

平成 16 年 6 月 3 日

< 4 9 5 3 学校教育専攻 佐々木 朗 >

## 変身の達人「電気エネルギー」 ～ 電気で焼くホットケーキの実験を通して～

### 1. はじめに

電気技術特論の授業で、エネルギーの変換についての話が出た。「電気エネルギーは変身の達人である。」まさに、その通りである。電気エネルギーは、機械エネルギー（モーター、電磁石）に、熱エネルギー（ヒーター、冷暖房系、電気炉、電気溶接機）、そして光エネルギー（伝統、ネオンサイン、液晶）に効率よく変換される。

今回はその中で、電気を熱に変えることを生徒に指導するため、電気で焼くホットケーキづくり（通称電気パン）に挑戦してみることにする。この実験は先行事例も多く、教材としては扱いやすいと思われ、最後に「食べる」という付加価値もあり、是非実践してみたい実験の一つである。

### 2. 単元の系統性

エネルギーの変化については、中学校理科第 1 分野及び技術家庭科の技術とものづくりの中で扱われている。

#### 運動の規則性

物体の運動やエネルギーに関する観察，実験を通して，物体の運動の規則性やエネルギーの基礎について理解させるとともに，日常生活と関連付けて運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を養う。

#### ア 運動の規則性

(ア) 省略

(イ) 省略

(ウ) エネルギーに関する実験や体験を通して，エネルギーには運動エネルギー，位置エネルギー，電気，熱や光など様々なものがあることを知るとともに，エネルギーが相互に変換されること及びエネルギーが保存されることを知ること。

#### 中学校技術家庭科

#### A 技術とものづくり

(5) エネルギーの変換を利用した製作品の設計・製作について，次の事項を指導する。

ア エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組みを知り，それらを利用した製作品の設計ができること。

イ 製作品の組立て・調整や，電気回路の配線・点検ができること。

## 変身の達人「電気エネルギー」

学習指導要領の趣旨に照らし合わせると、今回の実験については、理科で扱われるのが望ましいと考える。

### 2. 実験の概要

牛乳パックにホットケーキの粉を水で溶いたものを入れた。その両端に電極を付け、そこに電流を流し、その発熱によりケーキを作る。ケーキができあがりつつあると、水分が少なくなることから電流が少なくなると考える。

本実験では、熱と電流ということにしっかり目を向けさせるために、温度及び電流も測定した。



### 3. 準備したもの

ホットケーキミックスの素、フライパン返し 2 個、卵 1 個、交流電流計、導線



### 4. 実験の順序

容器にホットケーキミックス一袋、卵 1 個、水 120cc を加え、つぶがなくなるまで混ぜ合わせる。

フライパン返しを折り曲げる。

電極はフライパン返しを図のように折り曲げて利用した。折り曲げることにより短絡(ショート)の防止になる。また、取っ手が金属でないことから、取り外しやすい空になったパックをゆすぎ、上部を切り取り、電極をとりつける。

電極に導線をつけ、交流電流計を取り付ける。

牛乳パックに のホットケーキの素を入れる。

電流を流す。

実験では 30 秒ごとに回路に流れる電流を測定した。

変身の達人「電気エネルギー」

ケーキが焼けたら、回路を切断する。  
電極を取り出す。  
試食する。

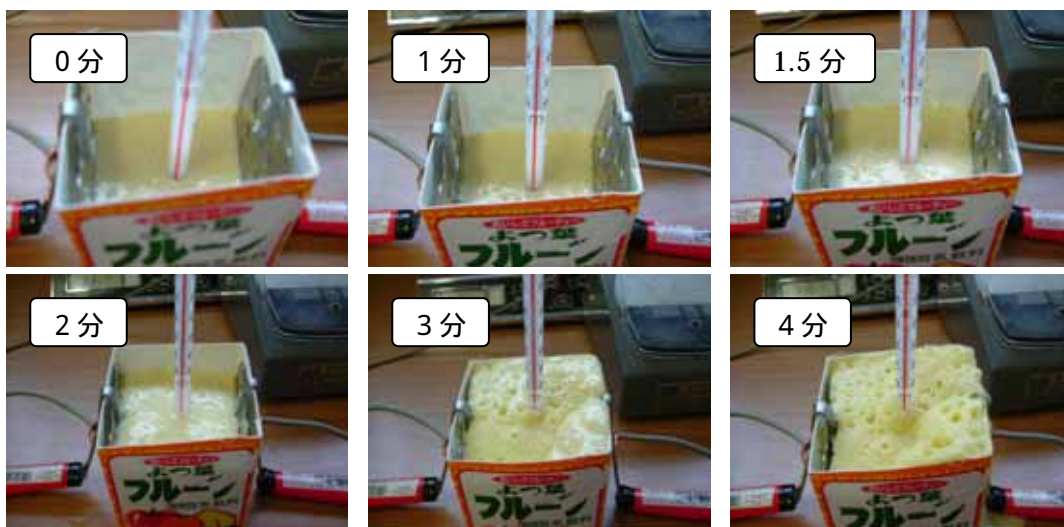
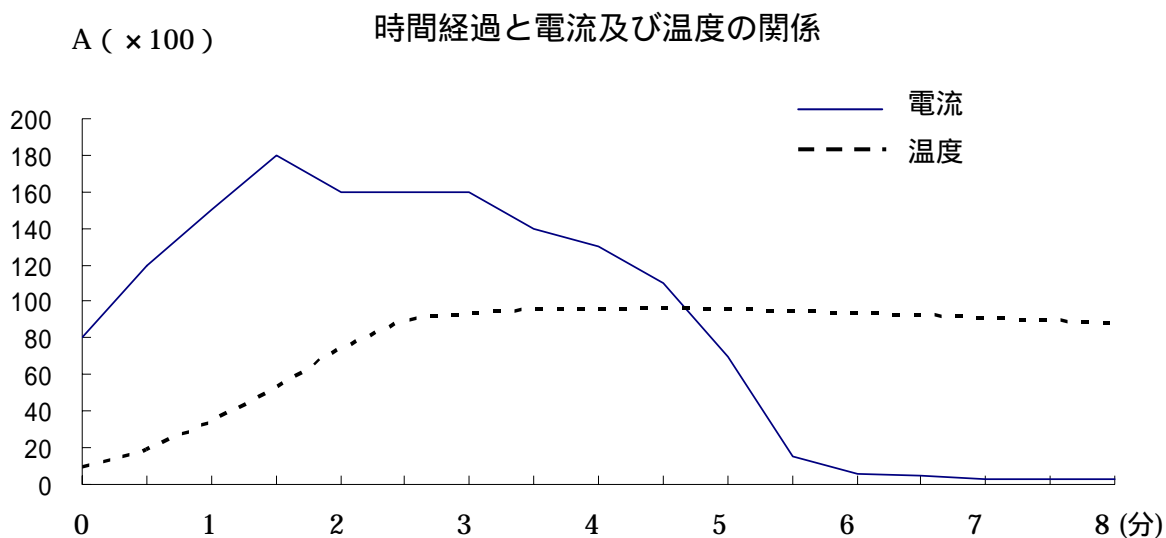
5. 結果

予想通り、およそ8分でパンを焼き上げた。時間経過と電流及び温度については、次の表の通りとなった。

経過(分)	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
電流(A)	0.8	1.2	1.5	1.8	1.6	1.6	1.6	1.4	1.3	1.1	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
温度(°C)	10	19	34	53	75	90	94	96	96	97	96	95	94	93	91	90	88

(電流は、小数第2位を四捨五入)

これをグラフに表した。



## 7. 考察

実験の目的である「エネルギー変換」については、実証することでき、電流が流れることにより発熱するという事は確かめられた。

当初の予想では、時間の経過と共に温度は一定温度まで上がり、また、電流はしだいに減少すると考えた。つまり、ケーキが完成するにしたがって、水分が蒸発し、電流が流れにくくなり、焼き上がり時には、電流がほぼ流れなくなると思われた。

しかしながら、電流の減少は見られたものの、電流を流し始めて90秒間は、電流が増加しているというデータを得た。これは、予想外であった。

これを次のように考察する。金属の場合は、温度が上昇すると抵抗値も上昇する（これは温度が上がることによって、金属分子自体が運動し、したがって、その間を通る自由電子の動きを妨げ、自由電子が通りにくくなる）。一方液体の場合は、温度が上昇すると抵抗値は減少する（これは、温度が上がることによって、液体分子、たとえば食塩は $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ のイオン化がいっそう進み、イオンの動きが活発になる）。したがって、温度が上昇しつつある一定の間は、電流が増加傾向にある。以上のように考察した。

## 8. 実験を終えて

このレポートは、函館の理科の先生の自主サークル（略称 HOH）のレポートをたたき台としながら、2回目の実験を行い、データを収集した。

一度目は交流電流計がなかったことから、電気ストーブを直列につなぎ、そこにかかる電圧を測定し、回路全体の電流を測定した。学校では、交流電流計はあまりお見かけしないのが現実であり、前回の方法も電流測定の一つの方法かと思う。しかしながら、余計な抵抗が入ったため、今回より焼き上がりには時間は3倍近くのを要してしまった。

実験のカンどころとしては、紙パックにぴったりとはまる電極が望まれる。そうすることによって、ケーキの素に公平に電流が流れることになる。そうしないと、生の部分と焼けている部分が生じ、生の部分には電流がながれにくくなり、片焼けのパンになってしまう。また、パンを数度焼くと、片焼けが生じてきた。これは、電極の一部が酸化し、表面のうち電流を流しにくくなったところが生じたためと考える。

このように、実際に実験をしてみると、予想をしなかったこと事実に遭遇することがある。やはり、教師は授業で実験をする前には必ず、一度やってから授業に臨むことが大切であると今更ながらに感じた。事前実験をすることで、児童・生徒への留意事項が見えてくることもあるし、また、指導書通りにいかない新たな問題を発見することにもなる。

この実験は先行研究が多く、電極の感覚、カップの形、また、中に入れるものなどバリエーションがあるので、息抜きの実験としては、食べることができるという付加価値もあることで、とても面白いと思う。

最後に電流計をお貸しいただいた北守先生、温度計・スタンドをお借りした徳永先生に感謝申し上げる。

参考文献

新しい科学第1分野下 東京書籍 2002年

新しい技術家庭 技術分野 東京書籍 2002年

文部科学省 <http://www.mext.go.jp/>

牛乳パックでケーキを作ろう 教員養成課程理科教育講座化学専修 有賀正裕

<http://shigi.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~rika/kagaku/jikken/o/cake.html>

課題研究の指導 広島県呉市立横路中学校 亀崎 貞之

<http://www.shinko-keirin.co.jp/j-kadaiscie/0311/>

レポート置き場

<http://www.hakodate.gr.jp/sasaki/>

### 3 エネルギーにはどんなすがたがあるか



図9 電車 電流が流れることによって電車のモーターが回転し、電車が走る。

#### いろいろなエネルギー

**電気エネルギー** モーターに電流を流すと、電車や模型の車などを走らせることができる。このように、電気は物体を動かすことができるので、エネルギーだと考えてよい。これを、電気エネルギーという。

**話し合おう** 電気エネルギーはどんなことに使われているか、いろいろな例をあげてみよう。

#### A モーターの回転



#### I 灯台の灯



#### ウ 電熱線の発熱



#### E スピーカーの振動



電気をいれれば



電流には、どんなはたらきがあつたかな?



図10 電気エネルギーが使われている例

57ページの図10のように、電気エネルギーを使うと、物体を動かすだけでなく、熱や光、音などを出すこともできた。

電気エネルギーを使うことによって出た熱や光も、エネルギーなのだろうか。



熱はエネルギーかな?



光はエネルギーかな?

### 実験2

熱で物体を動かしたり、光で電流をとり出したりしよう

#### 丸底フラスコをあたためる

- 図のように、ガラス管に色のついた水を少しだけ入れ、丸底フラスコにとりつける。
- 丸底フラスコ中の空気を両手であたためて、色のついた水が動くかどうか調べる。

#### 光電池に光を当てる

- 図のように光電池を建て、回路をつくる。
- 光電池に、太陽光や電球の光を当てて、電流が流れてモーターが回転したり、電子オルゴールが鳴ったりするかどうか調べる。



準備 丸底フラスコ コルセン ガラス管 色のついた水 電球(100W用) 光電池 モーター 電子オルゴール

熱や光は、エネルギーだといえるか。また、どうしてそういえるのか。

#### 熱エネルギー

実験2で、丸底フラスコをあためると、中の空気が熱で膨張して色のついた水が動いた。また、図11のように、水を熱で水蒸気に変えて、風車を回すことができる。このように、熱は物体を動かすことができるので、エネルギーだと考えてよい。これを、熱エネルギーという。

#### 光エネルギー

光電池に光が当たると、電流が流れる。また、物体に光が当たると、物体の温度が上がる。これらのことから、光もエネルギーだと考えてよい。これを、光エネルギーという。

#### 音エネルギー

音で物体を振動させることができるので、音もエネルギーだと考えてよい。これを、音エネルギーという。

#### エネルギーの単位

位置、運動、電気、熱、光、音など、エネルギーには、いろいろなすがたがある。これらのエネルギーを量としてとらえるために、エネルギーの単位として、ジュール(記号J)が使われる。



図12 エネルギーの単位ジュール すべてのエネルギーをジュールで表すと、大きさの比較がしやすい。



図11 水蒸気で風車を回す実験 水が液体の大きい水蒸気に変化し、そのおこせる力で風車が回る。

図13 1Wの電力を1秒間使したときの電気エネルギーが、1Jである。また、熱量の単位Jは、熱エネルギーの量を示している。

### 2 エネルギーの移り変わりと保存

エネルギーには、位置、運動、電気、熱、光、音など、いろいろなすがたがあった。これらのエネルギーの間には、どんな関係があるのだろうか。

図13のように、運動エネルギーで、熱エネルギーや電気エネルギーなどを生じさせることができる。また、57ページの図10は、電気エネルギーで、熱エネルギーや光エネルギーなどを生じさせていると考えられる。

つまり、図14のように、エネルギーはさまざまなすがたに移り変わるものであり、わたしたちは、エネルギーを交換させながら、生活のなかで利用していることがわかる。

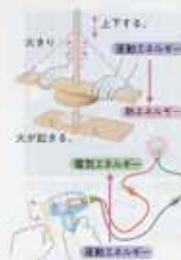


図13 運動エネルギーで、熱エネルギーや電気エネルギーなどを生じさせる実験



図14 さまざまなすがたに移り変わるエネルギー

例えば、図15のように、太陽からの光エネルギーは、海水をあたためて熱エネルギーに変わり、やがて雲をつくり、雨をふらせてダムに水をためる。ダムにたまった水の位置エネルギーは、水車を落して運動エネルギーとなり、発電機を回して電気エネルギーに変わる。電気エネルギーは、送電線などによって家庭に送られ、いろいろな電気器具で光や熱や運動エネルギーに変わり、それを、わたしたちは利用している。

変身の達人「電気エネルギー」

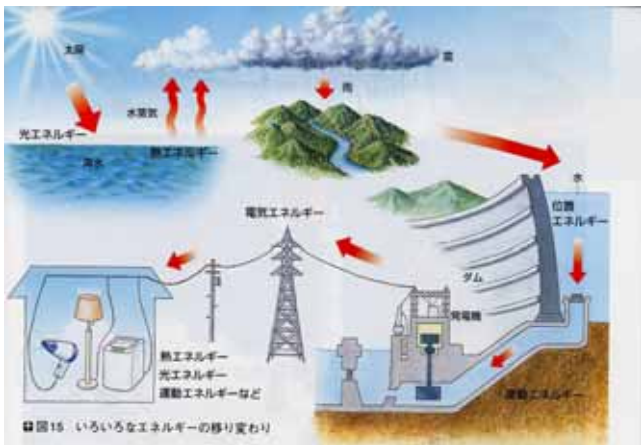


図15 いろいろなエネルギーの移り変わり

**エネルギーの保存** エネルギーを変換するとき、エネルギーのすべてを、目的のエネルギーに変換することは難しい。例えば、図16のテレビのように、電気エネルギーを光や音のエネルギーに変換したいときにも、一部は熱エネルギーになってしまう。しかし、これらの熱エネルギーもふくめると、変換する前後で、エネルギーの総量は変化しない。このことを、エネルギーの保存という。



図16 電気エネルギーの移り変わり。音や光、熱など、一部は熱エネルギーにも変わる。

**話し合おう** わたしたちの身のまわりで見られる、エネルギーの移り変わりやエネルギーの保存について、話し合おう。