

# 11. ペットボトルで雪の結晶を作る

## 1. 目的

雪の結晶を身近な実験装置で作り、その様子を観察する。

## 2. 準備

器具 ペットボトル (500mlで凸凹でないもの)  
釣り糸 (0.3号など細いもの)  
発泡スチロール製クーラーボックス  
ゴム栓、消しゴム (サイコロ状)  
ドライアイス (1~1.5kg)、デジタル温度計  
カッターナイフ、ビニールテープ

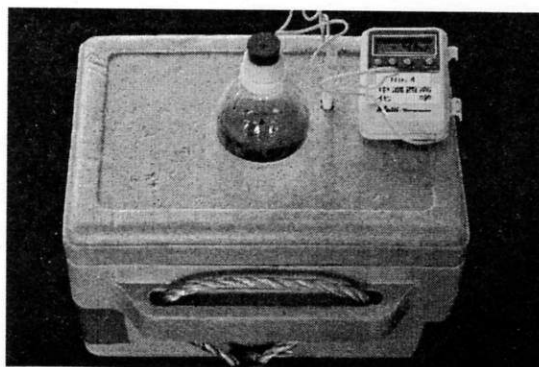


## 3. 方法

- (1) ペットボトルと蓋が密着するように、カッターで発泡スチロール製クーラーボックスの蓋に、ペットボトルよりやや小さめの穴をあける。
- (2) 長さ50cm程の釣り糸の中間に、消しゴムの断片をビニールテープで固定する。
- (3) ペットボトルに吐息を数回吹き入れる。(あらかじめ水道水を注ぎ入れて捨て、内側を湿らしておく)と更に飽和度が増す)
- (4) 糸の両端を持って、おもりとなる消しゴムをいかりのようにペットボトルの底に降ろし、釣り糸がピンと張った状態で、ゴム栓をして固定する。
- (5) ペットボトルを発泡スチロール製クーラーボックスの蓋の穴にはめ込む。
- (6) 寒剤となるドライアイスをおある程度細かく砕き、それを発泡スチロール製クーラーボックス内側一杯に詰め、(5)で準備したペットボトルと蓋をセットする。
- (7) 時間、温度等を計測し、装置を動かさないように注意しながら観察する。



【消しゴムのセット】



【装置全体図】

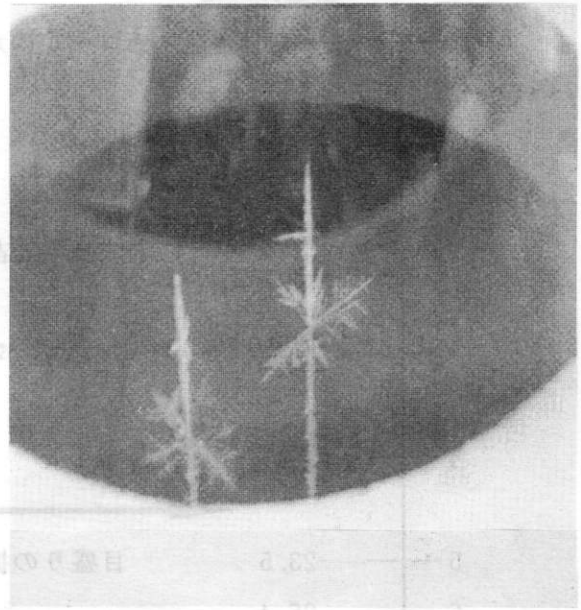
#### 4. 結 果

蓋より下の釣り糸が5分位で白くなり始める。水蒸気が固まった氷晶である。15分経過すると枝のよように凍り、わずかに結晶ができ始め、だんだん放射状に伸びていく。30分位で一辺が6～8の樹枝の人工雪の結晶が成長する。

雪の結晶は2本の釣り糸上にでき、蓋より下のほぼ同じ位置（約3cm）に同じ形と大きさの結晶が1個成長した。成長時間もほとんど同じである。

ペットボトルの上部の半球部分を1/2位出すと曇って観察しにくい。結晶は蓋より下の同じ高さにできる。

雪の結晶は、同じ条件（温度、水蒸気の量）であれば、一定の時間で同じ形の結晶ができる。



【 雪 の 結 晶 】

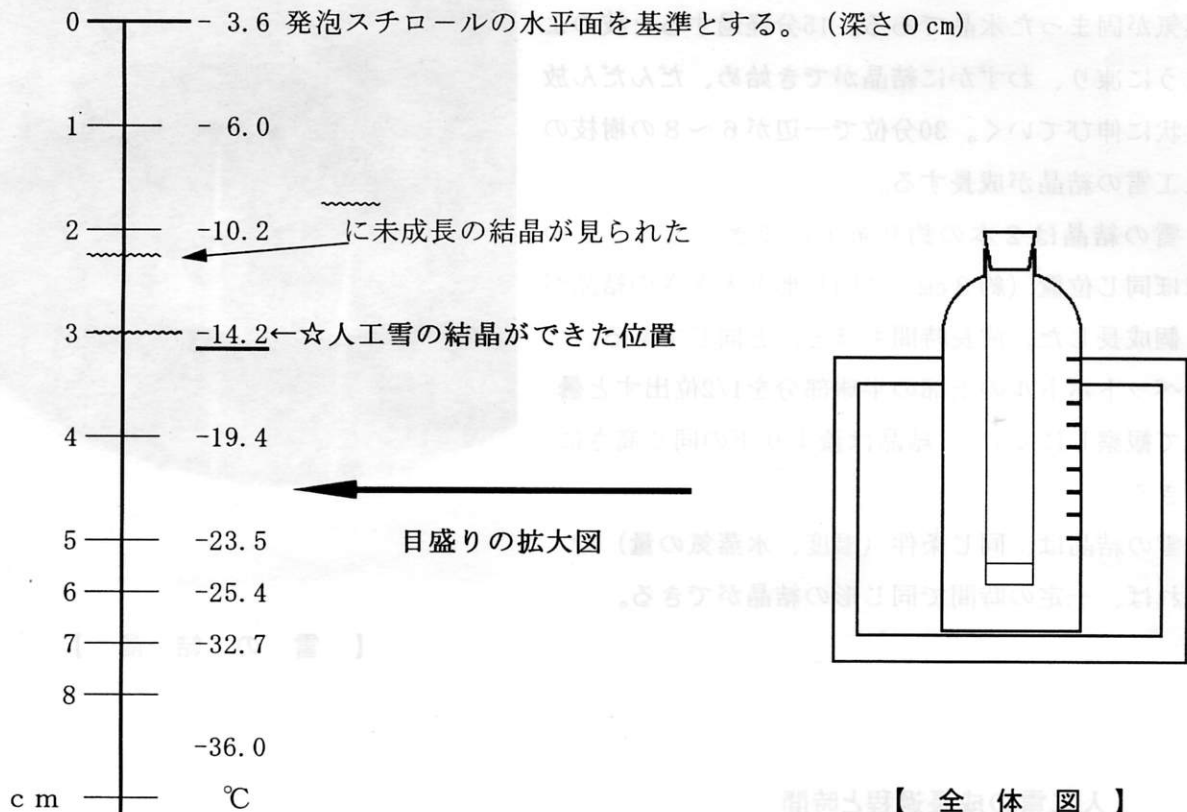
【人工雪の成長過程と時間】

成長過程		第1回	第2回	第3回
1	釣り糸が白くなる	5分	5分	13分
2	結晶ができ始める	15分	15分	25分
3	雪の結晶となる	25分	32分	40分

\*第3回についてはドライアイスの量が少ない。（2/3程度）

## ペットボトル内の温度

室温18.9℃



## 5. 生徒の考察

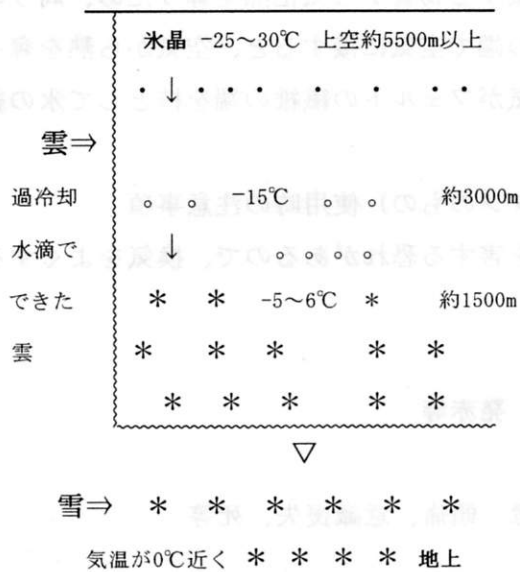
実験の結果、二本の釣り糸上の同じ位置（3 cm）に同じ形の雪の結晶が成長した。人工雪は、ペットボトルの中では、温度が $-14^{\circ}\text{C}$ 前後の位置で樹枝状結晶が成長する。

人工雪は釣り糸上にでき、釣り糸以外のところにはできなかった。このことは、空気中に水分があり、決まった温度（ $-14^{\circ}\text{C}$ 前後）であっても、核となりうるものがないと雪の結晶はできない。このことから、釣り糸を核として雪の結晶ができることが分かる。

空気中では、核となる細かい塵がなければ雪はできない。

塵、埃というのは無駄な物ではなく、地球の水の循環役を果たしていることが分かる。

## 自然界での雪のできる仕組み

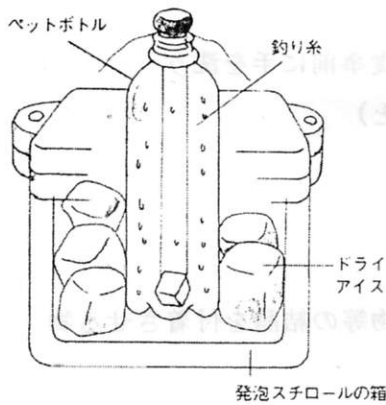


空の雲は、雲粒という小さな水滴が集まったものである。核になる塵と出会ったり、氷点下 $25^{\circ}\text{C}$ から $30^{\circ}\text{C}$ 位に冷えると、氷の丸い粒に変わる。

この後、氷の粒に周りの水蒸気がついて六角形の氷晶ができて上がる。

成長した氷晶は、直径 $2.3\text{mm}$ ぐらいの雪の結晶になる。核になりうる塵がなければ雪はできない。雨も同様で塵等の核がないとできない。

## 平松式人工雪発生装置



上空で雪の結晶が成長するような環境をペットボトル内に作り出す。必要な条件は氷点下の低温環境、空気中の塵に代わる凝結核(釣り糸)と過飽和の水蒸気である。低温環境はペットボトルを、冷やすことで作りだす。ペットボトルの下部2/3をクーラボックスに埋め込み、上部の半球状の部分を出した形になる。上部は室温に近く、底部はドライアイスの極低温で冷やされてペットボトルの中は安定な成層圏になる。実際の大気と逆の状態となる。

## 6. 追加実験

(1) 気化熱による空気中の水蒸気の昇華

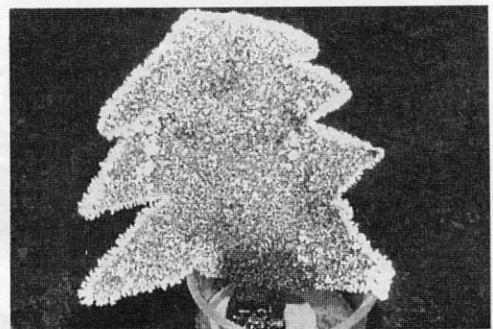
ア. 準備

アクリル樹脂用接着剤、フェルト、針金、ビーカー

イ. 方法

フェルトをツリー状にカットし、接着剤に付けて放置する。

【暖かい部屋で、氷の結晶】



【晶樹の完成式さる雪けこトモト】

## ウ. 理論

気化しやすい液体は、気化するとき周りに接する物質から気化熱を奪うため、周りの物質は急冷される。そのために、フェルトの繊維の端で空気に接すると、空気から熱を奪って気体になろうとする。このとき、空気中の水蒸気がフェルトの繊維の端を核として氷の結晶ができる。

※アクリル樹脂用接着剤（成分がジクロロメタンのもの）使用時の注意事項

アクリル樹脂用接着剤は吸引すると健康を害する恐れがあるので、換気をよくするなど取り扱いに十分注意すること。

### 有害性情報

- ・皮膚接触 若干の刺激有り、皮膚の乾燥、発赤等
- ・眼に侵入 薬症、発赤、重度の熱傷等
- ・吸入 蒸気は麻酔作用有り、急性中毒、頭痛、意識喪失、死等
- ・飲み込み 腹痛 他は吸入参照
- ・がん原性 発がん性を示す可能性有り

### 取り扱い上の注意

- ・あらゆる接触を避ける
- ・作業中は飲食をしない
- ・食事前に手を洗う
- ・火気等に気をつける（接着剤の注意書きを参照すること）

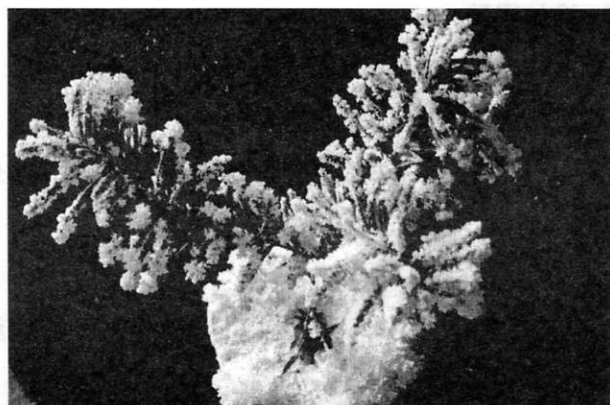
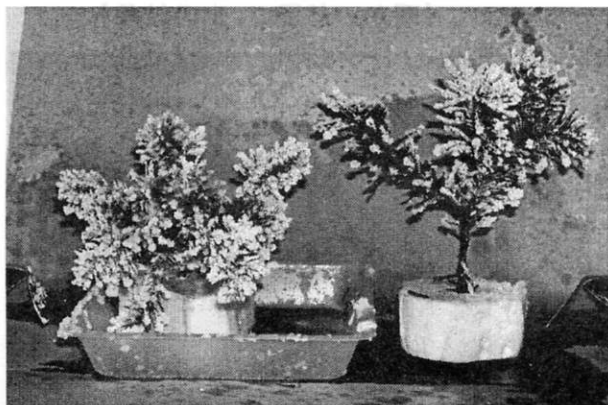
## (2) 尿素で雪の結晶をつくる

### ア. 準備

尿素、洗濯糊（PVA）、クレンザー、台所用洗剤、植物等の結晶を付着させる物

### イ. 方法

尿素的飽和溶液100mlに洗濯糊（PVA）30mlを加え、クレンザーと台所用洗剤を1滴ずつ加え、霧吹きで植物等に付着させ結晶化させる。数分で結晶が成長し始め、いったん乾燥させ何度も吹き付ける。



【イチイに付着させた尿素の結晶】

## 7. まとめ

この実験に使用した平松式人工雪発生装置は、身近な材料で簡単に自作することができ、短時間で人工雪の結晶の成長過程を観察できることは驚きである。しかも、再現性の高い実験である。

追加実験により、雪の結晶の成長過程の観察から、雪の結晶ができる仕組みを研究することにより、水の状態変化への発展学習にもなる。

自然現象を室内で直接観察することにより、地球上の水の循環について考えることにもつながる。

## 8. 参考文献

平成9年度東レ理科教育賞「受賞作品集」第29回 財団法人東レ科学振興会  
所さんの目がテン！2 科学で楽しく解き明かす生活の基礎 日本テレビ出版部なんだろう本舗  
科学のアルバム「雪の一生」 片平 孝 (株)あかね書房  
Newton 1998年8月号 (株)ニュートンプレス