう恐れがあるからだ。これにより太陽光を船内に取り入れることができる。昼と夜との違いは船内の窓に取り付けた遮光シャッターを開け閉めすることで区別する。

3.3. 宇宙船の冷却システム

図1からわかるように、宇宙船は太陽光を取り入れるため太陽に対して常に同じ面を向けている。太陽光パネルでの発電においては、すべてのエネルギーが電力に変換されるわけではなく一部が熱となる。そのため宇宙船表面の温度上昇につながる可能性が考えられる。そこで、冷却システムとして、ヒートパイプを使用して、表面から宇宙船に光が当たらない面に熱を伝導し、宇宙空間に放出する方法を提案する。なおヒートパイプを使用する理由は、ヒートパイプの熱伝導率が金属などと比べて高いためである。

3.4. 太陽光の発電量と人工高の消費電力量

太陽光パネルの発電量は516 kWh（太陽光パネルの面積1347 m²×太陽光エネルギー1.37 kW/m²^[2]×発電効率28 %^[3]）と計算できる。また、人間に必要な5000ルクスの光を人工光を使って浴びるとき、その消費電力量は、蛍光灯1時間では100 kWhである^[4]。火星への経路を考慮すると、消費電力量は発電量の約20～40 %を占める。これらの消費電力量が太陽光を直接取り入れることで削減可能になる。

3.5. その他の検討

火星への軌道上で受ける放射線の量はISS軌道上で受ける量の2～3倍となる。これを軽減（10分の1）するために、水で宇宙船を覆うなどの案が出た。ただしそのためには60cmの厚さが必要となるなど問題点も多い。パラボラ型の鏡で放射線が反射し、太陽光とともに船内に入ってくるのが懸念されたが、放射線は鏡を透過するので対策の必要性はないことがわかった。また、火星までの軌道はホーマン遷移軌道を使用する。近日点と遠日点でしか速度変更を必要としないので、最も消費燃料が少なくすむからである。

4. まとめ

航行中に消費する電力をできるだけ少なくして、太陽光を浴びることができるような宇宙船を考案した。宇宙船は太陽に対して常に同じ面を向けながら火星に向かい、パラボラ型の鏡で太陽光を集めて船内に誘導することで太陽光を取り入れることができる。これにより電力を消費せずに太陽光を浴びることができ、太陽光が不足することで起こる健康問題を未然に防ぐことができる。また、宇宙船自身の回転によって宇宙船のパラボラのある中心部を上にして、搭乗員が地球上の環境とよく似た空間で暮らせるように重力を発生させる。さらに、回転速度を調整し、火星に近い重力を作り出すことで火星の重力に慣れることができる。宇宙船の独創性という観点で私たちの計画はNASAを越えたといっても過言ではない。

参考文献

- [1]. 体内で必要とするビタミン D 生成に要する日照時間の推定
<http://www.nies.go.jp/whatsnew/2013/20130830/20130830.html>
- [2]. 理科年表 1990 年刊
- [3]. はやぶさ 2 の電源系の設計及び開発状況
<http://www.isas.jaxa.jp/researchers/symp/sss13/paper/P2-124.pdf>
- [4]. 照明エネルギー消費係数のための照明器具の消費電力の参考値
<http://ilma.or.jp/siryo/pdf/kokai/guide114.pdf>