



北海道旭川西高等学校 平松和彦*

目的

- I. 最近子どもたちの周囲には疑似体験が満ちあふれ、自然現象についても本物を見る前に、テレビ映像などで先に触れてしまうことが多い。本実験では、身近にある材料を使って雪の結晶の成長過程を室内で簡単に観察できるような装置を子どもたち自身が製作することによって、工作するよろこびを感じると同時に、刻々と成長する雪の結晶を肉眼で観察することを第一の目的としている。
- II. 寒冷環境を教材化する一環として、「雪」を題材にした授業展開を試行しているが、その理解を深める室内実験の一つとして本実験を取り入れる。

概要

- I. かつて人工雪を作成して結晶成長を見るには低温実験室の中か、アイスクリームストッカーなど大がかりな装置が必要であった。また、常温の室内で観察するためのいわゆる「拡散型」の装置（小林・メイソンの装置）では温度制御が面倒であった。筆者が考案した装置はごく身近に入手できる材料を使用して、簡単に自作できる上、さらに子どもたち自身の創意工夫によって応用・発展させる余地を残しているので、理科教材として有効である。すでに2年前の発表以来、小学校から大学にいたる学校教育の現場、さらに博物館講座など社会教育の現場で実施されている。
- II. 装置製作のために使用する材料はドライアイス、発泡スチロール製の箱（クーラーボックス）、ペットボトル、釣り糸といった安価で全国どこでも入手可能なものばかりである。したがって授業などでは複数台用意して、再現性の高い実験を行うことができる。なおドライアイスとペットボトル以外は他の材料でも代用が可能である（図1）。

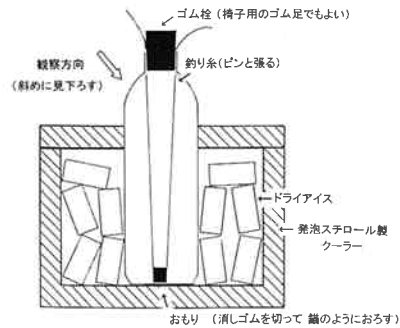


図1 平松式ペットボトル人工雪発生装置（基本型）

- III. 上空で雪の結晶が成長するような環境を、ペットボトル内につくりだす。①必要な条件は氷点下の低温環境、②空気中の塵にかわる凝結核、そして③過飽和の水蒸気である。
- 1. 低温環境はペットボトルを冷やすことで作り出す。このとき、ペットボトルの下部3分の2をクーラーボックスに埋め込み、上部の半球状の部分を蓋の上に顔を出した形にすることが肝要である。上部は顔を出しているため、室温に近い。これに対して底部はドライアイスの極低温で冷やされ、ペットボトルの中には極めて安定な成層圏が出現する。そこでの温度勾配を利用して結晶の成長するような低温条件を得るのである。ペットボトル内の温度勾配は図2に示す通りで、クーラーの蓋の高さの前後では1cmにつき6~7℃の急激な温度降下がある。この間に樹枝状結晶が成長する-15℃前後の温度環境が出現する。

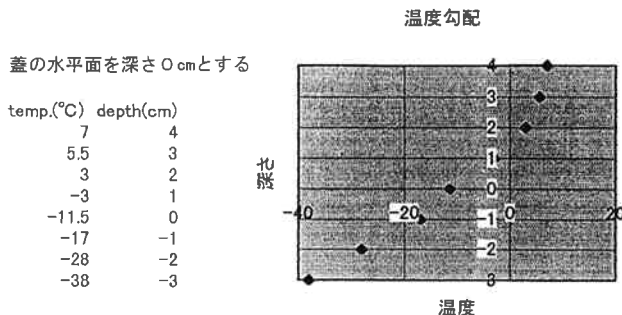


図2 ペットボトル中の温度

* ひらまつ かずひこ 北海道旭川西高等学校 教諭 〒070-0815 北海道旭川市川端町5条9-1-8 ☎(0166)52-1215

2. 空气中に浮遊する塵、つまり凝結核の代替物として細い釣り糸を利用する。釣り糸のかわりにデンタルフロスを裂いて細くしたものや、動物の毛(ウサギの毛など)も使用可能である(図3)。その場合は毛の固定に若干の工夫が必要である。人工降雨で核として使われるヨウ化銀の粒子を糸につける方法も考えられるが、ヨウ化銀は重金属で、学校以外では一般に入手しにくい薬品なので、ここでは使用しない。単一の凝結核ではなく、釣り糸をおろすことにより、あたかも水蒸気が様々な温度条件を選択するようにして、釣り糸上に凝結していくのを観察できるというのがこの装置の利点である。したがって、多様な結晶形(晶癖)を同時に見ることになる。



図3 動物の毛をセットするタイプ

3. 過飽和水蒸気については、ペットボトル内にあらかじめ呼吸を吹き入れておく。(水を満たしてすぐ捨てるとか、霧吹きを使用するなどの応用も可能である。)

4. 過去の試みでは観察の際に、筒の表面につく霜が邪魔になっており、霜取り液を塗布したり、ヒーターで暖めるなどの工夫が必要であった。本装置では曇らない上面から下方を斜めに見下ろすかたちになるので霜の問題は解決されている。

教材・教具の製作方法

I. 材料(写真1)

- ペットボトル(500ml透明で凹凸のないもの)
- 発泡スチロール製クーラー(他の容器でも代用が可能である)
- 釣り糸(03号など細いもの デンタルフロスを裂いたものなどでも可能である)
- ゴム栓(椅子のゴム足でも代用が可能)
- 消しゴム(サイコロ状に切って使用する)

II. 装置の製作手順

1. カッターでペットボトルと同じ直径の穴をクー



写真1 材料と工具

ラーの蓋にあける。やや小さめにあけてペットボトルが蓋に密着するようにした方がよい。

2. 長さ約50cmの釣り糸の中間に、消しゴムの断片をホチキスで固定する。
3. 糸の両端を持っておもりとなる消しゴムを錨のようにペットボトルの底におろし(写真2)、口から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、内側を濡らしておくとなお過飽和度が増す。)(写真3)。
4. 釣り糸がピンと張った状態で、ゴム栓をする。
5. ペットボトルをクーラーの蓋の穴にはめ込む。
6. ドライアイス約1~1.5kgを砕き、内側に詰めたクーラーにペットボトルと蓋をセットする(写真4・5)。
7. セットした時刻をメモし、装置を動かさないように注意しながら、観察する(写真6~9)。



写真2 釣り糸をおろす(同じ高さと同じ形の結晶ができるのを確認するため2本おろす)



写真3 吐息をたっぷりと吹き入れる(内側を水で濡らすとなお良い)



写真4 クーラーボックスにドライアイスを入れる



写真7 加賀市、中谷宇吉郎・雪の科学館で実施された様子 (1997年5月)



写真5 セットする。スタートの時刻をメモする



写真8 中谷先生の装置 (1936年に世界初の人工雪が作成された)



写真6 斜め上から結晶成長を観察する



写真9 成長した樹枝状結晶

学習指導方法

I. 学校教育において実施する場合

1. 理科（地学など）の授業中の実験

気象分野の実験実習の一環として授業に組み入れる。実験では2～3人に1台の割合で複数台製作する。

1～2時間で、①製作（10分）、②セット（5分）、③観察（30分～1時間）、④解説（雲の発生、水面上と氷面上の飽和水蒸気圧の相違などの基本的な原理の説明、過冷却雲の中での雪の結晶の成長についての説明など）を実験の前後に組み入れる。

実践例：旭川西高校地学授業、横浜市フェリス女学院高校の地学授業など

2. 課題研究などテーマ性をもった実験観察

雪、雲などをテーマにした実験研究の中に取り入れる（筆者は雲の発生、ダイヤモンドダストの発生、凍土成長の実験、海水作成の実験などと組み合わせて行う。）

実践例：旭川西高校理科課題研究、広島インターナショナル校など（写真10）

3. 授業における演示実験

1～2台用意して、教員がセットし、生徒に見せる形態をとる。このとき生徒が実験台へ移動して観察するかたちをとる。

実践例：石狩市立紅南小学校など

II. 博物館講座や科学普及のイベントなど社会教育で実施する場合

上記Iと同じ方法で指導するほか、あらかじめ装置を複数台用意して展示する方法もある。この場合、参加者は他のブースを巡回しては戻ること、時間を追って結晶成長を観察することになる。

実践例：旭川市青少年科学館の科学イベント、わくわくサイエンス広場など多くの事例がある



写真10 広島インターナショナル校での実験
コーヒー缶を使用している（1997年1月）

実践効果

I. これまでの実施例は、大きく分けると

1. 学校では授業の一環として行われた例
 2. 地域研究や課題研究のような特別枠の時間内で生徒たちによって実施された例
 3. 博物館の講座や気象協会主催のイベントなどで実施された例
- ということになる。

寄せられた子供たちの感想文では、上空で起こっている自然現象を直接観察できた感動を表現しているものがもっとも多く、これは現代社会では多くの情報があるにも拘わらず、ほとんどが第2～3次情報であって、実際に肉眼で観察して第1次情報を自分自身が得るという機会が少なくなっていることを表している。この装置では結晶の成長をほぼ1時間にわたりじっくりと観察することができるので、授業などでも非常に反応が良かった。したがって、自然に対する興味・関心を喚起するものとして効果が期待できる。

II. 簡単に同時に複数台用意して実験することが可能なので、科学実験における「再現性」について身をもって体験させることができた。

III. ここでは、子供たちが自らの手で装置を製作することそれ自体が、科学実験のよろこびの一つとなっている。また、基本形を提案して、あとは各自に創意工夫の余地を残しているのも、すでに実施したところからは、応用例も報告されている。

IV. 親子ともに参加するイベントでは、子供のみならず、大人の興味・関心をも喚起した。

V. 各地の学校教育や社会教育の場で実施された例をみると、北海道の寒冷な環境と重ね合わせた「地域性の理解」をテーマにしたもの、また自然現象を常温の室内で「観察することの大切さ」そのものに軸足をおくもの、さらにペットボトルのリサイクルという「エコロジカル」な視点に軸足をおくものなどさまざまであった。その多くの場で好評をもって受け入れられた。

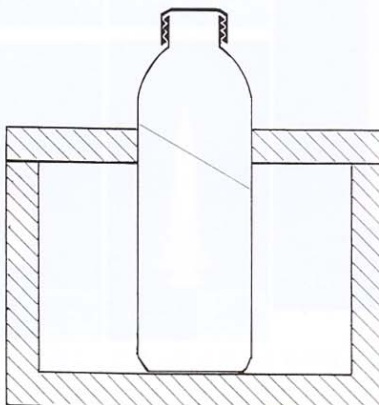


図4 糸を斜めに張った新タイプ

その他補遺事項

この実験に関するさらに詳しい情報は下記のURLで関連記事を見ることができる。

<http://users.eolas-net.ne.jp/saebou/> または

<http://www.muratasystem.or.jp/~kenji/snow.htm>

参考文献（主なもの）

- 1) 日本雪氷学会編、公開実験室「子どもたちと遊ぶ雪氷創造の世界」テキスト（1997）
- 2) 高橋喜平他、雪氷譜（講談社カルチャーブックス、1995）
- 3) 中谷宇吉郎、雪（岩波文庫、1994復刻版）