

通電加熱による除雪 -最適条件の探索-

齋藤研究室 1216204 阿部孔明

1. 背景・目的

住宅用太陽光発電は、容易にかつ短期に設置できることから、年々普及率は高まってきている。しかし東北地方などの豪雪地域では普及率は低く、その原因として冬場の降雪により太陽光パネルに積雪し、発電量が大幅に低下するためと考えられる。そこで本研究では、太陽光パネルに外部から電流を流し、熱を発生させることでパネル上に降り積もった雪を滑り落とす除雪実験を行い、雪を滑り落とすための電力等の条件を適宜変化させ、将来の実用化に向けて、最適条件を探ることを目的とする。

2. 実証実験

2.1. 測定対象

吉岡製屋根一体型多結晶 Si 太陽光発電モジュール出力 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 基からなる加熱用パネルと参照用パネルの 2 組を豪雪地として知られる秋田県大仙市に、方位角 182° (ほぼ南向き)、傾斜角 13° の条件で設置し、実験した。

2.2. 測定器材

実験には以下の器材を使用した。

- ・データロガー(GL100-N/GL)
- ・熱電対(K 型熱電対)
- ・ボタン型温度センサー(G 型、SL 型)
- ・直流電源(PSW80-40.5)
- ・ネットカメラ(IO DATA TS-WPTCAM)
- ・LTE モバイルルーター(PA-MR03LN)
- ・LAN 接続型切り替えスイッチ(LA-3R3P-P)
- ・抵抗負荷 (加熱側) : 800W ヒータ、860W ヒータ、60W 電球を並列接続

- ・抵抗負荷 (非加熱側) : 800W ヒータ、800W ヒータ、60W 電球を並列接続

3. 実験方法

出力 325 W の太陽光発電モジュール 2 組を比較のため並列に設置し、通常はどちらにも発電電力利用を模擬するため、最適負荷抵抗を接続してある。Web カメラにて積雪を確認したら、加熱用パネルのみ負荷を切り離し、代わりに直流電源から定電流で通電し、落雪効果を確認した後は、逆の操作で抵抗を接続する。参照用パネルには常に抵抗負荷を接続し、発電電力を消費させる。通電加熱は定電流とし、以下の条件で実施した。

3A、54V、163W (公称最大出力電力の 0.5 倍)

5A、57V、285W (公称最大出力電力の 0.9 倍)

7A、59V、416W (公称最大出力電力の 1.3 倍)

9A、61V、555W (公称最大出力電力の 1.7 倍)

各条件下での滑雪開始・滑雪完了までの所要時間、滑雪完了までの所要電力量等を表 1 に示す。3A および 9A 通電について、通電開始、終了時の電流、電圧、抵抗をそれぞれ表 2、表 3 に示す。3A、5A、7A、9A の通電加熱終了時の様子をそれぞれ写真 1、写真 2、写真 3、写真 4 に示す。

4. 結果

表 1 電流別の滑雪所要時間、所要電力量等

電流 [A]	滑雪し始めまでの時間[h]	ほぼ全量滑雪までの時間[h]	所要電力量[KWh]	等価発電量日数[日]
3	>6	>6	>0.98	>1.8
5	4.2	>6	>1.7	>3.1
7	0.5	4.5	1.9	3.4
9	0.5	2.8	1.5	2.7

※3A,5A(>)は滑雪が確認出来なかったため通電時間のみ記入。

表 2 3A 通電開始・終了時の電流、電圧等

通電加熱条件	9:00 開始時	15:5 終了時
電流 [A]	3.01	3.01
電圧 [V]	54.25	53.89
抵抗 [Ω]	18.02	17.90
電力 [W]	163.3	162.2

表 3 9A 通電開始・終了時の電流、電圧等

通電加熱条件	11:03 開始時	13:52 終了時
電流 [A]	9.00	9.00
電圧 [V]	61.72	58.99
抵抗 [Ω]	6.86	6.55
電力 [W]	555.5	530.9



写真 1 3A 通電加熱終了時の様子



写真 2 5A 通電加熱終了時の様子



写真 3 7A 通電加熱終了時の様子



写真 4 9A 通電加熱終了時の様子

5. まとめ

通電加熱では、表 1、写真 3・4 を見ると公称最大出力電力を超える電力で通電した場合に、ほぼ全量降雪することを確認することが出来たが、9A では 7A と比べると全量降雪までの時間が短いため所要電力量が少なく効率よく除雪する結果となった。写真 1、2 の様に公称最大出力以下で通電した場合には、長時間通電加熱しても降雪せず、電力を消費するだけの結果になった。また、写真 3 の様に一部の雪が太陽光パネルの僅かな枠に引っかかり残る事例が数件見られた。本実験では、意図的にゆるい傾斜角にしたが、実用的にはパネルの傾斜角を現状より大きくすべきと考えられる。

表 2、3 を見ると太陽電池の抵抗値は、通電加熱開始前より後で減少し、電力が大きいほど減少率も大きくなる結果になった。これは太陽電池材料の Si 半導体の性質として、通電後、太陽光パネルの温度が上昇していることを示している。

6. 今後の課題

今後実用化に向けて、通電加熱の自動化に必要な積雪感知器を導入し、実証する必要がある。

参考文献

- 齋藤, 柴崎, 武澤, 二田, 初谷, 味原, 宍戸, 杉山: 太陽光発電パネル上積雪の通電加熱による除雪, 応用物理学会予稿 12a-D12-11 (2015. 3. 12, 東海大) .