

## エタノール燃料電池科学キット組立ガイド



型番 FCJJ-42



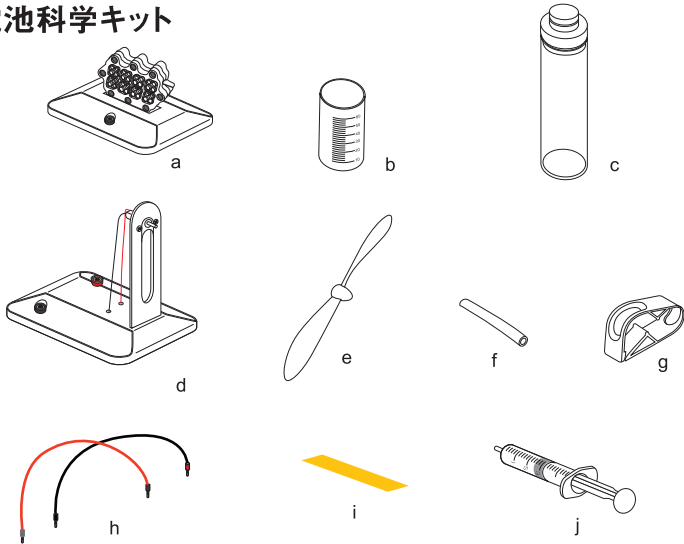
財産の損害、大けがや死亡事故を避けるために、以下の内容を必ず守ってください。

1. キットの取扱い対象年齢は14歳以上です。対象年齢以上の子供が使用する場合でも、必ずキットに書かれた安全対策に精通した成人の監視と指導のもとで使用してください。
2. キットの組み立てに取りかかる前に本書をよく読んで理解してください。本書は、いつでも手に取れる場所に置いておいてください。
3. キットにはお子様が飲み込んでしまうおそれのある小さい部品が含まれていますので、小さなお子様やペットの近くでの使用は避けてください。

### エタノール燃料電池科学キット

#### 部品リスト

- a. 燃料電池モジュール
- b. 燃料溶液容器
- c. 蓋付き燃料タンク
- d. ファンモジュール
- e. ファン羽根
- f. シリコンチューブ
- g. クランプ
- h. 導線
- i. PH試験紙
- j. シリンジ



以下のものも必要となります(キットには含まれていません)。  
 - 精製水か蒸留水  
 - エタノール  
 - はさみ

4. 工具を使用してキットを組み立てます。工具の取扱いには十分注意してケガをしないようにしてください。
5. 部品によってはとても小さく壊れやすい物がありますので、これらの部品を持ちたり組み付けたりするときには破損しないように気をつけてください。これらの部品に限らず、全ての部品や付属品の取扱いには注意してください。
6. キットに含まれるパーツ、部品、付属品のいずれも、ここで述べる目的以外に使用しないでください。また、それらを分解しないでください。
7. キットで行う実験に使用する液体は、使用の前後にかかわらず、口に入れたり飲んだりしないでください。
8. 溶液を混合する間は、エタノールを火または火元から遠ざけてください。エタノールおよびエタノール溶液に絶対に火をつけないでください。
9. キットの運転環境温度は5~40°Cです。

10%エタノール溶液を準備します

#### 重要な注意

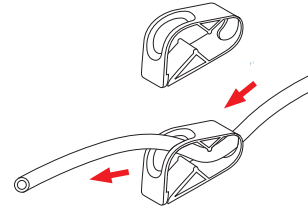
##### 警告:

燃料溶液を燃料タンク (c) で混合しないでください。燃料タンクが簡単に破損することがあります。燃料容器 (b) に純粋エタノールを入れないでください。DEFCはアルコール濃度が5~15%の場合にだけ発電します。アルコール濃度が15%を超えると燃料電池が壊れて動作しなくなるおそれがあります。エタノールと水の比は1:9が最適です。溶液を混ぜている間、エタノールを火または火元から遠ざけてください。エタノールおよびエタノール溶液に絶対に火をつけないでください。

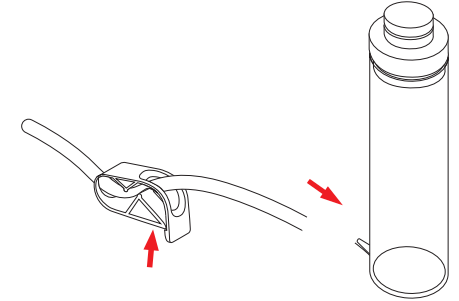
- 手順1: 溶液容器 (b) に10mlの純粋エタノールを入れます(容器の10mlの目盛まで)。
- 手順2: 容器の残りに水を入れます(60mlの目盛まで)。
- 手順3: 容器内の液体をよくかき混ぜます。

#### 実験1: エタノールと水から電気を作りましょう

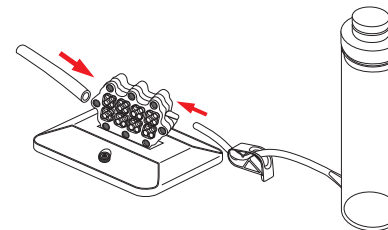
手順1: チューブを15cm切り取ってプラスチックのクランプに通します。



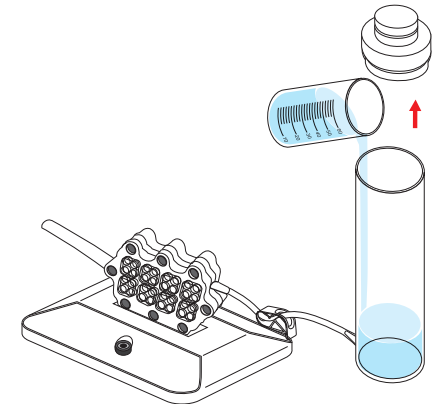
手順2: チューブを燃料タンク (c) に接続してクランプを締めます。



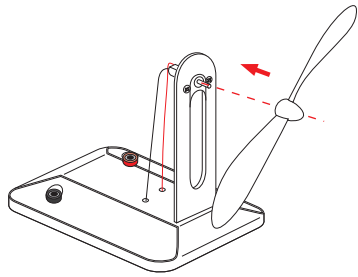
手順3: チューブの反対側を燃料電池下部にある燃料入口に接続します。しっかりと接続されていることを確認します。チューブを10cm切り取って、燃料電池の反対側にある出口(もう一方のノズル)に接続します。



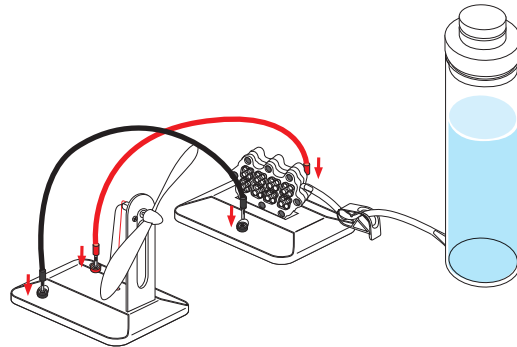
手順4: 燃料溶液を燃料タンク (c) に注ぎます。タンクの蓋を締め戻します。



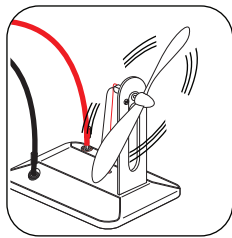
手順5: ファンの羽根を箱から取り外します。  
羽根をモーター軸へゆっくりと慎重に押し込みます。



手順6: 導線で燃料電池モジュールとファンモジュールを接続します。  
導線をソケットに接続する際に、色が合っていることを確認します。



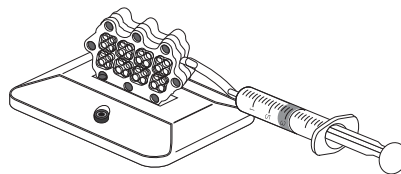
手順7: クランプを開きます。燃料電池を通してチューブから液体が流れ出します。  
チューブから液体が流れるのを確認したら、クランプを閉じます。



注: ファンが止まったら、クランプを開いて燃料電池から溶液を少し捨てます。ケーブルをファンモジュールから外した状態で5~10分放置し、その後でケーブルを接続するとファンは自動的に回転を始めるはずですが、溶液を一度捨てるたびに5~10分放置してください。化学反応はゆっくり進むので、溶液の排出なしでファンは数時間動作します

## 重要な注意:

燃料電池を初めて使った後は、チューブの残りから2cm切り取ってシリンジに繋いでください。キットを使うたびに、これでシステムを洗浄します。使い終わるたびに、シリンジを精製水で満たします。その後、燃料注入チューブを外して、シリンジのチューブと入れ替えます。燃料槽に水を注入してメタノール溶液をシステムから排出します。シリンジを外してその中に空気を入れます。もう一度シリンジを接続してシステムに空気を注入し、残っている水を完全に捨てます。これで、次に使うまで燃料電池をしまう準備ができました。

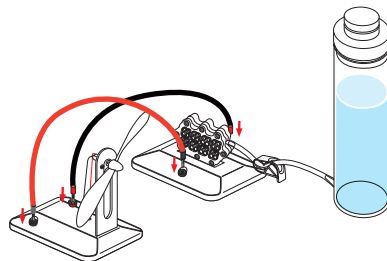


## 実験2: 極性を調べてみましょう

手順1: 赤いケーブルで燃料電池とファンモジュールの赤色ソケットを接続します。ファンが時計回りに回転します。

手順2: 同じ手順を繰り返しますが、今回はファンモジュールの赤色ソケットを燃料電池の黒色ソケットと接続します。ファンは反時計回りに回転します。

まとめ: 電流はプラス極からマイナス極に向かって流れ、ファンを時計回りに回転させます。接続の極性を入れ替えると電流の流れは反転し、ファンを逆方向に回転させます。



## 実験3: エタノール燃料の消費

ファンの回転が遅くなったり、止まってしまったりするのは、燃料電池の槽内のエタノールがほとんど使われてしまったということです。常温の場合、燃料電池の槽内のエタノールの大半は酢の主成分である酢酸へと変化します。ファンの回転が遅くなってきたら、使用後の燃料(酢酸)を詳しく調べてみましょう。

手順1: pH試験紙を排出用チューブの出口に置きます。

手順2: クランプをゆっくりと開きます。溶液をpH試験紙の上に数滴落としてからクランプを閉じます。紙の色がどんどん赤みを帯びた色へと変化していきます。

手順3: 新しいpH試験紙を溶液容器の中に浸してみます。pH試験紙の色がほとんど変わらないのを確認してください。

pH試験紙の色の差は酸性度の変化を示しています。燃料電池のアノード側で化学反応が起こっている間、エタノールは酢酸へと変化します。そして溶液のpHはレベル6からレベル2へと著しく変化し、色も赤へと変わります。アノード側では、エタノール分子と水分子から水素イオンが分離されて酢酸を形成する化学変化が起こります。この水素イオンが燃料電池の電解質膜を通り、その際に遊離した電子が電気となってファンを動かします。

まとめ: ダイレクトエタノール型燃料電池は、エタノール溶液を一般的な酢に近い酸性溶液に変える化学変化によって発電します。ファンを連続して回転させるには、「使用済み」燃料を新しい燃料に定期的に交換してください。

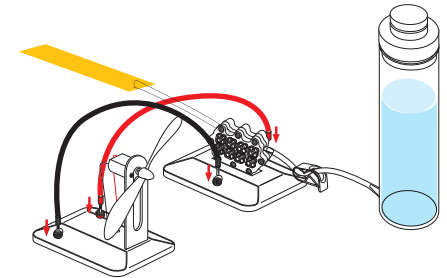
## 実験4: 濃度変化による影響を見てみましょう

最初に混合するときに、濃度の違うエタノール溶液を作ることができます。例えば15%の溶液は、純粋エタノール9 mlに水を60 mlの目盛まで加えることで作ることができます。マルチメーターやHorizonの再生可能エネルギーモニター(FCJJ-24)を使えば、燃料電池が作る電圧の違いを計ることができます。この実験から、エタノールの濃度を増減させてもファンの回転はそれほど速くならないことがわかります。

それは、燃料電池のプロトン交換膜に使われる触媒の能力に限界があるからです。たくさんの方が狭いドアを通ろうとする場合を想像してみてください。人がドアを通り抜ける速度は、人の数ではなくてドアの広さで決まります。それと同じことです。

警告: 本キットで安全に実験を行うために、エタノール濃度を5~15%にしてください。15~20%以上のエタノールを使うと、燃料電池が修理不能なダメージを受けてしまいますのでご注意ください。

アドバイス: 本キットを1日以上使わないときは、クランプを開いて燃料電池内の溶液をすべて捨ててから、燃料タンクに精製水か蒸留水を注ぎ込んでください。精製水または蒸留水は燃料タンクから出し切ってください。溶液が残っていると燃料電池を傷めることになります。



## 実験5: ワインやビールから電気を作ってみましょう

エタノールと水の混合液ではなく、ぶどうから作られたワインや米から作られた日本酒など、色々な種類のアルコールを使ってみましょう。

この実験は「実験1:エタノールと水から電気を作りましょう」の手順に沿って行ってください。

### 警告:

1. 5~15%のアルコールを使用してください。使用するアルコール度数が20%以上の場合は、適量の水を混ぜて5~15%の濃度にしてください。
2. 不純物を含むエタノールを使うと燃料電池の性能を損ねてしまうことがあります。不純物を含むエタノールで実験する前に、純粋エタノールでの実験を済ませてください。

実験1の手順を全て行くと、ファンの回転がとてもゆっくりだったり、全く動かなかったりすることに気付くと思います。使うアルコールの種類が違くと、燃料電池の性能が変わります。これは溶液の純度と関係があります。例えばワインのようなアルコールは燃料電池の電解質膜を詰まらせるような成分を含んでいるので、電解質膜の透過性を制限してしまうのです。マルチメーターやHorizonの再生可能エネルギーモニター (FCJJ-24) を使えば、化学反応を遅らせるような色々な条件の下で燃料電池が作り出す電圧や電流を計ることができます。

実験6では: 実験をする時の温度によって、作り出される電圧が違うことがわかります。実験の結果をグラフにまとめて、使用したそれぞれのアルコールに対して、燃料電池が発電するのに最適な温度条件を調べてみましょう。

## 実験6: 温度による影響を見てみましょう

注: 暖かい空気を燃料電池に吹きかける前に、まず自分の手で空気に触れてみて、吹きかける空気が熱すぎないことを確認してください(推奨温度: 60°C以下)。

手順1: ヘアドライヤーを使って燃料電池の両側に暖かい空気を吹きかけるか、エタノールと水の混合液を温めてから燃料タンクに入れます。モーターとファンの稼働速度が上がるのがわかるでしょう。

手順2: マルチメーターやHorizonの燃料電池ソフトウェアアダプタ (FCJJ-24) を使って、燃料電池が作る電圧を計ります。温度が異なると、異なった電圧が得られることがわかるでしょう。実験結果をグラフにまとめて、燃料電池に最適な温度条件を調べてみましょう。

温度が高いと原子の動きが速くなるので、電解質膜の表面にある触媒と相互作用しやすくなります。相互作用が活発化すると、化学反応は加速され、より多くの電力が得られ、その結果ファンの回転が速くなるのです。

### まとめ:

- (1) 温度が高いとエタノール分子は電解質膜の表面にある触媒と相互作用しやすくなり、化学反応を加速させます。
- (2) 温度が高いと、電解質膜が活性化されて電解質膜内のプロトン交換性能が上がるため、ファンモーターの速度が増します。エタノール燃料電池の発電能力を高めるには、動作温度が燃料の温度を上げれば良いことがわかります。

## 故障かなと思ったら

A. ファンの動きが遅い、もしくは完全に止まってしまった場合

解決法:

- a. 燃料電池モジュールからすべての負荷を外します。排出用チューブを容器が適当な受け皿の上に乗せます。クランプを開いて酢酸溶液を数滴排出して、新しいエタノール溶液の混合液が燃料電池にもう一度入るようにします。
- b. 燃料タンク内の溶液の量が少なく燃料電池槽へ流れ出ない場合には、新しい溶液を作り、適量になるまでタンクに継ぎ足してください。または、燃料タンクを持ち上げて、タンク内の溶液のレベルが燃料電池の入口ノズルよりも高くすることもできます。
- d. 5~10分間放置してから、負荷を燃料電池に接続し直します。接続されるとファンが一定速度で回転を始めることを確認してください。燃料電池は反応を再開することができます(さらに多くの水素イオンが電解質膜を透過します)。

B. 全ての導線およびチューブを接続してもファンが動かない場合

解決法:

- a. 赤と黒の導線が正しく接続されていることを確認してください。
- b. 燃料タンクからのチューブが燃料電池入口にきちんと繋がれていることを確認してください。
- c. エタノール溶液が十分に入っていて燃料電池の中を循環していることと、チューブが塞がれていないことを確認してください。

C. クランプを開いても溶液がチューブから流れ出さない場合

解決法:

- a. 燃料タンクに新しい燃料溶液を足してください。
- b. 燃料タンクを持ち上げて、タンク内の溶液のレベルが燃料電池の入口ノズルよりも高くなるようにしてください。