

4 人工の光に対する太陽電池の性能

1 研究の動機

去年行った“色々な電池の性能”という研究で太陽電池に興味を持ったので、今年もう少し詳しく調べてみようと思った。

計算機や時計などには太陽電池が使われているが、それらは蛍光灯のあかりだけでも作動する。蛍光灯は太陽の光と比べるとずぶん弱いように思えるが、太陽電池は室内のどんな光源に対してどのくらい反応するのか調べてみた。

2 太陽電池の原理

太陽電池はシリコンという物質でできたP型半導体とN型半導体という材料を組み合わせてできている。(図1)

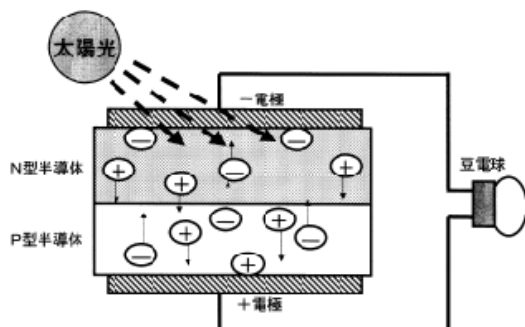


図1 太陽電池の原理

太陽電池に光があたると、光エネルギーによってそれぞれの半導体にプラスの電気（正孔）とマイナスの電気（電子）が生じ、プラスの電気はN型半導体へ、マイナスの電気はP型半導体へと移動して電気の偏りが生じ、マイナスの電極とプラスの電極との間に電圧が発生する。

これが太陽電池の原理であるが、このことから考えると、光エネルギーを発するものなら太陽の光以外にも様々な光源で発電できることが予想される。

3 実験のあらまし

蛍光灯などの“人工の光”に対する太陽電池の

性能を調べるために、次の5つの実験を行った。（測定は写真1のように、家の廊下で実験の光源以外の光が入り込まないように行った。）



写真1

(1) 太陽電池の基本的な性能調査

光源の白熱電球からの距離によって太陽電池の発生電圧はどうなるかを調べる。そのとき太陽電池の光を受ける面の面積や角度を変化させると発生電圧はどうなるかも調べる。

(2) 色付きの光に対する太陽電池の性能調査

白熱電球の光を色のついた半透明の亚克力板に通して、光に色をつけたときの太陽電池の発生電圧を測る。

(3) 様々な光源に対する太陽電池の性能調査

白熱電球の他にも表1に示すような光源を用いて、いろいろな種類の人工の光に対する太陽電池の反応を調べる。

	実験に使用した光源
交流駆動	・クリア電球 ・白熱電球 ・電球型蛍光灯
直流駆動	・TVリモコン ・LED光源 ・懐中電灯
その他	・ろうそく

表1

(4) 環境の変化に対する太陽電池の性能調査

太陽電池を使う時に周りの環境が変化すると太陽電池はどう反応するかを調べる。環境として温度（高温、低温） 電波、磁気を考えた。

(5) 太陽光に対する太陽電池の性能調査

実験(1)~(4)と比較するために、太陽の光に対する太陽電池の性能を調べる。

4 実験方法と結果

【実験1】太陽電池の基本的な性能調査

(1) 光源からの距離と発生電圧の関係

光源には白熱電球を使い、太陽電池パネルの角度は垂直にする。暗室の中で、光源と太陽電池との距離を10cmずつ離して行き、そのときの発生電圧の変化を調べる。(同じ実験を3回行う。)

実験結果

結果を図2に示す。距離が増えるにつれて発生電圧が下がると予想したが、最初の方(距離30cm、80cm付近)で、発生電圧が大きくなった。これは、壁にあたって跳ね返った光が、この距離のところに集まっているのではないかと考えている。その点を除けば、距離が光源から離れるにつれて発生電圧は徐々に低くなっていく。

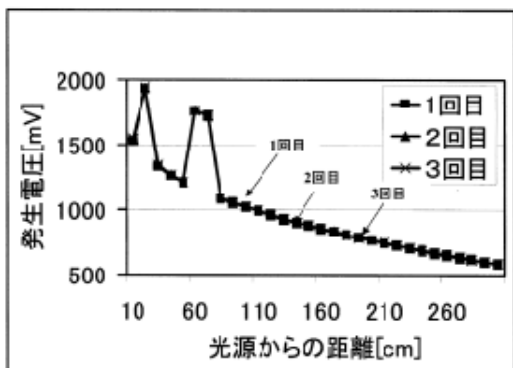


図2 光源からの距離と発生電圧

(2) パネル面の角度を変えたときの反応

光源に白熱電球を使い、太陽電池パネルの角度を変えた場合の変化を見る。光源と太陽電池との距離を10cmずつ離しながら太陽電池の発生電圧を測るとき、太陽電池パネル面の角度を0

度、20度、40度、90度に変える。(角度0度とは、床に対して垂直を表し、角度90度とは水平を表す。)

実験結果

結果を図3に示す。太陽電池パネルの角度と発生電圧の関係は、0、20、40度のときほぼ同じで90度で少し低い。これは角度が大きくなると光があたる面積が減るためだと思う。

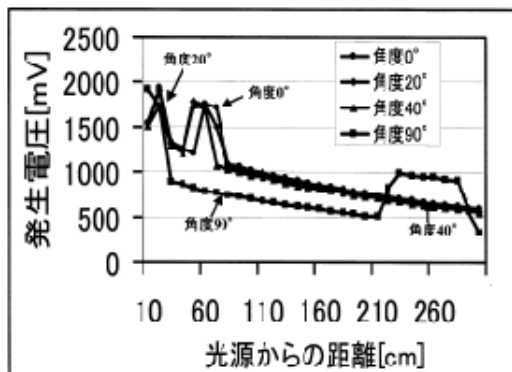


図3 角度と発生電圧の関係

この実験でも距離が10cm、60cm、260cm付近で発生電圧の跳ね上がりが起こっている。完全に予想どおりではなかったが、大体、角度が大きくなると発生電圧が小さくなる。

(3) パネルの面積と発生電圧の関係

太陽電池パネル面にカバーをかぶせてパネルの面積を変えて発生電圧を測る。

実験結果

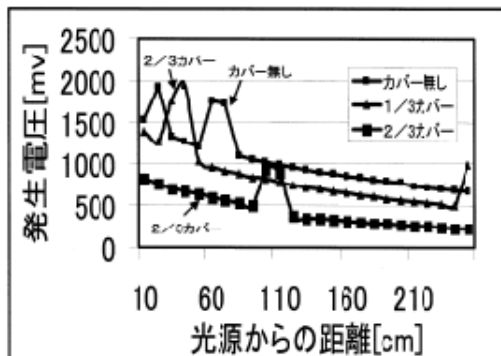


図4 パネル面積と発生電圧の関係

結果を図4に示す。パネルの面積が小さくなるにつれて発生電圧も低くなるという予想どおりの結果になった。(この測定でも、発生電圧が

跳ね上がる位置（距離）がいくつかあった。この傾向は今回の実験すべてに見られるので、今後はこの現象が起こらないように実験装置の工夫が必要かもしれない。）

【実験 2】色つきの光に対する太陽電池の反応

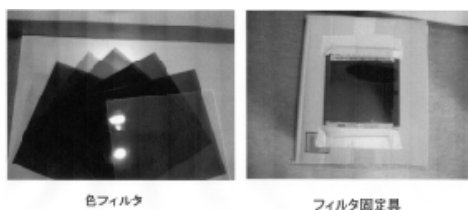


写真2

白熱電球の光を、写真 2 に示す色つきのアクリル板（色フィルタ）を通すことで、光に色をつける。色フィルタは、太陽電池をすっぽりおおうためのフィルタ固定具の窓に取り付けて使用する。この状態で、光源との距離を10cmづつ離し、太陽電池の発生電圧を測っていく。

実験結果

結果を図 5 に示す。

光の色のちがいによる太陽電池の感度のちがいを調べるつもりでこの実験を行ったが、色による発生電圧の差はそれほど大きくなかった。

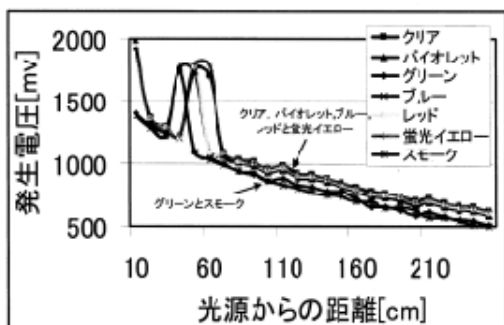


図5 光の色と発生電圧の関係

わずかだが、クリアや蛍光イエローなどの比較的薄い色の発生電圧が高く、スモークやグリーンなどの濃い色の発生電圧が低くなった。

【実験 3】様々な光源に対する太陽電池の反応

表 1 に示した 7 種類の光源を変えて、それぞれの場合について太陽電池の発生電圧を測定す

る。光源との距離を10cmづつ離して、発生電圧を測定する。

実験結果

結果を図 6 に示す。

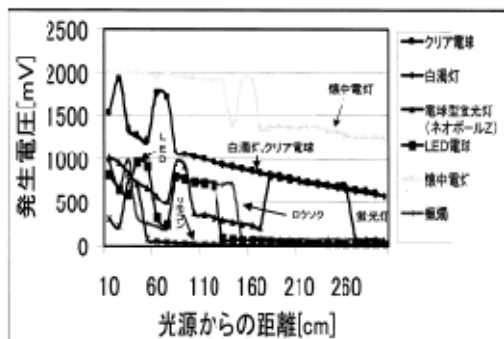


図6 様々な光源に対する発生電圧

光源のちがいによる太陽電池の発生電圧のちがいは、懐中電球が小さくLED光源が大きいと予想していたが、実際は逆であった。赤外線（テレビのリモコン）でも発電が可能であることがわかった。光源に加える電源の交流と直流の差による発生電圧の差は無かった。

【実感 4】環境の変化に対する太陽電池の反応

周囲の環境の変化として、太陽電池パネルの周りの温度を変えた場合（高温と低温）電波を近づけた場合を考え、それぞれの場合における発生電圧の変化を調べる。写真 2 で示したフィルタ固定具に透明のフィルタをつけたもので太陽電池パネルをおおい、内部の環境を変化させる。温度はドライヤーとコールドスプレーで調整し、電波を近づける実験では、携帯電話を用いる。

実験結果

					[mV]	
	比較	磁石	電波	高温	低温	
出力	1026	1026	1026	30℃ 972 40℃ 929 50℃ 887 60℃ 851	30℃ 950 20℃ 998 15℃ 1019	
傾向	—	変化無し	変化無し	高温になる ほど低下	低温になる ほど上昇	

表2 周囲の環境変化に対する反応

表2に結果を示すが、周りの温度を変化させたときだけが発生電圧を変化させることが分かった。すなわち、太陽電池パネルの周囲が高温になるほど発生電圧は下がり、反対に低温になるほど発生電圧は上がる。磁石や電波でも何か変化が起こると思っていたが、予想とは反対だった。

【実験5】：太陽光に対する太陽電池の反応

これまでの実験と比較するために、屋外の太陽光に対する太陽電池の発生電圧を測る。

実験結果

表3に結果を示す。

発生電圧は、人工の光に太陽電池を近づけた場合とあまり変わらないことが分かった。

		[mV]			
	時間	午前10時	午前11時	午前12時	午後1時
1回目	天気	小雨	大雨	中雨	中雨
	出力	1790	1213	1314	1200
2回目	天気	快晴	快晴	快晴	快晴
	出力	1680	1700	1727	1798

表3 太陽光に対する発生電圧

5 考察とまとめ

どの実験でも、光源から離れると発生電圧が下がるという傾向は同じだった。

しかし結果でも述べたように、発生電圧が急に上昇するところがいくつかあったので、なぜこのようなことが起こり、どうしたら防ぐことができるかを、今後調べてみたい。

また色フィルターの実験では、わずかながらグリーンやスモークなどの濃い色の場合の発電量が小さかったが、それは太陽電池の濃い色に対する感度が低いためではないかと思う。

さらに太陽電池が赤外線にも反応したのは、赤外線は人間の目には見えないが、しっかり発光している「光」が確かに存在しているので、それを太陽電池が感知したからだと思う。

そして今回の実験の動機で述べた“疑問”に対する答えは、太陽電池は、感度の差こそあれ家庭内で使われるほぼすべての光源に対して反応し、発電することができるということである。

また、今回の実験を通して次のようなことも知

ることができた。

太陽電池の発電量はパネルにあたる光の面積によって変化する。

太陽電池の発電量はパネルにあたる光の色によって変化する。

太陽電池の発電量は周囲の温度によって変化する。

6 参考文献など

(1) 新・太陽電池の話 (著者：桑野幸徳 / 発光所：講談社)

(2) <http://www.enenavi.com/kouza/neo.html#dme>