

SSH講演 「燃料電池について」

参考資料 2

固体高分子形燃料電池の構造と発電原理

9月25日(木)に大同工業大学の堀美知郎教授をお招きして、燃料電池に関する講義をしていただきます。

先生は長年に渡り、東芝の第一線で燃料電池の研究にあられ、6年前に大同工業大学の機械工学科教授に着任され、引き続き燃料電池の研究開発に専念されておられます。

今、話題の燃料電池とは何なのか？

我々に何をもちからず技術なのか？

現状はどの程度進んでいるのか？

近未来的な可能性はいかほどのものか？

こうしたお話を伺うのに、堀先生ほどの適任者はいないと思われれます。是非とも講義の中で、産業界に渦巻く大きな潮流を実感してください。

なお近日中に燃料電池の製作実験を計画しています。

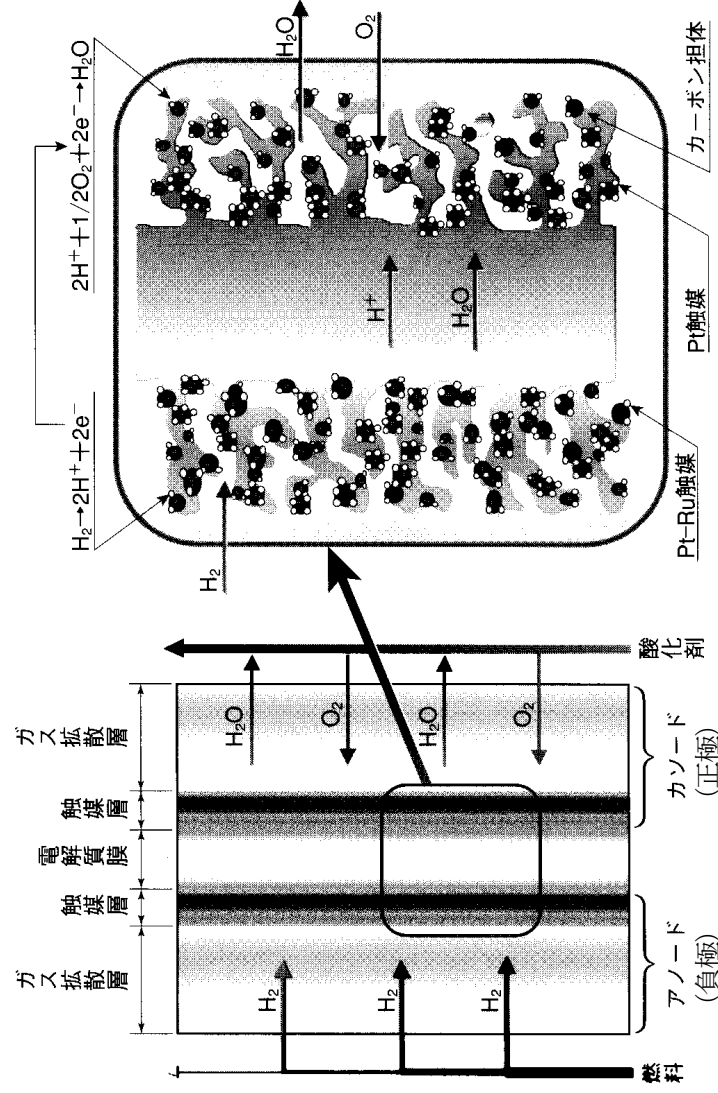
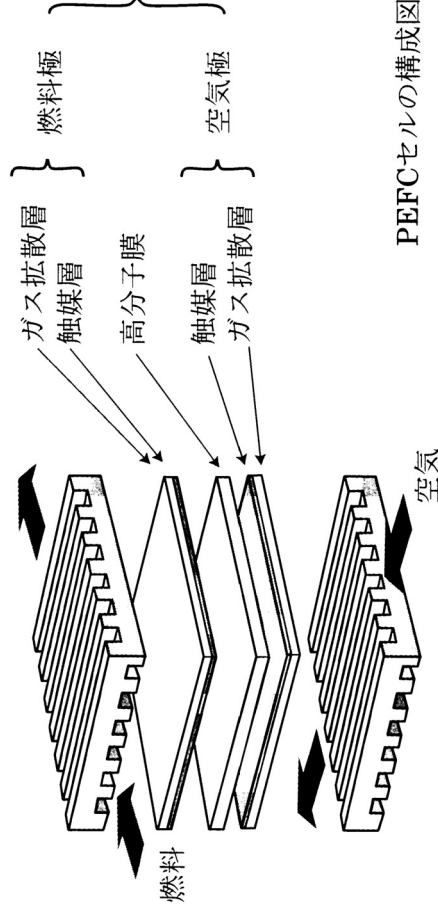
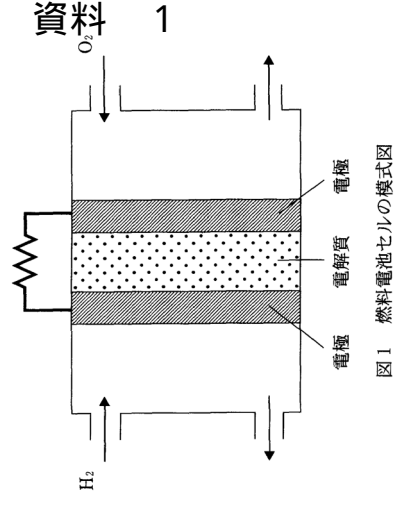
講義時には、筆記用具を持参し、授業開始5分前にはAV教室に移動してください。

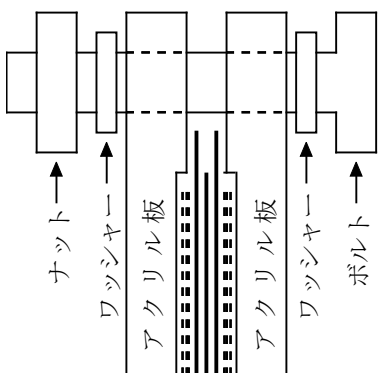
参考資料 1

燃料電池の種類 (表1)

表1 燃料電池の種類とその特徴					
	電解質	作動温度	燃料	発電効率	特徴
固体高分子形 (PEFC)	高分子膜	室温~90°C	水素 天然ガス(改質) メタノール(改質) ガンリン(改質)	30~40%	低温作動 電気自動車用電源 家庭用
直接メタノール形 (DMFC)	高分子膜	室温~90°C	メタノール	20~50%	改質器が不要 モバイル用電源
アルカリ水溶液液形 (AFC)	水酸化カリウム水溶液	50~150°C	水素	60%	宇宙用として 実用
リン酸形 (PAFC)	リン酸水溶液	190~220°C	天然ガス(改質) プロパン(改質) メタノール(改質)	35~42%	オンサイトとして ほぼ商用段階
熔融炭酸塩形 (MCFC)	Li-Na 系炭酸塩 Li-K 系炭酸塩	650~700°C	天然ガス 石炭ガス化ガス	45~60%	改質器が不要 高効率発電
固体酸化物形	ジルコニア系 セツックス	900~1000°C	天然ガス 石炭ガス化ガス	45~65%	改質器が不要 高効率発電

注: 「燃料」欄に示す(改質)は、燃料電池本体の上流路にその燃料を水素に改質するための反応器が必要になることを意味する。





操作4 セルの組み立て（パワーポイントで説明）

- 1 負極用ホルダーにワッシャー、ボルトを通し、ホルダー中央の凹みにナイロン網をのせる。
- 2 続いて、パッキン(1枚目)、集電板(黒端子付)、パッキン(2枚目)、MEA、パッキン(3枚目)、集電板(赤端子付)、パッキン(4枚目)、ナイロン網の順に重ね、最後に正極用ホルダーをのせ、ボルトにワッシャーを挟んでナットで締付ける。
(注意3：部品をのせていくときは中央に真っ直ぐのせる。特にカーボンペーパーとパッキンは重ねないようにする。)
(注意4：ナットでの締付けは均等にし、締付け過ぎないようにする。)

操作5 発電

- 1 セルと空気ポンプをチューブでつなぐ。
- 2 セルとレギュレータをつなぐ。
(注意5：レギュレータの開閉栓は調整してありますので、操作しないように。)
- 3 セルの水素極側の噴出口にプラグをする。
(注意6：強く栓を押し込むと、抜けなくなるので、強く押し込まないこと。)
- 4 水素ポンプの栓が閉まっていることを確認し、レギュレータと水素ポンプを接続する。
(注意7：栓が開いた状態でも、レギュレータにつながるまでは、自動弁が働くので、水素ガスは出ません。必ず閉まっているか、手で回して確認すること。)
- 5 セルとモーターを配線する。
- 6 空気ポンプの電源を入れる。
- 7 セルに水素ガスを送る。
水素ポンプの栓を徐々に緩め、水素ガスをセルに送る。水素が少し送られたら、すぐに栓を閉じる。(余分に水素ガスを出さないため)
(注意8：水素ガスを送るとき、栓をゆっくりと回すこと。水素流量は少量で十分であり、また、勢いが強いと触媒粉末が飛び出して、発火し、危険である。)
- 8 モーターに替えて、テスターを接続し、電圧を測定する。テスターの設定は、5Vで。
(注意9：複数の電池をつないで、モーターを動作させないこと。)

記録

片付け

- 1 セルから空気ポンプのチューブ、水素ガスのチューブを抜くときは無理に引き抜かないこと。
- 2 MEA、ポリスポイト、テフロンシートは回収します。捨てないように。
- 3 水素ポンプ、レギュレータの栓は閉じた状態にしておくこと。
- 4 セルの各部品は、元の袋に数を確認して入れること。
特に、ボルト(8本)、ナット(8個)、ワッシャー(16枚)

操作1 触媒混合液の調整（2セット作る）

- 1 50mLのビーカーに、葉さじ(小)1杯の触媒を入れる。
- 2 ポリスポイトで8滴の水を加え、ポリスポイトでよく混ぜる。
(注意1：今回用いる触媒は、活性が高く、他の薬品と反応して発火する可能性がある高いので、必ず最初に水を触媒に加える。)
- 3 試験管に用意されているエタノールを駒込ピペットで0.5mL加える。
- 4 最後に高分子膜液を1.0mL加え(教卓で入れてもらう)、よくかき混ぜる。(触媒液の完成)

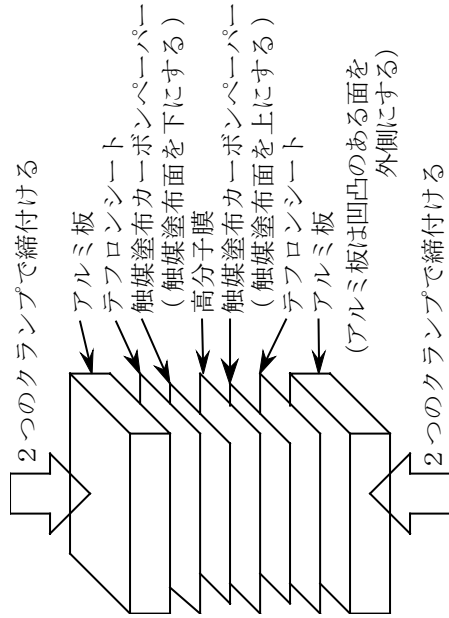
操作2 触媒混合液の塗布

- 1 キッチンペーパーの上にカーボンペーパーを乗せる。
- 2 ビーカー内の触媒液をポリスポイトを用いて、4.0cm角のカーボンペーパー全体に触媒液が塗られるように垂らす。(触媒液はすべて使い切る。)
- 3 カーボンペーパー2枚とも触媒液を塗り終えたら、教卓上の乾燥用トレイに置く。
揃ったところで60°Cの恒温乾燥機の中に入れ、約3分乾燥させる。(触媒層の完成)
触媒を塗ったカーボンペーパーはゴム手袋・ピンセットを用いて取り扱うこと。
- 4 乾燥したカーボンペーパーの様子を記録する。他の物と色の濃淡やムラの有無などを比べる。

記録

操作3 膜電極接合体 (MEA : Membrane Electrode Assembly) の製作

- 1 アルミ板からはみ出さないようにテフロンシートを敷く。(アルミ板は、凹凸のある面を外側にして用いる。)
- 2 この中央に触媒層を上にしてカーボンペーパーを1枚だけ置く。
- 3 その上に高分子膜を置き、続いてもう1枚のカーボンペーパーを触媒層を下にして置く。
- 4 さらにテフロンシートを敷き、アルミ板をのせ、2つのクランプで金属板を締め付ける。
- 5 クランプで締め付けたアルミ板をオープンスタターの中に入れ、加熱で約4分、余熱で約3分放置し、触媒層と高分子膜とを熱と圧力で圧着する。
- 6 クランプで締め付けたアルミ板を軍手をはめた手でオープンから取り出す。
(注意2：火傷に注意する。特にアルミ板、クランプを外したら、冷えるまでに相応な時間がかかるので、実験台上に放置せず、クランプを外したら、すぐに教卓に持って来ること。)
- 7 圧着された膜(カーボンペーパーと高分子膜の接合体)を触媒層と高分子膜を剥がさないよう、テフロンシート、アルミ板から丁寧に剥がす。(MEAの完成)
テフロンシートは、リユースするので捨てないこと。(教卓で回収)



$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} = 1 \text{ J/s}, \quad F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$$

(1) 燃料電池を 3.00×10^3 秒稼動させると、反応する水素は何 mol か。

結果・考察等

1 理論上、燃料電池の起電力(電圧)は何 V になるか、文献等で調べなさい。また、各自の班の値と比較し、理論値との差の原因を検討しなさい。

2 燃料電池は燃料である水素の化学エネルギーを直接電気エネルギーに変えているが、他の発電方法に比べて効率がよいのは何故か。

3 燃料電池は環境にやさしい発電方法と言われている。何故か。

4 燃料電池の一般への普及にはいくつかの問題点がある。どんな問題点が考えられるか。

5 固体高分子型燃料電池の正極、負極での反応を e^- を含んだ反応式で示せ。

正極：

負極：

6 アルカリ形燃料電池 ($\ominus \text{H}_2 | \text{KOHaq} | \text{O}_2 \oplus$) は、歴史が古くアポロ宇宙船やスペースシャトルで使用されているが、二酸化炭素を含む空気を扱うことはできない。何故か。

提出日 (期限) 10月 日

理論値	V	実験値	V
-----	---	-----	---

(2) $\text{H}_2(\text{気}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{気}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 286\text{kJ}$ を参考にして(1)と同量の水素を完全燃焼させると発熱量は何 kJ か。

(3) (1)の稼動で燃料電池から供給される電気エネルギーは、(2)における水素の燃焼反応による発熱量の何%か。

8 実験について、感想や思ったこと感じたことを書きなさい。(堀教授の講演と絡めてもよい。)