

7

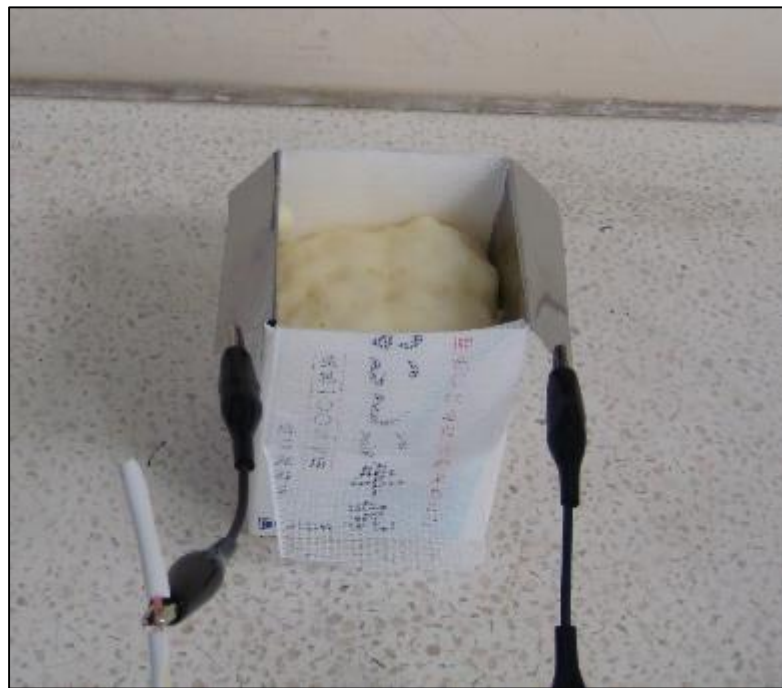
電流の熱作用（電気パン）

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	一年中	1週間	1時間	50分

目的と内容

目的：電気エネルギーが熱エネルギーに変わることを理解する。

内容：ジュール熱を利用して蒸しパンを作ってみよう。



既習事項

小学校：6年生 電気の変換

中学校：3年生 様々なエネルギーとその変換

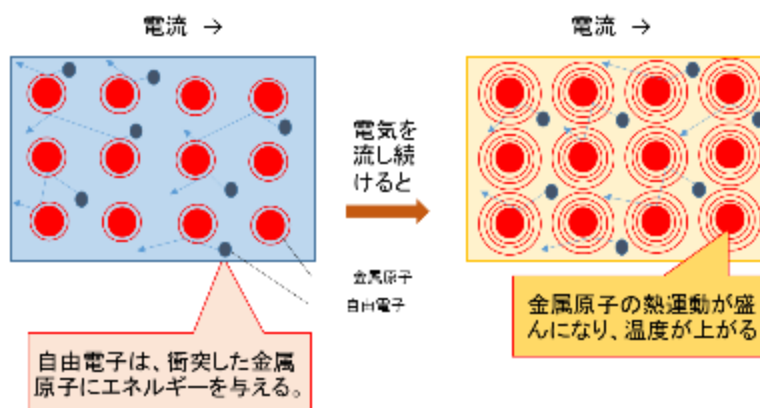
留意点

【指導面】

- 熱の性質については、「熱と温度、物質の熱容量と比熱容量（比熱）、熱の伝わり方、熱量保存の法則、仕事や電流による熱の発生について扱い、歴史的なジュールの実験についても触れる。」とある。

・ ジュール熱

金属線などに電流を流すと、自由電子が金属線の金属原子とぶつかり、そのために熱が発生する。イギリスのジュールという学者が電流と抵抗、発熱量の関係を発見したので、ジュール熱といわれる。電気が流れるためには、水溶液の場合、イオン（電気を持った粒）が必要である。コンセントにつながるとホットケーキミックスの中にあるイオン（塩やベーキングパウダー）が動き出し、電流が流れる。ホットケーキミックス水溶液中には、電気抵抗があり、イオンが動くのを邪魔する。そのため、ジュール熱が発生する。



【安全面】

- 家庭用 100V 交流電源を使うので、感電・ショート等、十分に気をつけること。

＝注意事項＝

- ※ パンのたね（ホットケーキミックスなどを牛乳と混ぜた物）を牛乳パックに入れ、回路がすべてできあがってから、コンセントにプラグを差し込むこと。
- ※ コンセントにプラグが刺さっている（通電）状態で絶対に電極に触らないこと。感電する。
- ※ コンセントにプラグが刺さっている（通電）状態で電極同士がぶつかると（ショート）、ブレーカーが落ちる。ステンレス板を通電状態で、接触させない。
- ※ 基本的にコンセントにプラグを差し込んだら、触らないこと。実験中になにか作業しなければならぬときは、必ず、コンセントからプラグを抜いてから作業を行うこと。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

～前日

- 材料の確認
- 器具・教材の分配

当日

- 器具・教材の分配

☆教材の入手方法

- 牛乳
スーパーマーケットで購入可能。
- ホットケーキミックス
スーパーマーケットで購入可能。
※ チョコチップなどは、スーパーマーケットの製菓売り場にある。今回は、焼き菓子用を使用。板チョコを砕いても良い。



- 100V 用電源コード
100円ショップなどで購入可能可能。



- ステンレス板 厚さ 1mm
ホームセンターなどで購入可能。¥700-円程度。

- ワニ口クリップ
ホームセンターなどで購入可能。

- 電球 200W (家庭用電源 100V 用) ・ソケット
ホームセンターなどで購入可能。
電球：¥200-程度。 ソケット：¥400-程度。



準備

当日のセット

☆生徒用

- | | |
|---|--------------|
| <input type="checkbox"/> 牛乳パック | 1 個 |
| <input type="checkbox"/> ステンレス板 | 2 枚 |
| <input type="checkbox"/> 電源コード | 1 本 |
| <input type="checkbox"/> みのむしクリップ付きリード線 | 2 本 |
| <input type="checkbox"/> ホットケーキミックス | 適量 |
| <input type="checkbox"/> 牛乳 | 適量 |
| <input type="checkbox"/> ガーゼ (6.5×30cm) | 1 枚 (なくても良い) |
| <input type="checkbox"/> ボウル (又は、紙コップ) | |
| <input type="checkbox"/> 泡立て器 (又は、スプーン) | |

(商品の分量に合わせる)

★教員用

- | | |
|-----------------------------------|-----|
| <input type="checkbox"/> 生徒用と同じもの | 1 組 |
|-----------------------------------|-----|



通電を調べる器具 (なくてもよい)

- 200W 電球
- 交流電流計 (直流と間違わないようにすること)

※ 交流電流計のマーク A

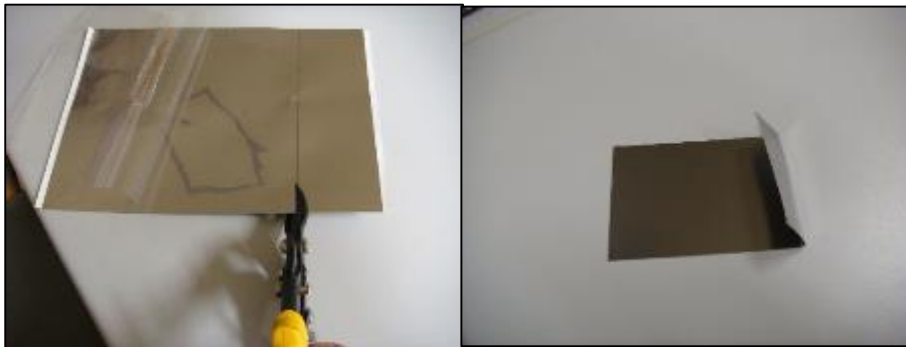
※ 直流電流計のマーク A



＝前日まで＝

- ・ ステンレス板の加工

6.5cm×12cmに切る（牛乳パックの長さが約7cmなので、少し小さいくらいに切っておく）。1mmであれば、はさみでも切ることができる。一方の端を3cm程度折り曲げる。



- ・ 電源コードの加工

- (1) 延長コードのコンセント部分を切り落とし、二股に裂く。
- (2) はさみで、被膜に切り込みを入れ導線を5mm程度露出させる。
- (3) 露出させた部分に、ミノムシクリップをはさむ。



- ・ 牛乳パックの加工

高さ10cm程度に切る。今回は、500mLの物を使用。



- ・ 通電を確かめるための電球の加工

- (1) コードを2本に裂く。
- (2) ソケットにコードを取り付ける。※ソケットの説明書にある注意事項に従って取り付けてください。
- (3) ソケットを木の台に固定する。



＝実験当日＝

- ・ 材料や器具の分配。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

- 導入
 - ・ジュール熱についての説明、確認。
 - ・既習事項の確認。
- 目的を理解させる
- 観察，実験
 - ・机間巡視を行いながら、生徒への実験のアドバイスや注意を促す。
- 結果のまとめ，考察
 - ・電気が流れることによって発熱することを理解させる。
- 授業のまとめ
- 後片付け

手順 時間のめど（およそ 50 分）

（1）実験の説明、材料の配付、注意点（10分）

器具の名称と使い方、実験中の観察方法などの説明。



家庭用 100V 交流電源を使うので、感電・ショート等、十分に気をつけること。
留意点で取り上げた注意事項について、必ず、生徒へ説明すること。

（2）電気パンを作る。（35分）

- ① ホットケーキミックス 1 人前の分量をボウル（又は紙コップ）に移し、水又は、牛乳を加えて混ぜ合わせる。卵を入れないので、ホットケーキミックスに記載されている分量より、少し多めに水や牛乳を加えると良い。

例：ホットケーキミックス 150g に対し牛乳 100mL であれば、牛乳 150mL 程度にする。

※ チョコチップなどを入れるときは、粉とチョコチップをある程度混ぜてから、牛乳を入れる。



- ② 牛乳パックに向かい合わせにステンレス板を取り付ける。また、取り出しやすいようにステンレス板が付いていない面に、ガーゼやクッキングシートを敷く（取り出しやすくする工夫であるが、最終的に牛乳パックを壊して取り出す場合は、必要ない）。



このとき、少し粉が残るくらいかき混ぜる。泡立て器よりも、スプーンでさっくり混ぜるくらいでよい。あまり、混ぜすぎると膨らまず、生焼けになる。また、混ぜてから時間がたつ（10分以上）と、膨らまず生焼けの原因になる。

- ③ ステンレス板を取り付けたら、牛乳パックの半分より少し少なめまで①を入れる。



- ④ ステンレス板の端にワニ口クリップをはさみ、電球（または、交流電流計）と直列につなげる。回路が全部できあがってから、プラグをコンセントに差し込む。ここからは、絶対に触らないこと。



絶対に、触らせないこと。

多少あふれても後から片付ければ良いので、慌てないこと。どうしても、実験途中で作業をしなければならない場合は、**必ず、プラグをコンセントから外してから**行うこと。

- ⑤ 電球の明るさの観察する。または、交流電流計をつなぎ、1分毎の電流の値と、電気パンの膨らみの関係を観察させる。



- ※ 明かりは弱いですが、電球をつなげると万が一ショートしても比較的安全である。
- ※ 交流電流計はAの下に~のマークがあるもの。直流はA。

- ⑥ 電球が消えたら（電流計が0になったら）、コンセントから電源コードを抜く。
 ※ 見た目、多少生っぽさを感じられるようであれば、電球が消えてからも3分から5分程度電源を入れたままで様子を見る。
- ⑦ コンセントから電源コードを引き抜いた事を確認し、しばらくしてから、できあがったパンを取り出す。



電極やパン自体が熱くなっているので、プラグをコンセントから抜いてから時間をおくと良い（5分程度）。それでも、手で触ると熱いので気をつけること。

(3) 授業のまとめ 考察 後片付け (5分)

まとめ

- ①電気を流すと、熱が発生することが分かった（電気エネルギーから熱エネルギーへの変換）。
- ②ジュール熱を利用した電化製品があることが分かった。

◎後片付け

■後片付けのさせ方

- ・調理器具を使った場合は、洗うよう指示する（電極は、手を切ったりする可能性がある場合は、生徒に洗わせない）。

考察例

- ・ 電極同士が離れているのに、電気が通るのはなぜか。パンができあがると、電気が通らなくなるのはなぜか。
- ・ 直流ではパンができるか。
- ・ パンが膨らむ前と膨らんだとき、どちらが電気が通る量が多いか。理由も考える。