

# 可搬型簡易自作強制通風式気温計作成マニュアル

Manual of Handmade Field-portable Forced Ventilation Thermometer

村上 雅則\*・木村 富士男\*\*

Masanori MURAKAMI\* and Fujio KIMURA\*\*

## I はじめに

近年、地球温暖化や都市化に関する研究において、AMeDASなどの常時設置の気象観測網では把握の困難な空間詳細な気温分布を得るため、気温の集中観測が盛んに行われるようになった。

気温を正確に観測するには、温度センサーの精度が十分高いことに加えて、温度センサーを観測しようとする大気の温度に極力近付ける必要がある。特に日中における野外観測では、観測精度は前者より後者により大きく左右されることが多い。そこで高精度の気温測定を行うためには、温度センサーに与える放射の影響を最小にする必要があり、放射シールドと強制通風が不可欠である。自然通風式の放射シールドを装備した温度計では、日中には高温バイアスが生じやすいことが指摘されている(近藤, 1982; 浜田, 2000)。しかしながら既製の強制通風式気温計は高額であり、また通風ファンに必要なAC電源の確保も難しいことが多い。

本報告では、安価、かつ、比較的確保が容易であるDC電源用のファンを用いた可搬型簡易自作強制通風式気温計(具体的には温度センサーを除いて5000円以内)作成のためのマニュアルと、比較観測により得られた気温の観測精度を記す。なお、本報告では温度センサーにはT&D社製の

おんどとり Jr. RTR-52 を採用した。

## II 製作する測器の概要

通風筒の材料は安価で入手しやすく、加工が容易な塩ビとアルミを利用する。強風時などにモーター側から温度センサー側に空気が逆流することを防ぐため、また温度センサーに直達光が当たることを避けるために吸気・排気口を下向きとした。センサー付近の放射の影響を最小に、また観測する大気の温度に極力近付けるために二重通風構造とした。気温測定の精度保持に十分な通風速度を得るために通風筒の温度センサー側の径を絞る。これにより温度センサー付近において約6 m/sの通風速度を確保することが可能となる(後述)。完成時の大きさは約20 cm × 40 cm × 8 cm、重量は約750 gと1人で容易に持ち運びができるサイズにした。

## III 材料と準備

使用した材料と道具は次の通りである。TSエルボ( $\phi = 25$  mm)、VPパイプ( $\phi = 25$  mm・長さ10 cm)、TS異径ソケット(25 mm × 50 mm)、VU90°エルボ( $\phi = 50$  mm)、VUパイプ( $\phi = 50$  mm・長さ10 cm)、以上は全て塩ビ製であ

\* 筑波大学大学院生命環境科学研究科大学院生

\*\* (独) 海洋研究開発機構

る。アルミパイプ ( $\phi = 1.8 \text{ mm}$ ・厚さ  $1 \text{ mm}$ ・長さ  $10 \text{ cm}$ )、アルミ板 (縦  $27 \text{ cm}$ ・横  $10 \text{ cm}$ ・厚さ  $1 \text{ mm}$ )、接着剤 (コニシ社製ボンドクイック 5 を推奨)、瞬間接着剤、塩ビ用接着剤、ねじ用弛緩防止剤、ラッカースプレー (つや消し黒色)、なべ小ねじ ( $M2 \times 10$  を 3 本) と対応するナット (3 個)、ヒートン ( $15 \text{ mm}$ )、アルミテープ、断熱シート、ドリル ( $\phi = 1.5 \text{ mm}$ ,  $2.0 \text{ mm}$ )、パテ、もしくは、伸縮テープを準備する。これらはホームセンターで入手可能である。また、オリエンタルモーター社製 DC ファン MD625B-12H (縦  $6 \text{ cm}$ ・横  $6 \text{ cm}$ ・高さ  $2.5 \text{ cm}$ , DC12V・ $0.16\text{A}$ ) を準備する。ピンセットやロングペンチがあると作業しやすい。

#### IV 作成方法

##### 1. 内部塗装

まずⅢの材料のうち TS エルボ、VP パイプ、TS 異径ソケット、VU パイプ、VU90° エルボの内部を黒色 (つや消しのものを推奨) に塗装する。これは筒内での温度センサーへの乱反射を抑えるためである。

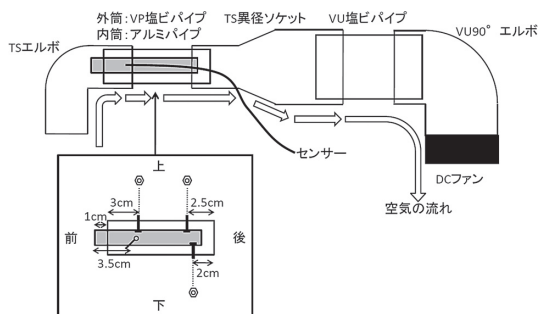
##### 2. DC ファンと VU90° エルボの接着

DC ファンの向きを確認し、風が VU90° エルボから DC ファンに向かうよう DC ファンをエルボに接着する。吸引効率を高めるために、DC ファンと VU90° エルボの間に隙間ができないよう接着剤を塗布する。接着剤は接着力が強く、また高粘性で隙間を埋めやすいコニシ社製ボンドクイック 5 を利用すると良い。

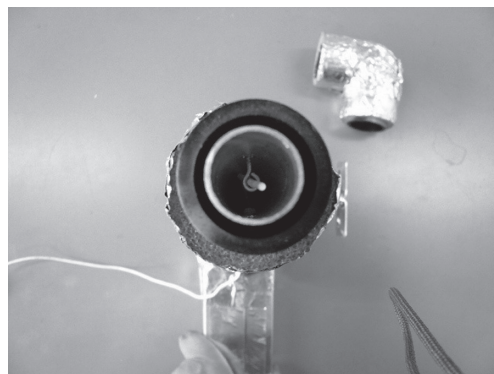
##### 3. 二重通風管の作成

次に VP パイプとアルミパイプを加工する。ねじ穴の位置などは上部・下部・右側・左側を基準として計測する。第 1 図に示すように、まず二重構造を維持するためのねじ穴を、VP パイプの

上部左側  $3.0 \text{ cm}$ 、上部右側  $2.5 \text{ cm}$ 、下部右側  $2.0 \text{ cm}$ 、アルミパイプの上部左側  $4.0 \text{ cm}$ 、上部右側  $1.5 \text{ cm}$ 、下部右側  $1.0 \text{ cm}$  の位置にドリル ( $\phi = 2.0 \text{ mm}$ ) であける。また、アルミパイプの下部左側  $3.5 \text{ cm}$  の位置には温度センサー固定用のヒートン接着のための穴 ( $\phi = 1.5 \text{ mm}$ ) をあける。この穴に、アルミパイプとヒートンを瞬間接着剤で固定する。次に、ピンセットやロングペンチを使用して、なべ小ねじをアルミパイプの内側から、VP パイプの対応する穴に通し、ナットで固定する。固定の際には、VP パイプとアルミパイプが平行になるように保ち、ナットが緩まないよう、接着剤や弛緩防止剤を併用すると良い。二重通風管の完成時の断面は第 2 図 (温度センサーも装着) のようになる。



第 1 図 測器の構造概略図。パイプの長さは各  $10 \text{ cm}$ 。灰色で示した内筒はアルミ製。それ以外は塩ビ製。



第 2 図 二重通風管の断面

#### 4. 各パイプの接合

TS 異形ソケットの径が小さい方から 4.0 cm の位置に温度センサー用の穴 ( $\phi = 2.0 \text{ mm}$ ) をあける。

DC ファン・VU90° と TS 異形ソケットを、VU パイプを介することにより接合する。次に、これと TS エルボを、二重通風管を介することにより接合する。接合時に接着剤を用いても良いが、観測時のトラブルに備え、パテや伸縮テープで隙間を埋めることによって固定しておき、分解・点検、場合によってはパーツ交換ができる状況にしておいた方が望ましいと考えられる。

#### 5. 断熱材コーティング

測器の全体を断熱シートで覆い、その上からアルミテープでコーティングする。これは塩ビパイプが日射により温められ温度センサーに影響を及ぼすことを防ぐためである。

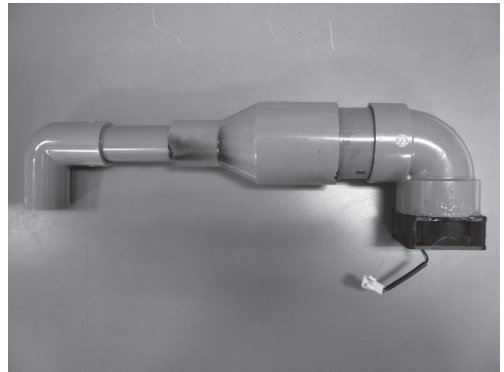
#### 6. ファン排気ダクトの作成

DC ファンの外枠にアルミ板を折り曲げ接着する。これはファンの排気を吸入口から遠ざけ、また、急な雨の際にファンを水から保護するためである。

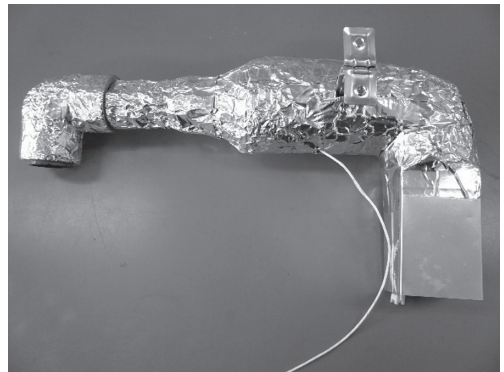
以上により完成である。完成時の外観は第 3 図、第 4 図のようになる。

### V 精度の検証

作成した測器内の温度センサー付近の流速を佐藤商事社製の熱線風速計（型式 AM-4204）により計測した。その結果、流速は約 6 m/s であった。AMeDAS 測器が 4～7 m/s であることを考慮しても十分な通風量であると考えられる。さらにオリエンタルモーター社の DC ファンは電圧が下がっても安定した通風量が供給される（図略）。実験の結果、約 10.5 V まで電圧が下がっても、温度センサー付近の風速は約 6 m/s が維持され



第 3 図 測器の外観  
(断熱シートコーティング前)



第 4 図 測器完成時の外観

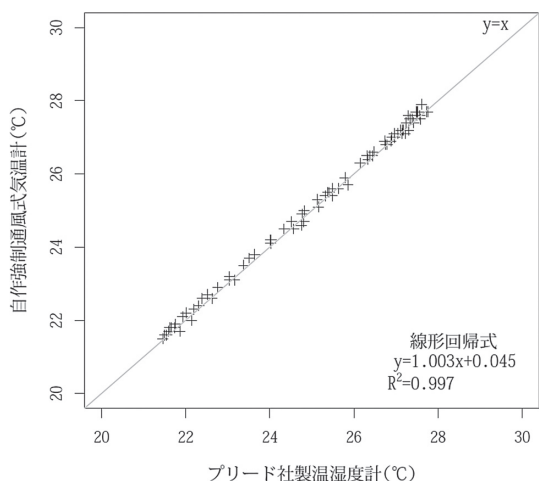
る。これは、PANASONIC 社製 EVOLTA 乾電池単 3 型 8 本の使用で約 12 時間の運転後に相当する。

測器の精度を検証するために、2008 年 7 月 2 日 8 時 30 分から 21 時 40 分まで、筑波大学陸域環境研究センター内圃場において、プリード社製温湿度計（型式 PVC-100）との比較を行った。両者の距離は約 20 cm、高度はいずれも 1.5 m の位置に設置した。サンプリング間隔は 10 秒で、解析には前 10 分の平均値（平均化母数 60）を毎正 10 分値として利用した。検定当日の最寄りの AMeDAS つくばの天気概況は晴時々曇、日照時間は 7.8 時間であった。その結果、プリード社製

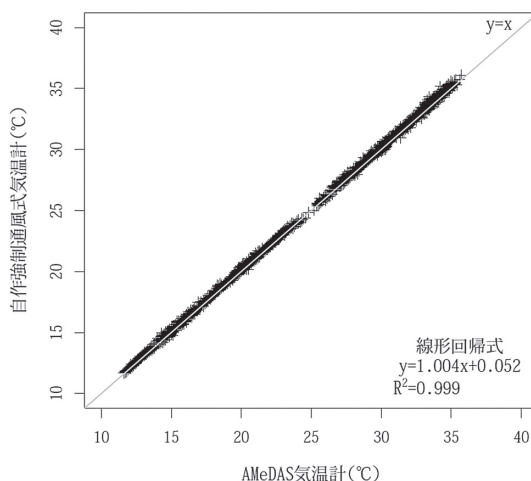
温湿度計と比較して自作測器は日中やや高い気温を示すが、両者の差（自作－プリード社製）の平均は0.08℃、標準偏差は0.11℃であり、非常に良く一致していた（第5図）。

次に、日本を代表するルーティン観測網である AMeDAS 気温との比較を、AMeDAS つくばの露場において 2008 年 8 月 4 日、8 日、15 日、22 日、9 月 12 日に行った。8 月 22 日は終日曇天

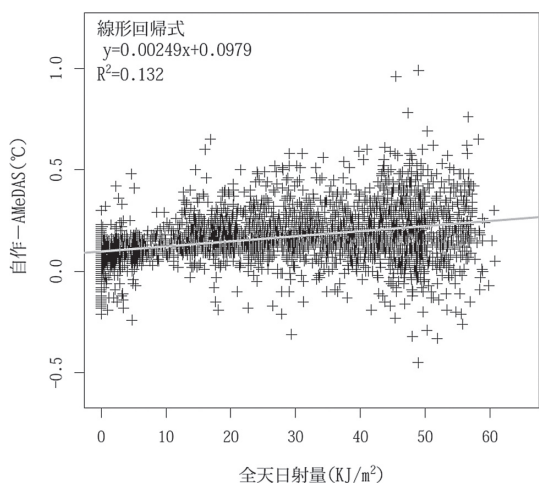
であったが、それ以外の日は概ね晴れ、最高気温は 30℃を超えた。両者の距離は約 2 m、高度はいずれも 1.5 m の位置に設置した。自作測器のサンプリング間隔は 1 秒で、解析には前 1 分の平均値（平均化母数 60）を毎正 1 分値として利用した。また、AMeDAS 気温は毎正 10 秒値から求めた前 1 分の平均値（平均化母数 6）を利用した。その結果、陸域環境研究センターでの検定と同様



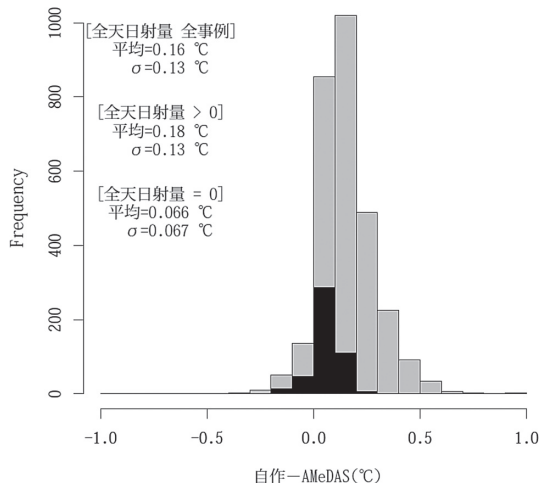
第 5 図 自作測器とプリード社温湿度計との気温を比較した散布図



第 6 図 自作測器と AMeDAS 測器との気温を比較した散布図



第 7 図 自作測器と AMeDAS 測器の気温差と全天日射量を比較した散布図



第 8 図 自作測器と AMeDAS 測器の気温差のヒストグラム

に、日中に自作測器の方がやや高い気温を示すが(図略)、両者の気温は非常に良く一致している(第6図)。また、日中の気温差と、AMeDASつくばの全天日射量1分積算値を比較したところ、全天日射量が大きくなるにつれ、気温差のばらつきが大きくなる傾向が明らかとなった(第7図)。しかし、測器間の気温差と全天日射量の線形回帰式の傾きは非常に小さく、放射の影響が抑えられていることが明らかとなった。両者の差(自作-AMeDAS)の平均は0.16℃、標準偏差は0.13℃であり、全天日射量が0 kJ/m<sup>2</sup>より大きい事例では、平均は0.18℃、標準偏差は0.13℃、また全天日射量が0 kJ/m<sup>2</sup>の事例では平均は0.066℃、標準偏差は0.067℃であり、AMeDAS測器との比較にも耐えうる、非常に高い精度であることが明らかとなった(第8図)。

## VI まとめと今後の課題

気温を安価に、かつ、正確に測定するために持ち運びが容易な強制通風式気温計を作成した。その精度は既製品、AMeDASと比較して平均で0.2℃以内(標準偏差約0.1℃)と高い精度である。

今後の課題として、二重通風管の構造上、塩ビパイプとアルミパイプの角度が不安定になりやすいので、より安定する構造に再設計すること、および、今回の測器は雨天時の使用を想定していな

いため、雨天時でも使えるよう再設計することの二点が挙げられる。

## 謝辞

本研究は、オリエンタルモーター株式会社アカデミックサポートのご協力・ご支援をいただきました。また、貴重なご助言をいただいた気象研究所の中川慎治博士、牧 広篤博士、高橋俊二博士、青柳暁典博士、清野直子博士、農業環境技術研究所の桑形恒男博士にはこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

## 文献

- 近藤純正(1982):「大気境界層の科学-大気と地球表面の対話」:「気象学のプロムナード4」東京堂出版, 219p.
- 近藤純正(2006):近藤純正ホームページ 研究の指針 K16. 気温の観測方法. <http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/kenkyu/ke16.html> (2010.6.30 閲覧)
- 浜田 崇(2000):「身近な気象・気候調査の基礎」, 牛山素行編, 古今書院, 200p.
- (2010年9月30日受付, 2010年11月18日受理)

