

＜新しい公共の場づくりモデル事業＞

「昭和の科学・文化短編映画で高齢者と 児童をつなぐ公民館活動」

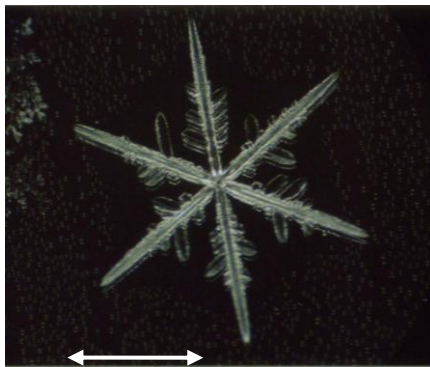
(春江西公民館第4回)

平成24年12月 4日(火)：9:25 - 11:25

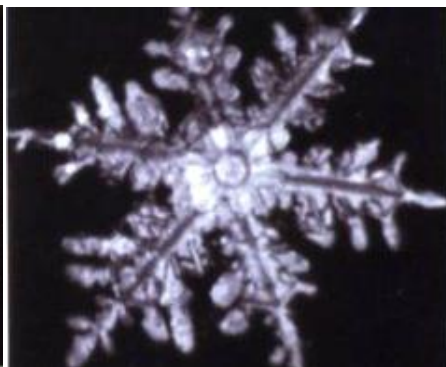
場所：春江西小学校(坂井市)

映画：「この雪の下に」

実験：「人工霜・人工雪の実験」



黒いプラスチック板の上に作
った人工雪(矢印は1mm)



大野郡和泉村で観察した自然雪
の結晶

＜主催＞

NPO 法人ふくい科学学園：福井映画サークル：NPO 法人バリアフリーシステム推進
協会：福井県子どもNPO センター：春山公民館(福井市)：松本公民館(福井市)：
春江西公民館(坂井市)

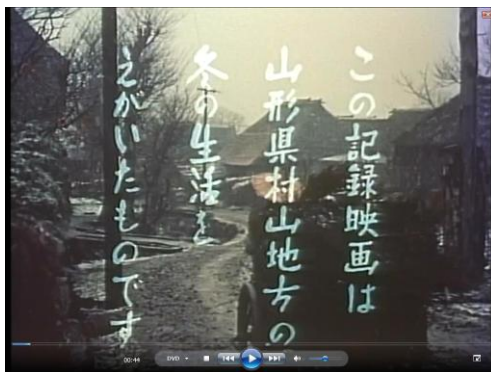
＜協力＞NPO 科学映像館(映画DVD提供)：「この雪の下に」

<映画：「この雪の下に」>

製作：東京シネマ（昭和31年製作、カラー33分、内16分上映）

企画：東北電力株式会社

- ・山形県西川町を舞台に、東北の雪国の人々が雪の下で様々な工夫と努力を重ねて生活する姿を記録しています。雪深い山の中で郷土の自然を愛し、生活を愛する教育を受けて、子どもたちはすくすく育っていきます。今から57年前に製作した映画です。



今から60年ぐらい前の様子



山で炭を焼いていました



小学校に建てられた積雪標



雪の中、学校に通う子供たち



そりで荷物をはこんでいました



家の中で将棋（しょうぎ）のこま作り

<実験：人工霜・人工雪の実験>

1. 中谷博士の人工雪の実験

- 雪の結晶は自然の美の象徴（しょうちょう）です。雪を人工的に作ることは 1936 年北海道大学の中谷宇吉郎博士によって世界で初めて行われました。その実験は、 -30°C 近くの低温室内に、長さ 1m ほどのガラスの 2 重管を置き、ガラス管の下方から対流を用いて水蒸気を上方に送り、ガラス管の上部につるしたウサギの毛に人工雪が作られました。
- この人工雪の研究により、雪の結晶の形が、温度や湿度によってきまることが明らかになりました。
- 石川県、片山津温泉にある、「雪の科学館」では、中谷博士の雪の研究を紹介しています。
- これまで、教育現場で使えるような簡単な人工雪生成装置はありませんでした。我々は塩と氷を用いる簡単な装置で、人工雪ができることを見出し、これを教材として利用することを試んでいます。

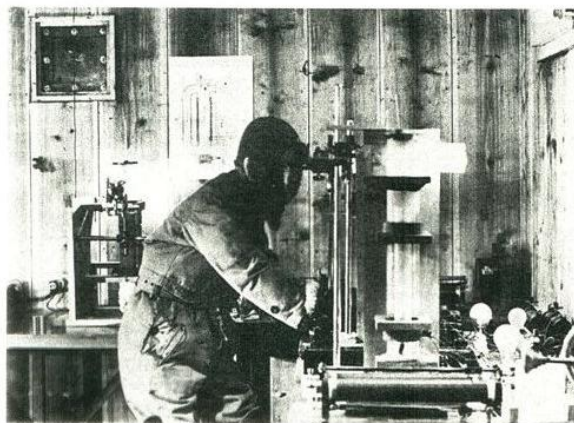
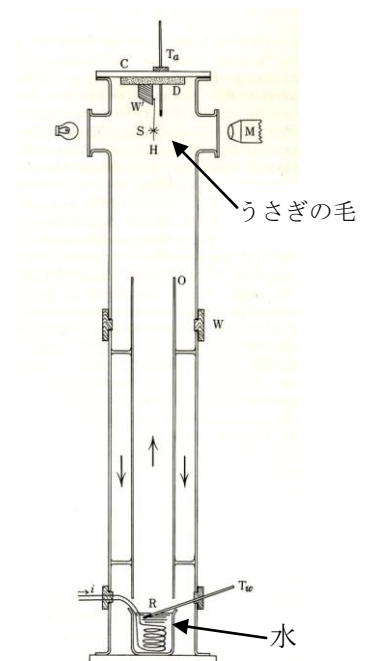


FIG. 267. The author and the snow-manufacturing apparatus in the cold chamber.

低温室で人工雪を作っているところ

Snow Crystals, U. Nakaya, Harvard Univ. Press. より

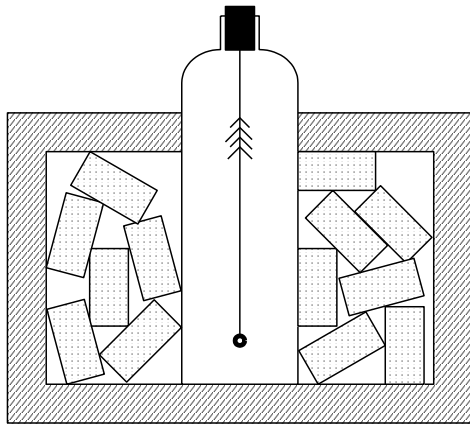


中谷博士らが用いた人工雪を作る装置
(Snow Crystals, ハーバード大学出版、
1954 年) より

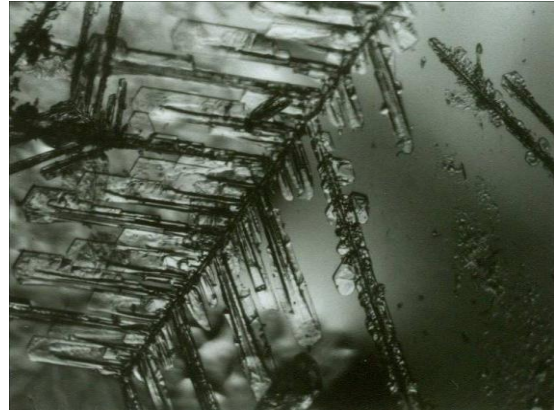
2. 人工霜の生成

- 人工雪の実験を行う前に、人工霜の実験を行うのは教育的に意味があります。
- 旭川西高等学校の平松先生が 15 年前に開発した装置は、暖かい部屋の中でも簡単に人工

雪ができるといわれ、発表当時話題となりました。この方法は、ペットボトルを使うことからペットボトル方式とも呼ばれています。



ドライアイスを使って作る人工霜の実験



人工霜結晶の顕微鏡写真

- 発砲スチロールの箱のふたに穴をあけ、500ml のペットボトルの上部が首を出すようにセットします。セットする前に、ペットボトルに息を吹き込んで、多量の水蒸気を入れておきます。また、ペットボトルの中に黒い糸たらししておきます。ペットボトルの周囲にドライアイスを入れて冷却し、結晶のできる様子を、斜め上方から観察します。
- 結晶成長後、この装置を低温室に移動させて結晶を取り出し、顕微鏡下で観察を行いました。上の右の写真はその顕微鏡写真です。黒い糸の1~2cm の長さにわたって結晶の芽が密集しているのが分かりました。中谷博士らの研究によると、雪の結晶には、結晶の枝の軸方向に2本の溝があることが分かっています。しかし、このペットボトル方式でできた結晶には、その溝が見られません。したがって、**これは雪ではなく、霜です。**
- この装置で雪の結晶ができない理由として、冷却（れいきゃく）されたペットボトル内部の水蒸気の量が著しく高くなっていることがあげられます。顕微鏡で見ると、糸表面に、こおった水滴がたくさん付着しており、その水滴から、霜状の結晶が伸びているのが観察されます。この方法では、水蒸気の量が大きすぎ、結晶の成長速度も非常に速く、こ

のような条件では**雪の結晶**はできません。単結晶のきれいな雪の結晶を作るには、原子が整然（せいぜん）ときれいに並（な）らばなければなりません。

<ヨーグルトの容器を使う小型人工霜生成装置>

・平松方式では、ドライアイスが1～2kgととてもたくさん必要です。ここでは少量のドライアイスで人工霜を作る方法を紹介します。

・まず、ヨーグルト容器のキャップに、穴を開け、糸を通し、クリップを用いて糸がふたから落ちないように固定します。糸はボトル内でピンと張るように、糸の先にナットをつけます。

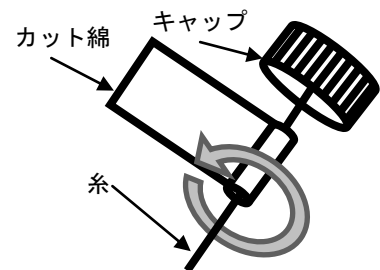


図 A 口の部分の作り方

・カット綿を図 A のように糸に巻きつけるように取り付けます。カット綿を巻き終わったら、飲み口に押し込んでキャップを閉めます（図 B）。

・上部を切り取ったカップラーメンの容器に、ペットボトルを入れ、まわりをドライアイスの粉で満たします。ドライアイスを粉状にするのが一つの重要なポイントです。

・ドライアイスの塊（かたまり）を袋に入れて、金槌（かなづち）でたたき、粉々にします。粉状ドライアイスをヨーグルト容器のまわりに入れた後、ティッシュで上をおおいます。

・**キャップ上部から、スポイトを使って、水をカット綿に十分送ります。**

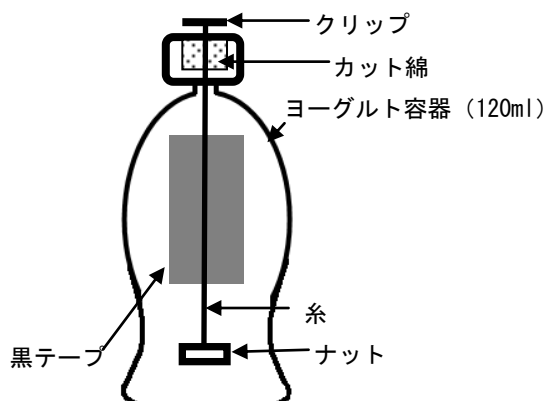


図 B ヨーグルト容器の断面図

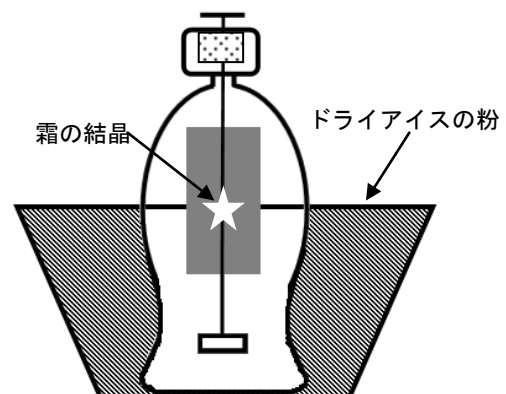


図 C ヨーグルト容器を用いての人工霜生成装置

・10分くらいするとすぐに分かるほどの大きさの霜の結晶が見えます。結晶が見えやすいよ

うに、ヨーグルト容器の背部に黒テープを貼（は）っています。写真 D は、人工霜生成装置で、写真 E は、ヨーグルト容器内にできた霜の結晶です。



写真 D 人工霜生成装置

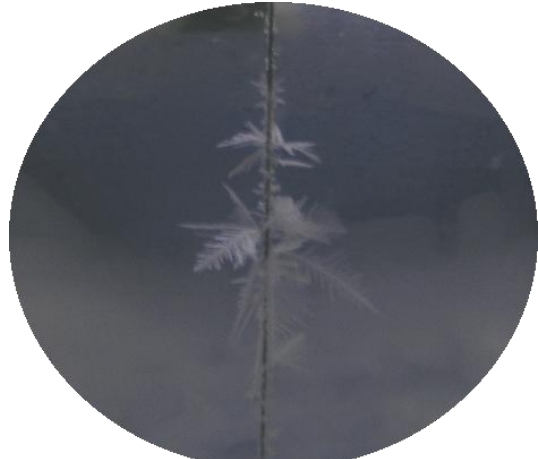


写真 E 霜の結晶

- ・ 10 分、20 分、30 分ごとに形を虫メガネで観察しましょう。

注意：人工霜生成装置を動かすと、霜はすぐに落ちてしまいます。

3. 氷と塩でできる低温を使って人工雪を作る

- ・ 雪は空気中の水蒸気が -15°C から -20°C 付近の温度で昇華凝結（しょうかぎょうけつ）してできるものです。
- ・ シャーベット状にくだいた氷に塩を約 7:3 の割合で混ぜ冷却材（れいきゃくざい）として用いると（これをブラインと言う）、 -20°C 近くの安定した低温を作ることができ、それが人工雪生成に適した条件を与えてくれます。

雪ができるための条件——>温度 ・ 湿度 ・ 核（種）

①. 温度の測定方法

- ・ この実験では 3 種類の温度計を使います。

温度計の使い方を説明します。下の写真は左から、アルコール温度計・デジタル温度計・

非接触光温度計です。



いろいろな温度計



アルコール温度計とデジタル温度計で水の温度をはかっているところ

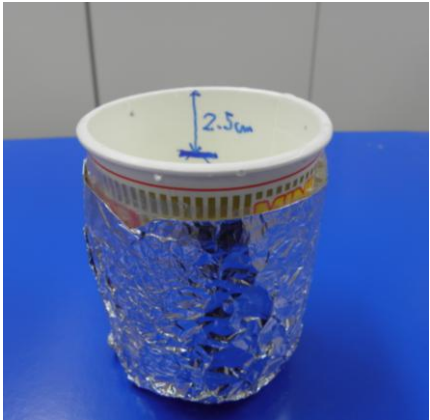
- ・アルコール温度計は、温度を測（はか）りたいものにさし、温度が変化しなくなったら温度を水平の位置から読みます。デジタル温度計は電源を入れ、測りたいものにさすと、温度が表示されます。しばらくすると温度が変化しなくなるので、そのときの温度を記録します。非接触光温度計は、オレンジ色のボタンを押すと光が出ます。温度を測りたいものにこの光を当てると、温度が表示されます。
- ・温度の測り方がわかったら、ビーカーに入った水の温度を測りましょう。それぞれの温度計ではかった水の温度を記録しましょう。

	アルコール温度計	デジタル温度計	非接触光温度計
水の温度			

②. 容器の準備

- ・人工雪を作る容器は、カップラーメンの容器を利用して作ります。カップラーメンの容器のまわりに、荷物のクッションに使う、プチプチをまき、さらに、アルミホイルで包みます。

こうすることで、断熱が良くなります。



今回は時間がないので、
すでに作っています

人工雪生成に用いる容器

- ・ 1 グループに 3 個の容器を用意しています(2人で1個)。あとで容器の上から 2.5 cm のところまでブラインを入れます

③ 黒のプラスチック板の準備

- ・ 今回の人工雪は、黒のプラスチック板（2-3mm厚，約 24mm角）の上に作ります。
- ・ 購入したプラスチックの板には表面を保護（ほご）するための薄い紙が貼（は）ってあります。これをはがすとプラスチック表面は強く帯電（電気をおびること）します。プラスチックの板は帯電した状態でブラインの上に置きます。この静電気が雪の結晶を作りやすくします。
- ・ 黒のプラスチック板を検電器（けんでんき）の上に置いて、じっさい、紙をはがすと電気がおこることを確かめて下さい。電気があると検電器のハクが開きます。



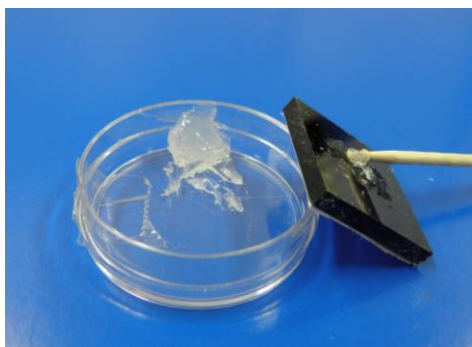
紙をはがす前



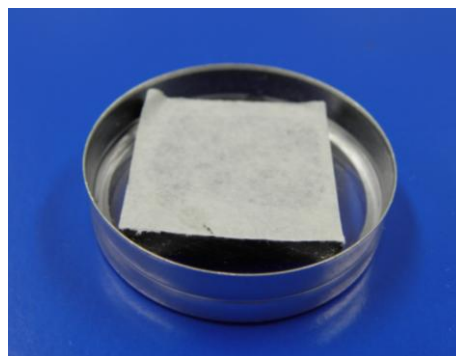
ピンセットで紙をはがした後

検電器を使うと、
目に見えない電
気が見えます

- ・ 今回の実験ではプラスチック板として、黒色の塩ビの板を使用します。
- ・ 黒プラスチック板の一方の紙をピンセットではがし、はがした方の面にグリスをぬって、アルミケースの中にはり付けます。こうした物を各グループ 3 個用意して下さい。



グリスを黒板の片面にぬる

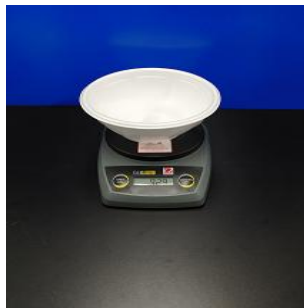


アルミケースに押しつける

注意：黒プラスチック板の上側の紙はまだはがさないようにして下さい。容器の中に入れる直前にはがします。

④. 氷と塩をまぜ、ブラインを作る

- ・氷は通常（大気圧の中では） 0°C ですが、塩と氷を混（ま）ぜるとマイナス 20°C ちかくまで温度下がります。氷と塩を混ぜたものを**ブライン**と言います。
- ・**ブラインを作るために、氷と塩の重さの割合を約7対3とします。**
- ・氷を110グラムはかり、塩を35グラムはかります。それぞれ別のスチロール容器に入れます。（注意：デジタルはかりは容器をのせたあと、ゼロをおすと容器の重さを差し引いた値を表示します）。
- ・氷は“電動氷かき機”に入れてシャーベット状に細かくします。電動氷かき機の上の容器に氷を入れて、ふたをかぶせた後、上から押し付けます。するとスイッチが入り、モーターが回転して氷が細かくシャーベット状にけずれて行きます。



デジタルはかり



電動氷かき機

- ・ジャンボラーメンの容器に、シャーベット状にした氷80グラムと、塩を35グラム入れます。入れて良くかき混ぜます。この塩と小さい氷を混ぜたものを**ブライン**と言います。



氷と塩をよくまぜる



ブラインの温度をすばやく測定

- ・できたブラインを用意してあるカップラーメンの容器に入れます。シャーベット状にした氷80グラムと、塩35グラムを入れると、容器の上から約2.5cmの高さになります。
- ・ここで、ブラインの温度を、デジタル温度計と非接触温度計ではかってみましょう。(注意：ブラインの温度が上がってきますので、すばやく温度をはかって下さい。)

Q：ブラインの温度は何度でしたか？

デジタル温度計＝

非接触温度計＝

注意：つぎの準備ができるまで、カップラーメン容器の上にアルミホイルをかけて外から輻射熱（ふくしゃねつ）が入らないようにしておきます。

- ・各グループ、3個の容器にブラインを用意して下さい。
- ・ブラインの中に水がでていないときは、少し飽和食塩水（溶けきれないほど塩をふくむ水）入れ(スプーン3ばい程度)、ブラインの表面が少しべとべとになるようにします。スプーンでなでて、ブラインの表面をなめらかにします。ブラインを少しべとべとにするのは、黒のプラスチック板とブラインの間で熱がよく伝わるようにするためです。



カップラーメンの容器に
ブラインを入れ、さらに飽和
食塩水を加えるところ

注意：ブラインができたら熱が入らないようすぐにアルミホイルでカバーします。

- ・ブラインを入れた容器の上の方に小さな穴が3個あいています。
その穴に綿棒綿（めんぼう）をさしこんでください。必要に応じて、綿棒に水を与えます。
- ・ピンセットでアルミケースをつまみ、ブラインの上に乗せます。



このとき、ブラインにアルミケースが少しめりこむようにピンセットで押し付けます。ブラインとアルミケースの間の熱接触（ねつけっしょく）が悪いと、黒プラスチック板の温度が十分下がらないので結晶ができません。



アルミケースをブラインに押し付ける

・アルミケースをブラインの上に寄せたら、クッキングラップでおおい、輪ゴムで固定します。さらにアルミホイルでカバーして、熱が容器に入らないようにします。



クッキングラップでおおう。クッキングラップ アルミホイルでおおう
プには露が付かないので好都合です。

・この装置では、雪結晶に使われる水蒸気を特別に与えていませんが、装置のふたをしたときにとじ込められた空気中の水蒸気が、プラスチック板の表面につき雪となります。従って、室内の**温度・湿度**が結晶生成に大きく影響します。**室温が 15℃のときは、湿度は 60 %程度が適当**です。

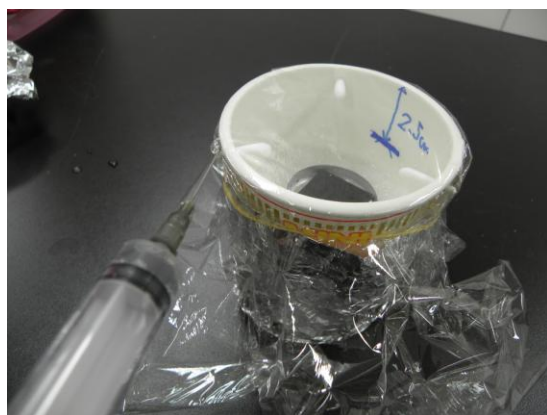
・部屋の室温・湿度を記入しましょう

室温＝	℃、	湿度＝	%
-----	----	-----	---

・室内の**湿度が低すぎる**ときは、カップラーメンの容器に綿棒を取りつけ、クッキングラップでおおった後、**注射器**を使って綿棒に水を 1 ～ 2 滴送ります。

（室内の湿度が高すぎるときは、板をブラインにのせたあと、窒素ガス（中村理科、F35-1906）

を流して容器の水蒸気を一度追い出し、あらためて綿棒から水を送ります)。



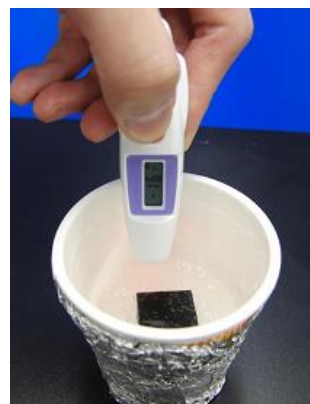
注射器で綿棒に少し水を送る



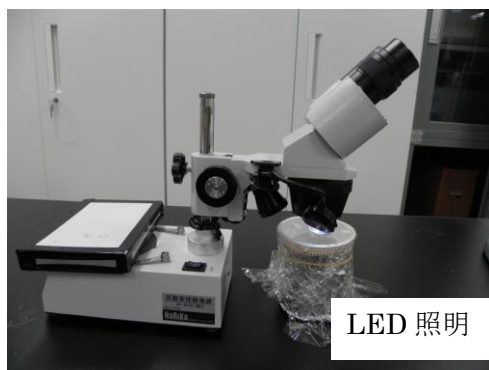
クッキングホイルでおおって、10分間待つ

⑤. 結晶の顕微鏡観察

- ・ブラインの上に黒のプラスチック板の入ったアルミ缶を乗せてから、約10分たったら実体顕微鏡に移し、結晶の様子を観察しましょう。再び、クッキングホイルでおおって、さらに5分間待つて、その結晶がどのように成長するか観察します。良い結晶ができていたらスケッチしましょう。
- ・結晶がうまくできないときは、ふたをあけて、黒プラスチック板の表面の温度を、非接触温度計で測定してみましょう。表面の温度がマイナス15度以下になっていないと、



最後に表面の温度測定



雪結晶は成長しません。

・虫めがねでも見てみましょう！

・人工雪は時間とともに大きくなっていきます。



黒プラスチック板上に成長する人工雪

・雪の形はいろいろあり、名前が付いて分類されます。しかし、どの雪もどこかちがっており、2つとして全く同じ形の雪の結晶はありません。

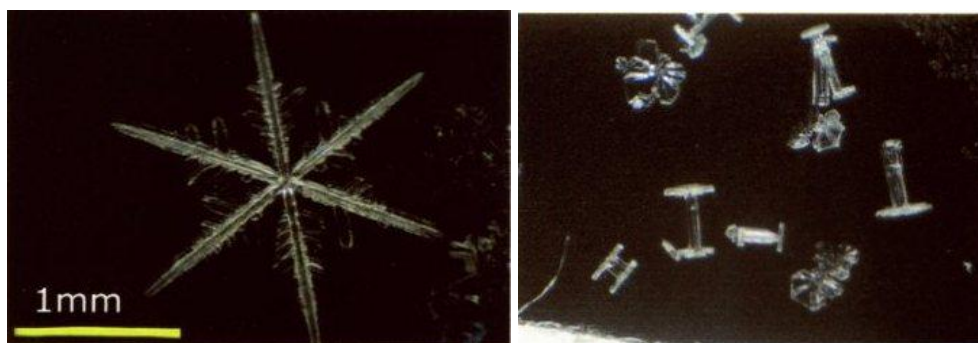
<黒のプラスチック表面にできたいろいろな形の人工雪>



星状（ほしじょう）

扇形（おおぎがた）

角板（かくばん）



樹枝状（じゅしじょう）

つづみ型

4. 氷(雪)と塩でできる低温を使って自然雪を観察

- ・自然の雪の結晶は、人工雪に比べて形がより繊細（せんさい）でとても美しいものです。

また、結晶の大きさも人工雪に比べて全体的に大きく、3 mmから5 mmぐらいのものが降ることもあります。自然雪を顕微鏡で見ると人工雪を見た以上に感動します。

- ・しかし、北海道などとは異なり、北陸地方の気温は冬でもそれほど低くないので、降った雪はすぐ溶けてしまいます。ブラインを使って、雪を溶かすことなく観察しましょう。

①雪をのせる紙を用意する

- ・下の写真のように青色工作用紙を直径45 mmぐらいの円に切ります。紙が水でぬれないようにアルミホイルで紙の下側をおおいます。



青色工作用紙の下側をアルミホイルおおいます。

②ブラインを作る

- ・雪と塩を重さで、約7対3ぐらいの割合にはかり、小さいカップヌードルの容器に入れて良く混ぜブラインを作ります。ブラインに飽和食塩水を入れてブラインの表面をべとべとの状態にし、紙とブラインの熱接触を良くします。青色工作用紙の表面の温度が下がればそこに降る雪をとらえて、クッキングラップでおおい、実体顕微鏡で観察します。

降る雪をここに
乗せる

