
火星長期滞在に向けた微生物利用技術の提案

第16回 君が作る宇宙ミッション VEGA班

大豆生田 駿(高3)【栃木県立佐野高等学校】、今井 沙耶(高2)【青森県立弘前南高等学校】、
澤井 優毅(高3)【慶應義塾志木高等学校】、原野 新渚(高2)【Zion Christian Academy International】、
北村 光(高2)【香川県立高松高等学校】、渡辺 凜(高2)【創価高等学校】

Key words : Cyanobacteria, The Sabatier Reaction, Methane Engine

1. 背景

火星での長期滞在には、水やエネルギーの確保が重要である。しかしながら火星は地球から遠くはなれているため、地球からの物資に頼ることはできない。従って、地球からの支援なく長期滞在を行うためには、火星資源の有効利用が必須である。火星環境の特徴として、大気中のCO₂濃度が高い点が挙げられる。この豊富なCO₂からエネルギー資源を作り出すことができれば、火星長期滞在のエネルギー問題を克服することが期待できる。そこで本研究では、火星大気中に含まれるCO₂から微生物を利用して、人間の生命維持活動に必要な不可欠な酸素や水及びエネルギー資源となるメタンガスを生成する手法の実現性に関する検証を行った。

2. 理論

CO₂ ガスは、523K、0.1~1MPa下にて水素ガスと反応し、メタンガス及び水を生成する(サバチエ反応)。



また、この反応により生成した水を電気分解することにより酸素を得る事ができる。



この反応の副生成物として生じる水素ガスは、サバチエ反応にも有効利用できる。従って、これらの反応を利用することによって、メタンガスや水素の安定供給が期待される。しかし、火星上でこの反応を生じさせるためには、(1)の反応にて水素ガスを最初に供給する必要がある。そこで、この水素ガスを生成するために、シアノバクテリアやメタン菌といった微生物の光合成を利用する。これら微生物は火星大気に触れることにより、次の反応を生じる。



3. 実現方法

2.で述べた理論の火星上での実証に向けて、(a) 微生物の運搬方法 (b) サバチエ反応に必要な熱量の供給方法 (c) 水の電気分解に必要な電力の供給方法について検証を行った。

(a) 微生物の運搬方法

シアノバクテリアやメタン菌といった微生物は、火星の紫外線環境に耐えることが知られている。従って、地球上と同様に、培養液保存による運搬が可能である。

(b) サバチエ反応に必要な熱量の供給方法

サバチエ反応を生じさせるためには、523Kにまで昇温する必要がある。一方プルトニウム238を用いた原子力電池では773K程度にまで昇温する事が可能とされている。従って、この原子力電池を用いることにより、サバチエ反応に必要な熱量を供給する事が可能と考えられる。また、プルトニウムの半減期は87.7年であることから、長期での運用が可能である。

(c) 水の電気分解に必要な電力

水の電気分解に必要な電力は125Wとされている。一方プルトニウム238を用いた原子力電池の出力は540W/kgである。これらより、プルトニウム238を用いた原子力電池を用いることによって、長期間にわたる水の電気分解が十分に可能であると考えられる。

4. 展望

水素やメタンガスは推進剤としても用いる事ができ、宇宙機の燃料補給の中継地点としての火星利用が期待できる。

5. まとめ

火星上でのライフラインの供給方法として、微生物及び原子力電池を用いて、水や酸素、メタンガスを生成する手法を提案した。

6. 参考文献

- 1 増川一「水素発生」、『低温科学』2009年3月31日(Vol.67、4章 分光測定 6)、561~565頁。
- 2 「キュリオシティの電源と熱制御」(<http://spacenuclear.jp/spacecrafts/msl3.html>、閲覧日：2018年1月17日)。
- 3 阿部勲夫「水電解法による水素製造とそのコスト」『水素エネルギーシステム』2008年(Vol.33、No.1)、19~26頁。
- 4 坂口裕之『IHI技報』2017年(Vol.57、No.3)、26~29頁。
- 5 Space & Nuclear 「原子力電池の概要」<http://spacenuclear.jp/nuclear/rtg0.html> 閲覧日2018年1月26日