

物理の力でゲームに挑戦!

～電気～

物理基礎 監修

川角 博

今回学ぶこと

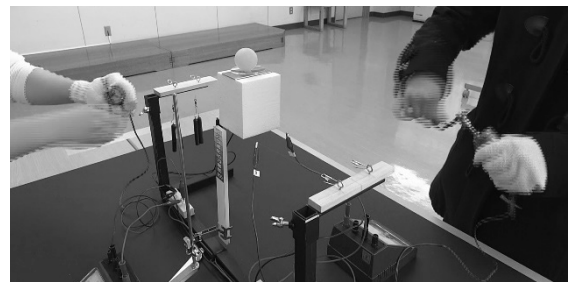
今回は、手回し発電機を使って抵抗、電圧、発熱の関係を実際の問題を解決する競技をします。自分たちで回路を作り、発電することで仕事を電気エネルギーに変換することを実感し、抵抗と発熱の関係、回路に流れる電流を実感できます。

- ◎ 関連 ◎
 - 第32回 電流の大きさを決めるもの
 - 第33回 電気エネルギーの消費量
 - 第34回 電流のまわりの磁界を調べよう
 - 第35回 電気のつくり方

第1回戦

(1) 課題

2本の電熱線には、それぞれ手回し発電機が付いており、この2本の電熱線に発泡スチロールとピンポン球をのせる。2人でタイミングを合わせて手回し発電機を回し、電熱線で発泡スチロールを溶かす。制限時間20秒以内でピンポン球が落ちないように発泡スチロールをどこまで切ることができるかを競う。



(2) 学習内容との関連

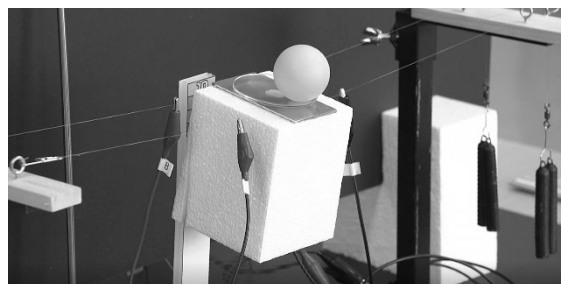
手回し発電機を速く回せば起電力が大きくなり、同じ電気抵抗ならば流れる電流が大きくなる(第32回 電流の大きさを決めるもの)。これは電磁誘導とオームの法則に関わる。このとき、消費電力は大きくなり、単位時間に発生するジュール熱(第33回 電気エネルギーの消費量)が大きくなり、速く発泡スチロールを切ることができる。

手回し発電機の端子を電熱線と接続する際、+と-の接続端子の距離を短くすれば電気抵抗は小さくなり、同じ起電力ならば消費電力も大きくなる。ただし、タイミングの合わせやすさも大切なので、速く切れればよいというわけではないことは、実践してみるとわかる。

第2回戦

(1) 課題

第1回戦と同じ装置だが、壁が置かれるために、発泡スチロールの様子は見えない。発電機の起電力を示す電圧計の指示だけが頼りである。



(2) 学習内容との関連

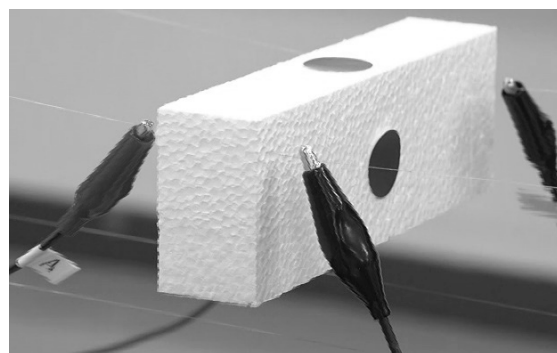
起電力を合わせればよいだけではない。+と-の端子の距離を合わせないと、発熱量は一致しない。その距離、起電力を様々に変え、データを集めて、適切な条件を調べることが大切である。

実際にやってみると、電圧計の値を頼りに条件をそろえれば、目に見えなくても予定通りの結果が出ることがわかる。電気現象は、条件がそろえば結果もそろえるのである。

第3回戦

(1) 課題

電熱線が2段になっている。まず、上の段で発泡スチロールを切り、下の段に発泡スチロールを切り落とす。更に下の電熱線で発泡スチロールを切る。シールのついた切れ端の落ちたところが得点となる。下の電熱線の高さは変えることが出来る。下にさげると、最高で100点が加算されるが、上の電熱線との距離が離れ、下の電熱線に発泡スチロールがのりにくい。この回では、3つめの発電機があり、3人でこれを使ってもよい。



(2) 学習内容との関連

第2回戦までと同じ作業を2回行ってもよいのだが、下の電熱線で落下した発泡スチロールが跳ねてしまい、うまくのらないことが多い。これを防ぐためには、下の電熱線をあらかじめ熱くしておくことなどが考えられる。ここに3つ目の手回し発電機を使うことができる。ただし、手回し発電機1台で2本の電熱線を熱くする必要がある。このためには、2本の電熱線に電源1つから電流を流し、しかも等しいジュール熱を発生させる必要がある。これには、手回し発電機から下の電熱線を並列または直列に接続して電流を流すことになる。等しい消費電力とするためには、2本の電熱線の電気抵抗もそろえる必要がある。ここでは、並列接続回路、直列接続回路の知識を活用することになる(第32回 電流の大きさを決めるもの)。



なぜ電流を流すと手回し発電機の手ごたえが大きくなるのか

電気エネルギーを得るには仕事が必要である。電熱線をつながずに電流を流さない状態で手回し発電機を回すと軽く回せる。電熱線をつなぎ、電流を流すと、電流が大きいほど手ごたえが重くなることを実感できる。エネルギーと仕事の関係で考えれば、当たり前のようであるが、手ごたえが重くなることの説明にはなっていない。

この競技で使っている手回し発電機は、直流モーターと同じである。永久磁石の磁場中でコイルを回転させ発電する(第35回 電気づくり方)。発電して電流を流すと、この電流が磁場の中を流れる。すると、磁場中の電流にはたらく力が現れる(第34回 電流のまわりの磁界を調べよう)。この力は、コイルの回転を妨げる向きにはたらき、ハンドルを回す手ごたえが重くなる。永久磁石の磁場は変化しないが、電流が大きければ回転を妨げる力も大きくなる。このため、手回し発電機につなぐ抵抗が小さいほど、回転数が小さくても大きな電流が流れ、手ごたえは重くなる。