

実用的な新型木炭電池の開発に向けて

宮城県仙台第三高等学校

13 班

木炭電池は比較的安価で作成が容易であるが、取り出せる電流が少ないという欠点がある。そこで木炭電池を高性能化し実用化することを目的として実験を行った。まず実験 1 として最も効率の良い木炭の形状を調べた。円柱状、礫状、粉末状、の形で比較したところ粉末型が最も電流を流した。次に木炭電池での圧力と電流の関係を調べることにした。木炭電池において加わる力と電流には正の相関があることが分かった。最後に、漬物器を使用して圧力をかけ、電流を計測する実験を行った。結果は、圧力を加えた直後は、1200mA の電流が流れ、30 分後に 150mA 程度まで減少した。そこから漬物器の圧力を加え直すと 800mA まで電流が回復した。最終的には、iPhone の充電に成功した。

1 背景

木炭電池は小学生の自由研究の題材にも用いられるように、比較的安価、作成が容易、安全に作成ができるなど利点があるにもかかわらず、実用的な電池として使われることはまずない。なぜなら、取り出せる電流が少ないという欠点があるからである。そこで木炭電池についての研究や論文について探してみたがほとんど見つけることができなかつた。そこで、なぜか深い研究がなされていない木炭電池に興味を持ち、木炭電池を高性能化し実用化することを目的として実験を行った。まず実験 1 として最も効率の良い木炭の形状を調べ、実験 2 として木炭電池での圧力と電流の関係を調べることにした。実験 3 では手で圧力を加えていなくても持続的に電流を流せるような構造を模索し、実用化を目指した。

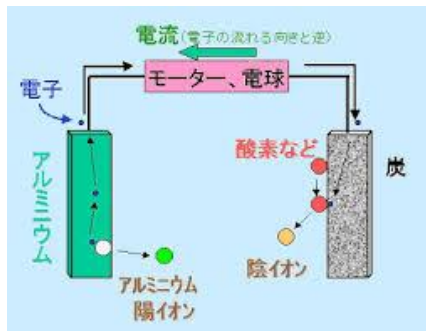


図1 木炭電池の仕組み¹⁾

2 材料と方法

研究の開始にあたり木炭電池に使う木炭と電池の構造について二種類の予備実験を行った。

まず、木炭について BBQ 炭を用いて電池を作った。用意した BBQ 炭は木材を密封して加熱することで炭化させたもので、BBQ 炭が手軽に作れるという点で実用化を見据えた選択であった。しかし結果として電流計での電流は観測できなかった。原因は炭化が不十分、かつ均等でなかったことだと考えられる。木炭電池に必要な木炭は高温で十分に炭化していることが必要であることが確認できた。購入した備長炭で電池を作ったところ電流が流れた。



BBQ 炭の電池構

予備実験で用いた BBQ 炭

次に、木炭電池の構造について実験を行った。一般的に用いられる木炭をそのまま用いてできる電池と、先行研究で示されていた⁵⁾炭粉末を用いた電池を作成し、両方で電流が流れることを確認した。

そこで十分に炭化させた炭であれば木炭電池に使用できるのではないかと仮説を立て、クルミを高温で炭化させたもので炭粉末を作成し電池を作成した。結果として電流は流れず、木炭電池に使用可能な木炭を自作することは難しいことが分かった。

以上の予備実験から本研究では備長炭、二種類の電池構造を用いた。

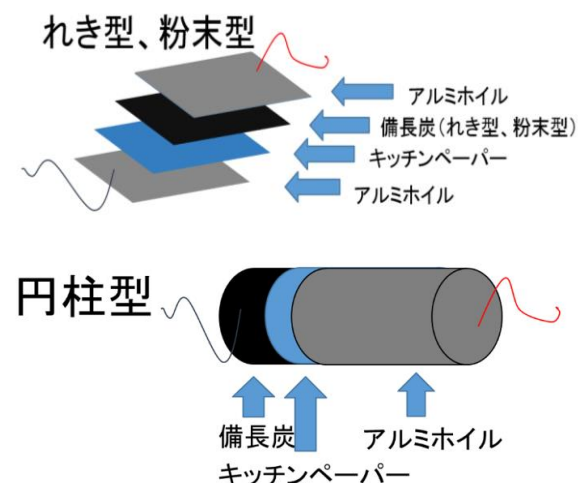
実験 1

材料

備長炭(30g)，飽和食塩水(6g)，キッチンペーパー，アルミホイル2枚を用いる。

方法

三種類の木炭の形状(円柱型，礫型(4~6mm)，粉末型)で流れた電流を比較する。アルミホイル1枚の上に飽和食塩水をしみこませたキッチンペーパーを敷き，その上に木炭30gをまんべんなく敷く。そこにもう一枚のアルミホイルをかぶせ，密着させる。上端と下端のアルミホイルをそれぞれ正極，負極として電流を測定した。



実験 2

力が全体に伝わるように一辺12cmの木の板(100g)を用意した。まず木の板2枚をアルミホ

イルで包み，その板1枚の上に飽和食塩水6gをしみこませたキッチンペーパーを敷く。その上に粉末型の木炭15gをまんべんなく敷き(図3)，もう一枚の板をかぶせ力を加えた(図4)。力の大きさ別の電流の大きさを測定した。※木の板の重さを除き，人為的に力を加えない状態を0Nとした。



図4 実験2の様子

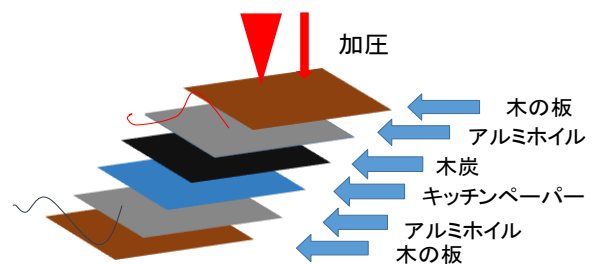


図5 実験2の構造

実験 3

3-1

実験2と同じ構造の木炭電池を2つ重ね，漬物器で圧力をかけて電流を計測した(図4)。※圧力をかけやすくするためφ16cm, t1.5cmの木の板を5枚用いた



図6 実用化に向けた構造

3-2

3-1 の構造を用い、木炭電池の層数を十回に増やし、iphone の充電を試みた。



図7 iPhone に電流を送った装置

3 結果と考察

実験 1

結果:表 1 のような結果となり、粉末型が約 1000mA と他二つに比べ約 5 倍もの電流を流した。

考察:粉末型では、アルミホイルと木炭の接する表面積が最も大きくなったため、反応する量が増加し、このような結果になったと考えられる。また、粒子間の間隔が狭くなったことで、木炭の電気抵抗が下がった可能性がある。

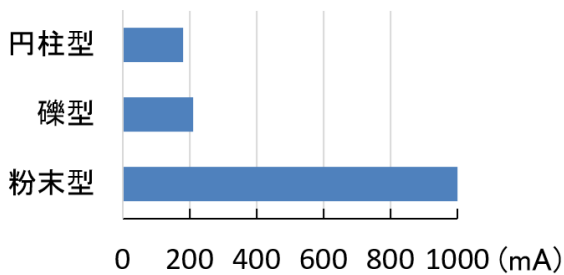


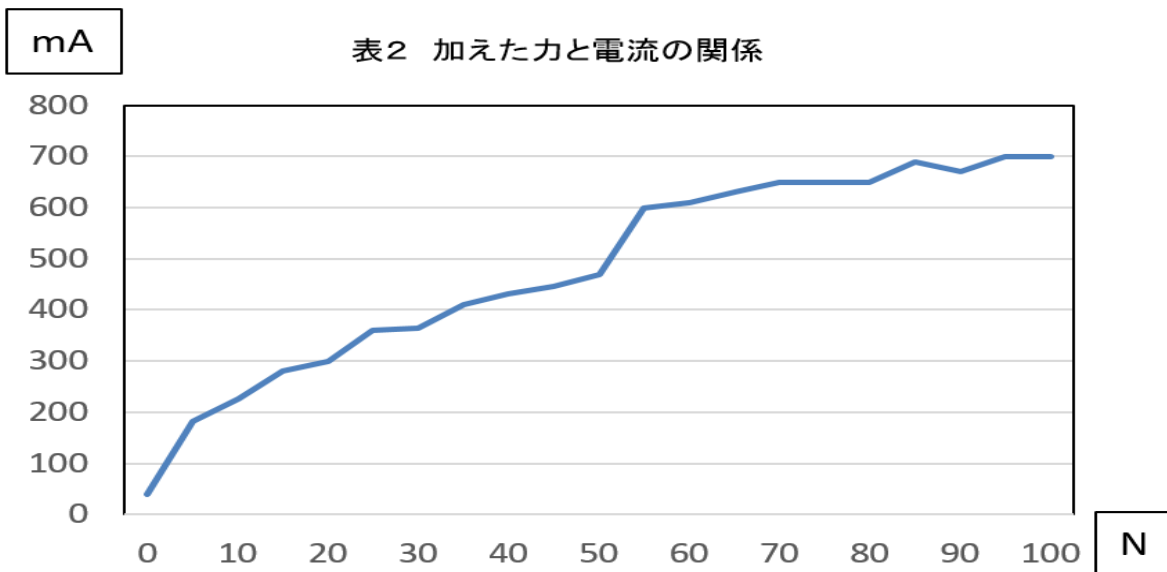
表1 実験1の結果

また、実験 1 の最中に電池に圧力をかけると電流が変化することを発見した。そこで、実験 2 で電流と加えた力の関係を調べた。

実験 2

結果:結果は表 2 のようになった。ここから木炭電池に力を加えることで電流の大きさが大きくなるということ、加えた力と電流には正の相関があるということが分かった。

考察:力を加えたことでより木炭とアルミホイルが密着し、表面積が増えた。また、力を加えたことで木炭同士の隙間が小さくなり、電気抵抗が小さくなったと考えられる。



実験

3-1

結果：漬物器を用いて圧力を加えた直後には約 1200mA の電流が流れたが、30 分たつと約 150mA まで減少した。その後ふたを開け、空気を入れ替えた後に再び圧力を加え直すと約 800mA まで回復した。

考察：重ねる木炭とアルミの層数を増やせば取り出せる電流が大きくなると考えられる。再び力を加えると電流が回復した理由としては、空気の入れ替えを行ったことで電池内に反応に必要な酸素が供給されたと考えられる。

3-2

結果：微量ではあるが iPhone の充電に成功した。約 3% 充電することができた。その後は電流が弱くなり充電できなくなった。

考察：充電に成功した理由⇒層数を増やしたことで反応量が増加し、高い電力を生み出したと考えられる。

すぐに充電ができなくなってしまった理由⇒層数が多く密閉されていたためすぐに酸素が足りなくなったからだと考えられる。

4. まとめ

1. 粉末型の木炭電池が最もよく電流を流す
2. 木炭電池の層数を増やせばより大きな電力を得られる
3. 電池に圧力を加えると電流が大きくなる
4. 構造内の空気を入れ替えると電流が回復する

5. 今後の展望

・圧力による電流量の最大値を調べ、漬物器のネジをどれだけ捻ればよいか調べ、性能を評価する

・材料が安価なため、教育の現場でも気軽に

に使える

・酸素を取り込む方法を改善することで、より実用的な電池ができる

○Web ページ

- 1) 「炭とアルミの電池」 www.chemistry.or.jp
- 2) 「備長炭電池の最良条件を探る」
www.konkougakuen.net
- 3) 「アルミ缶電池を作ろう」
<http://science.wao.ne.jp>
- 4) 「炭電池の性能評価と小型化」
<https://www.jstage.jst.go.jp>