

通電加熱による除雪-システム化技術の開発

齋藤研究室 1216124 酢谷彪

1. 背景・目的

現在日本全国での太陽光発電の普及率は平均すると急速に高くなっている。しかし、豪雪地帯での普及率は総じて低く、冬季間は太陽光パネルに積雪してしまい、発電量が著しく低下する。一方積雪の多い場所であっても日照条件を整えば温暖な地域に比べて、低温であることで発電効率低下は小さく太陽光発電に向いている。

そこで我々は太陽光パネルに通電加熱をすることで雪を溶かして滑り落とす技術の実証実験を大曲で実施中であるが、現時点では、通電開始、終了の動作を人間が監視 web カメラで目視して手動で行っている。本研究では、積雪の感知と除雪動作の自動化に向けて、実用性と可能性を探ることを目的とした。

2. 装置の設計・製作

【Arduino UNO】

製作には Arduino を用いることとした。その理由は、電子部品が安価で取り扱いの容易さと、技術ハードルの低さにある。また、オープンソースハードウェアであるため、誰もが簡単に類似品を作ることができ、興味もってもらえるきっかけに繋がると思い導入した。

【雨検出器モジュール】

積雪の検出には、櫛状電極が対向してその間の電気抵抗変化を検知する方式の雨検出器を選定した。理由は Arduino との接続の容易さと、スケッチ（いわゆるプログラミング）のシンプルさである。電源は Arduino の 5V 電源から供給されるため余計な配線が不要である。

2.1 使用機器

- ・データロガー（GL100-N/GL）
- ・Arduino UNO
- ・Arduino 用雨検出器 モジュール
- ・センサボードキット
- ・パワーリレー（LY2DC6V）
- ・低消費電力デュアル汎用オペアンプ（LM358）

2.2. 積雪検知のための機器構成

図 1 にあるように、Arduino UNO、雨検出器モジュール（回路図は図 2）そのセンサボードキットを接続する。センサボードキットからは、抵抗値に比例したアナログ電圧出力、閾値可変のデジタル出力端子があり、それぞれを Arduino UNO のアナログ入力端子、デジタル入力端子に接続した。プログラムに相当するスケッチを図 3 に示す。積雪あるいは降雨があると雨検出器モジュールの抵抗値が低下するので、ある値以下になるとデジタル出力が Hi となるように回路を組み、それによってパワーリレーを駆動し、通電を開始させる構成としている。

3. 実験方法

太陽光パネルに積雪したときのみ通電加熱を動作させるためにはまず、積雪のみを検知することが必要となるので、手順として雨、曇、雪のそれぞれを雨検出器に写真 1 のように置き、そのときの出力を Arduino で計測を行い、数値化し、それぞれの対象が識別可能かどうか検証する。

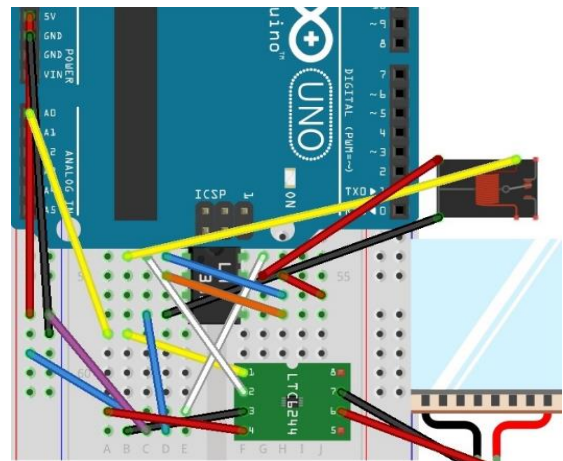


図 1. Arduino UNO、雨検出器モジュール、センサボードキット間の実体配線図

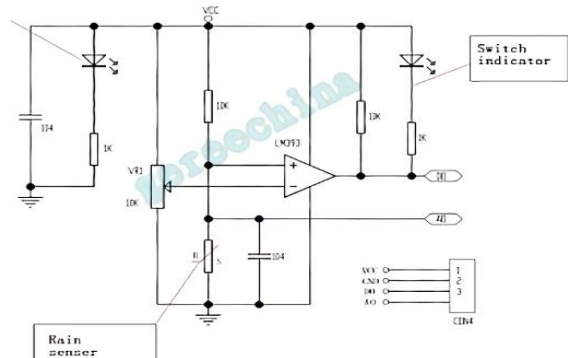


図 2. センサボードキット回路図³⁾

```
void
setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  int sensorValue = analogRead(A0);
  Serial.println(sensorValue);
}
```

図 3. 雨検知用スケッチ¹⁾

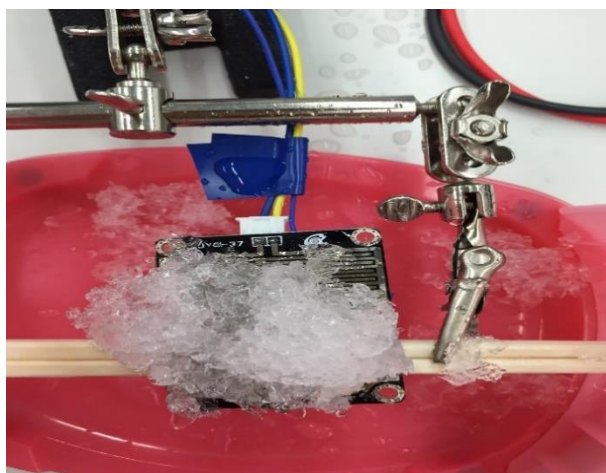


写真 1. 実験時の様子

4. 実験結果

雨、雪についての抵抗値の時間変化にともなう出力変化等をそれぞれ図 4、図 5 に示す。

図 4 の雨の場合、16:37 に霧吹きによる水の供給を開始した後、16:40 頃に止めたためアナログ電圧とデジタルが上昇し始めた。

図 5 の雪を模擬したシャーベットでの実験では、18:08 頃にシャーベットを置いた直後から計測を始めたため急速に温度が低下している。シャーベットの場合、雨とは違いパネル上に残ることになるため、雨と区別することが可能である。

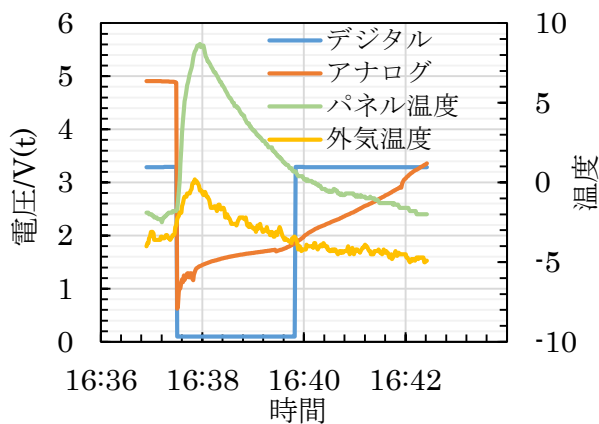


図 4. 冷凍庫内の雨での模擬実験

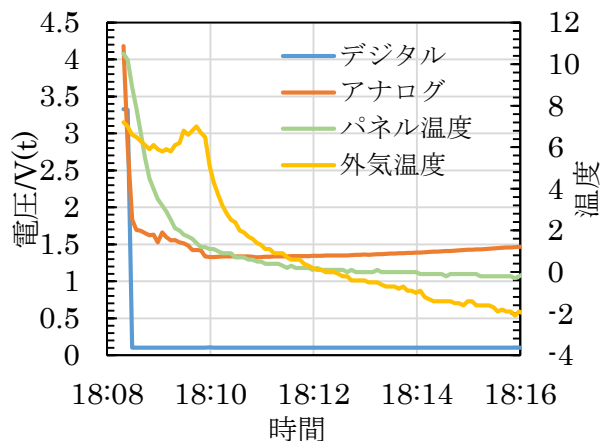


図 5. 冷凍庫内の雪での模擬実験

る。

雨、霰、雪それぞれの場合に本実験で得られた出力範囲を表 2 に示す。雪と雨の出力範囲が離れているため、識別して正常に動かすことが確認できた。このことから、雨のときの数値と雪のときの数値をスケッチに組み込めば雪のときだけパワーリレーを作動させることが可能である。

表 1. 各対象物に対する出力範囲

	計測値	電圧
雪	290~360	1.4~1.8V
霰	220~277	1.146~1.35V
雨	134~201	0.9~1.03V

5. まとめ・今後の課題

Arduino を用いて降雪センサーと通電駆動システムの試作を行った。降雪センサーとして、櫛状電極が対向してその間の電気抵抗変化を検知する方式の雨検出器を用いた。雨、霰、雪の中で雪が最も抵抗値が高く、識別可能であることがわかった。各対象物を測定した結果、パワーリレーを起動させることはできた、この雨検出器に加えて、パネル温度を測る温度センサーと組み合わせることで、より確かな識別が可能となる。

今後の課題として、本システムを大曲に導入し、実際に通電加熱の自動化の試験を実施し、データの収集が必要だと考えている。

通電加熱による融雪が可能となれば、屋上での除雪作業中の落下事故の防止や、除雪の負担軽減になり、豪雪地帯での一般住宅用太陽光パネルの普及に繋がるきっかけになると、考えられる。

参考文献

- 1) 文系な Arduino
<http://bunkeina.blogspot.jp/2014/06/blog-post.html>
- 2) SWITCH SCIENCE
http://mag.switch-science.com/2013/05/23/input_pullup/
- 3) AliExpress
<http://ja.aliexpress.com/item/10pcs-lot-Rain-sensor-rain-drops-controller-module-humidity-sensor-for-Arduino-with-potentiometer-sensitivity-adjustment/1471279256.html?isOrig=true#extend>