

雪の結晶の生成時間の短縮

2612 小栗 海斗 2529 林 優希 2620 佐伯 凜香

要旨

昨年度の雪の結晶の実験での生成時間が長かったためその時間を短縮するために、冷却中の容器の中に水蒸気を送り込む実験を行った。しかし様々な理由から実験は失敗に終わったため、別の方法で実験を行った。冷却中の容器にお湯を加えて湿度を上昇させる実験と容器の体積を小さくする実験を行った。実験は成功したが、まだ実験の段階で修正の余地があり雪の結晶の生成時間はさらに短縮することができる。

1 仮説

- ① 速く露点に達せさせるためにお湯を加え水蒸気量を上昇させる。
 - ② 空気を速く冷やすために容器の体積を小さくする。
- ①または②を行うことで雪の結晶の生成時間は短縮できる。

2 目的

雪の結晶の生成時間短縮のため、さまざまな方法で実験し最適の方法を見つける。今回は水蒸気を利用して湿度を上昇させる方法と、容器の体積を変えて実験する方法について調べる。また、その生成時間と容器の体積の関係について調べる。

雪の結晶の生成のメカニズム

雪の結晶は空気中の水蒸気から水の状態を経ずに直接氷となり生成する。自然では高度が高くなるにつれて気温が下がる。それに伴い飽和水蒸気量が減少していく。上昇気流によって上空に上がる水蒸気の総量は雲ができるまで一定で、ある高度に達するとやがて露点に達する（飽和状態になる）さらに気温が下がると過飽和状態になる。そこで大気中のちりなどを核にして小さな結晶ができる。そこにさらに水分子が付着していき、結晶が成長していく。ペットボトル内では、大気中のちりの役割を髪の毛が果たし、気温の低下をメタノールの冷却により果たしている。

3 使用した器具・装置など

- ・メタノール ・おもり ・ガスバーナー ・ゴム栓 ・フラスコ
- ・ガラス管 ・湿度センサー ・温度センサー ・投げ入れ冷却機
- ・サイエンスメイト ・髪の毛を張ったペットボトル（実験2で500mlと280ml）

4 研究・実験の手順

実験1

- ① 冷却槽に冷媒としてメタノールをいれる。

- ② 髪の毛を張ったペットボトル(500ml)に息を吹き込む。
- ③ 温度センサー、湿度センサーを一本のペットボトルに入れ水蒸気を送り込むため写真1のような装置を設置する。
- ④ ペットボトルのふたの部分に透明なテープで密封し、冷却槽に入れて計測開始。
- ⑤ 計測中、湿度が低下したところにスポイトでお湯を 10 ml ペットボトルに入れ、湿度を上げる。
- ⑥ 雪の結晶が生成されるのを待つ。



写真 1

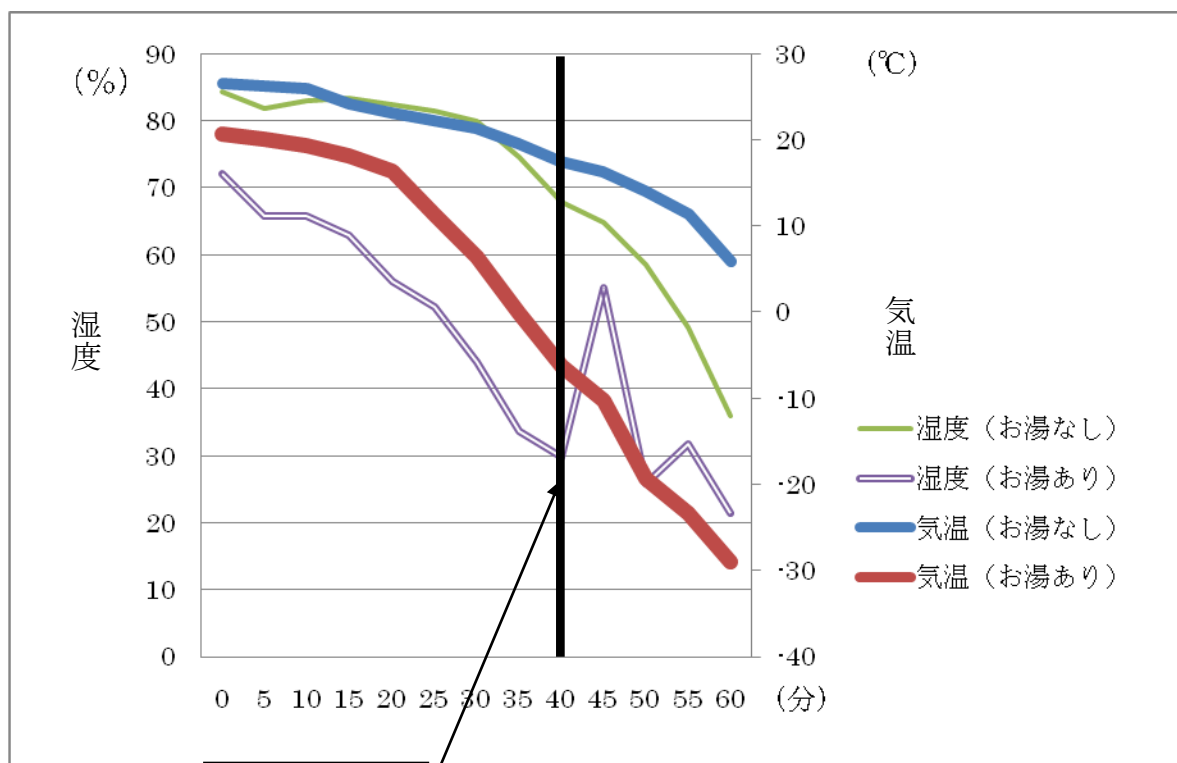
実験 2

- ① 実験 1 の①②と同様の手順で 500ml と 280ml のペットボトルで行う。
- ② ペットボトルを冷却槽にいれセンサーを設置し、計測を開始する。

*人が息を吹き込んでいるので実験開始時に湿度・温度に多少のずれはあるが許容範囲内のものとする。

5 結果 実験 1

冷却中にお湯を加え湿度を上昇させる実験



お湯を入れる

お湯あり・・・45分程で髪の毛に霜がつき始めた。

50分程で雪の結晶の生成が始まった。

お湯なし・・・60分程で髪の毛に霜がつき始めた。

70分程で雪の結晶の生成が始まった。

また、40～45分の間にお湯を加えたところ湿度が約25%上昇した。

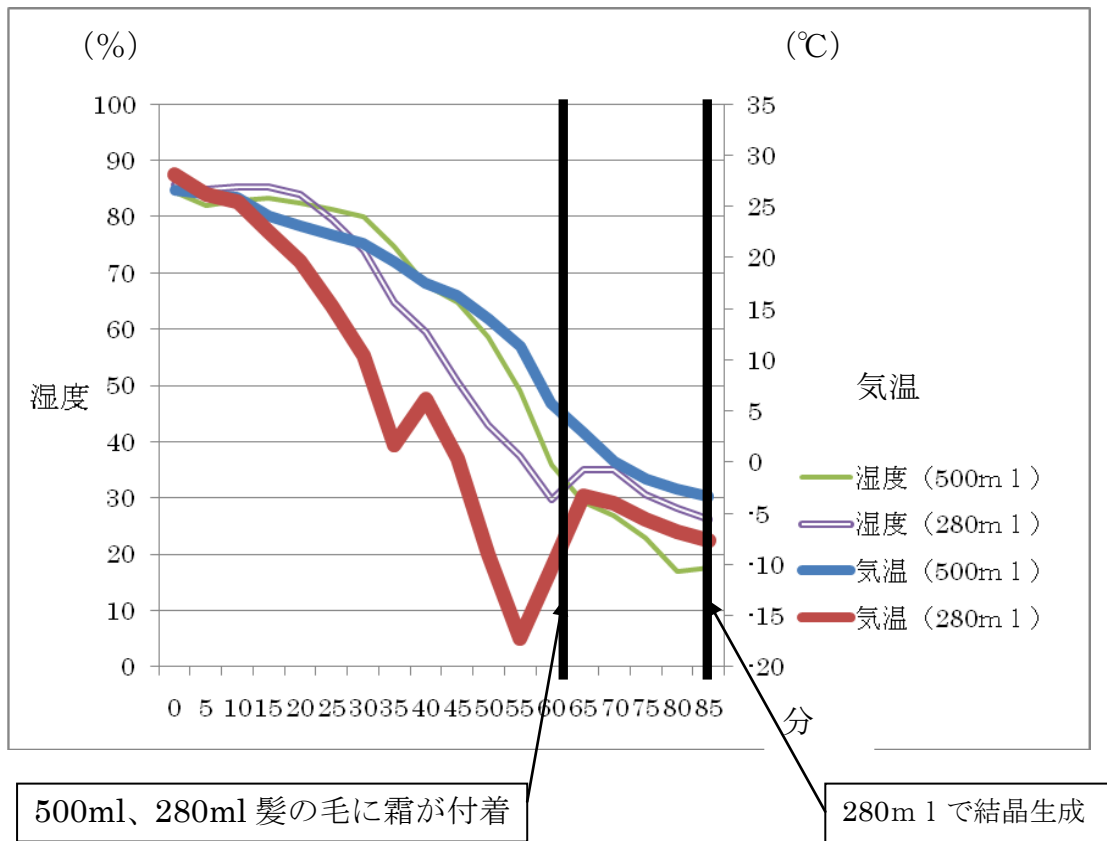
6 考察 実験 1

実験の結果より、湿度が高いほうがより早く髪の毛に霜がつき始め生成が始まるということが分かった。また、今回はお湯を加える実験を1度しか行っていないので、お湯を加えるタイミングによってはさらに雪の結晶の生成時間を短縮できると考えている。例えばお湯を入れるタイミングを、今回は容器の中の気温が約 - 10℃のときにしたが次回は10℃のときや0℃のとき、またはもっと気温が低いときに実験してみたいと思う。

今回の実験で湿度を上昇させることについては調整することが多少ではあるができた。これはこれからの実験にも生かすことができる。湿度をできるだけ同じにしたいときなどに利用していきたいと思う。しかし、まだ精度が低いのでこれからの実験で何度のお湯をどれだけ加えたら湿度がどれだけ上昇するのかなどについて調べていきたい。

結果 実験 2

体積の異なる容器での実験 (500ml と 280ml)



- 500ml と 280ml 共に 55~60 分の間に髪の毛に霜が付着した。(写真 2)
- 280ml の容器において、75~80 分の間で結晶が生成した。(写真 3,4)

考察 実験 2

実験の結果より、容器の体積が小さいほうが、雪の結晶の生成時間は短くなるということがわかった。これは、容器の体積が小さいほうが中の空気がより早く冷やされ、飽和水蒸気量を上回ったからだと考えられる。気温の変化はグラフから見てわかるように、容器の体積が小さいほう

が気温は早く低下している。

実験は開始からおよそ 90 分で中止した。容器の体積が 500ml のほうはまだ、結晶が生成されていなかったが、先輩方が行った雪の結晶の生成実験のデータや、これまでの自分たちの実験のデータから、体積が 500ml の容器では、雪の結晶が生成されるまでに 150～180 分の時間がかかっていた。これを考えるとおよそ 80 分で雪の結晶が生成できたのは、大きな成果だと思われる。また、雪の結晶の生成時間と容器の体積の関係をしてみると、比例またはそれに近い関係があるように見える。今後の実験で容器の体積を様々に変えてその関係について追及していきたいと思う。また、容器の体積を 100ml、200ml、300ml・・・などとわかりやすい体積の値で実験していきたいと思う。

疑問点として、雪の結晶が肥大化するのは体積が 280ml の容器のほうが早かったが髪の毛に霜が付着するまでの時間がほぼ同じだったことが挙げられる。

体積が 280ml の容器の雪の結晶の様子

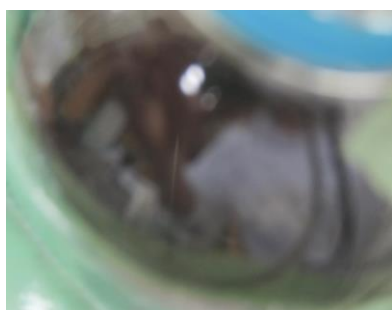


写真 2 58 分後
髪の毛に霜がつく



写真 3 70 分後
雪の結晶が肥大化



写真 4 80 分後
雪の結晶の生成完了

7 まとめ

- ・冷却中の容器の中にお湯を加えることで湿度を上昇させ、雪の結晶の生成時間を短縮させることができる。
- ・容器の体積を小さくすることで、雪の結晶の生成時間は短縮することができる。
- ・容器の体積と雪の結晶の生成時間については、比例かそれに近い関係があると考えられる。しかし、データが少ないためさらなる実験が必要である。
- ・昨年度の実験よりも雪の結晶の生成時間は短くなった。

8 今後の展開

- ・お湯を加える実験についてはそのタイミングを変える。
- ・お湯を加えることによる湿度の調整の精度を上げる。
- ・容器の体積をさらに細分化する。

9 参考文献

- ・平成 25 年度 課題研究 サイエンスリサーチ II