

太陽電池

太陽によって生産されるエネルギーは太陽エネルギーと呼ばれる。太陽全体で起こっている核融合反応によって生産されている。このエネルギーは光の形式で地球に届く。光電池あるいは太陽電池は、光エネルギーを電卓や自動車、人工衛星などで使われる電気エネルギーに変換する。光電池は普通、シリコンなどの半導体物質から作られる。電池に光が入ると、電子を動かし電池に電流を発生させる。単体の光電池は、指の爪程度の大きさであり、光が当たった時に僅かな電流を送り出すだけである。大電流を要求する物体を動作させるためには、多数の光電池を接続して大電力を得ている。

太陽エネルギーによって動作する機器は、「太陽駆動」〇〇と呼ばれる。暗くなってから点灯しなければならない街灯は、太陽が照っている時にエネルギーを電池に貯蔵し、そして夜そのエネルギーを利用する。遠く離れた場所で仕事する科学者が、彼らのコンピュータや機器を作動するために太陽エネルギーに依存する。太陽エネルギーによって駆動されているものにして、あなたは何を思い浮かべることができるか？

実験その1で、あなたは太陽光に照らされた時、光電池の電圧と電流を測定する。そして、あなたは電池の起電力を次の関係式から算出する。

$$\text{起電力 (P)} = \text{電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}$$

あなたは太陽エネルギーから電気エネルギーに変換する時の光電池の効率を計算する。

実験その2では、光電池を照らす光の波長と光電池の起電力の関係を調べる。

目的

この実験で、あなたは次のことを体験する。

- ・出力電流を測定するために電流センサーを使う。
- ・出力電圧を測定するために電圧センサーを使う。
- ・光の強度を測定するために光センサーを使う。
- ・起電力を計算する。
- ・効率を計算する。
- ・光の波長と光電池の起電力の関係を調べる。

準備

LabQuest
LabQuestソフトウェア
電流センサー
電圧センサー
光センサー
光電池

ワニロクリップの付いたリード線
電気抵抗 (100 Ω)
青色、赤色、緑色のフィルター
太陽光 (日射)
ものさし

事前問題

1. 実験その1で、あなたは太陽電池の効率を決定する。全ての光エネルギーを電気エネルギーに変換した時、効率が100%である。電池の効率として、あなたはどの程度と予想するか？あなたはパーセント単位で回答する。その時、100%は太陽光の全てを電気エネルギーに変換し、太陽光から電気エネルギーに全く変換できない場合は0%とする。
2. 実験その2で、あなたは光電池を照らす光の波長と電池の起電力の関係を調べる。あなたは光の波長が起電力に影響すると考えるか？もし影響すると考えるなら、赤、青、緑の波長では、どの色が最も高い起電力となるとよそうするか？

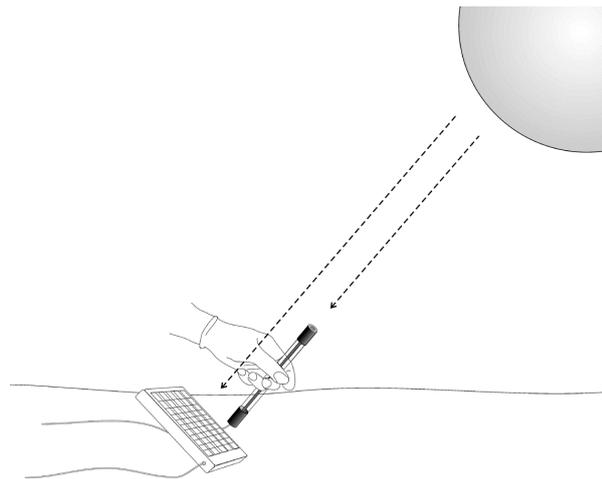


図1

手順

その1 発電量の決定

1. LabQuestのチャンネル1 (CH1) に電流センサー、チャンネル2 (CH2) に電圧センサー、チャンネル3 (CH3) に光センサーを接続する。光センサーの感度は、0-150,000luxに設定する。ファイル (File) メニューから、新規 (New) を選択する。
2. メータ画面から、頻度 (Rate) をタップして、データの記録頻度を1秒間に2回 (2 samples/second) , 記録時間 (length) を30秒に設定し、OKを選択する。
3. Z電流センサーと電圧センサーをゼロ点更正
 - a. 電圧センサーの二本のリード線 (赤と黒) を接続する。
 - b. 表示されるセンサーの値が安定したら、センサーのメニューからZero▶Voltage Probeを選択する。この設定が完了すると、電圧センサーからの値が、ほぼゼロとなる。
 - c. 電圧センサーを接続した状態で、センサーメニューからZero▶Current Probeを選択する。この設定が完了すると、電流センサーからの値が、ほぼゼロとなる。

4. 図2に示したように直流回路を組む。電流センサーの赤の端子は、光電池の+端子に接続する。その極性を調べるために、光電池の下部を調べる。電圧センサーの赤のリード線を光電池の+端子からのリード線（電流センサーの黒の端子からのリード線）に接続する。電圧センサーの黒のリード線を、光電池の-端子からのリード線に接続する。
5. 光電池を太陽の方向に傾ける。光センサーも同じ方向に向けて、支持する。光センサーの値を読み取り、データ表に記入する。
6. データの記録を開始する。
7. データの記録が終了したら、電流と電圧の平均値を決定し、データ表に記入する。
 - a. 分析 (Analyze) メニューからStatistics►Potential (電圧) を選択する。電圧の平均値をデータ表に記入する。
 - b. 分析 (Analyze) メニューからStatistics►Current (電流) を選択する。電流の平均値をデータ表に記入する。
8. メーターをタップする。手順5～7を繰り返し行い、2回以上のデータを取得する。各試行では、光電池と光センサーの向きを一定に保つ。

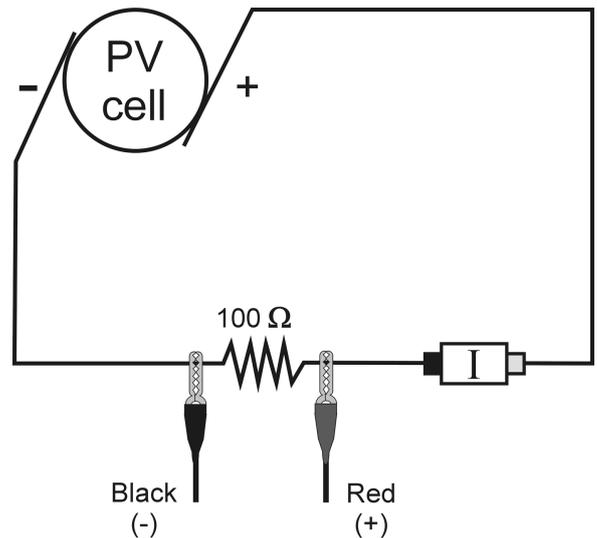


図 2

その2 波長の影響

9. メーター画面をタップする。もう一度、手順5～7を繰り返し行い、電流と電圧、光の強度の値をデータ表2に記入する。
10. 光センサーの先端に青のフィルターを付ける。光センサーを太陽に向ける。光センサーの値をデータ表2に記入する。光電池を青色フィルターで覆い、太陽の方向にかたむける。手順6と7を繰り返しおこなう。電流と電圧の平均値をデータ表2に記入する。
11. 青色フィルターを赤色フィルターにして、手順10を繰り返し行う。次に緑色フィルターを用いて、手順10を繰り返し行う。

データ表

その1 発電量の決定

	Current (A)	Voltage (V)	Illumination (lux)
Trial 1			
Trial 2			
Trial 3			

LabQuest 32

Average			
---------	--	--	--

次の表の記入に仕方は、データ処理に説明がある。

発電量 (電力) (W)	
太陽パネル上の太陽電池の数	
太陽電池の面積 (cm ²)	
太陽電池の総面積 (m ²)	
単位面積当たりの電力 (W/m ²)	
太陽からのエネルギー (W/m ²)	
太陽パネルの効率	%

その2 波長の影響

	電流 (A)	電圧 (V)	照度 (lux)	電力 (W)
フィルターなし				
青フィルター				
赤フィルター				
緑フィルター				

データ処理

1. 実験その1における電流と電圧、照度の各値の平均値を計算せよ。
2. 次の式を用いて、起電力を計算せよ。

$$\text{起電力 (P)} = \text{電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}$$

3. 開いた光電池を調べ、パネル上の電池単体の数を数えて、データ表に記入せよ。
4. 電池単体の面積をcm²単位で決定せよ。ただし、長方形の面積は縦の長さ×横の長さの積、三角形の面積は底辺の長さ×高さの積の二分の一である。面積を計算する時、1つの電池の形を図に描き、各辺や高さを測定し、その値を記入することは手助けとなる。

5. 次の式を用いて、全ての電池の総面積をm²単位で計算せよ。

$$\frac{\text{パネル上の電池の数} \times \text{電池単体の面積}}{10,000 \text{ cm}^2/\text{m}^2}$$

6. 起電力を電池の総面積で除すことで、光電池の出力を単位面積 (m²) の起電力として決定せよ。

7. 単位面積 (m^2) 当たりの太陽の出力を、測定した照度 (lux) 75で除すことで決定せよ。ただし、照度とエネルギーの間には、 $1 \text{ W/m}^2 = 75 \text{ lux}$ の関係があるとする。
8. 次の式を用いて、光電池の効率を計算せよ。

$$\frac{\text{単位面積当たりの光電池の出力}}{\text{単位面積当たりの太陽エネルギー}} \times 100\%$$

9. 光電池の効率は、あなたの予測した値と比較してどうであったか？
10. 光電池の効率を低下させる要因には何があるだろうか？
11. 実験その2の各試行について、起電力を次式により計算せよ。

$$\text{起電力 (P)} = \text{電圧 (V)} \times \text{電流 (A)}$$

12. 何色が最も高い起電力であったか？また、何色が最も低い起電力であったか？
13. 起電力に対する光の波長の影響に関して、あなたはどのように結論付けるか？
14. 家屋の暖房に電気を使う時、光電池の理想的な置き場所にどのような条件が寄与するか？

発展

1. 光電池の起電力に照射する光の量の影響を決定せよ。
2. 光電池の起電力と光の入射角の関係を決定せよ。
3. 効率が回路に与える負荷に依存するかを決定せよ。

出典

Robyn Johnson, Gretchen Stahmer DeMoss and Richard SorensenD, " Earth Science with Vernier", MEASYRE.ANALYZE.LEARN™., 2009.

評価版のダウンロード先：http://www.vernier.com/files/sample_labs/ESV-32-COMP-photovoltaic_cells.pdf

注意

この資料には次の事項が含まれていない：

- ・安全に関する情報
- ・指導者のための基本情報
- ・学習指導要領（教育カリキュラム）との関係に関する情報
- ・実験を成功させるための留意点