

通電加熱による除雪

-実用化に向けた分析と開発-

齋藤研究室 1216129 三浦大裕

1. 背景と目的

太陽光発電はクリーンエネルギーとして今注目されている。容易にかつ短期間で設置でき、固定価格買い取り制度などにより、今後、普及していくことが見込まれる。しかし、東北、北陸地方の普及率は総じて低く全国平均以下である。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、太陽光パネルに通電加熱をすることで雪を滑り落とす検証実験を行い、また、通電加熱の過去の測定データを分析し、通電加熱の効果を検証する。これらの分析や実験をもとに電力等の最適条件などを探る。

2. 研究方法

2.1. 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) : 800 W ヒータ、860 W ヒータ、60 W 電球を並列接続
- 抵抗負荷 (非加熱側) : 800 W ヒータ、800 W ヒータ、60 W 電球を並列接続
- 積雪スケール 50 cm

2.2. 測定対象

(株)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 基と 65 W のハーフモジュール (ETRO1HN) 1 基からなる加熱用パネルの 2 組を豪雪地の秋田県大仙市に、方位角 182° (ほぼ南向き)、傾斜角 13° の条件で設置し、実験した。

2.3. 実験方法

通常は両方とも発電電力利用を模擬するため、最適負荷抵抗値 (最大出力電圧/最大出力電流) に近い約 6 Ω の抵抗値を接続している。除雪実施時には、向かって左側の太陽光発電モジュー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、効果を確認した後、再び負荷を接続する。右側は参照比較用であり、通電時以外は抵抗負荷をかけて消費させる。また、今回は最小電力量を探るため、効果の前兆が見られた時点で雪が残っていても加熱を止め、負荷を再接続した。

3. 結果と考察

通電加熱の条件および結果を表 1、写真 1~4 に示す。

表 1. 実証実験毎の滑雪所要時間、所要電力量

2017年1月	電流 [A]	滑雪開始時間 [h]	ほぼ全量滑雪時間 [h]	所要電力量 [KWh]	等価所要発電日数
11日	9	>6.06	>6.25	>3.48	>6.3
17日	12	8.41	8.41	6.43	11.6

通電時間

1月11日 8:22~14:47 時間 6時間 25分

1月17日 8:03~16:44 時間 8時間 41分



写真 1. 9 A 通電後 6 時間 6 分経過時の様子



写真 2. 9 A 通電後 6 時間 32 分経過時の様子



写真 3. 12 A 通電後 4 時間 11 分経過時の様子

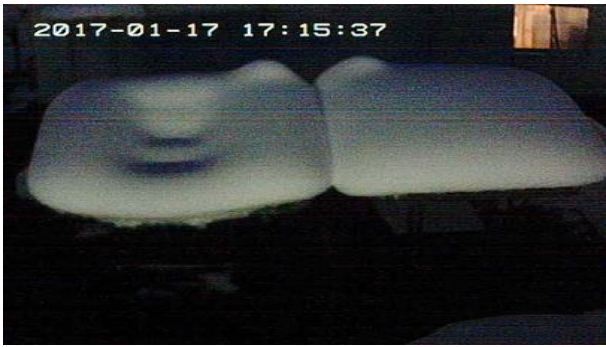


写真4. 12 A 通電後9時間12分経過時の様子

3.1. 通電加熱実証実験

今回の通電加熱実験では、両方ともほとんど雪が滑り落ちずに残ってしまった。写真1-2を見てわかるようにパネルの一部分の雪が無くなっていることがわかる。これは滑雪が起らず、融雪が生じているとみられる。また、写真3-4を比較して見ると1月17日は、中央の部分のみ雪が減少してくぼんでおり、パネルの上の雪の量が減少しただけに留まった。

いずれの場合もパネルとの接触面では解けているが、氷点下条件下で雪が大量に積もったため、温度上昇があまりないパネル枠外周部分で雪が固着した可能性が高い。

3.2. 通電加熱による除雪効果の検証

通電加熱の効果について、過去の実験データを用いて検証を行った。2015年1月29日に、6 A、52 V、312 Wにて通電加熱を実施した。図1と図2はそれぞれ除雪前と後のグラフである。

このグラフにおいて、以下の解釈ができる。

- パネル温度が0°C付近でほぼ一定に保たれている場合はパネル上に積雪がある。このとき発電電力が0である場合には、積雪により発電できていないことを示唆。
- パネル温度に変動があつて、発電電力が0である場合には、曇天等天候の影響により発電できていないことを示唆。

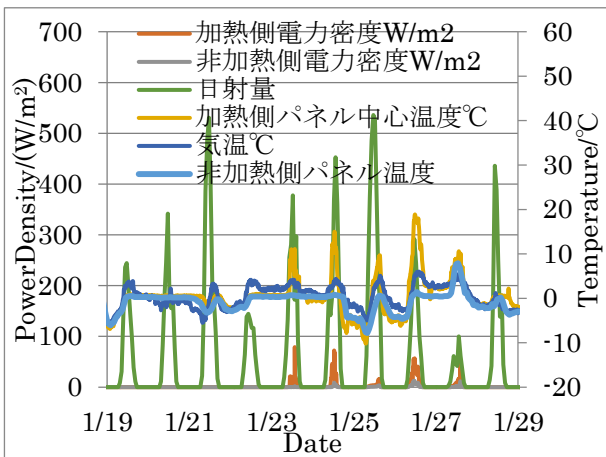


図1. 除雪前10日間推移グラフ(2015/1/19~)

図1と図2を見ると、図1は1月19日から1月23日までパネル温度が0°Cよりも一定又は下回

っていて、発電が出来ていない。また、電力もこの期間、発電量は0である。しかし、日射量は高く、滑雪すれば発電が可能である。

通電加熱後の図2は、加熱側電力は通電加熱した翌日の1月30日には発電されている。また、加熱側パネル温度も上昇している。そのため、通電の効果が現れている。

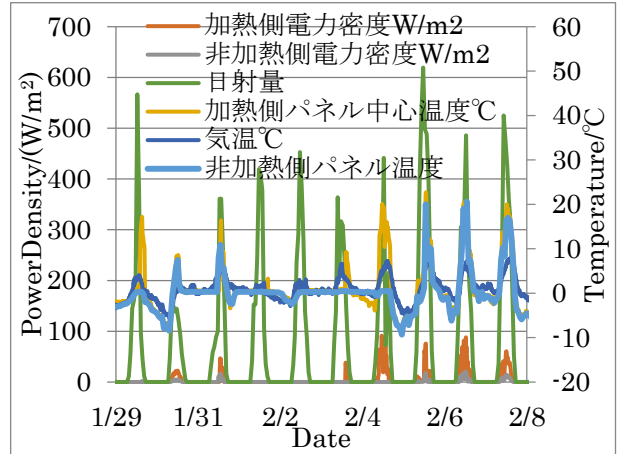


図2. 除雪後10日間推移グラフ(2015/1/29~)

5. まとめ・今後の課題

実験で得られた要点は以下の通りである。

- 太陽光発電パネルに直接通電加熱することにより、時間当たりの積雪量が少ない場合、期待通りに滑雪が生じ、容易に雪を滑り落とせることを確認した。
- 時間当たりの積雪量が多い場合、過去に滑雪が生じた同じ通電電流（電力）でも、雪が温度上昇の小さい太陽光パネルの枠部分に固着するためか、通電加熱しても滑雪が起らず、単に融雪が生じることが確認された。

今後、接触面での熱伝導性の改善等、降雪量や気温等気象条件に応じた対策と最適条件の探索が必要である。また、自動化に向けて、積雪感知器を導入しての実証実験を行う必要がある。

謝辞

本研究は本学の地域産学連携プロジェクトの助成を受け、(株)吉岡、(株)タニタハウジングウェアの協力の下、実施した。関係者各位に御礼申し上げます。

文献

- 平成26年全国消費実態調査 主要耐久消費財に関する結果 (平成27年7月31日 総務省統計局)
- NEDO 日射量データベース MONSOLA-11 <http://app7.infoc.nedo.go.jp/monsola.html>
- 齋藤, 阿部, 酢谷, 柴崎, 武澤, 湊脇, 初谷, 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) 1 (2016) 23-32