

手作りパンを電気で 作ろう

[対象：小学3年生以上]

☆ねらい 身近な材料を利用して作ったパン作りの装置を使って手作りパン作りを楽しませるとともに、電気を使う時の基本的な方法や約束を身につけさせ、電気に対する興味や関心を高める。

○この活動を実施する場合は、群馬県生涯学習センター少年科学館が製作した装置を使用（貸し出しをします）し、決して個人では行わないでください。

〔準備物〕

○装置関係……少年科学館で貸し出します。

- ・電気パン装置 ・結線コード ・ステンレス板
- ・漏電防止装置（漏電当番） ・交流電流計

○パン作りの材料

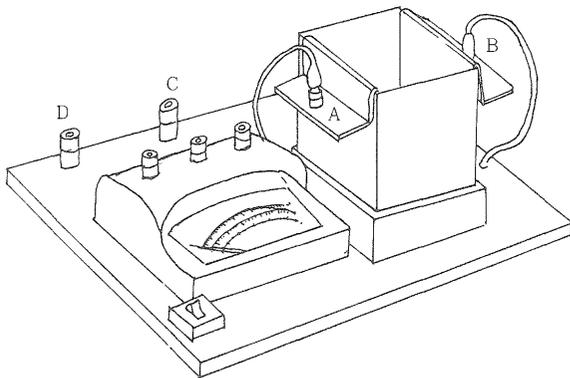
＜ホットケーキの材料で作る時＞

- ・市販のホットケーキミックス（110g）
- ・ビーカー（300ml） ・上皿天秤 ・割箸
- ・牛乳パック ・スプーン

＜小麦粉で作る時＞

- ・小麦粉（100g） ・上皿天秤 ・割箸
- ・卵1個・砂糖（25g） ・牛乳（50ml）
- ・ベーキングパウダー（スプーン1杯）
- ・バター ・ビーカー（500mlと50ml）

1. 電気パン装置の仕組みを知る



- ターミナルAは、スイッチからの端子を接続するものです。
- ターミナルBは、ターミナルCと接続しています。

- ターミナルDは、スイッチに接続しています。
- ターミナルCとDには、交流用電流計を接続します。

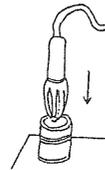
- ・交流用電流計がない場合は、ターミナルCとDを両端を結線プラグ（バナナプラグがよい）で接続します。

2. 電気パン装置の使い方を知り、組み立てる。

- 事故を防止するために必ず実施し、内容の徹底を図る。

- (1)ステンレス板のターミナル（AとB）に、コードを接続する。

- 端子にバナナプラグを使用しています。ターミナルにしっかり差し込まれているかどうかを確かめます。

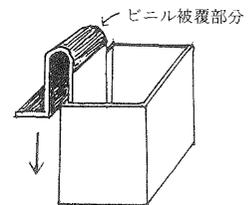


- (2)牛乳パックにステンレス板を固定する。

- ステンレス板には、ビニルテープで被覆されている部分とそうでない部分があるが、被覆されていない部分が触れ合うことがないようにする。

- ・牛乳パック側面が、ステンレス板を折り曲げた部分の隙間に差し込まれるようにすることが大切です。

- ・この時、ステンレス板のビニルの被覆、折れ出し具合が適切かを、確認しておく。



- (3)交流電流計を接続する。

使用目的 パンを作っている時に、2枚のステンレス板の間に流れている電流の大きさを測定するために使用する。

電流が流れなくなったら、パンができあがったという目安にもなる。

①交流電流計の使用のし方を知らせる。

[端子への接続]

○端子は、50mA、500mA、5 Aがあるが、最初に、5 Aの端子に接続すること（急に大きな電流が流れると器具がこわれる）

○電流の大きさが500mA以下の場合は500mAの端子に接続、50mA以下の場合は50mAの端子に接続すること

○接続する端子を変える場合は、装置のスイッチを切って行なうこと

[電流の大きさの測定]

○接続した端子の場所によって、使用する目盛りが異なること

②両端がバナナプラグになった2本の結線コードを使用して接続する。

○両端がワニ口になっている場合は、交流電流計のターミナルのねじりをゆるめて、ワニ口で挟むようにする。この時、ワニ口が外れないように注意させる。

3. パンの生地を作り、牛乳パックの中に入れる。

(1)300mlのピーカーにホットケーキの粉100gを入れ、水100mlを加えて、割り箸の棒を使ってよくかき混ぜる。

(2)牛乳パックに、パンの生地を入れる。

○牛乳パックの側面やステンレス板につかないようにして、パンの生地が牛乳パックの底にたまるように入れる。

○割り箸を利用して、右の■のようにすると、上手に入れることができる。



4. 電気を流して、手作りパンを作る

(1)装置を確認する。

○次のことを、再び確認する。

- ・ステンレス板は固定されているか。
- ・各ターミナル部分と結線コードとの接続にゆるみはないか。
- ・配線は正しく行なわれているか。

○電気を流している時の約束を知る。

(電気を流している時の約束)

- ・電気パン装置やコード、ターミナル等には絶対に手をふれない。
- ・電気パン装置にふれる必要がある場合は、スイッチを切ってから行なう。
- ・電流の大きさの変化を記録する。(小学5年生以上)
- ・パンのできる様子は、牛乳パックの上からのぞいて観察する。

(2)コンセントに漏電ブレーカー（漏電当番）を接続する。

(3)電気パン装置のコンセントを漏電ブレーカーに接続する。

(4)電気パン装置のスイッチを入れ、電気を流す。

パンのできる様子

ここでできるパンは、焼いたパンでなく、「蒸しパン」と言う方が適切です。

次のような変化が見られます。

- ①クリーム色の生地が濃くなる。
- ②ふくらむ。(生地の量が多いと、牛乳パックから溢れるくらいにふくらみます。)
- ③ふくらんだ生地の穴から、蒸気が吹き出す。(顔などにかかると、火傷するくらい、高温です。)

5. できたパンを取り出す。

[パンの焼き上がりを見る視点]

交流電流計を使用している場合は、流れている電流の大きさが、ゼロになりますからわかりますが、使用しない場合は、次のような様子でわかります。

- 蒸気の発生が止まる。(生地の中の水分がなくなり、電流がながれなくなった。)
- ステンレス板とパンの間に隙間ができてくる。

(1)電気パン装置のスイッチを切り、コンセントからコンセントプラグを抜く。

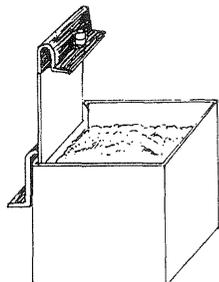
○スイッチを切るだけで安全であるが、万が一の場合に備えて、コンセントからコンセントプラグ

グをぬいておく。

(2) 2枚のステンレス板のターミナルから、結線コードをはずす。

(3) 2枚のステンレス板を牛乳パックから取り出す。

○パンの生地がステンレス板に張りついてしまっている場合は、別のステンレス板を境目にさしこむとよい。



○この時、牛乳パック全体はかなり高温になっているので、火傷に気をつけさせる。

○パン作りの装置に、100Vの交流電流を流し、この時、2Aの電流が流れたとすると、電力200Wのヒーターに相当する熱量を発生することになります。

— <1秒あたりに発生する熱量> —

$$W_s \text{ (1秒あたりの電力)} = I \times E \times t$$

[I : 電流 (A) E : 電圧 (V) t : 秒]

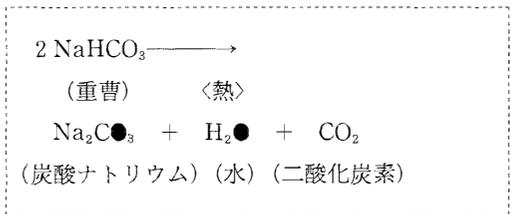
cal (ジュール熱のカロリー交換)

$$= 0.24 \times W_s \text{ (1秒あたりの電力)}$$

・電力200W (100V、1A) の場合

$$\text{cal} = 0.24 \times 100 \times 1 = 24$$

○発生した熱によって、重曹が分解されて、二酸化炭素が発生し、この二酸化炭素が、パンの生地を膨らませます。



(2)電気パン作りの科学的考察

[倉田 巧 (県教育センター研修員) 実施]

家庭用交流電源を利用した「電気パン作り」は生地が、「電流を流す状態であること」、「適度の電気抵抗をもつこと」から発熱させ、パンを膨らませる仕組みになっています。

この時の電気抵抗値は、生地に含まれる「食塩」や「重曹」の量と、それを溶かす水の量によって異なります。

以下に示すデータは、パンの生地の条件を変えたときの電流・抵抗値の変化、パンの出来具合を比較したものです。

①生地の条件

試料	A	B	C
パウダー	200g	200g	200g
牛乳の量	200g	140g	100g
鶏卵(中)	1個	1個	1個

○使用したパウダー (N製粉製) について (メーカーの表示による)

7. 資料

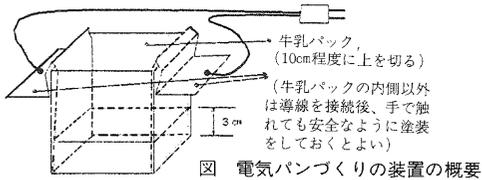
(1)電流が流れて、パンができるわけ

○パン生地の状態で、ホットケーキの粉に含まれている重曹 (NaHCO₃) が入っていてこれが水に溶け、生地全体が電流が流れる状態になっています。



- ・小麦粉 ・砂糖
 - ・コーンスターチ (とうもろこしの粉)
 - ・ベーキングパウダー (炭酸水素ナトリウム、酒石酸カリウム、リン酸カルシウム、ミョウバン、グリセリン脂肪酸エステルなどからなる、いわゆる「膨らまし粉」です)
 - ・食塩 ・香料 ・ショートニング (油) ・着色料
- 牛乳パックに作った生地を入れる場合は、底から3cmになるようにしました。

○使用電力……家庭用交流108V



②結果

○試料A

時 間 分 秒	電流値 (mA)	抵抗値 (Ω)	備 考
0	0.78	138	3 cmの生地
30	0.95	114	
1'00	1.36	79	
1'30	1.60	68	
2'00	1.95	55	
2'30	1.80	60	生地が5 cm
3'00	1.70	64	
3'30	1.70	64	
4'00	1.71	63	
4'30	1.70	64	
5'00	1.70	64	8 cmで膨らみがとまる
5'30	1.65	65	
6'00	1.58	68	パンがステブレ スからはなれる
6'30	1.50	72	
7'00	1.42	76	
7'30	1.30	82	
8'00	0.60	180	
8'30	0.20	540	
9'00	0.00	/	

○試料B

時 間 分 秒	電流値 (mA)	抵抗値 (Ω)	備 考
0	0.59	183	3 cmの生地
30	0.64	169	
1'00	0.75	144	
1'30	0.85	127	
2'00	0.98	110	
2'30	1.14	95	

3'00	1.25	86	6 cm
3'30	1.37	79	
4'00	1.45	74	
4'30	1.30	83	
5'00	1.15	94	パンが盛り上がる
5'30	1.08	100	
6'00	1.05	103	
6'30	1.05	103	
7'00	1.05	103	
7'30	1.03	82	
8'00	1.00	180	
8'30	0.95	540	
9'00	0.91	/	
10'00	0.75	144	
10'30	0.67	161	
11'00	0.55	196	
11'30	0.44	245	
12'00	0.30	360	
12'30	0.20	540	
13'00	0.00	/	

●試料C

時 間 分 秒	電流値 (mA)	抵抗値 (Ω)	備 考
0	0.23	470	3 cmの生地
30	0.32	338	
1'00	0.40	270	
1'30	0.45	240	
2'00	0.55	196	
2'30	0.62	174	生地が膨らむ
3'00	0.72	150	
3'30	0.82	132	
4'00	0.96	113	
4'30	1.05	103	5 cmに膨らむ
5'00	1.18	92	
5'30	1.12	96	
6'00	1.00	108	
6'30	0.90	120	
7'00	0.85	127	8 cmに膨らむ 湯気がで始める 上にはみ出る
7'30	0.84	129	
8'00	0.84	129	
8'30	0.84	129	
9'00	0.84	129	パンがはみ出る
10'00	0.82	132	
10'30	0.80	135	
11'00	0.76	142	
11'30	0.72	150	
12'00	0.70	154	
12'30	0.65	166	
13'00	0.60	180	

13'30	0.55	196	
14'00	0.50	216	
14'30	0.44	245	
15'00	0.40	270	湯気が出なくなる
15'30	0.36	300	
16'00	0.30	360	
16'30	0.25	432	
17'00	0.18	600	
17'30	0.08	1.350	/
18'00	0.00		

③考察とまとめ

①パンのでき上がりについて

○試料Bは、メーカーが指定した量の割合ですの
で、ふっくらとでき、ほどよい軽さにでき上が
りました。

○試料Cは、小麦粉の量の割合が大きいため、
でき上がりは、やや重い感じがします。

○試料Aは、はやくできますが、かなり湿り気
を持っています。また、途中から、生地に収縮が
おこり、ステンレス板から離れてしまいました
結果的には、ところどころに水分が蒸発しない
部分ができしまい、「ぐちゃぐちゃ」になっ
てしまいました。生の部分ができいる場合が多い
ようです。

②電流値の変化について

電流値の変化は下の図のようになりました。

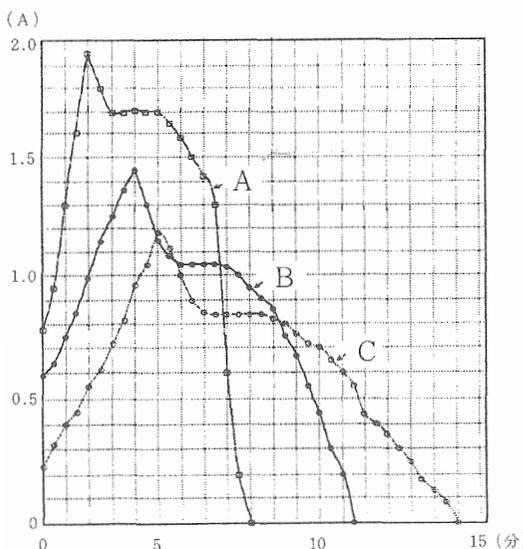


図 牛乳量の差による電流値の変化

○Aの場合に、最高値1.95を示しました。どの場
合でも、1 A以上の電流が流れていますから、
コンセントから製造機までの間で、回路の一部
が「むき出し」になっていると大変危険です。
したがって、次のような安全対策に配慮する必
要があります。(食塩や重曹の量や水の量を多く
すると、5 Aもの電流が流れる場合も考えられ
ます。)

- ステンレス部分の上部を被覆する。
- 接続のために、ターミナル端子やバナナプ
ラグ等がついたコードを使用する。
- 回路内に、スイッチやヒューズ（漏電防止
装置）を挿入する。

(3)西洋パンと東洋のまんじゅう

西洋のパン パンを膨らませるため二酸化炭
素の発生を、「イースト菌」を使用
によって行ないます。デンプンと水で生地を作る
時、適量のイースト菌を混ぜておくのです。

このようにした生地を30~35°C程度でねかせて
おくと、イースト菌が生命活動を開始します。つ
まり、イースト菌は、呼吸することによりデンプ
ンを分解し二酸化炭素を発生します。

東洋のまんじゅう 中国や日本などの東アジ
ア地域では、古来、「まん
じゅう」を膨らませるのに「重曹」を使用してき
ました。

重曹は、常温では分解しませんが、高温にする
と分解して二酸化炭素を発生します。まんじゅう
をつくる過程で、「蒸気で蒸す」のは、重曹を分解
して二酸化炭素を発生させるためなのです。

「ふっくらと膨らませる」ために、「二酸化
炭素」を利用することは、西洋も東洋も同じ
ですが、二酸化炭素を発生させる方法が西洋
と東洋では違います。