

# 宇宙地球物理学実験（気象学分野） 露点の測定

## 1. はじめに

本実験では、実験室内で気温、湿度、露点を測定する。乾湿計を用いて気温と湿度を測定して気象観測に慣れるとともに、露点の簡単な測定を实践する。また、気温、湿度の測定結果を解析して露点を理論的に計算し、露点の実測値と比較する。

## 2. 用意するもの

アスマン通風乾湿計（本体、三脚、ゼンマイ用ネジ、スポイト、ケース）

（以上は班に1個ずつ）

水銀温度計、アルミ製コップ（水が入っている）、プラスチック製コップ（水が入っている）、ガラス棒、スポイト

（以上は2人に1個ずつ）

時計（秒針のある腕時計など）、筆記用具（ペン、鉛筆、消しゴム、下敷き）、

ノートパソコンまたは関数電卓（指数関数と対数関数を計算できるもの）、記録用紙

※時計、筆記用具、ノートパソコンまたは関数電卓は各自持参してください。

## 3. 測定の準備

記録用紙には、班、学籍番号、氏名、共同実験者名（全員、姓のみで可）を正しく記入しなさい。

測器を受け取ったら、アスマン通風乾湿計の製造番号を確認し、記録用紙に記入する。観測の際には必ず番号を確認し、途中で入れ替わらないように注意する。

## 4. 測定

本実験では、実験室内で乾球温度、湿球温度、露点を測定する。乾湿計は各班に1台であるが、測定値は必ず自分自身で読むこと。測定値は鉛筆ではなくペンで記録することが望ましい。場所、測定日（年は西暦）、時刻（日本標準時、24時制）を必ず記録する。また、天気も記録する。他に気がついた点があれば書き留めておく。

### 【乾球温度と湿球温度の測定（1）】

はじめに、アスマン通風乾湿計を用いて、乾球温度と湿球温度を測定する。アスマン通風乾湿計は、三脚につるして使用する。

2本の温度計のうち右側は乾球温度計（普通の温度計）で、左側は湿球温度計である。湿球温度計の球部はガーゼで覆われている。金属筒をはずし、スポイトを使ってガーゼを十分に湿らせる。ガーゼには手を触れないこと。気温が同じであっても、空気が乾燥している場合のほうが湿球温度は低くなる。

ゼンマイを巻いて5分間以上通風し、示度が安定していることを確かめてから測定値を読む。手で触ったり、息がかかったりしないように注意する。乾球温度と湿球温度（単位は℃、有効数

字は小数点第1位まで)を記録する。正確に読むためには、目線が温度計に対し直角になるようにする。示度の変化の影響を防ぐため、小数点第1位を先に読み、次に、1の位、10の位を読むとよい。

- ☞ 中学校理科第2分野で通風式ではない乾湿計を取り扱う。原理は同じである。小学校の理科では(乾球)温度のみを測定する。

### 【露点の測定】

大気を圧力一定の条件のもとで冷却し水蒸気の凝結が始まったときの温度を露点(露点温度)という。この実験では、アルミ製コップの中の水をゆっくりと冷却していき、コップの側面に水滴ができたときの水温を露点とする。水温は水銀温度計で測定する。この実験では、水温とコップの表面の温度の差をできるだけ小さくするために、熱伝導率が高い金属製のコップを用いている。

- ☞ 水銀温度計はアルコール温度計よりも高価で精度が高いが、小中学校や高等学校の理科の実験では一般にアルコール温度計が用いられている。

一般に露点は湿球温度よりも低い。そこで、はじめに、ガラス棒(かくはん棒)でかくはんしながら、アルミ製コップにプラスチック製コップの冷水を注ぎ、水温がおおむね湿球温度と等しくなるようにする。冷水はガラス棒をつたわせながら注ぐこと。このとき、アルミ製コップの水の量がコップ全体の3分の2程度に収まるようにする。水の量が多すぎると冷水を加えたときにあふれてしまう。

次に、かくはんしながら、プラスチック製コップの冷水をアルミ製コップにゆっくりと注ぎ、アルミ製コップの中の水を徐々に冷却していく。精度よく測定するために、できるだけゆっくりと冷やすように注意する。冷水を注ぐときにはスポイトを用いるとよい。アルミ製コップの側面に水滴がつき、くもり始めたら水銀温度計の示度を読みとり、その値を露点の測定値とする。

実験中は、人間が放出する熱や水蒸気が結果に影響しないように注意する。学校での理科の実験では一般にかくはんするときにはビーカーを手で固定するように指導するが、今回の実験に限っては影響が最小限になるように工夫してよい。ただし、かくはんは、必ずガラス棒によって行なうものとし、温度計でかくはんしてはいけない。

- ☞ 中学校理科第2分野や高等学校の地学で露点について学ぶ。中学校理科第2分野では、コップに入れた水に少しずつ氷水を注いで露点を測定する方法も紹介されている。

### 【乾球温度と湿球温度の測定(2)】

露点の測定が終了したら、できるだけ時間を空けずに、再び、アスマン通風乾湿計を用いて、乾球温度と湿球温度を測定する。以下の解析では、ここで得た乾球温度と湿球温度の値を用いる。

## 5. 測定データの解析

ここでは、気象観測機器によって測定した結果から露点を理論的に計算する。露点の測定の後で測定した乾球温度と湿球温度について、以下の解析(1)～(4)を行ないなさい。これらの課題では、露点を理論的に計算する。

### 【湿度の算出】

(1) 乾球温度、湿球温度から、乾球温度と湿球温度の差（単位：℃、有効数字：小数点第1位まで）と相対湿度（単位：%、有効数字：1の位まで）を算出なさい。相対湿度を算出するときには湿度換算表（資料2）を用いなさい。換算表は1℃単位であるから必要に応じ補間して用いること。

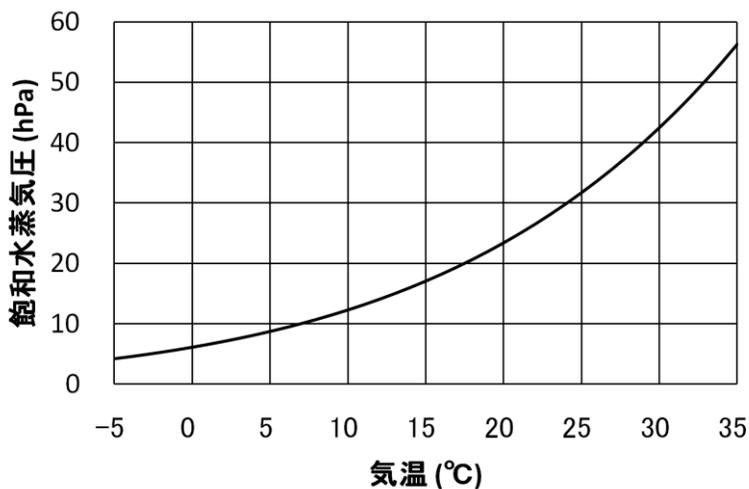
### [水蒸気圧の算出]

(2) 気温（乾球温度）から飽和水蒸気圧を算出なさい（単位：hPa、有効数字：小数点第1位まで）。計算にあたっては以下の近似式を用いること。

$$e_s = 611 \exp\left(17.27 \frac{T - 273.16}{T - 35.86}\right)$$

ただし、 $e_s$ は飽和水蒸気圧（Pa）、 $T$ は気温（K）である。0℃は273.15Kに相当する。**以下、計算問題においては、結果だけでなく計算過程も記すこと。**

- ☞ 飽和水蒸気圧は、温度が高いほど大きい。これは、温度が高いほど、多くの水蒸気を含むことができることを意味している。飽和水蒸気圧は温度のみの関数である。高等学校の地学や化学で、飽和水蒸気圧を取り扱う。
- ☞ 中学校理科第2分野では、飽和水蒸気圧の代わりに飽和水蒸気量（g/m<sup>3</sup>）が用いられる。飽和水蒸気量の値は、厳密には温度だけでなく気圧によっても変化する。



(3) 飽和水蒸気圧と相対湿度から水蒸気圧を算出なさい（単位：hPa、有効数字：小数点第1位まで）。相対湿度は水蒸気圧と飽和水蒸気圧との比（水蒸気圧／飽和水蒸気圧）を%で表したものである点に注意すること。

### [露点の算出]

(4) 一般に温度が低下すると飽和水蒸気圧は低下する。飽和水蒸気圧が水蒸気圧と等しくなるような温度を露点という。水蒸気圧の値から露点を求めなさい（単位：℃、有効数字：小数点第1位まで）。

## 6. 考察

露点の実測値と理論値を比較しなさい。また、比較した結果について、そのようになった原因を考察しなさい。

**記録用紙は、学籍番号と氏名の記入を確認のうえ、次回の実験の開始時まで提出してください。**