

手回しバンデグラーフ起電機

- 目で見る発電原理 -

バンデグラーフ起電機は生徒に電界や電気力線のイメージを与えるのに有効な実験装置であるが、その構造及び発電原理は生徒にとってはブラックボックス的である。この起電機を用いてかなりインパクトのある放電現象を見せると自然界の雷のイメージと重なり、しかも、約20万ボルトの高電圧を発生させることができる。と聞くと何か畏敬の念にも似た思いを寄せ、特殊な構造をもつ難しい発電原理からなる装置ではないかと思いがちである。しかし、実際はその構造はいたってシンプルであり、発電原理も難しいものではなく静電気を発生させ溜めていくだけである。そこで、ペットボトルを用いた手回しバンデグラーフ起電機を製作することにより、そのシンプルな構造と発電原理を理解することができ生徒の興味・関心を引き出せ、電気に関する探求心も高まるのではないかと考える。また、ペットボトルを用いることにより、シースルー構造となるので、完成品を使って、生徒に手回しによる発電の様子を見せてやるだけでも、バンデグラーフ起電機がより身近なものとなり発電原理もより理解しやすくなると思われる。

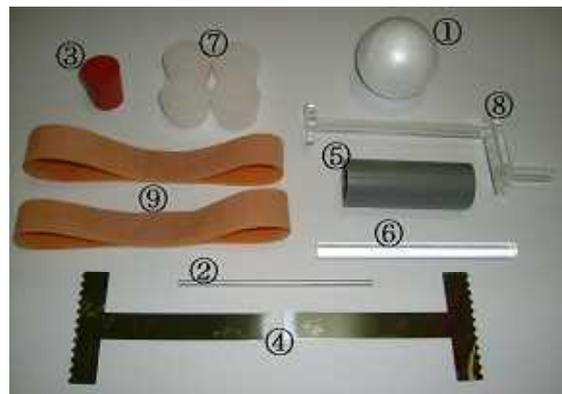


〔材料・用具〕

2ℓ用ペットボトル、アルミホイル、アルミテープ、市販のキット（各部品は自分で用意することも可能であるが、今回は効率を優先させる。）、ティッシュペーパー、ハンダごて、ハサミ、カッターナイフ、サインペン、キリ、ものさし、軍手

<キット部品明細>

発泡スチロール球、アルミ丸棒、赤ゴム栓、集電板（アルミ板）2枚、塩ビパイプ（グレー）、アクリル丸棒、シリコンゴム4個、ハンドル付き塩ビ丸棒（透明）、ゴムバンド2本



【製作手順】

(1)帯電球の作成

- ・赤ゴム栓 にキリで穴を開ける。
- ・アルミ丸棒 を赤ゴム栓に差し込み、次に発泡スチロール球 を差し込む。

* アルミ丸棒が発泡スチロール球を突き抜けて手を怪我しないように十分注意する。

- ・ 発泡スチロール球を包み込むようにアルミホイルで覆う。このときアルミ丸棒に接するように覆う。

(2) シリコンゴムローラーの作成

- ・ ハンドル付き塩ビ丸棒 のハンドルとストッパーをはずす。
- ・ この塩ビ丸棒にシリコンゴムを4個とも差し込む。

(3) ペットボトルの加工

- ・ ペットボトルの広い面の上から7cmの中央部分と下から6.5cmの中央部分にサインペンで印を付け、塩ビ丸棒が通るほどの径の穴をハンダゴテで開ける。
- ・ 反対側の面にも同じ高さに対面するように2つの穴を開ける。
- ・ 2つの下の穴には下部円弧の中央から下に向けてカッターナイフで1cm程度の切込みを入れる。
- ・ ペットボトルの狭い面の片面上下2カ所に手が入る程度の作業用小窓を開ける。(上下の穴にシリコンゴムローラーと塩ビローラーを差し込むための作業窓)

(4) ローラーの装着

- ・ ゴムバンド を掛けたシリコンゴムローラーを下の窓から入れ、軸を(3)で開けた穴から外に出す(このとき、ネジ山部分を折らないように十分注意する)。その後、ハンドルとストッパーを再び取り付ける。
* 窓の縁で手を引っ掻くことがあるので軍手をする。
- ・ 本体をさかさまにし上部の窓から塩ビパイプ を中に入れ、ゴムに掛けて引っ張りながら、アクリル丸棒 をペットボトルの外側から中心に通して固定する。

(5) 集電板の取り付け

- ・ 下部の窓から集電板(アルミ板) を差し込み、ヘラの部分がシリコンゴムローラーに接触しない程度に位置を定め、尾の部分を3カ所折ってペットボトルの底面に敷く。
- ・ 2.5cm幅のアルミテープでペットボトル底部の周囲を1週巻き集電板を固定する(このアルミテープがアースの役割をする)。
- ・ 上部の窓から集電板を差し込み、ヘラの部分が塩ビローラーに接触しない程度に位置を定め、尾の部分をペットボトルの口から外に出し、(1)で作成した帯電球の赤ゴム栓をペットボトルの口に差し込む。
- ・ 集電板の尾の部分を赤ゴム栓に沿うように折り曲げる。
- ・ アルミテープを巻き付けて集電板とアルミ棒を固定する。

【実験】

ハンドルを回して静電気を起こす。帯電球に、ある程度静電気が溜まった段階で大型ネオンランプを用いて溜まった電荷の正負を調べる。

帯電球に帯電確認用のティッシュペーパーをセロテープで貼り付ける。ハン

ドルを回して、ティッシュペーパーによる疑似電気力線の様子を観察する。

- ・ティッシュペーパーに手を近づけてみる。
- ・帯電球に手を触れてみる。

【発電原理】

手回しバンデグラーフ起電機は、摩擦帯電を利用したベルト発電機で、下図に示したように、シリコンゴムで作られた下部ローラーの回転でそのローラーと、それに掛けられたゴムベルトとの間に摩擦が行われ、ローラーは正(+)に帯電し、ゴムベルトは負(-)に帯電する。その負(-)に帯電したゴムベルト上の電荷は、ベルトの上昇によって、上部に運び込まれ、帯電球に接続したアルミ製の上部集電板から帯電球の表面に移される。

電荷を与え終わったゴムベルトは、次に塩ビパイプで作られた上部ローラーと摩擦して、ローラーは負(-)に帯電し、ゴムベルトは正(+)に帯電して下部ローラーの方向に下降し、その電荷は下部集電板に移り、さらに、ペットボトル底部のアルミテープによりアースされることになる。そして、ゴムベルトは再び下部ローラーと摩擦帯電し、負(-)に帯電して上昇する。このように連続して運び込まれた電荷が、つぎつぎと電極に蓄積されて、高い電位に達する。

