

ミッション概要資料

甲陽学院高等学校

松井 宏道 楊 堯仁
法貴 徹真 中島 優

1. ミッション概要とその意義

今回僕たちのチームが行うミッションは「缶サット内部での電気分解」です。このミッションを行う理由は、近年注目されている有人火星探査にあります。

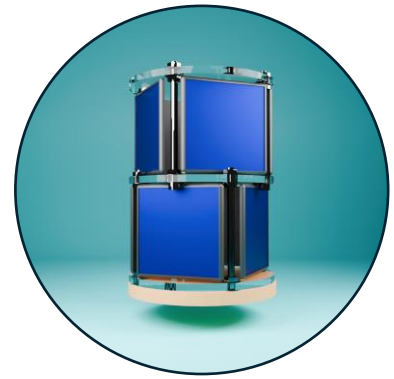
現在人類の次の目標として注目されている有人火星探査ですが、その中で最も大きな課題の一つに挙げられるのが「輸送コスト」です。そこで、この課題を解決する手段として僕たちが注目したのは「ISRU 技術」という技術です。これは探査対象の天体の資源を用いて必要な物資を生成する技術のことで、これを用いると地球から運搬する貨物の量を大幅に削減できると僕たちは考えました。

この技術は様々な必要物資に対して適応することができますが、今回僕たちが注目したのは地球帰還ミッションで大量に必要となる燃料です。現在、火星には氷の状態の水が存在することが分かっています。そこで、この水を電気分解することができれば水素と酸素を作り出すことができ、これらを燃料として使用できると考えました。

このような理由から、今回僕たちは現地の水を投入しさえすれば自動で水を電気分解し、水素と酸素を分離した状態で捕集する仕組みを持った化学工場のような缶サットを製作しました。手が届かないうえ、衝撃が加わったりする悪環境でも壊れることなく実験を行える缶サットを製作できれば、将来の火星探査に応用でき大きく貢献できると考えています。

2. 缶サットの構造

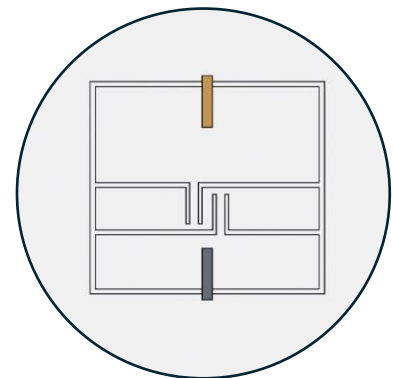
今回僕たちはアクリル板とボルトを主な構造体として右の写真のような缶サットを製作しました。この缶サットの上段には水を電気分解する実験装置が、下段にはその実験経過を記録するための装置が取り付けられています。また、缶サットの表面には8枚の太陽光電池が取り付けられていて、これらを用いて水を電気分解します。



・実験手順

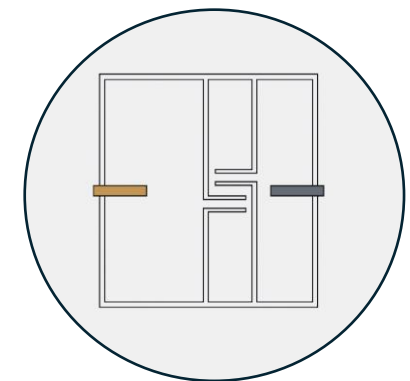
① 打ち上げ前

今回僕たちが用意した電解槽は右の図のような形の2つの穴が開いた仕切りで区切られたプラスチック容器で、電極として陰極に銅、陽極にニッケルを取り付けています。そしてこの容器に電解液として硫酸ナトリウム水溶液を入れた状態でロケットにセットし打ち上げます。今回は電気分解する仕組みが健全に動作するのかを試すために、硫酸ナトリウム水溶液は予め用意したのを使います。



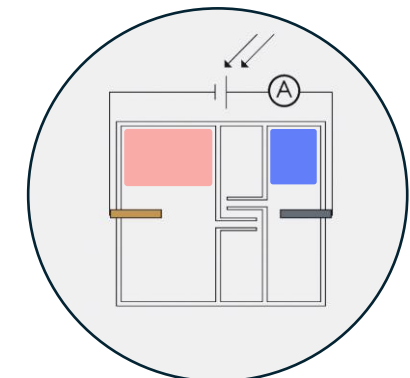
② 着地

ロケットから放出された缶サットを内部の容器や機械が壊れないよう安全に着地させます。この時に、パラシュートを端に取り付け、缶サットの重心が上部にあるように作ることで必ず右の図のように横倒しの状態で着地するようにします。



③ 電気分解

着地した缶サットの電解槽には右の図のような回路が繋がっていて、缶サット表面に取り付けられている太陽光電池を電源として硫酸ナトリウム水溶液を電気分解します。こうしてそれぞれの電極で

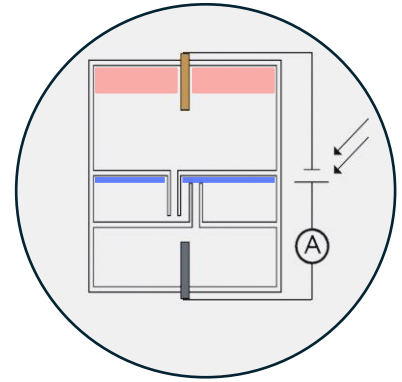


・陰極： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

・陽極： $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

このような反応を起こすことで陰極で水素、陽極で酸素を発生させます。これらの気体は容器に仕切りがあることで図のように分離した状態で捕集されます。

ここでもし缶サットが直立してしまった場合、電解槽は右の図のような状態になります。今回、回路にスイッチ等は配置していないため太陽光が当たると電気分解が進んでしまうのですが、陽極で発生した酸素は仕切りの穴を抜けて右の図のように中間層に溜まります。そうすることで電解液である硫酸ナトリウム水溶液の流れが妨げられ、電気分解が自動的に止まります。



今回僕たちは以上の手順で水を電気分解することを目指します。そして、缶サットの着地姿勢を制御することで複雑な装置なしでも発生した酸素、水素を分離した状態で捕集できる缶サットを開発しました。これらの実験装置が健全に動作し、発生した酸素、水素を分離した状態で捕集できていること、または缶サットの姿勢を制御できなかったものの酸素と水素が混ざる前に電気分解が停止したことを確認することが目標です。

・記録装置

先ほど紹介した通り、今回の缶サットの下段には以上の実験経過を記録するための装置が搭載されています。この装置は Arduino nano every というマイコンと、それによって制御された2つのセンサー、そしてセンサーから得たデータを保存するSDカードモジュールからなります。搭載されているセンサーは以下の二つです。

① 電流センサー INA219

先ほどの図にもあるように太陽光電池と電解槽を繋ぐ回路の途中に電流センサーを設置します。このセンサーは0.1秒ごとにセンサーに流れる電流の量を読み取ります。このセンサーから得られたデータを積分し、ファラデーの公式に代入することでセンサーの値から電解槽の中で発生している酸素、水素の量を算出することを目指します。

② 三軸加速度センサー ADXL345

このセンサーでは電解槽にかかるx,y,z軸それぞれの向きの加速度を0.1秒ごとに計測します。このセンサーから得られたデータを用いることでx軸、y軸に対する回転角であるロール角、ピッチ角を算出することを目指します。この値から電解槽の水平面に対する傾きが分かるので、今回開発した、缶サットの姿勢に依って電気分解した気体の捕集を制御する缶サットにおいてどのように電気分解してできた気体が捕集されているのか知ることができます。

3. 期待される成果

今回僕たちは下図の右の行のような成果を期待していて、難易度に応じて図のように成功段階を定めました。

サクセスレベル

サクセスの内容

エキストラサクセス	<ul style="list-style-type: none">発生した気体の正体を確認し、H_2とO_2を分離できたか検証する得られたデータから実験過程を導出するデータをグラフ化、アニメ化するデータを補正し、誤差が出る理由を考察する
ノーマルサクセス	<ul style="list-style-type: none">全てのデータの取得に成功する缶サットで実験を行う技術の将来性について考察する
ミニマムサクセス	<ul style="list-style-type: none">ロケットの打ち上げ、及び缶サットの放出、着地に成功する何らかの気体の発生を目視で確認する

この基準と照らし合わせながら水を自動で電気分解する仕組みが健全に動作したかを確認めます。すべての期待する成果を達成できることが目標ですが、まずは電気分解を行えたことを目視で確認することが目標です。