

カーボン・ナノチューブ織物状ヒータによる 太陽光発電パネル・雨樋の融雪

齋藤研究室 1616203 伊藤由平

1. 研究の動機・目的

雪国で太陽光発電パネルを利用するためには、パネル上の積雪を除くことが必要である。また、雪害による人的被害は全国で年間約 300 人前後になり、その中でも屋根の雪降ろしや落雪による被害は全体の約 8 割に相当する。そのため、カーボン・ナノチューブ織物状ヒータ（以降 CNT ヒータと略記）を使用して、パネル上や雨樋の雪を融かす実証実験を通して、実用化に向けた開発を行うことを目的とした。

2. 実験方法

2.1 太陽光発電モジュール融雪実験

融雪実験は豪雪地として知られる秋田県大仙市大曲で実験をした。公称最大出力 130 W の屋根一体型多結晶 Si 太陽光発電モジュール「エコテクノロジー」(ETR01SY)2 枚からなるアレイ 2 組を方位角 182 位（ほぼ南向き）、傾斜角 6 にて設置した。向かって左側の太陽光発電モジュール裏面に CNT ヒータを直接貼り付け（直接加熱）、右側の太陽光発電モジュール裏側には約 1cm の空気層を挟んでブラック（非遮熱）塗装ガルバリウム鋼板下に CNT ヒータを貼り付けた（間接加熱）。左パネル上段左上 G8、右パネル上段左上 G10、左下段パネル右上 G21、右下段パネル右上 G22 はボタン型温度データロガーを設置した。さらにパネル下面には K 型熱電対を設置した。

2.2 雨樋の融雪実験

小屋屋根上面と右横樋に対向する上部覆いの内側裏面に温調器付き CNT ヒータを貼り付け、常時通電した。また、左横樋には CNT ヒータを貼り付けていない。また縦樋には温調器なしで CNT ヒータを巻きつくように貼り付けて常時通電した。配線図を図 1 に示す。

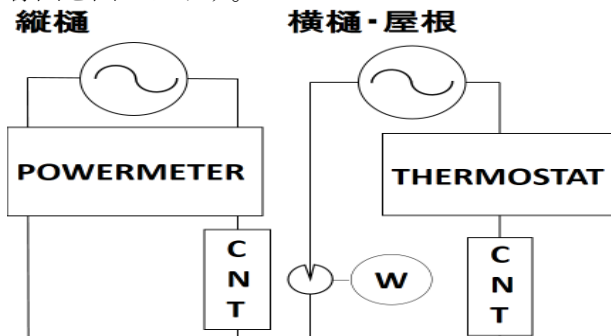


図 1. 縦樋・横樋・屋根の融雪実験接続図

図中、縦樋用の Powermeter はテーブルタップ型電力計を使用し、横樋・屋根用の W の記号で示したものは、クランプ型電流計を使用した電力計 (Engage Hub Kit) を示している。

3. 結果と考察

3.1 太陽光発電モジュール融雪実験結果

実験の条件と結果等を以下に示す。

実験日：2019 年 12 月 6 日～12 月 9 日

直流電源：CC 10 A

通電開始：12 月 6 日 08 時 00 分

電源電圧:76.94 V、合計消費電力:769.4 W

通電停止：12 月 9 日 10 時 04 分

電源電圧:71.82 V、合計消費電力:718.2 W

通電停止時の各部パネル表面温度:

左パネル左上：4℃、右パネル左上：5℃、

左パネル右下：7℃、右パネル右下：7.5℃

合計電力量：52.67 kWh



写真 1. 通電開始 2 時間 13 分後の様子



写真 2. 通電開始 30 時間 3 分後の様子



写真 3. 通電開始 47 時間 56 分後の様子

実験の結果、両方式で大方融雪されることが確認できた。図 2 において、熱電対による温度(TC-LD, TC-LU)が、ボタン型温度ロガー(G8, G21)より約 30℃上回っているのは、前者がヒータにより近いと考えられる。図 3 において両者の違いがあまりないのは、間接加熱のためと考えられる。

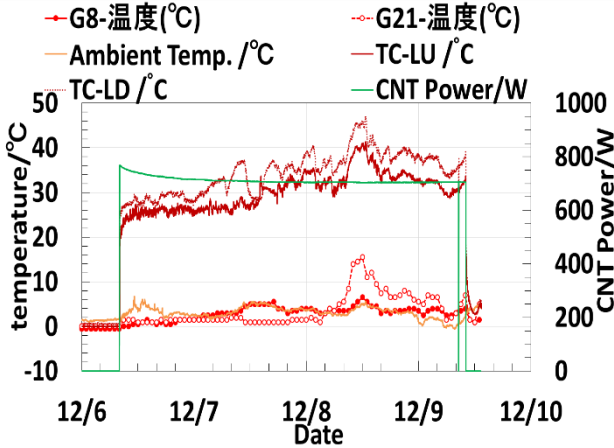


図 2. 左パネル温度等の経時変化(直接加熱)

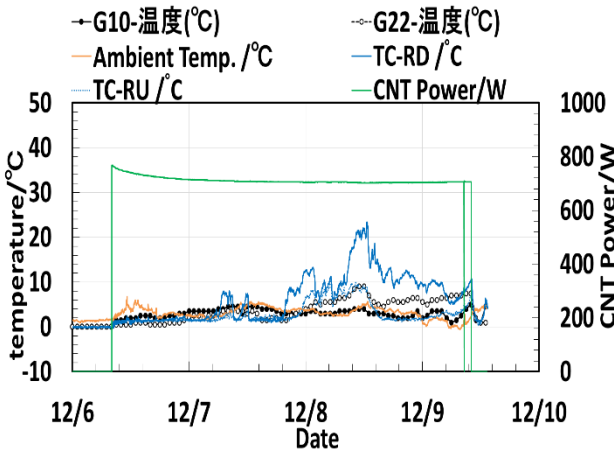


図 3. 右パネル温度等の経時変化(間接加熱)

3.2 雨樋の融雪実験結果

実験の条件と結果等を以下に示す。
 実験日 2019 年 11 月 29 日～12 月 9 日
 横樋・屋根交流電源：AC 100 V、温調器付き
 縦樋交流電源：AC 100 V



写真 4. 縦樋と横樋と屋根の写真

実験の結果、縦樋の CNT ヒータは常時通電しており、外気温との差は平均 5℃高かった。右横樋覆いの内側裏面上部に温調器付き CNT ヒータを貼り付けた場合、右横樋下部と外気温との差は平均 -0.42℃であった。また、ヒータが付いていない左横樋の場合、外気温と左横樋下部との差は平均 -1.69℃となるデータが得られたが、何も付けていない左横樋下部と外気温の温度はほぼ一致するはずなので、この程度の誤差があると推定され、前者の温度差は当然正と考えられる。

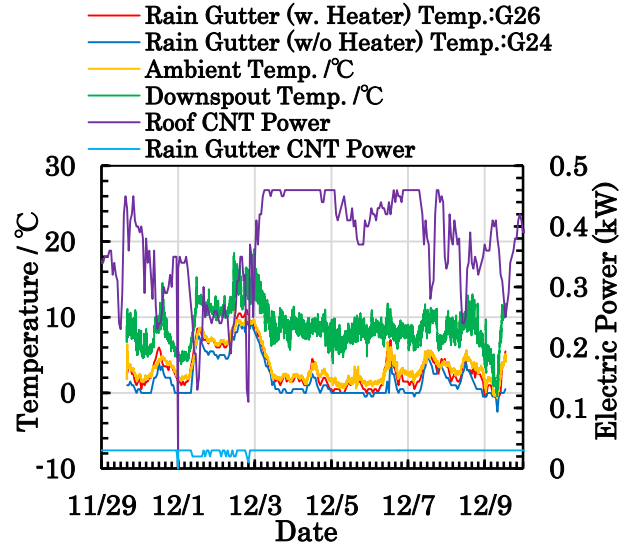


図 4. 縦樋・横樋・小屋屋根の温度等の経時変化

4. まとめと今後の課題

まとめと今後の課題は以下の通りである。

- CNT ヒータを用いて太陽光発電パネル上の積雪を融雪する実証実験を大仙市大曲で行い、約 14kWh/m² の電力量 (27 円/kWh として 378 円/m²。融雪用電力 A では 154 円/m²) で完全融雪できることがわかった。
- 実用化するにあたって、通電開始・停止を自動化するシステムとするか、あるいはサーモスタットを用いて常時通電とするか、比較検討が必要である。

謝辞

本研究は、(株)Fabtech、(株)タニタハウジングウェアの協力の下、実施した。関係各位に感謝する。

参考文献

1. <http://www.fabtech.jp/>
2. 今野友貴、温度センサーなしのカーボン・ナノチューブ織物状ヒーターの恒温制御ならびに融雪への応用 2018 年度卒論
3. https://www.hataraku-yane.jp/wp/wp-content/uploads/dlm_uploads/2019/06/manual.pdf
 エコテクノロジー 施工マニュアル