

## ラバーヒータ用温度制御システムの試作

高田, 青  
九州大学応用力学研究所

<https://doi.org/10.15017/4060762>

---

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術室 技術室報告. 2, pp.28-30, 2020-07. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

# ラバーヒータ用温度制御システムの試作

高田 青

## 要 旨

風工学分野では、ウインドソーラータワーの実用化に向けて研究・実験が行われている。ウインドソーラータワーは地表と上空の温度差を利用して気流を発生させており、実験ではラバーヒータを用いて温度差を作っている。このラバーヒータは、かける電圧により温度を調節するが、目的の温度を維持するために継続的に微調整を行う必要がある。本稿では、温度維持の簡略化を目的として、ラバーヒータ用の温度制御システムを試作したため、報告する。

## キーワード

ラバーヒータ マイコン リレー 温度制御 自動化

## 1. はじめに

ウインドソーラータワーとは、太陽熱を集積するコレクタと煙突状のタワーが特徴的な装置であり、風工学分野が研究・開発を進めている発電システムである。太陽熱によって発生する熱上昇風と上空風による吸い込み効果でタワー根本に設置したタービンを回して発電する仕組みである。装置の概要については、過去の技術レポート<sup>[1][2]</sup>を参照されたい。

風工学分野では、ウインドソーラータワー周りの現象を検証・計測するために、スケールダウンさせた模型を用いて風洞実験を行っている。実験における熱上昇風は、装置下部に設置したラバーヒータを温めることにより発生させている。ラバーヒータへは、図1のスライダックで電力を供給しており、かける電圧によって加熱具合を調整するシステムであった。電圧は、スライダックのボリュームを回すことで調整しているが、その日の気温などにより目的の温度に必要な電圧が異なるため、微調整を行う必要がある。さらに、実験中はタワー上部の吸い込みにより発生する気流などの影響で温度変化が激しいため、温度を維持するために実験者が張り付いてスライダックを操作する必要があった。この、非常に煩わしい作業を簡略化・自動化するために、ラバーヒータ用温度制御システム（以下、制御システムと記述する）を試作した。



図1 スライダックの外観

## 2. 温度制御システムの概要

### 2-1. 温度の測定方法

制御システムの概要を説明する前に、温度の計測方法について述べる。本実験ではラバーヒータの表面に熱電対の端子を張り付けており、熱電対計測システムにより温度を計測している。熱電対とは、2種類の金属線を接触させて回路を作り、温度差を与えると電圧が発生するゼーベック効果を利用して温度を計測するものである。実験では熱電対による温度計測機能を搭載しているオムロン社製の温度調整器 (E5CC-RX2ASM) を使用して、温度を計測している。この機種は温度に応じて電圧が出力される機能があり、実験では計

測用 PC の ADC ボードに入力することにより、実験結果として記録している。

### 2-2. ラバーヒータの制御方法

先述した熱電対計測システムから出力される電圧に基づいて、ラバーヒータに供給する電力を調整することにした。電力の調整は SSR (ソリッド・ステート・リレー) を介して電力のオンオフをすることにより実現した。制御機器はワンボードマイコンである Arduino Nano を使用し、温度調整器から出力される温度情報 (電圧) を読み込み、目的の温度になるように SSR を制御した。目標の温度設定は可変抵抗器のボリュームを調整することにより、抵抗値を電圧に変換して指定した。また、ディスプレイを設置して制御情報を表示するようにした。図 2 にシステムの概要図を示す。なお、SSR は、目標温度に満たない場合にオン、目標に達したらオフになるようにプログラムした。

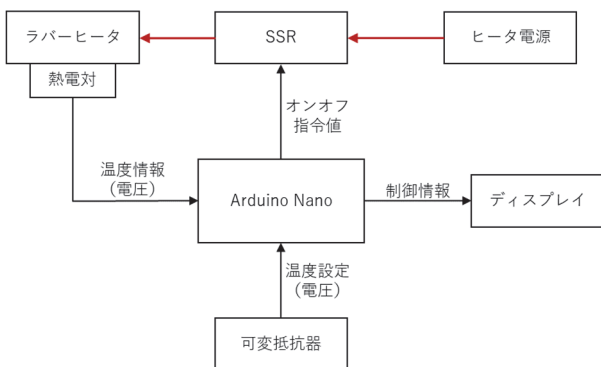


図 2 システムの概要図

### 3. 作製した回路と各部品について

本制御システムは試作であり、今後改良・修正を加えていくため、まずは回路の変更が容易なブレッドボードを用いて作製した。図 3 に作製した回路図を示す。なお、回路中の 5V は AC アダプタから供給した。以下に各部品について説明する。

#### ●Arduino Nano

温度調整器から出力された温度情報を読み込み、SSR にオンオフ信号を送る。その他目標値の設定用電圧の読み込みや値表示用のディスプレイと接続して、制御プログラムを書き込んだ。

#### ●温度調整器 (E5CC-RX2ASM)

熱電対計測システムによりラバーヒータ表面の温度を計測して、温度に応じた電圧を出力する。

#### ●SSR (SSR-40DA)

交流電力をオンオフするリレーモジュールである。ラバーヒータの動作に大電流が必要なため、380V40A まで対応可能なモデルを選定した。回路に流れる電流が大きいとモジュールが発熱するため、放熱機構を取り付ける必要がある。本試作機では手元にあったヒートシンクを取り付けた。

#### ●スライダック

交流電圧を変圧する装置である。実験では電源電圧の入力が 100V と 200V の 2 種類を使用した。試作した制御システムは 100V のみで動作確認した。

#### ●可変抵抗器

10kΩ の可変抵抗器のボリュームにより直流 5V を分圧した。分圧された電圧は Arduino Nano の電圧読み込み用ピンに入力した。また、ディスプレイのバックライト調節用の抵抗としても使用した。

#### ●LCD (液晶キャラクタディスプレイ)

本制御システムの動作情報を表示させるために使用した。4×20 文字が表示可能なタイプを使用し、ディスプレイには目標値と現在の値をそれぞれ表示させた。

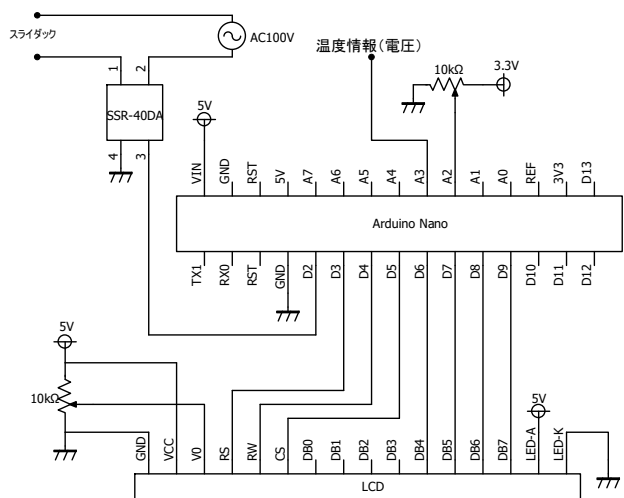


図 3 試作した制御システムの回路図

試作した回路の写真を図4に示す。

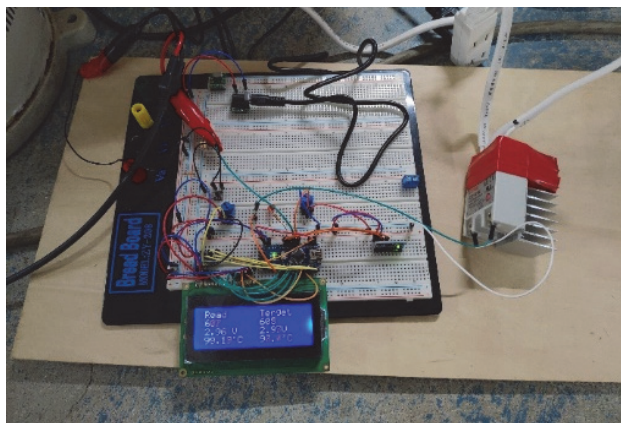


図4 試作した回路

#### 4. 動作結果

本制御システムを使用して実験を実施した。スライダックのボリュームは、従来の手動制御で設定する電圧より少し高い値に設定した。動作中のディスプレイを図5に示す。ディスプレイの左側に熱電対計測システムから読み込んだ値を、右側に目標値を表示させた。なお、2行目に読み込んだ電圧の生データ(0-5Vを10bit分解能で読み込んだ値)、3行目に生データから換算した電圧、4行目に生データから換算した温度を表示させた。動作結果は良好で、自身でスライダックのボリュームを微調整する場合と同等の温度維持ができた。

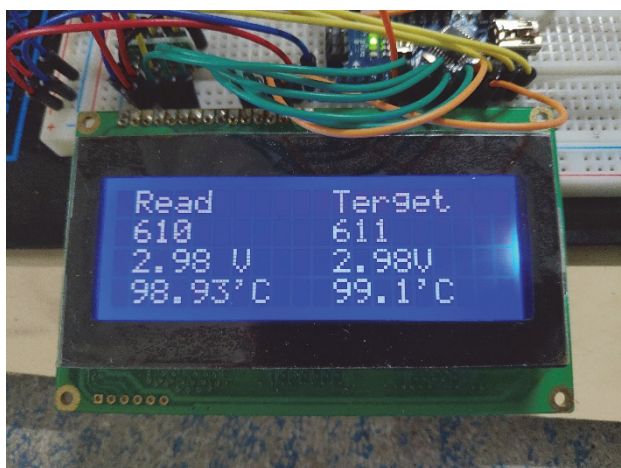


図5 動作中の様子

#### 5. 今後の課題と展望

今後の課題として、ノイズの影響かもしれないが、目標温度の電圧と、熱電対からマイコンに入力される電圧が絶えず変動している問題がある。本制御システムは応答性を要求されないため、対策として、ノイズ対策のコンデンサで抑制する案が考えられる。また、ブレッドボードで回路を組んでいるため、接点からノイズが発生している可能性が考えられる。本制御システムはブレッドボード上で作製したが、本格的に制御システムを作製する場合、ユニバーサル基板などで回路を作製することにより、ノイズの低減が期待できる。

本試作では電源電圧100Vを使用するスライダックで動作確認をしたが、実験では電源電圧200Vのスライダックも使用している。SSRは380Vまで対応可能ではあるが、放熱機構が不十分であると判断して今回は動作確認を見送った。今後、制御システムを改良するにあたり、200Vのスライダックにも対応可能な放熱機構を検討したい。

#### 参考文献

- [1] 杉谷賢一郎：ソーラータワー実験について、九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート, 15, 17-22, 2014.
- [2] 松島啓二：ウィンドソーラータワー実証試験装置における計測システムについて、九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート, 17, 38-42, 2016.

#### 謝辞

本計測システムの作製および動作を確認するにあたり、機会を与えて頂いたエネルギー研究教育機構の渡邊康一准教授に厚く御礼申し上げます。