

令和3年2月12日(金)に、盛岡第三高等学校の1年生生理数探求コース希望者42名に対して「令和2年度研究リテラシー入門講座」(14:00~15:50)の出前授業を物理教室で行いました。

実験1：光電池の面積(直列セル数)と発電量の関係

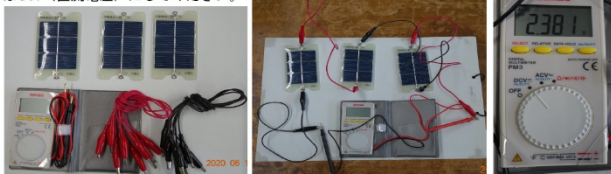
[1. 実験概要] 線形(等差数列)現象を、モデルにしてみよう!

光電池はN型のシリコンとP型のシリコンを接触させたもので、2つのシリコンの界面に生じるエネルギーの差(バンドギャップ)を利用して、光のエネルギーを電気のエネルギーに変えるものです。「電池」と言っていますが、本質は発電素子になります。1つのシリコン素子では発電量が小さいので、いくつもの素子を直列につないで使います。直列は電圧を大きくするため、並列は電流をたくさん流せるようにするためです。ここでは、直列数(黒い部分の)と電圧の関係性を実験で調べてみます。その結果から、どんな関数で関係性を表すことができるか考えます。

[2. 使用器具・接続方法]

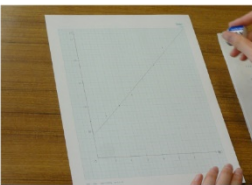
使用器具：ソーラーパネル3枚、テスター、ワニ口クリップ、方眼紙

接続方法：3枚を直列につないでください。極性がありますので注意してください。直列につないだら、出力電圧が測れるように、テスターをつないでください。出力は直流です。計測モードはDCV(直流電圧)にしてください。



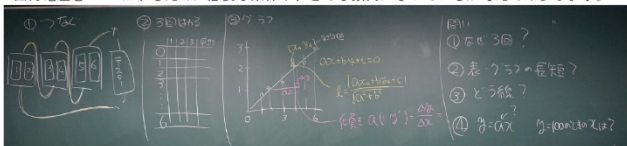
[3. 実験の進め方]

ソーラーパネルで光にかざした黒い部分の面積と出力された電気の大きさ(出力電圧)の関係性を調べます。右のように、一枚の半分の面積を1として、全部隠した0から1だけ出した1、1と2を出した2といった形で3回ずつ測定して、表を作ります。3回の平均を計算して、上のように、方眼紙上に描きます。



[4. 実験データの解析(モデル化)]

方眼紙にxとyの関係性を表す形で線を描きます。その線の関数と考えます。関数が描けたら、出力電圧を100Vにするために必要な条件や、どんな数列になっているか考えてみましょう。



実験2：コンデンサに溜まった電荷と時間の関係

[1. 実験概要] 微分(等比数列)現象を、モデルにしてみよう!

コンデンサ(キャパシタ)Cは電荷Qをためることのできる素子です。このとき、電荷Q[C]とコンデンサの電気容量C[F]と素子電圧 v_C [V]の間には、線形な関係(オームの法則)が成り立ち、 $Q=C \times v_C$ と書けます。一方、抵抗Rは電流Iを流すことのできる素子です。このとき、電流I[A]もしくは $\frac{Q}{s}$ と抵抗の大きさR[Ω]と素子電圧 v_R [V]の間には、線形な関係(オームの法則)が成り立ち、 $v_R=R \times I$ と書けます。単位を見てわかるように、電流Iは電荷Qの時間変化なので、微分を使って、 $I=\frac{dQ}{dt}$ と表せます。このため、コンデンサに電荷をためて、その後抵抗につなぐと、電荷が抵抗を経て移動して、電荷が失われて、コンデンサの電圧も減っていきます。ここでは、コンデンサと抵抗をつないだ時の時間に対する電荷の減り方を、コンデンサの電圧で調べてみます。その結果から、現象がどんな関数となるかを考えます。

[2. 使用器具]

使用器具：コンデンサ(10F)、抵抗(2Ω)、テスター、手回し発電機、ストップウォッチ、方眼紙、片対数用紙



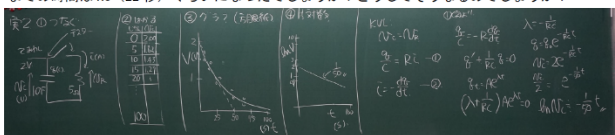
[3. 実験方法]

コンデンサを手回し発電機に、写真のようにつないで2V以上(2.5V以下)になるまで電荷を貯めます。電圧はテスターをコンデンサ両端につないで、計測モードをDCV(直流電圧)にして計ってください。電圧が2Vを超えたら(2.3Vくらいが目安)、手回し発電機をすぐにはずして、手回し発電機をつないでいたところに抵抗を写真用のようにつなぎます。このときテスターはつけたまましておきます。つないだらすぐにコンデンサの電圧は減ります。つないだ瞬間から2秒おきに、60秒まで値の変化を記録します。値は表にまとめたのち、方眼紙上に描きます。できればそれを片対数用紙にも描いてください。



[4. 実験データの解析(モデル化)]

方眼紙にxとyの関係性を表す形で線を描きます。その線の関数と考えます。また、どんな数列になっているか考えてみましょう。電圧の大きさがネイピア数(e=2.71)分の1の大きさになるまでの時間はRC(22秒)くらいになったでしょうか?どうしてそうなるのでしょうか?



上記は、授業で生徒さんが取り組んだ実験のテキストの一部です。また下の写真は、授業当日の様子の一部(実験と講義の様子)です。授業のテーマは「研究リテラシー入門」でした。講義では、研究の流れから事例、またアプローチとしての帰納的手法と演繹的手法について説明し、実験では線形モデルと非線形モデルとして、上記のエネルギーに関する2つの実験を行い、グラフにまとめ、モデル構築までを行ってもらいました。等差数列、等比数列、指数関数や時定数、キャパシタと抵抗の過渡現象など、高校一年ではまだ習っていないことも多く含んでいましたが、理数探求コースを希望する生徒さんだけあって、習っていないことでも班で話し合って考えて、熱心に取り組んでいました。2年で行う課題研究の導入として行いましたので、いいキックオフになったように感じています。

