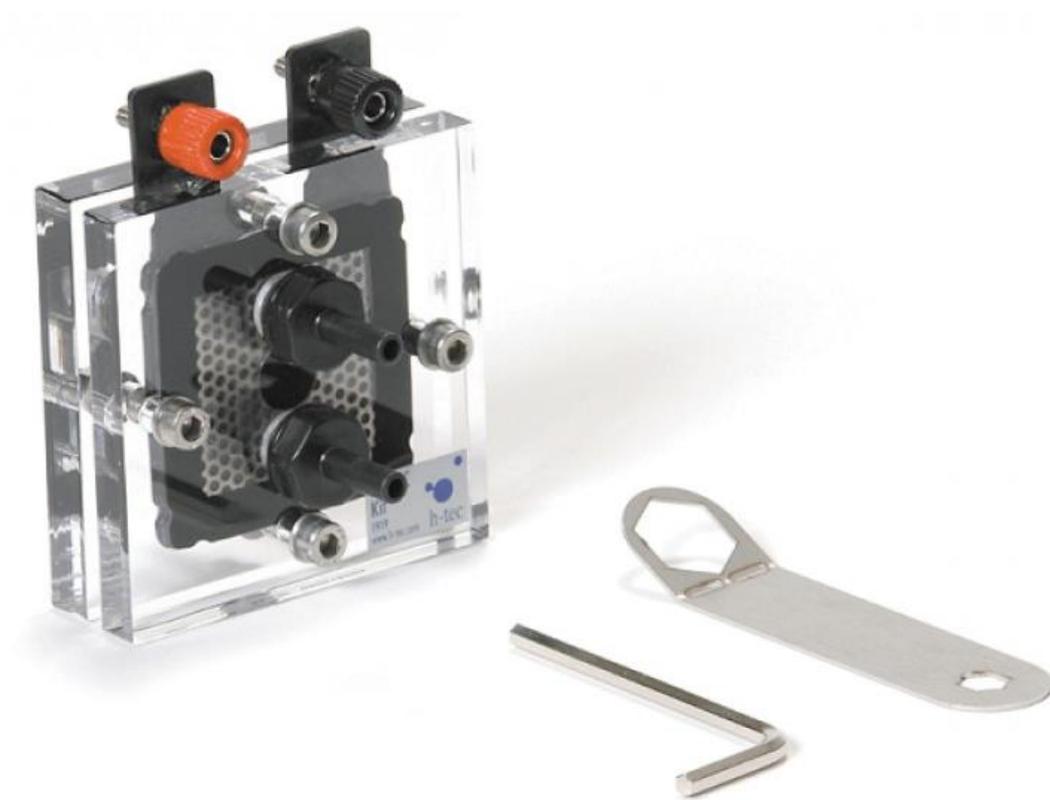


# 水電気分解セル分解・組立キット

**E208**

## 取扱説明書



参考写真

2024年7月

**目次**

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 序章.....                 | 3  |
| 使用目的.....               | 4  |
| 一般的な安全上の注意.....         | 5  |
| コンテンツ.....              | 7  |
| 実験に必要な部品.....           | 7  |
| オプション（別売）.....          | 7  |
| 水電気分解セル分解・組立キットの操作..... | 8  |
| 電解セルのさまざまな動作モード.....    | 9  |
| 組み立て/分解.....            | 11 |
| 電解分解セルの操作.....          | 14 |
| 技術仕様.....               | 15 |
| トラブルシューティング.....        | 15 |
| カスタマーケア.....            | 16 |

## 序章

資源の減少、現在の発電所からのより深刻な環境への影響、そしてエネルギー需要の絶え間ない増加により、私たちはエネルギー貯蔵供給システムの構造を再評価することを余儀なくされています。

自動車や石油会社は、水素技術（燃料電池、電解槽など）にますます投資しています。そのようなクリーンな技術は、これらの将来のエネルギー関連の懸念のいくつかにスマートで革新的なソリューションを提供するからです。

プロトン交換膜（PEM）を利用した電気分解装置は、最も魅力的でクリーンな電気化学技術の1つです。それは、私たちの天然資源への影響を最小限に抑えながら、電気分解反応を介してユニークで非常に効率的なエネルギー貯蔵を提供します。

このテクノロジーについて学ぶことは重要です。特に、人生の大部分をテクノロジーと一緒に過ごす可能性が最も高い若者にとっては重要です。

1セルの分解・組立可能な電気分解セルは、簡単な実験によって、段階的な手順で水素技術（特に水素の生成）に精通する可能性を提供します。

水電気分解セル分解・組立キットは、水の電気分解装置（水素発生器としても知られています）のデモンストレーションに使用できます。

水電気分解セルは完全に分解（分解および再組み立てを意味する）できるため、学生や研究者に電解セルの内部構造を示すためにも使用できます。

水電気分解セル分解・組立キットは、すべての動作モードで一貫して環境に配慮しており、水の電解反応から水素ガスと酸素ガスを生成するために、脱イオン水または蒸留水と電源のみが必要です。

このマニュアルには、水電気分解セル分解・組立キットのセットアップ、操作、および組み立て/分解に必要なすべての手順が記載されています。

操作前に取扱説明書をよくお読みください。

## 使用目的

水電気分解セル分解・組立キットを使用すると、プロトン交換膜（PEM）電気分解装置と PEM 燃料電池の原理の測定とデモンストレーションが可能になります。このシステムは、教育とデモンストレーションの目的でのみ開発されました。

その他の使用は禁止されています！

水電気分解セル分解・組立キットの操作には、脱イオン水または蒸留水、電源装置が必要です。

装置を不適切に使用すると、生成された水素ガスと酸素ガスが危険にさらされます。さらに、この教育用水電気分解セルを誤って使用した場合、外部に取り付けられた電源も危険な場所になる可能性があります。

事故を防ぐために、水電気分解セル分解・組立キットを使用する場合は、常に一般的な安全上の注意事項を守ってください。

## 一般的な安全上の注意

この電気分解装置は、学校、大学、教育機関、および企業での教育およびデモンストレーションを目的としています。

- それは有能な人によってのみ設定および操作することができます。
- 水電気分解セル分解・組立キットをセットアップする前に、取扱説明書をお読みください。使用中はそれらをフオーし、すぐに参照できるようにしてください。
- 保護メガネやその他の PPE を着用してください。
- 電解槽や燃料電池の近くから可燃性ガス、蒸気、液体を取り除きます。システムに含まれる触媒は、自然発火を引き起こす可能性があります。
- 水素と酸素は、水電気分解セルによって生成される 2 つの主要なガスです。ガスの収集と爆発性混合物の形成を防ぐために、換気の良い部屋でのみシステムを使用してください。システムの入口ポートと出口ポートを塞がないでください。また、セル内に圧力がかかるのを防いでください。
- ホース、プラグ、およびタンクは、圧力補償に使用されます。クランプや接着剤などで固定したり固定したりしないでください。

システムはおもちゃではありません。この小冊子に記載されている指示に従って、水電気分解セル分解・組立キットを操作し、電気分解セルによって生成されたガスを小さなお子様の手の届かないところに保管してください。

- 特に指定のない限り、端子をショートさせたり、極性を逆にしたりしないでください。
- システムを乾式で操作しないでください。電解槽セルのアノード側に十分な液体脱イオン水または液体蒸留水が含まれていることを常に確認してください。
- システムは、常に十分に換気されている場所のみで操作できます。オペレーターは、適切な測定によってこれを証明する義務があります。
- このデバイスの近くで喫煙しないでください。
- 運転中に発生したガスを貯蔵するために、適正なガス貯蔵タンクを使用してください
- 電気分解セル以外、他の装置を接続しないでください。
- システムは、室温および周囲圧力でのみ操作してください。
- 脱イオン水または蒸留水（精製水）は、液体の形で、またはその温度が摂氏 5 度から 60 度の範囲にある必要があります。それ以上の温めた液体を使用する場合、ユーザーは適切な PPE を使用する必要があります。

システムを乾式で操作しないでください。電解セルのアノード側に十分な量の蒸留水（精製水）が含まれていることを常に確認してください

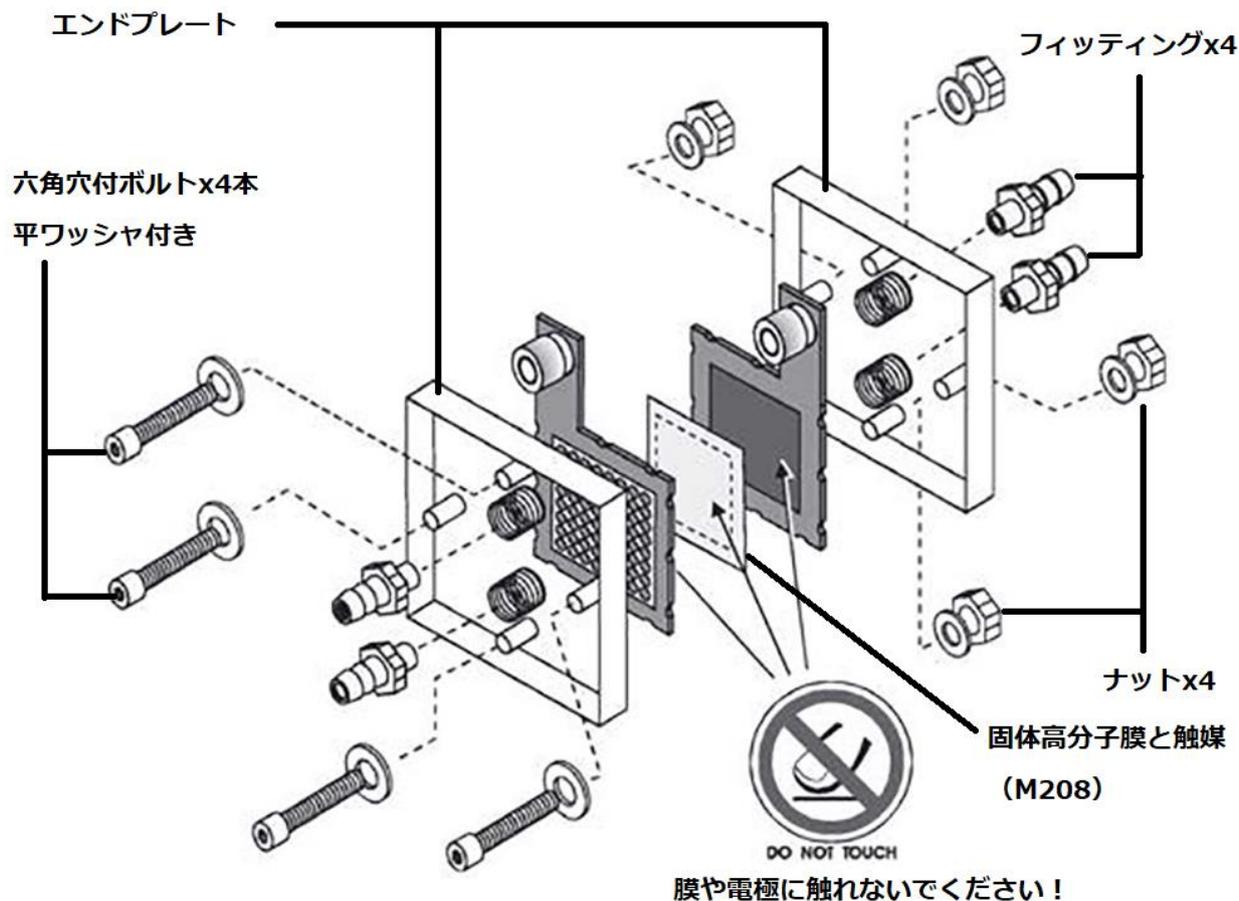
- 電解セルの近くで、発生した水素ガスを発火させる可能性のあるもの（裸火、静電気を帯びる可能性のある物質、白金粉などの触媒作用のある物質）を取り除きます。
- システムの近くから、可能性のあるすべての物質を取り除きます。
- 酸素濃度が高くなると自然発火します。
- 潜在的な危険性について生徒に伝え、実験を注意深く監督します。

圧力補償にはホース、プラグ、タンクなどが適用されます。それらを、クランプ、接着剤、ストッパーなどで固定または妨害されてはなりません。

- この電解セルの電源は、ソーラーモジュールをベースにすることもできます。使用中のソーラーモジュールとライトを最小許容距離より近くに配置しないでください。
- ソーラーモジュールの表面は、長時間の操作中に非常に高温になる可能性があります。

**H-TEC Education 及びメガケムは、これらの安全上の注意事項に従わなかった場合に発生した怪我や損傷については責任を負いません。**

## コンテンツ



この PEM 電解セルは、教育目的で設計面と内部コンポーネントを確認するために、完全に分解および再組み立てすることができます。

この PEM 電解セルは、生成された水素ガスと酸素ガスを消費して電気エネルギーを生成することもできます。他の教育用燃料電池キットと組み合わせて使用することもできます。

### 実験に必要な部品

- 導電率が 2 $\mu$ S/cm 未満の市販の蒸留水（または脱イオン水）
- 接続ホース
- 電源（0～2.5V および 0～5 アンペア） 商品番号：A145
- マルチメータ

### オプション（別売）

- 燃料電池 H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/空気  
商品番号：F101/F103/F107
- ガスタンク  
商品番号：A103/A153
- E208 用 MEA  
商品番号：M208

## 水電気分解セル分解・組立キット

電解セルでは、外部ソースから供給される電気エネルギーを使用して、水素ガスと酸素ガスを生成するために蒸留水（又は精製水）を電気分解します。

言い換えれば、電気エネルギーは電解セルの助けを借りて化学エネルギーに変換されています。この電気化学反応は、電気分解としても知られています。

電解セルでは、電気化学反応はアノードとカソードにある触媒上で実行されます。PEM 電解セルでは、通常、アノード触媒とカソード触媒が膜の表面に直接塗布されます。場合によっては、アノード電極触媒のみが膜表面に適用され、カソード触媒がガス拡散層の表面に適用されます。

アノード触媒の例は、酸化イリジウムルテニウムまたはイリジウムブラックです。

カソード触媒の例は、プラチナブラックまたはプラチナオンカーボンです。

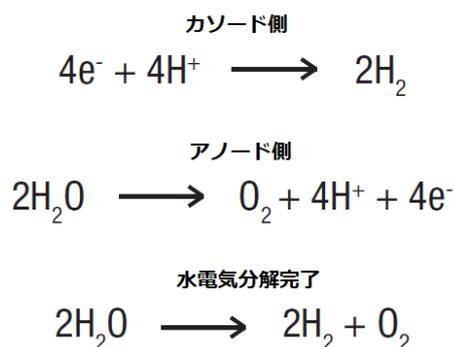
名前が示すように、PEM 電解セルはプロトン（H<sup>+</sup>）交換膜（Nafion など）を利用します。

これらの部品に加えて、カーボン拡散層がアノード側で使用され、水を均一に分散させ、生成されたガスを排出し、電氣的接触を提供します。

一方、カソードでは、炭素ベースのガス拡散層を使用して水素ガスを排出し、電氣的接触も提供します。

膜-触媒-拡散媒体の組み合わせは、PEM 電解セルの心臓部を形成します。

次の反応は、PEM 電解システム内で発生します。



**プラス端子（赤色）のアノード側** : 酸素が生成されます

**マイナス端子（黒色）のカソード側** : 水素が生成されます

この水電気分解セル分解・組立キットでは、脱イオン水がアノードチャンバーに供給されます。アノード電極の触媒作用により、水分子は触媒粒子の表面で酸素ガス、プロトン（H<sup>+</sup>）、および電子（e<sup>-</sup>）に酸化されます。

H<sup>+</sup>イオンは、既存のセル電圧勾配により、プロトン伝導膜を通してカソード側に移動します。一方、電子は外部電気回路を通して陰極に移動し、水素ガスを生成するために陽子と再結合します。

アノードでは、酸化反応が発生します。一方、カソードでは還元反応が起こります。

電気化学セル（電解セルまたは燃料電池セルのどちらを使用する場合でも）では、イオンと電子の中性を維持するために、酸化反応が還元反応を伴う必要があります。

## 電解セルのさまざまな動作モード

「アノード供給」対「カソード供給」

電解モードの PEM 電解セルは、通常、次のモードのいずれかで動作するように構成されています：

アノード供給またはカソード供給。動作モードは通常、アプリケーション自体によって決定されます。

たとえば、アプリケーションで水分含有量が最小限の純粋な水素が必要な場合は、陽極供給設計の方が効率的です。アプリケーションが最小限の水分で純粋な酸素を必要とする場合、カソードフィード設計がより適切です。

アノード供給構成では、脱イオン水がアノードチャンバーに移送されます。

一方、陰極供給モードでは、液体の脱イオン水を陰極室に移送する必要があります。

アノード供給構成では、通常、電解槽セル内に拡散媒体として次のサブコンポーネントがあります。カソード用の炭素ベースのガス拡散層と、アノード用の金属メッシュまたは金属スクリーン。他方、陰極供給電解槽は、その拡散媒体として、アノード用の金属メッシュまたは金属スクリーン、およびカソード用の金属メッシュまたは金属スクリーンを有するでしょう。

電気分解反応では、アノード電極触媒層に水が存在する必要があるため、アノード供給設計は、カソード供給設計と比較してより効率的です。アノード供給設計では、水をアノード触媒に直接移動させることができますが、カソード供給設計では、電解反応が始まる前に水分子が膜を介してカソード側からアノードに移動するのを待つ必要があります。

（自然拡散、これは遅いプロセスです）

水電気分解セル分解・組立キットは、アノード供給電解モードに基づいているため、脱イオン水をアノードチャンバーに移す必要があります。脱イオン水は、2つの簡単なメカニズムを介してアノード入口ポートに移送できます。

ガスタンク 80（商品番号：A153）などの別売り製品を使用して重力供給するか、小さな液体ポンプ等を利用して強制供給します。

重力供給している場合、水位が電解セルの上部ポートよりも高くなるように水を保管する必要があります。ユーザーが小型の液体ポンプを使用する場合は、ポンプの機械的な動きによって水が積極的に押し出されるため、貯蔵タンクをより高いレベルに配置する必要はありません。汲み上げられる水の最大量は、毎分 70～80 ミリリットルを超えてはなりません。水流が多すぎると、シール周りから漏れが発生する可能性があります。

セルの損傷を防ぐために、アノードは常に水で満たされている必要があります。

## 電解セルのさまざまな動作モード

### 「アノード供給」電解モード

電源を電解セルに取り付ける前に、次のことをお勧めします。

手順：

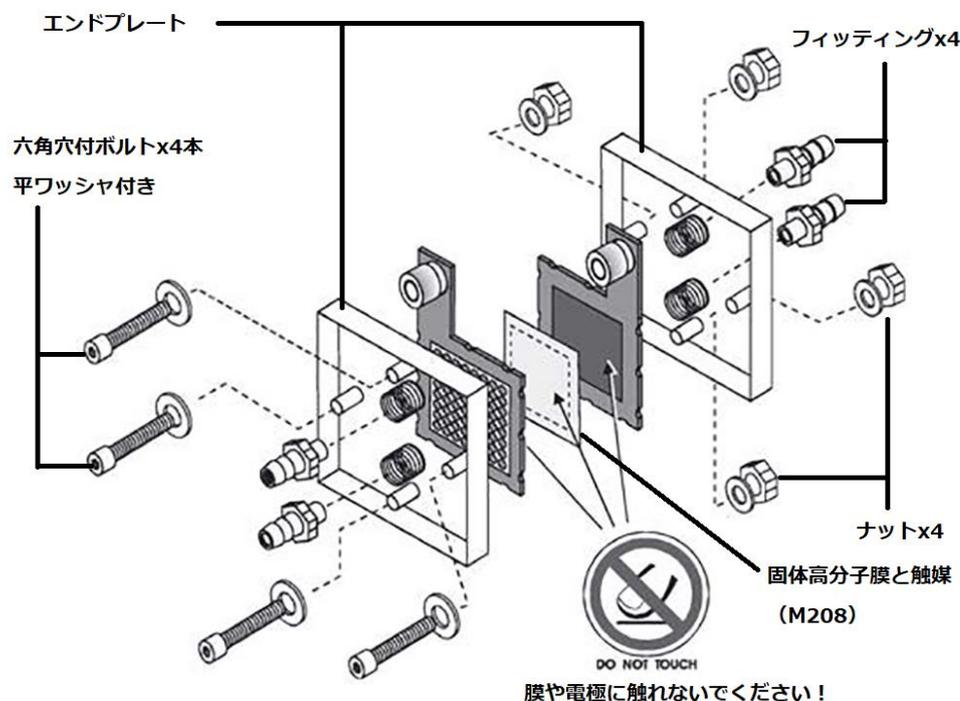
1. 十分な量の脱イオン水（蒸留水又は精製水）を入手します。500mL から 1000mL の水で数時間使用できます。
2. 電気分解実験に使用する貯水タンクに十分な量の水を移します。
3. 適切な直径のソフトチューブ（シリコンチューブなど）を使用して、貯水タンクと電解セルのアノード側の入口を接続します。**アノード側（赤色：プラス端子側）**
4. 別のソフトチューブを電解セルのアノード側の出口に取り付け、このチューブの端を貯水タンクに入れます。電解反応中は、少量の水のみが使用されます。未消費の水は、廃棄物を減らすために貯蔵タンクにリサイクルしてください。
5. 水素ガスが発生する**カソード側（黒色：マイナス端子側）**の入口ポートと出口ポート（ポートごとに1本のチューブ）にソフトチューブを取り付け、これらのチューブの端を別の空の貯蔵容器に入れます。電気分解反応中に、水の一部はカソード側に持ち越され、必要に応じて、この水をリサイクルすることもできます。注意：カソード側のチューブの端を、アノード側のチューブがあるストレージタンクに配置しないでください。

**水素と酸素の混合物は、爆発性のガス混合物を簡単に生成し、重傷を負う可能性があります。**

6. 爆発性ガス混合物の形成を防ぐために、アノード側とカソード側のストレージを互いに離して配置します。その場所が十分に換気されていることを確認してください。
7. チューブを通る液体またはガスの流れを制限しないでください。アノード側とカソード側にある入口ポートと出口ポートを制限しないでください。電解セル内の圧力は、漏れを引き起こし、膜やハードウェアに損傷を与える可能性があります。
8. 脱イオン水の温度は、摂氏 5 度から 60 度の範囲としてください。ハードウェアの安全な操作とユーザーの安全のために、温水に注意し、適切な個人用保護具（PPE、安全メガネまたは安全ゴーグル、手袋、耐熱手袋、白衣など）を使用してください。

## 組み立て/分解

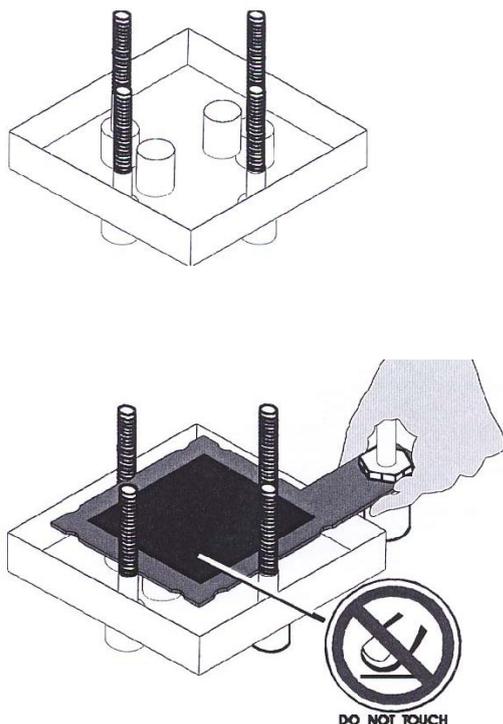
水電気分解セル分解・組立キットは完全に分解できます。このハードウェアは、教育上の理由から完全に分解してから再組み立てすることができます。触媒でコーティングされた膜（CCMとも呼ばれる）と電極は非常に敏感なコンポーネントであることに注意してください。



## 分解

1. アクリルプレートから黒いホースフィッティングを取り外します。4つのナットを緩め、セルを固定している4つの六角穴付きネジを取り外します。
2. アクリルエンドプレートを取り外します。
3. 固体高分子膜、カソード電極、およびアノード拡散媒体が2つの穴あきプレートの上に挟まれたまま、穴あきプレートごとハウジングプレートから慎重に取り外します。
4. 次に、上部の穴あきプレートを慎重に取り外します。MEAがへばり付いて外れない場合は蒸留水（精製水）につけて、穴あきプレートとMEAが剥がれやすくなるのを待ってください。カソード電極またはアノード拡散媒体のいずれ側も慎重にはがしてください。

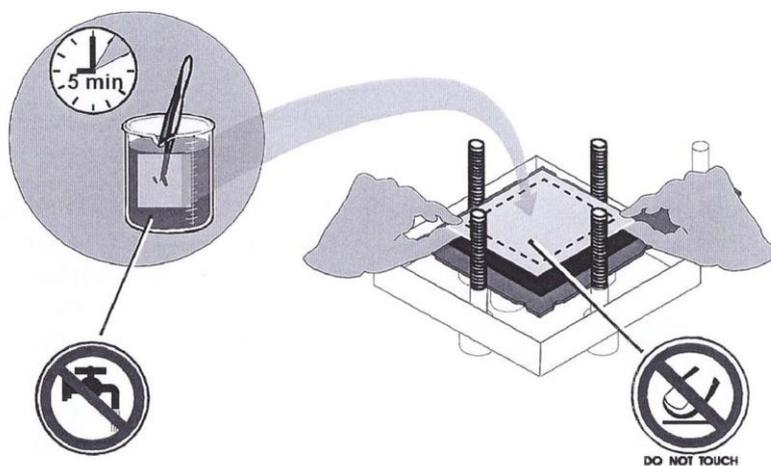
## 組立



1. アクリル板に固定ねじを4本通します。  
固定ねじを入れることで、電極、固体高分子膜のセット位置がきまり、組立て易くなります。
2. 穴あきプレートの1つをアクリルハウジングに置きます。シールの厚い側は、アクリル製のアクリルプレートに面している必要があります。  
MEA 取付け面には触れないよう注意して下さい。

最初に**アノード側（赤色：プラス端子側）**から組み立てを開始した場合は、初めにカーボン拡散層を穴あきプレート側に配置してください。  
穴あきプレートにカーボン拡散層を置きます。

カーボン拡散層を置く側の穴あきプレートは赤色の端子であることに注意してください。



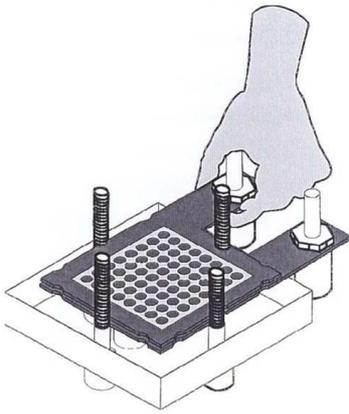
分解後しばらく放置すると固体高分子膜が乾燥してしまいます。  
高分子膜を蒸留水に5分ほどつけて、湿らせた状態で組み込んで下さい。  
固体高分子膜を蒸留水から取り出し、2つの角をもって、カーボン拡散層の上に置きます。

固体高分子膜には、アノード側とカソード側面があります。

マッドブラック色：アノード側（カーボン拡散層）

グレー色（拡散層付）：カソード側

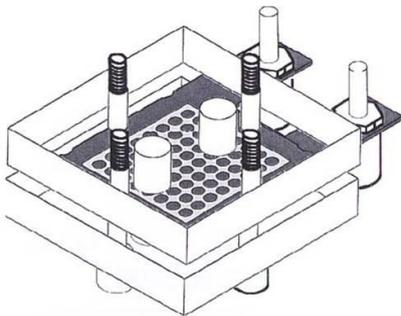
アノード触媒側（マッドブラック）は、カーボン拡散層に面し、物理的に接触する必要があります。膜とカーボン拡散層は湿気によって所定の位置に保持されます。



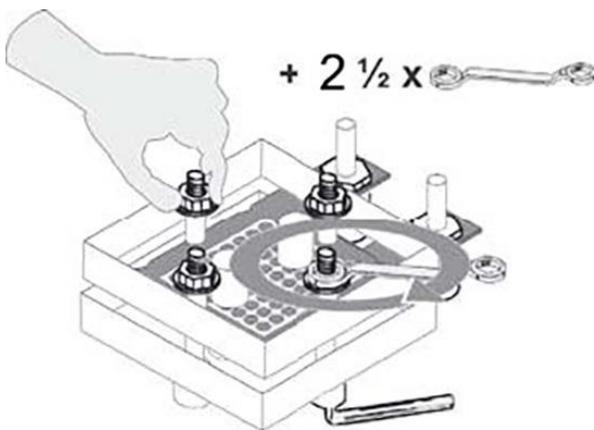
3. カソード側の穴あきプレート（グレー色面）の上に配置します。

アノード側（赤端子）とカソード側（黒端子）の端子向きは同じ方向である必要があります。

穴あきプレートシールの厚い側は、まだ取り付けしていないアクリルプレートの方を向いている必要があります。



4. 2 枚目のアクリルプレートをボルトに配置し、ワッシャーとナットを取り付けてください。最初にナットを指で締めます。



5. アクリル板間の隙間が約 4mm になるまで、ナットを少しずつ交互に締めます。

注意！

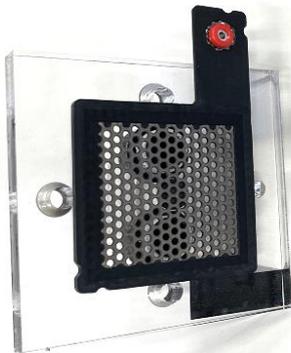
締めすぎると電極が損傷する可能性があります。

定規等でアクリル間の距離を確認することをお勧めします。

6. フィッティングをハウジングプレートの 4 つの穴にねじ込みます。

E208 分解時参考写真

アノード側（プラス端子）



カソード側（マイナス端子）



## 電解分解セルの操作

1. 0～5V および 0～10A を供給できる小さな可変/調整可能な DC 電源装置を入手します。  
商品番号：AD-8722D（参考）
2. 電源を電解セルに接続する前に、最大値を設定します。電源の電圧を 2.1～2.2 ボルト（電圧制限モード）。  
電解試験の前に、電流のノブが 0A に設定されていることを確認してください。  
電解セルのテスト中、ユーザーは電圧を制限しながら電流を変化させることをお勧めします。
3. 電源から電解セル端子への接続極性が正しく行われていることを確認します。  
**電源のプラスリード線は、赤色の 2mm バナナプラグが付いているアノード側の電極に接続してください。**  
**電源のマイナスリード線は、黒色の 2mm バナナプラグが付いたカソード側電極に接続してください。**
4. 電気接続を行った後、DC 電源をオンにします。電源の電流つまみを回して、ゆっくりと電流値を調整してください。  
ほとんどの電源装置は、電圧パラメータと電流パラメータの両方の読み出し値を提供します。  
マルチメータを使用して、電解セル端子の電圧値を確認できます。
5. 水電気分解セル分解・組立キットの最大入力電流値は約 5A（36～39℃ の温水を使用する場合）であり、ユーザーは 5A まで電流を調整できます。5A に達する前にセル電圧が 2V に達した場合は、停止して電流をそれ以上増加させないでください。
6. 室温の蒸留水（精製水）を使用すると、セル電圧が 2V に達する前に 0～4A を達成できます。36～39℃ の温度範囲の温水を使用すると、0～5A セル電圧が 2V に達する前に達成できるでしょう。

## 技術仕様

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| 寸法      | : 80W x 90D x 100H mm |
| 質量      | : 0.2 kg              |
| セル      | : 1 枚                 |
| 電極面積    | : 16 cm <sup>2</sup>  |
| 入力電圧    | : 0 - 2 V             |
| 入力電流    | : 0 - 5 A             |
| 水素ガス発生量 | : 約 35mL/min          |
| 酸素ガス発生量 | : 約 17.5mL/min        |
| バナナジャック | : φ2.0mm              |

電解槽セルに流すことができる電流の量は、蒸留水の温度に依存します。室温では、0 A～4 A を達成できます。わずかに温めた水（約 40℃）では、0～5 アンペアを達成できるでしょう。

**注意：このセルに印加できる最大電圧は 2.1V です。**

## トラブルシューティング

電解セル動作中の障害で最も頻繁な原因は次のとおりです。

### 汚染された水の使用

この電解セルは特殊な膜を備えており、操作には純粋な脱イオン水（蒸留水又は精製水）が必要です。他の水源（水道水、湖水、海水など）を使用すると、膜の機能が損なわれ、イオン伝導度が低下します。汚染された膜は、汚染されていない膜と比較して性能が大幅に低下します。

### 逆極性接続

電解セルへの電源接続が誤って行われ、操作されると、カソード触媒とカソードガス拡散層が恒久的に損傷します。

### 分解後の逆膜取付け

ハードウェアを分解した後、MEA の向きが正しく配置されていないと（アノード側触媒がカソード側穴あき電極に向かって配置されているなど）、セルが動作しないか、内部コンポーネントが損傷する可能性があります。

### 水の量が不十分であるか、セルを乾燥させている

アノード側チャンバーに十分な蒸留水が供給されない場合、またはドライモードで動作する場合、セルのコンポーネントが損傷します。

**カスタマーケア**

本製品やマニュアルを十分にご活用頂けましたら幸いです。また、ご不明な点がございましたら遠慮なく下記宛にご連絡下さい：

株式会社メガケム

〒226-0024

神奈川県横浜市緑区西八朔町 149-8

TEL : 045-937-5188

FAX : 045-937-5199

Email : office@megachem.co.jp