

# 太陽電池への通電時の諸特性の測定と分析

齋藤研究室 1116231 外崎 大貴

## 1. 背景と目的

再生可能エネルギーが注目される中、太陽光発電は設置が容易かつ短期にできることから、急速に普及率が進んでいる。しかし東北地方などの豪雪地域では、冬季に太陽光パネルへの積雪によって発電量が大幅に低下するため普及率は低い。

そのため本研究室では、太陽電池の pn 接合に外部から電流を流し、ジュール熱を発生させることによりパネル上の積雪を滑らせて除雪する方式の研究を行っている。また、電力置換法による効率測定も実施している。

本研究では、このような通常の使用法ではない太陽電池への通電時の諸特性を測定・分析することを目的とした。具体的には、電流電圧特性の光強度依存性、通電時に電気エネルギーが光に変換される EL 発光という現象が、電力置換時にどれだけの誤差を生むのか等々を評価した。

## 2. 研究方法

### 2.1. EL 発光確認実験

太陽電池を2枚用意し、互いの受光面を向き合わせ外部からの光の影響を受けないようする。一方の太陽電池に最大 2.2A の電流を流し、通電側太陽電池から発生する EL 発光を、もう一方の受光側太陽電池からの光電流として測定する。

EL 発光確認実験には、表 1 に示した仕様を持つ株式会社ケー・アイ・エス製の単結晶 Si 型太陽電池 (GT833-TF) を使用した。

表 1. 単結晶 Si 型太陽電池 (GT833-TF) 仕様

公称最大出力 ( $P_{max}$ ) [W]	7
公称短絡電流 ( $I_{sc}$ ) [A]	0.45
公称短絡電圧 ( $V_{oc}$ ) [V]	21.1
セル数 ( $N$ )	34
モジュール面積 ( $S$ ) [ $m^2$ ]	0.0693
セル面積 [ $m^2$ ]	0.0012

### 2.2. 通電時の電流電圧特性測定

秋田県大仙市大曲で行われている通電加熱による除雪実験の既存データを用いて、太陽電池の通電時の電流電圧特性について考察する。

除雪実験には、(株)吉岡製屋根一体型多結晶 Si 太陽光発電モジュール「エコテクノロジー」出力 130 W のフルモジュール (ETRO1SN) 2 基および出力 65 W のハーフモジュール (ETRO1HN) 1 基からなる加熱用アレイと参照用アレイの 2 組を使用した。

電流電圧特性の測定は、上記ハーフモジュール (ETRO1HN) について、ADCMT 製電圧・電流源/モニター 6241A を用いて行った。

表 2. (株)吉岡製多結晶 Si 太陽光発電モジュール「エコテクノロジー」仕様

型式	ETRO1HN	ETRO1SN
外径 [mm]	1365×392mm	1365×712mm
公称最大出力 [ $P_{max}$ ]	65 W	130 W
公称最大出力動作電圧 [ $V_{mp}$ ]	7.98 V	15.99 V
公称最大出力動作電流 [ $I_{mp}$ ]	8.13 A	8.16 A
開放電圧 [ $V_{oc}$ ]	10.09 V	20.13 V
短絡電流 [ $I_{sc}$ ]	8.69 A	8.77 A
モジュール面積 [ $m^2$ ]	0.5351 $m^2$	0.9719 $m^2$

## 3. 結果と考察

### 3.1. EL 発光確認実験

通電側の通電電流を 0.1 A きざみで徐々に上げていき、一定の電圧 (2.2A) まで達したところで徐々に下げていって、対向する太陽電池で発生する光電流を計測し、データ・ロガー GL100-WL で集録した。

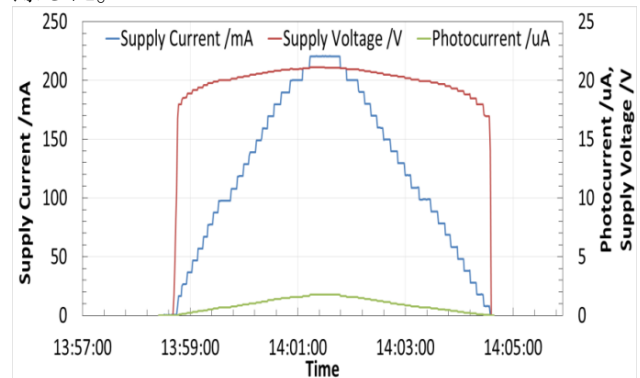


図 1. EL 発光確認実験の経時データ

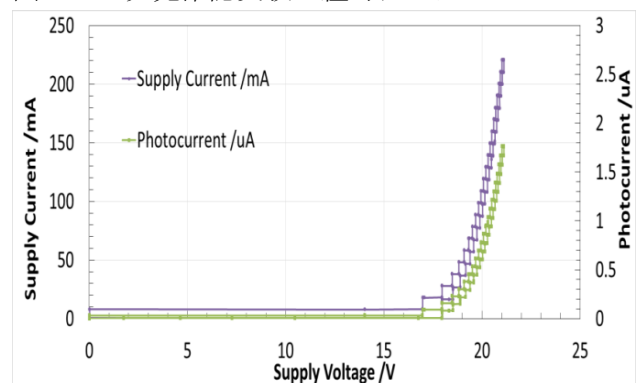


図 2. EL 発光確認実験 (印加電圧依存性)

図 1 から通電電流を上げていくと EL 発光強度

に比例する光電流の値も上昇することがわかる。

図2から光電流は通電側の電圧に対してほぼ指数関数的に増加している。これにより、通電時にEL発光が起きていることがわかる。電流の比から量子効率を求めると、 $8.6 \times 10^{-6}$ ととても小さい値であり、電力置換時における誤差としては無視してよいだろう。

### 3.2. 3 A 通電時の電流電圧特性

図3において、暗中で測定した多結晶Si太陽光発電モジュール「エコテクノロジー」ハーフモジュール(ETRO1HN)の電流電圧特性が黒線と黒丸で示してある。大曲の除雪実験では、フルモジュール2枚とハーフモジュール1枚が直列接続されているのでハーフモジュール5枚分の電流電圧特性は、前記曲線について、電圧のみを5倍することで得られる(水色■)。

大曲での除雪実証実験における通電加熱前と終了時の電流、電圧等の測定値を表3に示す。この測定値から決まる動作点を図3中に「3 A 通電時」と表記して□で示した。前記水色の曲線を縦軸に沿って平行移動してこの動作点を通るようにした曲線を橙色▲で示した。このフィット結果から推定される斜面日射量は  $46 \text{ W/m}^2$  である。ちなみに、当日の秋田市の気象庁データから換算される値は  $122 \text{ W/m}^2$  である。この食い違いの原因には、実験地が大仙市であるのに対して気象庁データが秋田市と場所が異なっている上、大仙市でのパネル前に隣接する建物による影がある。

なお表3から通電により抵抗の値が減少していることがわかる。これは太陽電池材料がSi半導体であり、半導体の抵抗値が負の温度係数を持つためと考えられる。

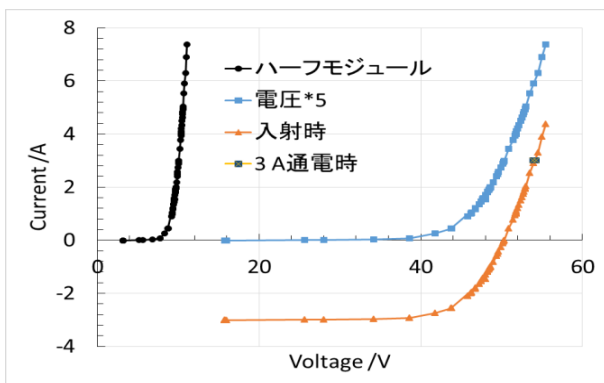


図3. 3A 通電加熱時の推定電流電圧特性 (橙色)

2015. 12. 28	10 : 05 開始時	15 : 05 終了時
電流 [A]	3.01	3.01
電圧 [V]	54.25	53.89
抵抗 [ $\Omega$ ]	18.02	17.9
電力 [W]	163.3	162.2

### 3.3. 5 A 通電時の電流電圧特性

前項と同様に通電電流が5Aの場合の結果を図4、表4に示す。

このフィット結果から推定される斜面日射量は  $63 \text{ W/m}^2$  である。当日の秋田市の気象庁データから換算される値は  $172 \text{ W/m}^2$  である。

なお、表4から通電により抵抗の値が減少していることがわかる。こちらも3A通電時と同様に、太陽電池材料がSi半導体であり、半導体の抵抗値が負の温度係数を持つためと考えられる。

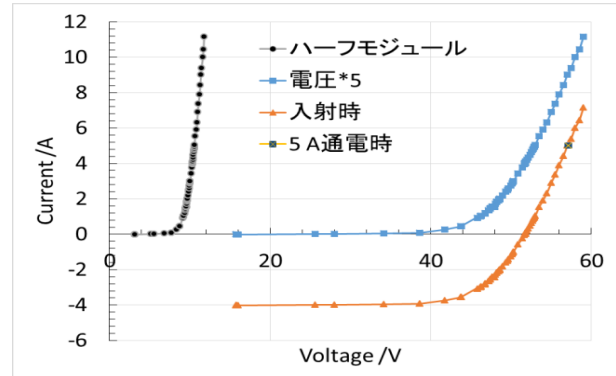


図4. 5A 通電加熱時の推定電流電圧特性 (橙色)

2016. 1. 2	11 : 03 開始時	17 : 02 終了時
電流 [A]	5	5
電圧 [V]	57.18	57.06
抵抗 [ $\Omega$ ]	11.44	11.41
電力 [W]	285.9	285.3

## 4. 結論

本研究の要点をまとめると以下の通りである。

- 電力置換法による放射測定において、太陽電池への通電時に、EL発光によって電気エネルギーが熱になることなく光に変換されるため、誤差の原因となり得る。
- 太陽電池2枚を対向させ、片方に通電してもう片方からの光電流を測定することにより、EL発光の存在を確認した。
- 前記の発光と受光を総合した量子効率は  $8.6 \times 10^{-6}$  と微小であり、これによる放射測定の誤差は無視できる程度と推測される。
- 除雪実証実験においては、明条件下での通電となるので、実際の太陽電池の電流電圧特性上の動作点がどうかを検証した。

## 5. 参考文献

1. 齋藤, 柴崎, 武澤, 初谷, 瀧脇, 味原, 宍戸, 杉山: 屋根一体型太陽電池の通電加熱による除雪, 東北工業大学地域連携センター紀要(EOS) Vol. 28 NO. 1 p. 11~p. 20 2015
2. 齋藤, 阿部, 酢谷, 柴崎, 武澤, 初谷, 瀧脇, 味原, 宍戸, 杉山: 屋根一体型太陽電池の通電加熱による除雪II, 東北工業大学地域連携センター紀要(EOS) Vol. 29 NO. 1 p. 23~p. 31 2016
3. NEDO 日射量データベース閲覧システム  
<http://app0.infoc.nedo.go.jp/metpv/metpv.html>
4. 気象庁  
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>