

# 炭と金属の反応

宮城県仙台第三高等学校

近年発電についての話題を多く耳にする。特に地球温暖化が環境問題として問題視されている中、私たちは身近なもので、電気を作りたいと思い、この研究に至った。そもそも私たちが住んでいる日本は災害が多く、それに伴う停電というも多い。そのようなときに身近なもので発電できたらより安心するのではないかと思う。そして私たちが目をつけたのは炭電池だ。しかし炭電池には大きな欠点がある。それは大きな電力を生み出すことができないということだ。それを改善することを軸に私たちは実験を行った。先輩方の先行研究から圧力を上げていくことで作ることのできる電力は大きくなることは分かっている。しかし、それは微々たるものであった。そこで私たちは、金属が電気を促進するのではないかと考え、金属を備長炭に混ぜて作り出すことのできる電力を測った。そうすることで備長炭のみで発電をするよりも大きな電力を作ることができた。また備長炭の量を増やして実験をしても電力が増えることを確認した。

## 1 背景

乾電池は非常に便利ではあるものの、危険な点もまた複数存在する。日本国内で多く報告されているのが、乾電池内部の液漏れと乾電池の劣化による発火・ショートである。乾電池は日常の多くの場面で使われているのはもちろんのこと、災害時の避難所などでも小さく、様々な機器に用いることができることから重宝されている。近年の日本においては災害が起こることが珍しくなくなってきたのが現状である。乾電池は使用せずとも劣化していき、避難所で使おうとした際にショートしてしまうケースや発火してしまうケースも報告されている。

そこで私たちは発火や液漏れの危険性が限りなく低い電池を用いて条件を変えることによって、十分な電流を生み出すことを目標に実験を行うことにした。安全な電池はいくつか存在するが、小中学生が実験で用いることから広く一般的に知られている炭電池を用いて実験を行うことにした。先行研究において「炭の量を増加させる」・「圧力をかける」という2つの要素を加えることによってもの炭電池よりも大きな電流を生み出すことができるということがわかっている。他に電流をより大きく生み出すことができる要素はないのだろうか？そう考えた私たちは、何かしらの電導帯のものを炭電池の炭の部分に加えることによって、より大きな電流を生み出すことができるのではないかと考えた。

電導体のものの中でも私たちが見聞きしたことがある、よく知られた金属を使って実験を行うことにした。伝導性が良い金属を調べてみると銀や銅がよく電気を伝えることがわかった。私達は2種類の金属の箔をもちいることにした。箔を選んだ理由は、それらの金属は今回の実験においては、塊を用いてしまうと反応が大きくな

り過ぎてしまうかもしれないといわれたため、また複数回実験を行うため費用が多くかかってしまう。そこで、箔状態の銅と銀の2種類の金属をそれぞれ炭と混合させて電流をより多く生み出すということを最終目標とした。

以上のことより、私たちは実験を2段階に分けて行うことにした。

- ①金属を加えない状態の炭電池  
銅を混合させた炭電池  
銀を混合させた炭電池

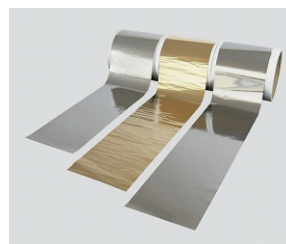
以上の3種類の炭電池の発電量を比較し、どの状態が最も優れているかを判断する

- ②①の実験結果を比較し、最も発電量が多かった電池を用いる。その電池を用いて直列回路の仕組みを使って、金属を加えない状態の電池や乾電池などと同様に発電量は増加するのかどうかを調べる。

## 2 材料と方法

実験で用いた材料と道具は以下の通り

- 材料・備長炭 3.0 g (粉末状に砕いたもの)
- ・飽和食塩水
  - ・キッチンペーパー 1枚 (飽和食塩水に浸したもの)
  - ・銅箔, 銀箔 0.05 g (それぞれ細かくし、粉状にして用いた)
  - ・アルミホイル
  - ・プラスチック板



(Thinkstock/Getty Images)



道具・漬物器

- ・検流計
- ・ピンセット

(金属箔をそれぞれ粉状にするために用いた)

- ・ハンマー

(備長炭を粉末状にして使用するのために用いた)

◎漬物器を用いた理由

- ・炭電池全体に圧力を等しくかけるため
- ・一度圧力をかけたあとは放っておいても同じ圧力がかかり続けるから



◎なぜわざわざバーベキュー炭よりもコストの掛かる備長炭を用いて実験を行ったのか。り

その理由はそれぞれの炭の構造の違いにある。

下の写真は備長炭にみられるが、バーベキュー炭には見られない多孔質構造というものであ

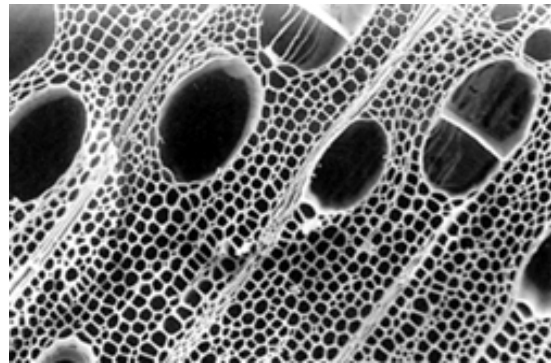
る。

多孔質構造というのは、簡単に言えば物質の構造に空洞が多く、また大小様々な空洞が存在していることをいう。

その空洞部分に酸素をはじめとする空気中の気体が多く含まれる。

つまり、炭電池においてより多くの反応が行われるため、他の炭と比べて多くの電流を生み出すことが可能になるということである。

その分バーベキュー炭と比べると大きな差はないものの価格が高い。



- 方法
1. アルミホイルでプラスチック板を覆う
  2. 1の上に、食塩水を染み込ませたキッチンペーパーを敷く
  3. 2の上に炭とをまんべんなく敷く (実験2では金属を加える)
  4. 3の上に、1で用いたものと同じものを置く
  5. 検流計を使用して電流を計測する
  6. 層を増やして実験を繰り返す

### 3 結果と考察

◎1段階目の実験の結果

金属を加えないもの、銅・銀をそれぞれ混合させたものの発電量をそれぞれ1層で計測したところ以下ようになった。

炭電池の状態	発電量
金属なし	300mA
銅混合	340mA
銀混合	410mA

表から金属を加えないものと銅を混合させたも

のでは目立った差が生まれていないことがわかる。一方の銀は他の2つの電池と比べて大きな電流を生み出す事ができている。

金属の種類以外の条件は、一切変えていないことから実験で用いた2つの金属の性質における何かしらの違いが実験の結果の違いを生んだと考えられる。

銀と銅の2つの金属の性質の違いについて、確実な結果を得ることはできなかったが、導電性の差によってこれだけの差が生まれたのではないかと考えた。

Ag>Cu>Au>Al>Fe

銀と銅を比べてると電気をより通しやすいのは銀である。そのため多少ではあるが銀を混合させた炭電池のほうが銅を混合させた炭電池よりも多くの電流をより早く、また、より効率的に送ることができたのではないかと考えた。

#### ◎2段階目の実験について

1段階目の実験において、銀を混合させたものが一番電流を生み出すことができるということがわかったため、より多くの電流を生み出すために銀を混合させた炭電池を用いて2段階目の層の数の違いによって起こる変化について実験を行うことにした。

2段階目の実験の結果は以下ようになった

炭電池の層数	発電量
1層	410mA
2層	470mA
3層	680mA
4層	960mA
5層	1600mA

5層の実験の結果は、スマートフォンの充電に必要とされている1.5Aを超える電流を生み出すことができている。

これらの結果から、乾電池や、金属を混合させていない状態の炭電池と同様に直列回路においてより多くの電流を生み出すことができることがわかった。

また直列回路によって電流が増加したことから、小型化ができれば乾電池と同様に様々な機器にも用いることが可能であることもわかった  
つまり、今回用いた材料はそのままに容器の軽

量化・コンパクト化を行うことができれば 実践的・実用的な電池ということができるとはならないだろうか。

#### ◎他の条件を変えて実験を行う場合

- ・金や鉄をはじめとする他の種類の金属を混合させて実験を行い、実験結果の違いは金属の伝導性の違いによって生じたものかどうかを調べる
- ・金属以外の導電性を持つ物質と炭を混合させる(半導体を含む)

- ・食塩水の濃度を変化させる
- ・アルミ箔の量を増加させる

(実験2においてアルミニウムが多く溶けていたことから、アルミニウムが不足してしまったことにより反応が止まってしまったのではないかと考えたから)

- ・実用的な大きさと発電させてみる  
(現状の発電装置は大きすぎるため、持ち運びが容易ではないから)

- ・5層よりも更に多くの炭電池をつなげることでより充電に多くの電力が必要とされている機器の充電を行う

- ・どのくらいの時間、充電が可能な発電量を維持することができるのか

上記の実験を行うことができれば、研究データとしてより充実したものになるのではないかと考えた

#### 【参考文献】

- ・日本化学学会

炭とアルミの電池

[https://www.chemistry.or.jp/edu/magic-dvd/chemical\\_01reason.html](https://www.chemistry.or.jp/edu/magic-dvd/chemical_01reason.html)

- ・林野庁

木炭の性質と構造

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/mokutan/seisitu.html>

- ・米子工業専門学校

炭電池の性能評価と小型化

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/139/3/139\\_NL3\\_7/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejpes/139/3/139_NL3_7/_pdf/-char/ja)

- ・炭専門商社増田屋

備長炭の特性

(多孔質構造とその他の特徴)

[https://www.masudaya.co.jp/gyomu/powder/tokusei\\_bincho.html](https://www.masudaya.co.jp/gyomu/powder/tokusei_bincho.html)

**【参考文献の書き方】**

○書籍

著者，書名，出版社，発行年.

○論文

筆者，表題，雑誌名，発行年月.

○新聞記事

見出し，紙名，年月日.

○Wikipedia

表題，Wikipedia，閲覧日.

○Web ページ

表題，サイト名，掲載社，閲覧日，URL

