

第 26 回衛星設計コンテスト アイデア概要説明書

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内） 水による宇宙放射線からの防護			
作品名 副題（これは公式文書では省略する場合があります） 水を含ませた高吸水性ポリマーを利用した放射線からの新たな防護方法			
	氏 名(フリガナ)	学校名、学科	学年
代表者（正）	村越和基(ムラコシカズキ)	北海道札幌南高等学校 普通科	2年
代表者（副）	鈴木翔太(スズキショウタ)	北海道札幌南高等学校 普通科	2年
メンバー1	高嶋大輝(タカシマタイキ)	北海道札幌南高等学校 普通科	2年
メンバー2	中郁和(ナカイクト)	北海道札幌南高等学校 普通科	2年

2. アイデアの概要（プレスリリース等で使用するのので、200 字程度でわかりやすく表現して下さい。）

宇宙放射線は宇宙探査計画、特に有人宇宙探査計画において、大きな課題となっていた。そこで我々は人体に与える影響がなく、宇宙放射線を防護するには最適な物質と言える水を利用する。しかし水は液体であり扱いにくいという難点がある。この課題を克服すべく「高吸水性ポリマー」を使用することを提案する。この物質は自重の 100 倍から 1000 倍の水を吸収でき、地球からの運搬が容易であり、さらに液体の水を容器にためる場合に比べ、用途に合わせ自由な形をとることができる。

3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等）

宇宙放射線からの有効かつ現実的な防護方法を確立することにより、それが今まで妨げていた様々な探査計画の実現に一気に近づくことができる。月での長期滞在は技術的に可能となり、火星での長期滞在の実現にも近づく。また、強力な宇宙放射線の影響で 20 日程度しか持たないといわれているエウロパ・クリッパーなどの無人探査機、果ては将来の火星移住のようなことにまで有効な手段となりえる。実際の具体的な利用としては、宇宙服への使用、オリオン宇宙船などの船体への配置、月や火星の基地への利用などを想定される。

(b) 重要性・技術的意義等(ex:宇宙空間で利用する理由、他にない技術など)

宇宙放射線からの防護は宇宙探査の黎明期からの大きな課題であり、宇宙服の重厚さと船体のみ relied アポロ計画の宇宙飛行士の死因では、宇宙放射線に起因すると考えられる循環器疾患の占める割合が、その他の宇宙飛行士の 4~5 倍高かったと言われている。（*1）現在、磁気などによる防護方法などが検討されているが、有効な方法は依然として確立されていない。ですが我々は、2013 年に ISS で行われた、濡れタオルを使用した被爆率低減の実験に注目し、水による宇宙放射線からの防護を考えた。しかし宇宙での液体の水の取り扱いの問題から実現には至らなかった。そこで、高吸水性ポリマーを利用してはどうか、というのが今回の我々のアイデアとなる。この物質は自重の 100~1000 倍程度もの水を吸収するため地上から持ち運び可能でかつ用途に合わせ自由な形を取ることができるという利点がある。

4. アイデアの概要

※ミッション全体の構成・ミッション機器の形状・質量・機能・運用軌道など、図を使用するなどして分かりやすく説明して下さい。

○今ミッションにおいては、水は将来深宇宙でなんらかの方法で入手し、その際高吸水性ポリマー含ませ放射線防護をおこなうも

のとする。下に詳細を示す。

「放射線遮蔽の際必要な水の量の提案」

I. ポリマーを利用した放射線からの防護方法

独立行政法人放射線医学総合研究所、ロシア科学アカデミー生物医学問題研究所、チェコ科学アカデミー原子核研究所の研究によると、ISSに常備されているウェットタオルを板状に積み重ねて作成した、厚さ 6.3g/cm^2 の遮蔽体をISS内に設置すると、約37%の被ばく線量の低減効果があるとわかった。 g/cm^2 とは遮蔽体の密度(g/cm^3)と厚さ(cm)をかけた値でどの物質にも共通の単位である。(*2)また透過する放射線量は(g/cm^2)の増加に伴い指数関数的に減少していくことが実験から分かっている。(*3)

II.そこで我々は宇宙飛行士の生涯被曝量から宇宙での滞在日数をふまえ、1日あたりに浴びる放射線量を予測した。そして g/cm^2 と1日あたりの放射線被曝量の指数関数的に表すグラフから g/cm^2 を割り出し、水を含ませたポリマーの密度から、遮蔽に必要な厚さ(cm)を予想した。

上記に従い、ISSと火星軌道での宇宙放射線量を考慮しそれぞれ必要な水(ポリマー)の厚さを求める。ここでの計算では、生涯被曝量を女性の27歳から30歳初飛行での500mSvと仮定し(*4)、日数を火星の往復にかかる約500日とした。(*5)この両者の数値より1日に被曝できる放射線量が1mSvとわかる。よって、下記に記す指数関数のグラフ(ISSでの宇宙放射線量の条件のもと)(*3)から 2.0g/cm^2 と求められる。さらに、水を含んだポリマーの密度は吸収率から水のみで考え 1.0g/cm^3 とすると 2.0cm の厚さの水(ポリマー)が遮蔽に必要なだとわかった。

続いて同様の条件のもと、火星軌道での放射線量を考慮すると"火星軌道での放射線量は2倍(*6)"厚さが2倍となり 4.0cm の厚さの水(ポリマー)が必要とわかった。

考え方

$1\text{日あたりの放射線被曝線量} \times \text{宇宙での滞在日数} < \text{生涯被曝量}$
 $\text{水の密度(ポリマーの密度は微量として考えない)}[\text{g/cm}^3] \times \text{遮蔽体の厚さ}[\text{cm}] = [\text{cm}^2]$

III. ミッション全体の構成

特に高い水分保持性能を持ち安全で高い操作性を有す高吸水性ポリマーをつかうことで、従来実現できなかった水による有人、もしくは無人探査機、人の放射線からの防護を可能にする。水を利用するにあたり問題となる運搬コストを削減するた

め、2020年代の建設が構想されている深宇宙探査ゲートウェイを中継地として周回軌道からの探査を考えることとし、月からゲートウェイに水を運搬するロケットを打ち上げる技術を有することを前提とする。つまり深宇宙探査を見据えた永続的かつ強力な放射線防御の方法、その過程を示すのが我々のミッションとなる。

* 1) <https://wired.jp/2016/08/02/astronauts-problems-death/>

* 2) http://www.nirs.qst.go.jp/information/press/2013/12_27.html

*

3) https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201408_RIYOUGIJYUTU_KODAIRA.pdf

* 4) <http://www.kenkai.jaxa.jp/research/electrical/radioprotection.html>

*

5) <https://jp.mobile.reuters.com/article/amp/idJPTYE91R01E20130228>

* 6) http://edu.jaxa.jp/seeds/pdf/2_radiation.pdf

5. 得られる成果

※宇宙で利用することにより、どのような効果があるかなど。

従来の宇宙開発においては革新的な放射線防御の方法が開発されず、宇宙放射線の存在はヴァン・アレン帯の通過、滞在を必要とする宇宙探査や月での長期滞在などへの大きな障壁となってきた。しかし、その問題を解決することでこれまで不可能であった宇宙計画、例えば上に記したような月、火星への長期滞在、エウロパ・ランダーによる無人探査などが可能となる。それによりさらなる宇宙開発が進み、人類の火星移住も現実味を帯びてくる。さらに、高吸水性ポリマーを使った放射線防護の技術は宇宙開発だけでなく原子力発電所の廃炉に応用することもできると考えられる。このように、ここで示したアイデアは人類の直面する課題を克服し将来の可能性を広げ得るものであると言える。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

※「ここは新しいアイデアである」という部分や、このアイデアによって世の中のここに役立つなど、特に主張したい箇所。

我々のアイデアの独創性は、大きく2点ある。

まず安価で、一部では日用品としてさえ使われている材料を用いて、今まで大きな課題とされてきた宇宙での液体の水の扱いにくさを克服している点である。加えて我々の計算から放射線を十分に防護するのに必要な水の厚さは極めて薄いため、充分に実現可能な放射線防護の手段であると言える。

また、2点目として、自重の100から1000倍の水を吸うため地上からのポリマーの打ち上げコストについても大幅に減らせると考えられる。

以上