

指導資料

鹿児島県総合教育センター

課題研究のための教材開発

- 燃料電池 -

1 課題研究の現状と課題

理科の学習で、自ら課題を見付け、その課題を解決するために目的意識をもって意欲的に観察、実験に取り組むことは問題解決能力を養う上で大切なことである。

中学校選択教科としての「理科」や高等学校理科で課題研究などがあるが、現状は、生徒自ら課題を設定しやすい教材がなかなか見当たらないため、積極的に取り組んでいるとは言い難い。課題研究のための価値ある教材の開発は、今後一層必要となる。

そこで、スペースシャトルに使われ、自動車の電源としても実用化が図られている燃料電池を身近な素材を用いて製作し、それを課題研究の材料とした。製作した燃料電池は、次の点で教材として有効である。

- 身近な気体である水素と酸素から電気エネルギーが得られる燃料電池の仕組みは生徒の興味・関心を引き起こす。
- 製作した燃料電池を使った観察、実験を通し、主体的に課題を設定できる。
- 科学技術に興味・関心をもち、その原理や仕組みを調べ、理解しようとする態度や意欲をはぐくむことができる。

理科 第229号

- 中，高等学校対象 -

平成13年11月発行

2 燃料電池について

(1) 燃料電池の原理

図1のように、水は電気エネルギーを用いて、水素と酸素に分解できる。逆に、水素と酸素を化合させると水と電気エネルギーが得られる。

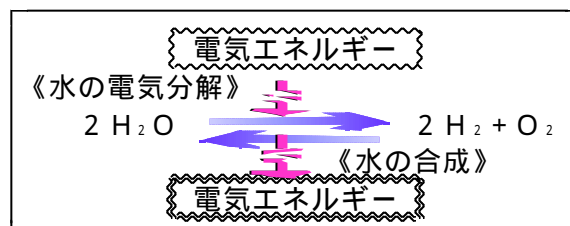


図1 水の電気分解と合成

(2) 燃料電池の仕組み

本稿では、製作しやすく、課題も追究しやすいアルカリ型燃料電池について述べる。

各極の反応を示すと次のようになる。

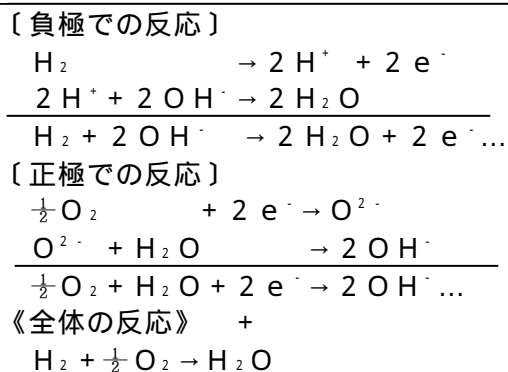
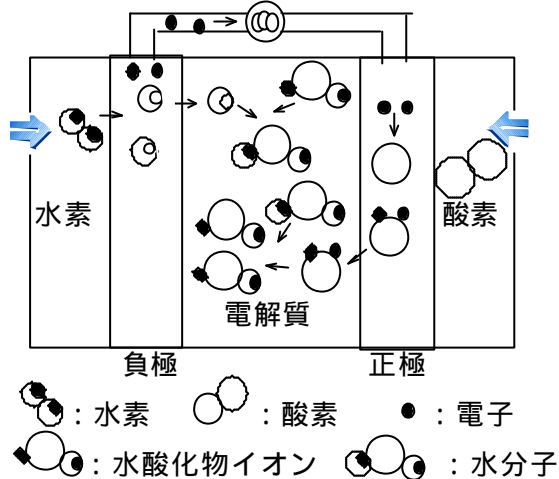


図2のように，水素は，負極のパラジウムの触媒作用により，水素イオンと電子になり，水素イオンは，電解質中の水酸化物イオンと反応して水になる。正極では，酸素が電子と反応して酸化物イオンになり，さらに，水と反応して水酸化物イオンになる。



3 簡易燃料電池の製作

(1) 製作における工夫点

- 気体を注入しやすくするために，電極にディスポーザブル注射器を用いた。
- 電解槽に加工のしやすいプラスチック容器を用いた。
- 電極材には，ステンレス金網にパラジウムをメッキしたものをを用いた。
- 電極を取り替えやすいように導線をゼムクリップで接続した。
- 電解槽を傾けるだけで電極に電解液がたまるようにした。
- 電解液には，安全面を考慮して炭酸ナトリウム水溶液を用いた。

(2) 製作方法

【準備】

炭酸ナトリウム，塩化パラジウム，ステンレス製金網，ディスポーザブル注射器，ゴム管，みの虫クリップ，ゼムクリップ，コルクボーラー，プラスチック容器

【製作方法】

電極の製作

ステンレス製金網を，注射器の筒の長さより約5mm長くなるように切り（9×3cm），サ



写真1 電極

ンドペーパーでよく磨いて，筒状に巻き，注射器に入れる。これを2本作り電極とする。

電極のパラジウムメッキ

500 mlの水に塩化パラジウム0.1gと数滴の濃塩酸を入れて溶かし，メッキ液とする。

塩化パラジウムは水に溶けにくいのでマグネチックスターラーなどを利用して溶かすとよい。完全に溶かすと，黄色の透明なパラジウムメッキ液が得られる。

この液に， で作った電極2本を約1時間浸してメッキする。

導線の接続

導線には，みの虫クリップを一端にし，電極側はゼムクリップで接続するようにした。



写真2 導線接続

電解槽の製作

容器のふたに電極と空気抜きのための穴をコルクボー

ラーで3か所開ける。注射器の先端を上にして固定する。



写真3 電極固定

注射器の先端には気体注入用のゴム管を取り付け、ピンチコックで閉じる。また、千枚通しで2か所穴を開け、導線を通す。



写真4 電解槽のふた

電解液

アルカリ型燃料電池は、電解液に強アルカリを用いているが、安全面を考慮して、炭酸ナトリウム水溶液を電解液として使用する。



写真5 製作した燃料電池

4 自作した燃料電池での基本実験

次のような手順で基本実験を行う。

0.1mol/l 炭酸ナトリウム水溶液を電解液に用い、図3のように容器を傾け、注射器内に電解液をためる。

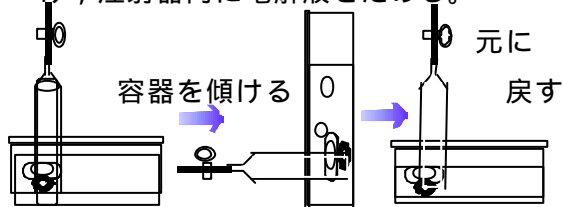


図3 注射器内の空気抜き

空気抜きを

した注射器の一方に注射器先端のゴム管を通じて、5~6mlの水素



写真6 気体注入

を入れ、再びピンチコックでゴム管をとめ、燃料電池の負極とする。

同様に、もう一方の注射器に酸素を入れ、燃料電池の正極とする。

約5分後、起電力を測定すると約0.3Vを示した。このとき電子メロディーをつないでも鳴らすことはできなかった。用い



写真7 実験の様子

た電子メロディは約0.7Vで鳴り出す。

生徒たちは、基本実験を通して身近な水素と酸素から電気エネルギーが得られる科学技術に驚き、その原理や仕組みに興味・関心をもつ。

基本実験では電子メロディが鳴る程の起電力が得られないため、生徒たちは、電子メロディを鳴らそうとして燃料電池の起電力を上げるための試行錯誤を繰り返す。また、この装置を用いて電気分解を行うこともできるので、水の電気分解で得られた水素と酸素を利用する方法も考えられる。

このような、自らの課題を追究するための探究活動を行うことにより、問題解決能力が高まると考える。

5 自作した燃料電池を用いた追究例

自作した燃料電池を用いて次のような追究が可能である。

- 注入する気体の量を変える。
- 電極の種類や形、大きさを変える。
- 電解液の種類や濃度を変える。
- 電気分解を利用する。

【追究例 1】気体の量を変えると起電力は
どうなるか

注入する気体の量を変えても、起電力は一定である。このことから、気体の量は反応に関係しないことが分かる。

【追究例 2】電極の幅を変えると起電力は
どうなるか

電極幅(cm)	1	2	3	5	6
起電力(V)	0.15	0.20	0.30	0.45	0.50

液面に接する電極の幅を大きくすると起電力も大きくなる。このことから、気体の反応は、図 4 のように気体と電極と電解液の三層が接している部分で行われることが分かる。

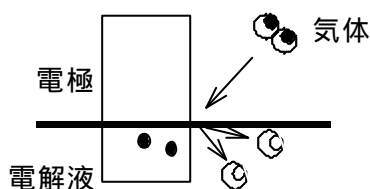


図 4 気体の反応

【追究例 3】電解液の濃度を変えると起電力は
どうなるか

濃度(mol/l)	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0
(%)	1	2	5	10	20
起電力(V)	0.30	0.40	0.50	0.65	0.70

(%濃度は、およその値で示す)

電解液の濃度が高いほど起電力が大き

くなる。このことから、電解液中の水酸化物イオンの濃度が反応に影響することが分かる。

また、起電力が約 0.7V に達し電子メロディーが鳴り出す。

【追究例 4】水の電気分解を利用すると起電力はどうなるか

燃料電池で用いる水素と酸素は、この装置を使い、水の電気分解を行うことでも得られる。しかし、電気分解をした後の燃料電池の起電力は、気体注入に比べ下表のような違いが生じる。

	気体注入	電気分解
起電力(V)	0.70	1.20

電解液：1.0mol/l 炭酸ナトリウム水溶液

電極：6cm 幅ステンレス金網(パラジウムメッキ)

起電力の違いは、電極のパラジウムが触媒作用の他に、水素を蓄える働きがあるため、電気分解後に蓄えられた電極内の水素も反応しているためである。

生徒たちは、電子メロディーを鳴らそうとして、さらに条件を変えて意欲的に探究活動を行うことができる。

簡易燃料電池の製作と実験を通し、生徒たちは最先端の科学技術を身近に感じることができる。さらに、最先端の科学技術を理解し体験しているという喜びが、問題解決のための大きなエネルギーとなり、課題研究のねらいである主体性の育成につながると考える。

【参考文献】

文部省『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数科編』平成 11 年 大日本図書
『理科教材教具開発ハンドブック』平成 2 年 3 月 京都市青少年科学センター

(第二研修室)