FSEA Fukui Science Education Academy

2020 年度日本郵便年賀寄付金配分事業

「中間山地における自然環境を生かした青少年のための科学教育推進プロジェクト」

＜雪の顕微鏡観察ガイドブック＞

融けないように保存した雪をルーペで観察（左上）、通常照明による雪の顕微鏡写真（右上）、マルチカラー照明による雪の顕微鏡写真（左下）、
マルチカラー照明を用い実体顕微鏡で保存した雪を観察する装置（右下）

NPO ふくい科学学園

令和３年　１月

＜目次＞

１．はじめに　P.1.

２．変化する水と雪ができる仕組み　P.3

３．雪の形　P.4

４．雪の採取と保存　P.5

５．採取した雪結晶を観察する　P.7

６．雪の顕微鏡写真撮影　P.12

７．簡易ルーペ顕微鏡　P.13

８．雪のレプリカの利用　P.14

９．雪の結晶に色を付ける　P.17

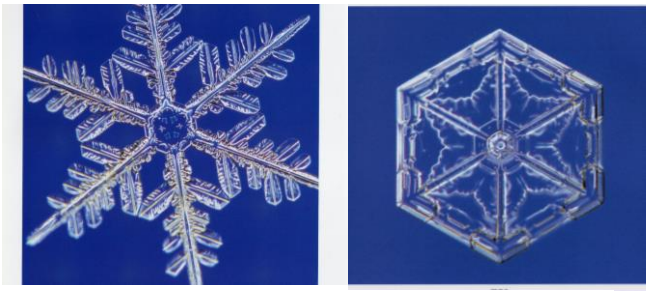
１０．おわりに　P.21

１．はじめに

・雪は自然の美の象徴です。ベントレーは南北戦争のころにアメリカで生まれましたが、雪の結晶の美しさにひかれ、一生かけて雪の顕微鏡写真を撮影し 1931 年、“snow crystals”という本を出版して一躍有名になりました。

・中谷宇吉郎博士（石川県片山津出身）は、ベントレーの本が出版されたよく年にその本を見て、雪の結晶の美しさに感動し、北海道大学で雪の研究を始めました。自然雪の研究は主に十勝岳で行いました。その数年後、中谷宇吉郎は世界で初めて人工的に雪の結晶を作ることに成功しました。

・吉田六郎は科学映画監督として有名で、中谷宇吉郎と雪の映画を製作しています。また　1 光源 2 色照明法を開発して、青色を背景に美しく色づいた雪の写真を撮影しました。



「天からの手紙」（**吉田六郎**　雪の写真集、雪の科学館）

・北海道や高い山では気温が十分低いので雪の顕微鏡観察が比較的簡単にできます。しかし、北陸地方や中国地方では観察中に雪がとけてしまい雪の顕微鏡写真撮影は行われていませんでした。

・我々は 20 年ぐらい前から、雪に塩を混ぜて（約 7 ：3）マイナス 20 度の低温を作り、その上に黒い布やプラスチック板を乗せて冷却し、その表面に雪をとらえて雪の結晶観察を行っています。顕微鏡は 20 倍から 40 倍の実体顕微鏡を用います。

・我々NPO は最近、雪の結晶を色づけて写真撮影する方法を開発しました（マルチカラー照明法）。この方法で雪を観察すると多くの利点があり、今後、雪の顕微鏡観察が学校現場等に広く普及するきっかけになると考えています。

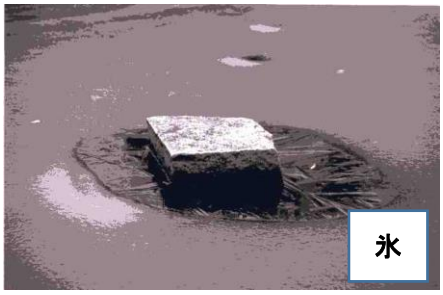
・中谷宇吉郎は“雪は天からの手紙”と言いました。これは雪の研究が上空気象学と深い関係があることを表したものですが、本心は“雪は天からの贈り物”と言いたかったはずです。実際、博士の随筆の中で「これほど美しい物が、誰にも見られず消えて行くのは本当にもったいない事だ」と述べています。

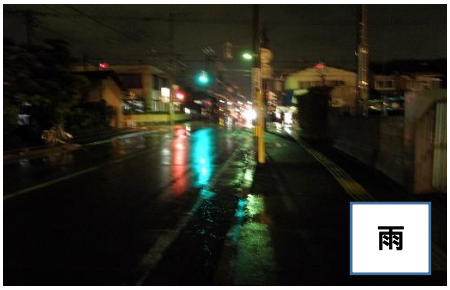
・雪の結晶観察が広く普及することを願って本ガイドブックを編集しました。

２．変化する水と雪ができる仕組み

・水はいろいろな姿に変わります。身の回りの自然の中で水に関係するものを思い出してください。

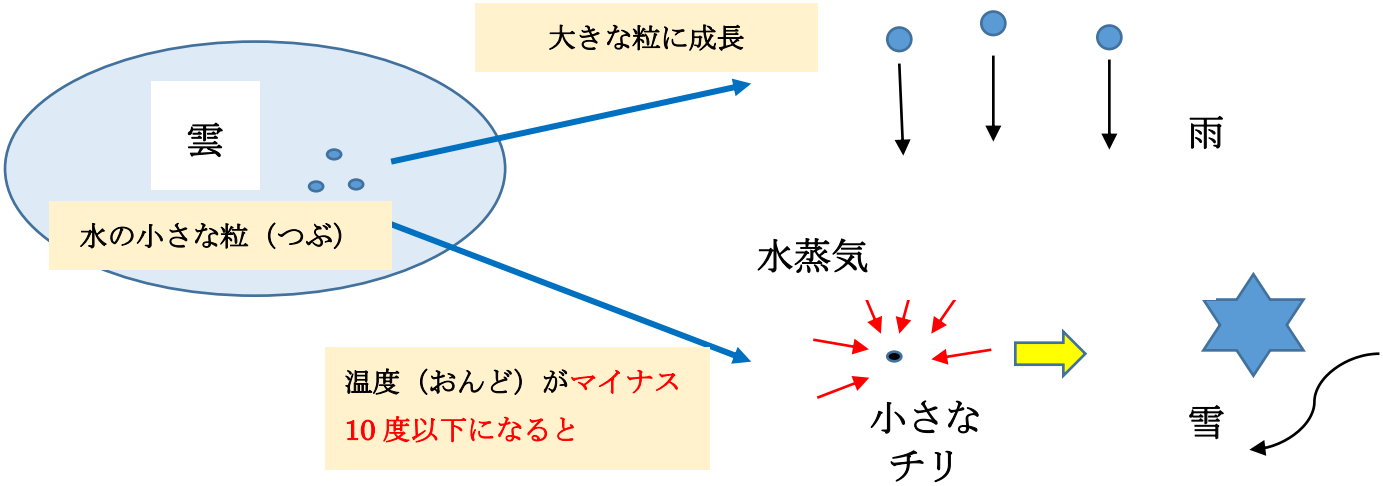
水（みず）、氷（こおり）、雨(あめ)、雪（ゆき）、雲（くも）、
霧（きり）・靄（もや）、露（つゆ）、霜（しも）





・このように、水はいろいろ姿をかえますが、そこで“水蒸気”という目に見えない水が働いていることを知っておいてください。

雲から“雨”や“雪”ができる



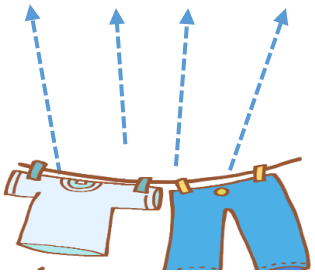
・太陽が出ているとき、海、川や池、田んぼから水が水蒸気となって上空にどんどん上がって行きます。

この水蒸気が空の上で冷やされて雲になります。雲は小さな水の粒がたくさん集まったものです。

・水が水蒸気になって空気中に逃げていくことは、洗濯物についていた水がなくなり、乾くことからもわかります。

・雲に多くの水蒸気が流れこむと、雲の中の小さい水の粒はどんどん大きくなり、雨粒となって地上に落下していきます。

・一方、寒気が来て、雲の温度がマイナス 10 度からマイナス 20 度になると、雲の中で雪の結晶が生まれ、大きさが２～５ｍｍぐらいにまで成長して、地上にゆっくり落下します。



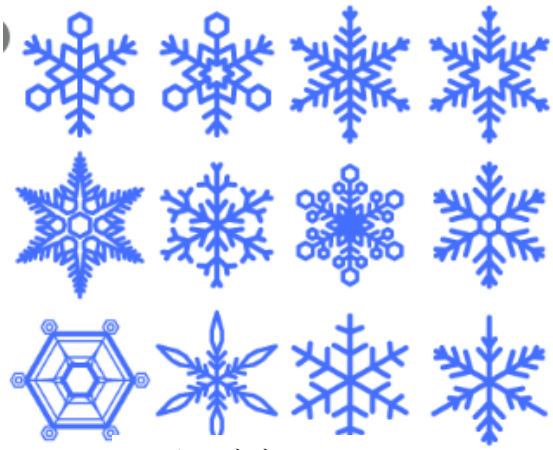
洗たく物の水は水蒸気となって　空気にふくまれる

・雪結晶が生まれるきっかけは空中の小さなチリ（小さな砂や植物のかけらなど）だと言われています。この小さなチリに、水蒸気が集まって小さな雪（小さな氷の結晶）になります。雲の中の水の粒はいったん水蒸気となって、どんどん雪にくっつき、雪の結晶を大きくします。

３．雪の形

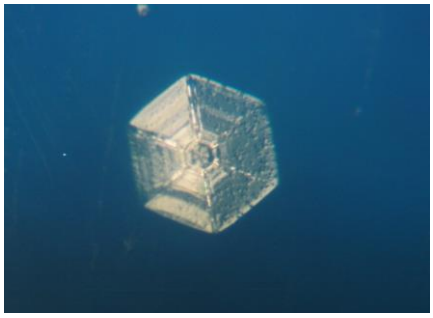
・雪の結晶ができるとき、“温度”とそのまわりの“水蒸気”の量によって雪の形がきまることが、1930 年代、北海道大学の中谷宇吉郎博士らの研究でわかりました。

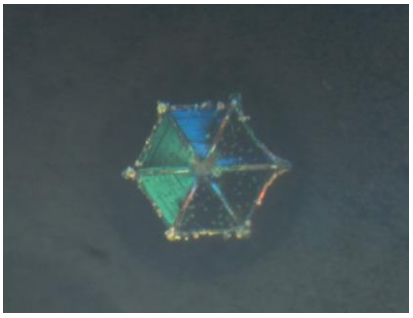
・雪の形はいろいろですが大きく分けて約１０種類（角板、扇形、広幅六花、樹枝六花- - - など名前がついています）ありますが、こまかくみると２つと同じ形ものはありません。



雪のデザイン

・雪の形は美しく、デザインとしていろんな所で使われます。基本の形は六角形です。この六花系の雪結晶を“角板”と呼んでいます。北陸や中国地方でもまれに角板型の雪が観察される場合があります。

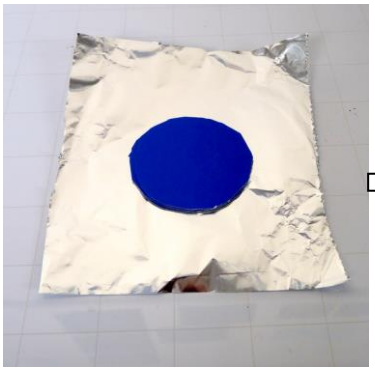




自然雪の角板結晶（左）、
とプラスチック基板の上に
できた角板型人工雪（右）

４．雪の採取と保存

①基板の準備



左の写真の様に青色工作画用紙を両面テープでアルミ箔に貼り、周りのアルミホイルを巻いて、ブラインからの水が入らないようにします。
工作画用紙に代わって、黒や紺色のフェルトも使います。

・まず、雪をのせる基板を準備します。観察容器の大きさに合わせて、紙や黒のフェルトを丸く切ります。。紙やフェルトにブラインの食塩水が入って濡れないように、底にアルミホイルを敷き、円の端でアルミホイルを丸めて壁を作ります。

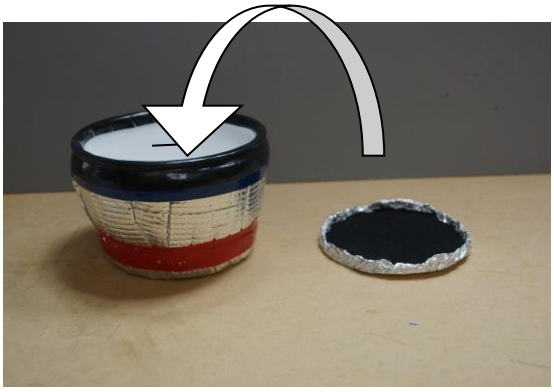
・アルミホイルでくるむ代わりに、ビンの蓋（金属）を使う方法もあります。ビンの蓋を使用すれば、その中に入れる青色工作画用紙やフェルトを取り換えるだけで済みます。

フェルトを使うと雪結晶を浮かした感じで撮影できます。

ビンの蓋に青色工作画用紙を乗せる
（黒や紺色のフェルトでもよい）

②容器の準備

・ブラインが長持ちするように、断熱性の高い容器を作ります。そのためにインスタント麺の空容器（たぬき、またはきつねなど）を、さらにアルミ保温シートでくるみます。容器の上の口から約３ｃｍ下に、マジックインクで線を引きブラインを入れるレベを表示しておきます。



インスタント麺の容器に断熱シートを巻き雪採取（保存）に使用する容器（左）。容器にブラインを入れ、その上に基板（黒のフェルト）（右）をのせ、十分温度が下がったら、フェルトの表面に降ってくる雪を採取する。
（フェルトの雪を払い落して数回観察に使えます）

③ブラインを作る

・雪に塩を混ぜて（約７：3）マイナス 20 度の低温ができることは昔からよく知られています。実際、氷に塩を混ぜてアイスクリームを作る体験をした人もあると思います。氷と塩を混ぜた物を”ブライン”と呼びます。

・ブラインを作るために、氷(雪)と塩の重さの割合を約７対３にして混ぜます。たとえば塩を９０グラムはかり、氷（雪）を２００グラはかりよく混ぜ合わせます。

つもったザラメ雪の場合は、木のさじで雪の粒を小さくします！

デジタル表示のはかり（家庭にある料理用の上皿ばかりで十分です）

・雪の中の水のふくみ具合を見て、飽和食塩水を加え、よくかき混ぜます。ブラインは、少し“**ねっとり感**”があるように作ります。その方が、熱接触が向上し、ブラインの上に置く基板の温度をより低温に保つことが出来ます。

・雪がない時は、“電動氷かき機”に氷を入れてシャーベット状に細かくします。電動かき氷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。

電動かき氷機

手でおすとモーターが回転し氷がけずれる

雪があるときは、かき氷を作らなくても雪をかき氷としてそのまま使用できます。

雪２００グラムに塩９０グラム、それに飽和食塩水（５～１５cc）を加えて、良くかき混ぜます。雪が水を多く含むときは飽和食塩水を減らしてください。

マイナス２０度を確認しましょう！

氷（雪）と塩の割合が７対３からずれても、温度はマイナス 20 度から大きくはずれないので、大雑把にしても問題ありません！

④ブラインの上に基板を置き、温度が下がったら降る雪を受ける

・容器に入れたブラインの表面をスプーンでなでて滑らかにし、その上に準備した基板（紙やフェルトの底をアルミホイル覆ったもの)、またはビンの蓋（その中に、紙又はフェルトを置く）を、ピンセットでつまんで、ブラインの上で下に押し付けるようにして置きます。

アルミホイルをかけて数分間待ってから非接触温度計で基板の表面温度を測定します。

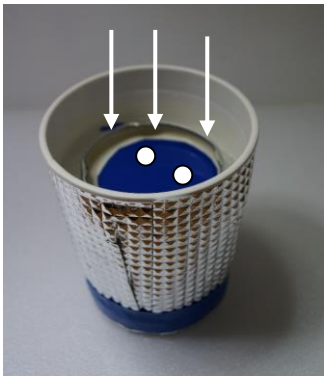
・温度がー７度以下になっておれば OK です。

ブラインの上に基板を置き、数分間待つ

表面の温度を測定する

アルミホイルで蓋をして外に持ち出す

雪が降っておれば蓋を開く



降ってくる雪をのせる

蓋をして室内に持って入る

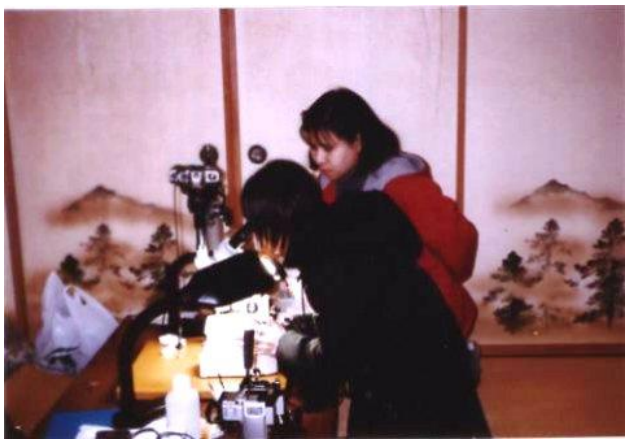
５．採取した雪結晶を観察する

・雪観察容器に雪をとらえて室内に持ちこんだら、アルミホイルを取り外し、すぐにクッキングラップでおおい、輪ゴムで止めます。紙やフェルトの表面温度はー１０度近くに下がっており、雪は２時間程度融けることはありません。日中子どもたちが学校にいるとき 、なかなか雪は降らないものですが、早朝に降る雪を先生が保存して、学校が始まってから見せることができそうです。

・北海道で行われた大部分、屋外の寒い場所で行われましたが、我々の観察は、温かい室内で行えるのが

特徴です。簡単な装置を使用しながら、画期的な教育効果をもたらすと考えています。

。



外は寒く、雪が降っている。
室内に雪を持ち込み、雪の顕微鏡観察を行っている様子（右側の女性はミャンマーの理科の先生（教員研修生として福井大学に１年間在籍）

・基板の表面の雪を、まず、虫メガネや、**ルーペ（Ｘ１０倍）**を使って概略観察します。

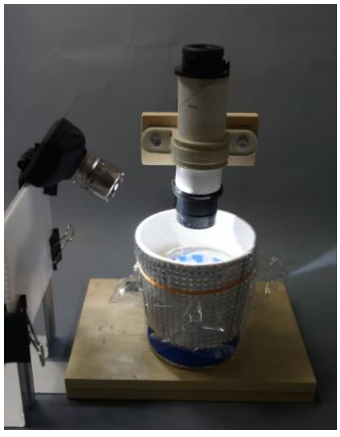
良い結晶がある場所をおおよそ頭に入れて、次に顕微鏡を使って観察します。

虫メガネで雪結晶を観察

ルーペを用いて雪結晶を観察

観察装置をクッキングラップで覆う

実体顕微鏡で観察



手作り顕微鏡で観察

・実体顕微鏡では、まず　ｘ２（２０倍）を使用してください。結晶が見つかったら、より拡大するために、ｘ４（４０倍）を使って観察します。

古い顕微鏡を用いる

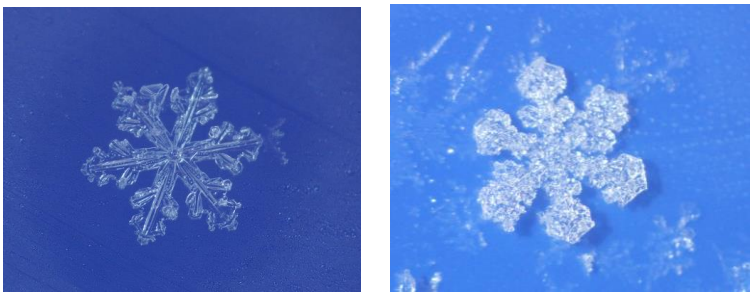
・古い医学・生物学実験用の顕微鏡は廃棄物として扱われています。しかしこのような古い顕微鏡の一部を改良すれば、十分雪の結晶観察に用いることができます。

・右の写真のように古い顕微鏡の試料台の部分を取り外し、さらにヤスリで削って、顕微鏡の対物レンズの下に小カップラーメンの容器が置けるように改良できます。試料の照明には上下左右、自由に動かせるタイプの LED を用います。

古い顕微鏡を改良した雪結晶観察装置

きれいな雪結晶と雲粒つき結晶

・雪は上空からゆっくり落下します。形によって落下測度は異なりますが、六花の雪では、１秒間に約３０ｃｍ、１ｍ落下に３秒、１００ｍ落下に３００秒（約５分）、１キロ落下に約５０分かかります。この時間、空中の気温が十分低くないと、落下中に結晶の形は崩れ、また、空気中の小さな水滴が結晶に付着し凍って雲粒（白い小さな氷の粒）となります。



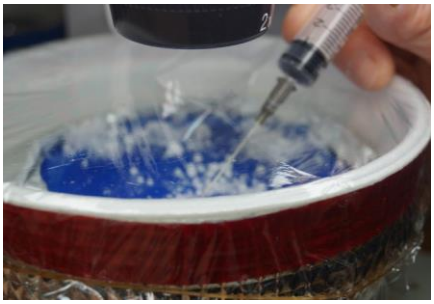
雲粒のついていない雪結晶（左）と雲粒のついた雪結晶（右）

ボタン雪の中から形の良い結晶を探す

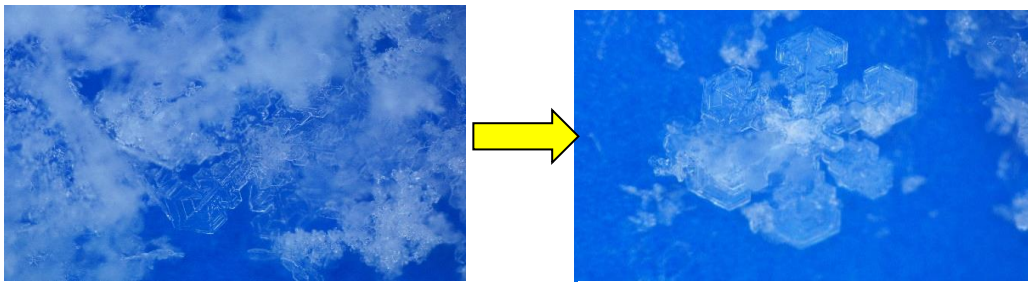
・ボタン雪をとらえた時は、その中にきれいな結晶がないか見て下さい（空気中の水蒸気量が多いと、上空から落下中に雪がお互いに絡み、大きなボタン雪となります）。

・小さな空き缶をブラインで冷やし、中に細い毛筆や、注射器の針を入れて冷やしておき、それらを使って顕微鏡で覗きながらボタン雪をばらし、良い結晶を選び出すことができます。**児童・生徒には“竹串を使用させます。**

小筆や注射器をブラインにつけた缶の中で冷やしておきます（熱が入らないようにアルミホイルで覆いをします）。



顕微鏡で覗きながら、注射器の針を使って雪を選び出している



ボタン雪の中に形の良い雪がある　　注射器の針で周りの雪を除いた

間接採取法による雪の観察

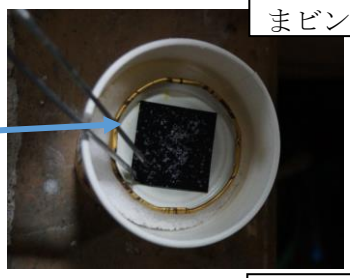
１）大きな雪採取装置で受けたのち、雪観察装置に移す

・風がある場合や、降る雪の量が少ない場合、雪観察容器に直接雪をとらえることは難しくなります。雪を捕まえられないまま、長い間冷えた基板を空中にさらすと、空気中の水蒸気が基板について、表面は小さな霜で覆われ、汚くなるのも問題です。これを解決するには、雪を採取する容器と、雪を観察する容器を別にする方法が考えられます。つまり、大きな雪採取容器の中にブラインを入れ、一斉に沢山の紙（またはフェルト）を冷やしそれらの紙に雪をとらえます。そのあと観察装置に移動させます。

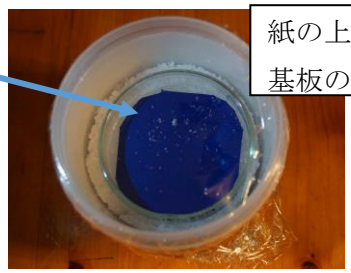
（注意：大型雪採取容器に必要な多量のブラインを作るために、４～５回に分けてブラインを作ります）。

ブラインの入った大型雪採取容器　　金属の皿が十分冷えたら蓋を開けて降ってくる雪を集めます

大型雪採取装置から観察装置に移す



雪が乗った紙をそのままビンの蓋に移動



紙の上の雪を別の基板の上に払い落とす

２）積雪表面から雪を拾う方法

・地表の気温が氷点下で十分低いときは、雪の結晶は積雪表面で数時間、形を崩すことなく存在します。しかし、結晶を１個分離して置くと、すぐに結晶の昇華が進み消えてしまいます。雪結晶を集団にすることで、お互いに水蒸気をやり取りすることができ、結晶が安定に存在すると考えられます。

ピカピカ光る雪結晶

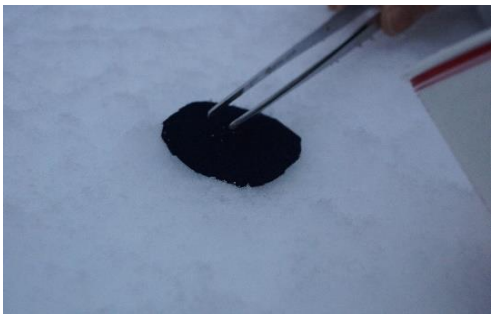
・明け方、氷点下に気温が下がった状態でわずかでも降雪があると、朝日に照らされ積雪の表面がキラキラ光って見えるときがあります。この場合は、積雪表面に確実にきれいな雪の結晶があります。

①ピンセットや耳かきの毛を使って

・冷やしたピンセットを雪結晶に近づけると、静電気によって雪結晶がピンセットに引きつけられます。そっとピンセットを移動して、観察装置の基板の上に乗せます。耳かきの毛を積雪表面に触れさせ、雪結晶を基板の上で拾い落すこともできます。このような細かい目の作業は若い人に向いています。

②冷やした布（フェルト）に付着させる

・誰にでもできる簡単な方法は、ブラインの上で冷やしたフェルトに雪結晶を付着させる方法です。上で述べた大型雪採取容器の金属の皿の上にフェルト（直径約５ｃｍ）を乗せて冷やし、ピンセットでつまんで積雪表面のピカピカ光る場所に乗せます。少し押し付けて雪を付着させた後、観察装置のブラインの上のビンの蓋に乗せます。顕微鏡で探るときれいな雪結晶を見つけることができます。



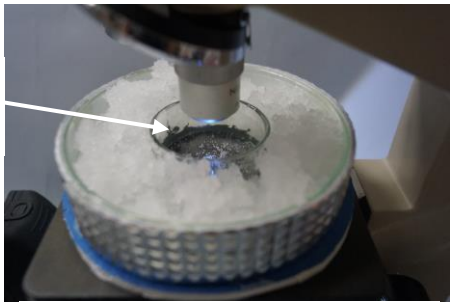
冷やした黒のフェルトを積雪表面に乗せる

美しい樹枝状結晶が付着している

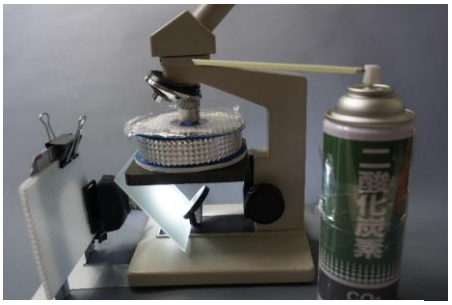
透過型照明で雪結晶を観察

・雪の結晶は本来透明ですから、透過型顕微鏡で観察することができます。そのために下の写真のように大きさの異なるガラスシャーレを組み合わせて小さな雪観察装置を作りました。

雪結晶を入れる



ガラスシャーレを組み合わせて作った透過型観察装置の容器の部分



透過型観察装置の全景

（大ガラスシャーレ：直径１０ｃｍ、高さ２ｃｍ、小ガラスシャーレ：直径２ｃｍ、高さ１．８ｃｍ）。

・ブラインは雪約８０グラム、塩約３５グラムを混ぜて作り、飽和食塩水は加えません。雪採取装置でとらえた雪結晶を小さなガラスシャーレの底に入れて顕微鏡観察します。ガラスシャーレと顕微鏡の試料台の間に炭酸ガスを吹き付け、ガラスシャーレの底に霜や露が付かないようにします。

・透過型顕微鏡で観察する雪の結晶は、立体感があり、一段と美しく感じられます。

６．雪の顕微鏡写真撮影

・一眼レフカメラの場合は市販の顕微鏡専用のアタッチメントを使用して顕微鏡写真を撮影することができます。しかし、アタッチメントがなくても、通常使用しているレンズの先端を顕微鏡の接眼レンズのすぐ上近くにセットすれば撮影できます。接眼レンズに目を当てピントを合わせておけば、そのまま写真に写ります。しかし、念のため、再度カメラのファインダーを通してピントを合わせてください。

・**スマホを用いても簡単に雪の結晶の写真をとることもできます。**スマホをスタンド（１００円ショッ

プ購入自撮り棒）に取り付け、スマホのレンズが丁度接眼レンズの真ん中に位置するようにします。雪の結晶写真を直接撮る前に、“切手”を観察物体として用い練習をしておくとよいです。

１眼レフカメラに顕微鏡用のアタッチメントを取り付け

カメラのレンズをそのまま接眼レンズに近づける

スマホを顕微鏡の接眼レンズ近くに近づける

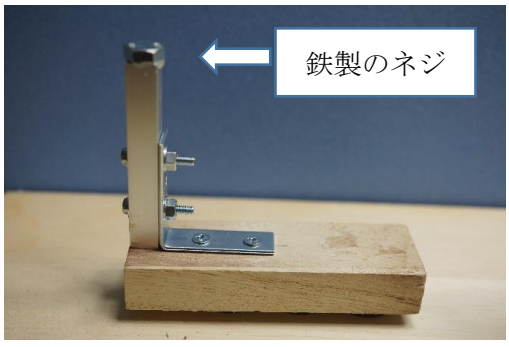
７．簡易ルーペ顕微鏡

・雪の結晶観察を普及させるには、安価な装置を製作し、それを学校現場などに提供していく必要があります。中山間地にある小学校で実体顕微鏡を持っている学校はごく少ない現状です。各小学校に、少なくとも 1 台の実体顕微鏡と、５～６台の簡易ルーペ顕微鏡を用意できれば、クラスで自然雪の顕微鏡観察が可能になると考えています。

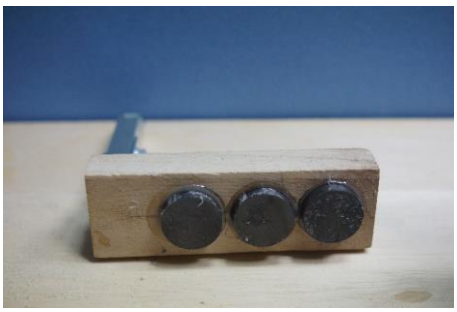
簡易ルーペ顕微鏡の製作

雪の観察に利用できる安価な簡易顕微鏡を、1 個 1000 円程度のループを用いて試作しました。レンズと試料の間のピント調整のために、上下微動装置が必要ですが、ここでは簡単にマグネットを利用します。これでも十分上下微動調整ができます。ルーペもマグネットで固定し、必要に応じて取り外して、ルーペ単体として使えます。

支柱をＬ金具で固定する

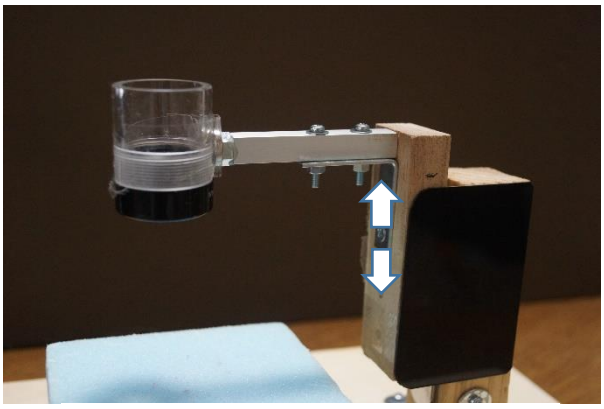


アルミ角パイプ（９ｘ９mm）をＬ金具で木片に固定します



木片の裏に強力マグネットを
（１２mm径）を接着財で固定します

Ｘ１０のルーペ
小さな強力ボタン磁石を貼る



簡易ルーペ顕微鏡

雪を観察しながら、スケッチができます
(注意：最近、スマホにレンズ（100 円シ
ョップ販売）を取り付けて、雪の結晶を
直接撮影する活動が行われていますが、
科学教育上は、まず裸眼で見た後に写真
撮影を行うべきだと考えています)

スマホを使って簡易ルーペ顕微鏡の写真をとる手順

・実際に雪を観察する前に、切手などの資料を置いてスマホ写真の撮影に慣れておきます。

・ルーペの下に観察する試料（ここでは雪のレプリカ）を置き、ルーペに目を近づけて、ルーペを上から下に移動させ、試料がはっきり、鮮明に見えるところで止めます（写真１）。

ルーペのレンズの軸が垂直からずれ、傾いていないか注意してください！

・そこから約４～５mmほどルーペを下に移動させ、ルーペを試料に近づけます。

・スマホ台（100 円ショップで入手した、プラスチックのケースに黒のブラダンの板を両面テープで貼り付けた物）を置いて、その上にスマホを乗せ、スマホのレンズがルーペレンズのほぼ真上に来るようにします（写真２）

・スマホの画面の　“カメラ”　を押すと　写真３の様な画面が現れます。ルーペのレンズの外枠の円、“○　”、が画面の中央に来るように、スマホの位置を動かし調整します。

・さらに観察する試料（雪のレプリカ）がレンズの○枠の中心に来るように、試料の位置の微調整を行います。この段階では試料の像は小さいですが、ピンとは合っているはずです。

・次に、スマホの拡大機能を利用して、試料の像を大きくしていきます（スマホによって違いがあるかもしれませんが、ある機種ではこのようなマーク　 　が出ますので、矢印を右に進ませます）。すると写真４に示すように試料の像は大きくなってスマホ画面に現れます。もし、試料の像が画面中心からずれているときは、試料の位置の再調整を行ってください。　　。

・写真５、写真６はスマホで撮影した雪のレプリカの写真です。

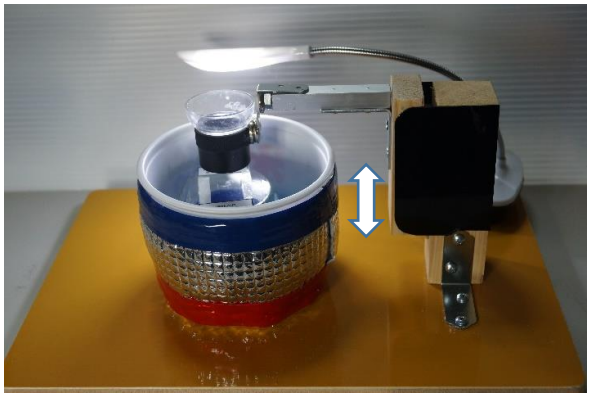


写真１：目でピントを合わせる

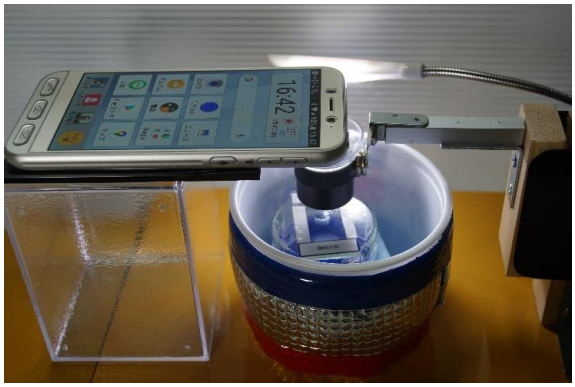


写真２：ルーペのレンズの上にスマホのレンズを近づける

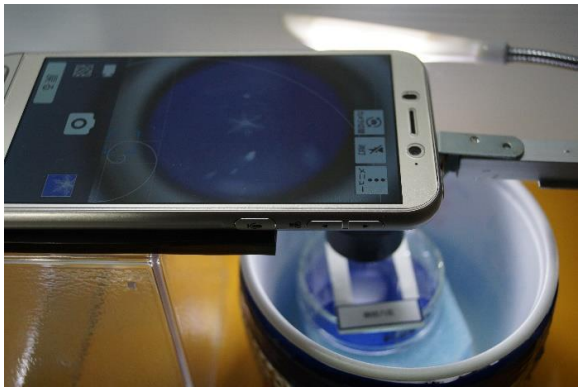


写真３：レンズの円が画面の中央にあり、さらに観察する試料がその円の中心来るように試料を移動する

写真４：拡大した雪のレプリカの像

写真５：雪のレプリカ（樹枝六花）

写真６：雪のレプリカ（角板付き樹枝六花）

８．雪のレプリカの利用

・旭川市科学館では冬季旭川市内で採取した雪の結晶から雪のレプリカを作製し館内で販売しています。

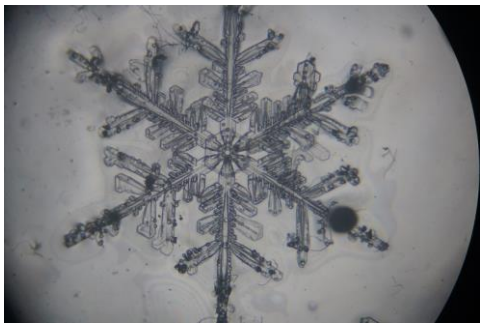
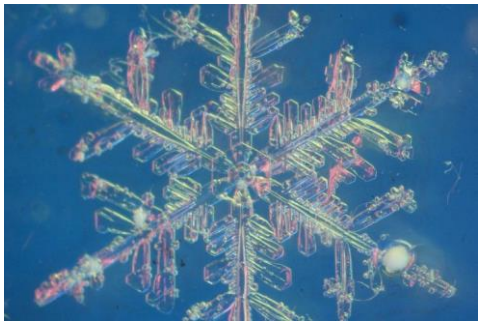
・当地は国内で最も低温となり美しい雪が降る所として有名です。

・雪のレプリカの作り方は、氷点下まで冷やしたスライドガラスの上に雪の結晶を置き、そこに特殊なアクリル樹脂の溶液を垂らします。溶液が結晶のすき間に入り、薄い膜となり、しばらくすると中の雪は蒸発し、雪の形を記録したアクリルだけが残ります。これを雪のレプリカと言います。

・NPO ふくい科学学園では、旭川市科学館の協力を得て、今回初めて雪のレプリカの観察をイベントの中に導入したところ、参加者の評価は非常に高いことを確認しました。学校などに雪の結晶観察を普及させるためにも、雪のレプリカの利用は大変効果的だと考えています。今後、我々自身、雪のレプリカ作成の技術を身に着けるよう努力する積りです。

旭川市科学館から提供して頂いた雪のレプリカ

・下の写真は、実体顕微鏡（40 倍）を使って雪のレプリカを観察し写真に写したものです。

角板付き樹枝六花のレプリカ：透過型白色照明（左）、マルチカラー照明（右）

・これらの写真が示すように、雪のレプリカにおいても、自然雪その物と同様に、雪の結晶の美しさと、微細な結晶の構造を十分に表現できています。

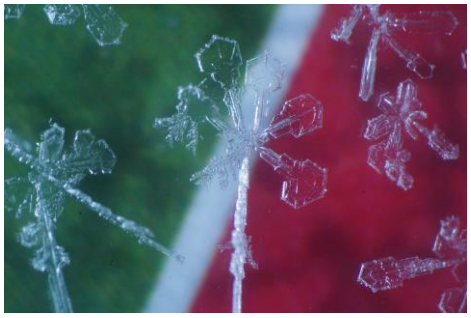
９．雪の結晶に色を付ける

・雪は透明な物ですが、その形が美しさを感じさせます。しかし、時々、雪の結晶に色を付けられないかという質問を受けることがあります。色がついておれば、子どもたちの関心をより引くことができます。

１）背景に色紙等を使用する方法：

・雪観察に用いるびんの蓋に色紙や色彩豊かな布を敷き、１－２ｍｍ厚の透明プラスチックで覆い、その上に雪の結晶を置きます。

赤の布の上に自然雪を置いた



色分けした紙の上に人工雪を生成させた

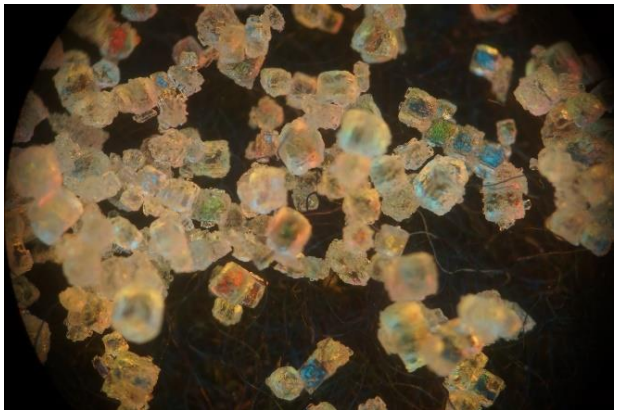
２）色分けしたドーナツ状 LED で照明する方法：

・雪の結晶は、完全に 平面上に分布しているわけでなく、場所によって結晶面がいろいろな方向にわずかに傾いています。特に、フェルトの上に自然雪をとらえた場合、フェルトの毛の状態によって、個々の雪結晶はいろいろな方向に向きます。

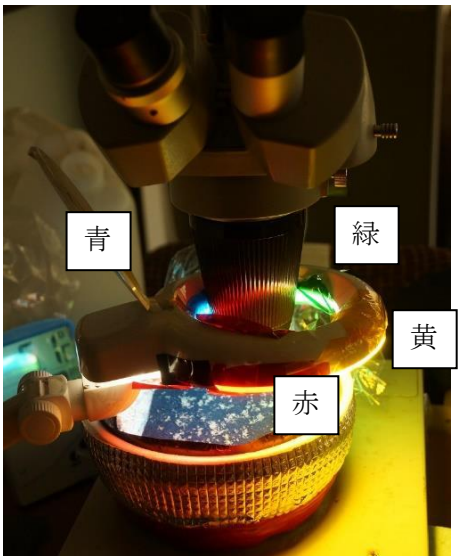
・雪保存容器の上部に円形状（ドーナツ状）LED 光源（オーム電機　DS-L8092-2-W 等、中央の大きな凸レンズは取り外します）を置き、4 種類の色の異なるセロファンを、赤、黄、緑、青の順序で配置します。雪結晶の面の方向によって反射する光の色が変わるので結晶が色づいて見えます。

・この照明法を“マルチカラー照明法”と名付けました。

・蛍光灯では熱が発生するので、不適当です。



マルチカラー照明で食塩の結晶の顕微鏡写真



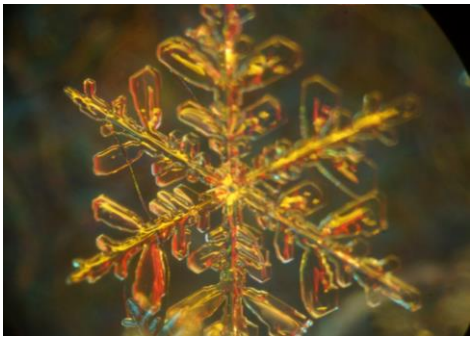
マルチカラー照明の装置

・マルチカラー照明法を確かめるためには、本物の雪結晶に代わって“塩の結晶”を使って実験を行うと良いです。写真４はマルチカラー照明法で色づいた塩の結晶です。塩の結晶面の向いている方向により強く反射すセロファンの色が異なるために色づきます。結晶面の向きによっては２つのセロファンの光が共に反射され、２つの色が混じり合った色で輝きます。

・一般的に雪が激しく降っている時の雪結晶の形はあまり綺麗ではありません。一方、朝方にチラチラ降る雪結晶は美しい物が多い傾向があります。上空の水蒸気が多すぎると雪結晶の成長速度が大きくなり、そのため結晶形が乱れると考えられます。また、強風があるときは、殆ど粉雪になっており結晶面がないので、マルチカラー照明の効果が見れません。

写真６は午前８時ごろチラチラ降る雪結晶の１つを実体顕微鏡で観察したものです。顕微鏡の倍率は４０倍です。綺麗な羊歯状結晶が緑色に輝いています。結晶の大きさは約３ｍｍです。この場合、結晶面の向きがちょうど緑色のセロファンの方向に向いており、結晶が緑色の光を強く反射していると

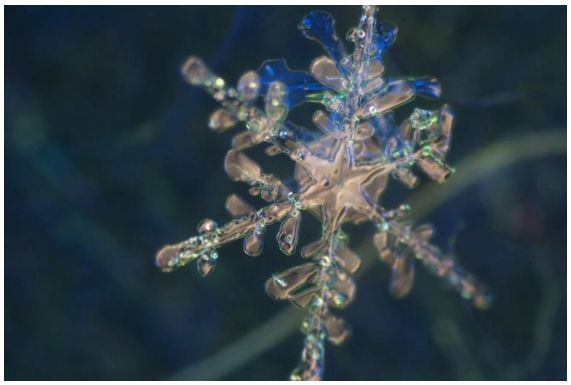
マルチカラー照明によるシダ状結晶



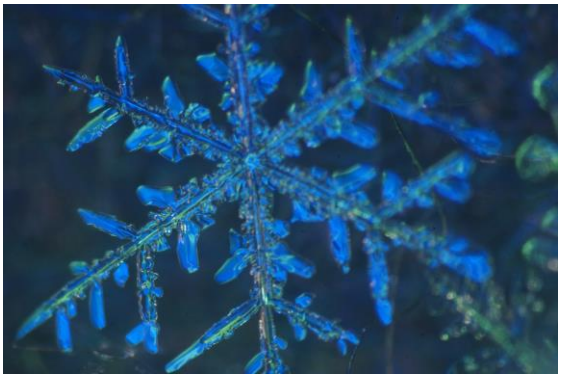
雪の入った容器を 90 度回転した

考えられます。この結晶が入っている冷却保存容器を９０度近く回転すると雪結晶の色は黄色となり、場所によって金色に輝いています。

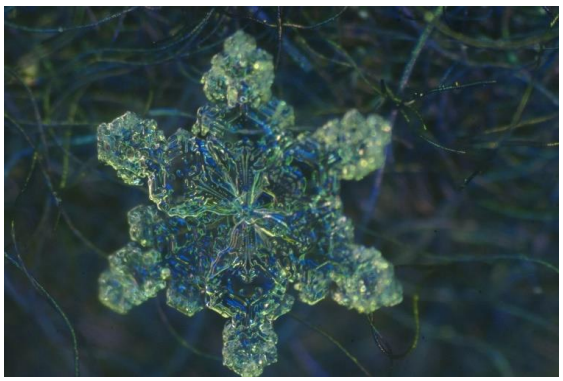
マルチカラー照明法で撮影した雪結晶の例



角板付き樹枝状六花



シダ状六花

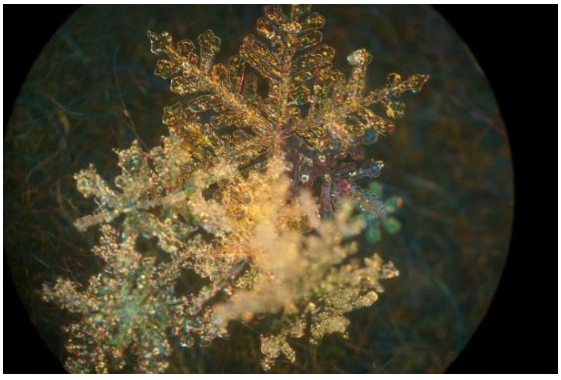


広幅六花

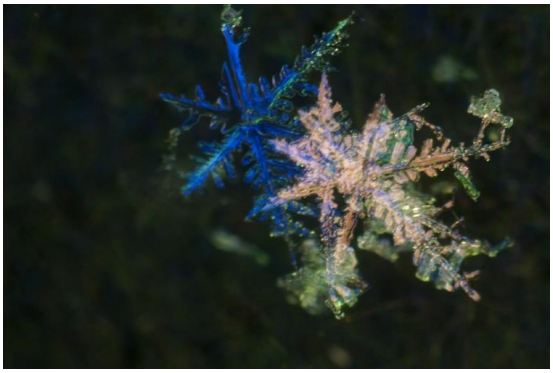
樹枝六花（傾いた枝の色は異なっている）

ボタン雪をマルチカラー照明法で撮影した雪

・ボタン雪は、雪が上空から落下中に、他の雪と接触し、くっ付いて雪結晶の塊になったものです。結晶が重なり合っているので、通常、ボタン雪は顕微鏡観察の対象になりません。しかし我々が



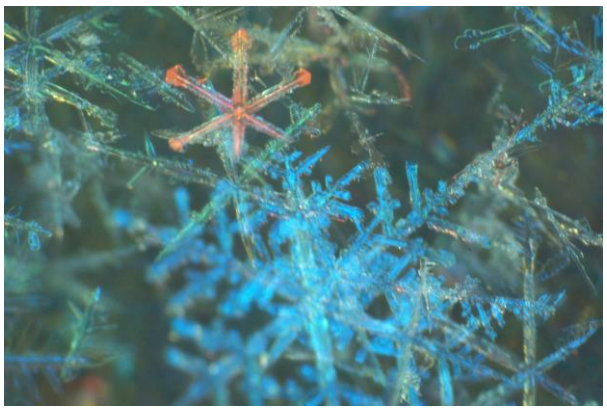
いろいろの種類の結晶が重なっている



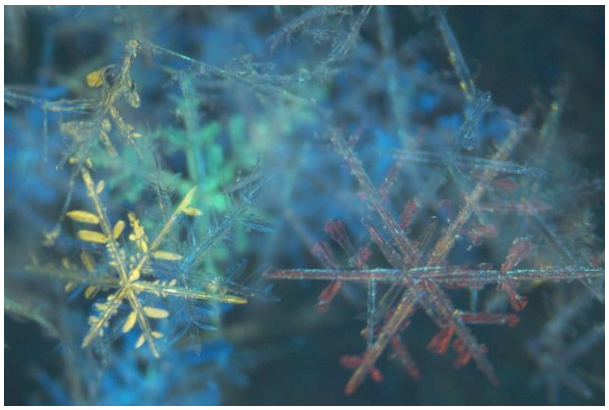
複数の重なった樹枝状六花

開発したマルチカラー照明法によれば、結晶が重なっていても、各結晶面はお互いに傾いているので、結晶の色の違いで結晶が個別化され、十分顕微鏡観察が可能であることが分かりました。、

・北海道などとは異なり、北陸地方や中国地方で観察される雪は大部分ボタン雪となっています。マルチカラー照明法によって、ボタン雪が観察対象になったことで、今後雪の結晶の顕微鏡観察は教育現場に普及する可能性が高いと予想しています。



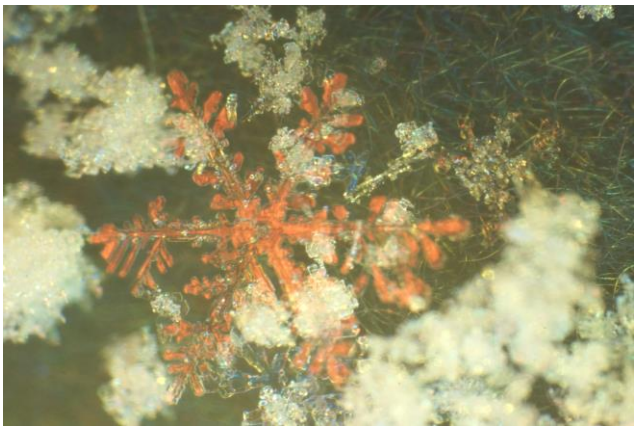
広幅六花（赤色）とシダ状六花（青色）



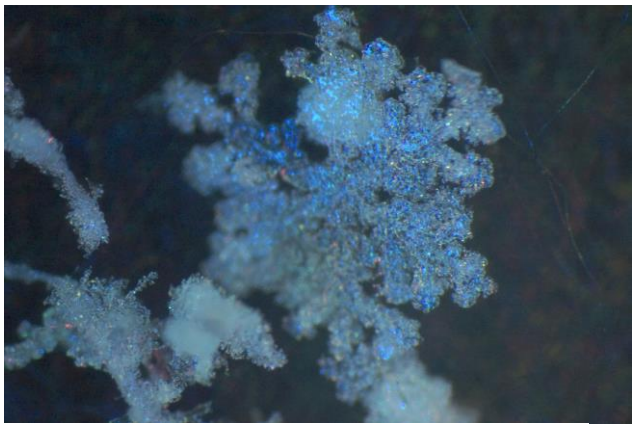
多くの樹枝六花やシダ六花が重なっている

福井市内で観察される雪

・山間部に比べると都会の上空の温度は高く、降る雪の殆どは上空から落下中に雲粒が付着して汚れており、顕微鏡観察してもなかなか結晶が見つからない。しかしマルチカラー照明法使うと、結晶面は色



多くの樹枝六花やシダ六花が重なっている



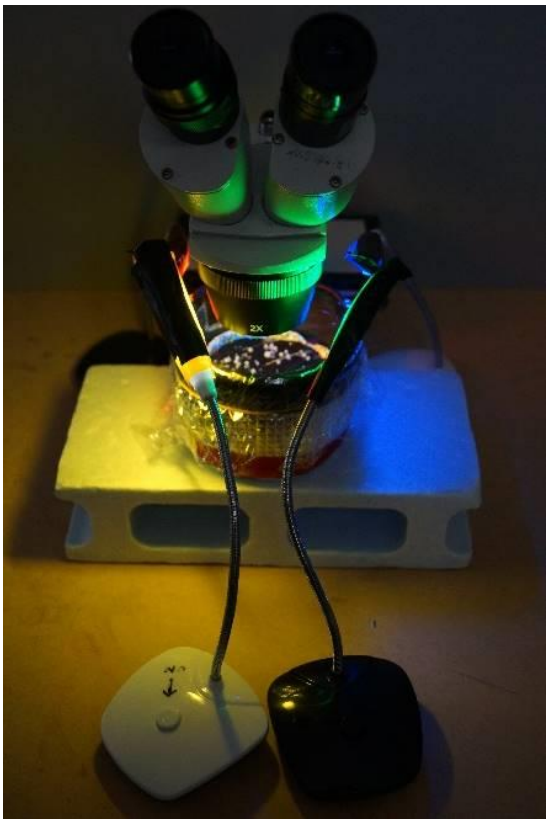
多くの樹枝六花やシダ六花が重なっている

づき浮かび上がって観察される。**・雪結晶を色づけて観察することの意義をまとめますと、**

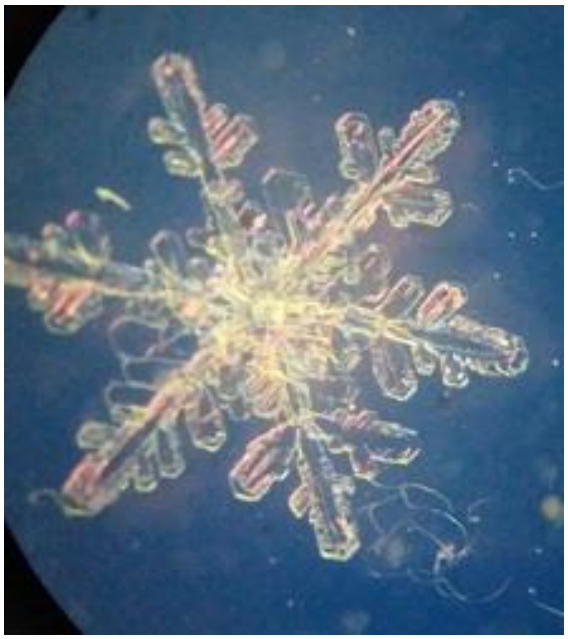
1）雪結晶がより美しく感じられる
2）結晶の凹凸が強調され、微細な構造が鮮明となる
3）ボタン雪のように重なった結晶の中から一部を浮かび上がらせて観察することができる。

3）4 個の小型 LED で照明する方法：

・１００ボルト電源のない屋外でマルチカラー照明法を行うには、乾電池を用いる LED を採用する必要があります。最近 100 円ショップで自在に高さ・向きが調整できる LED が販売されています。購入した 4 個の LED にそれぞれ、赤、黄、緑、青のセロファンを貼って、四方から照明し、マルチカラー照明が可能であることを確認しました。



実体顕微鏡の周りに 4 個の色の異なる LED を配置してマルチカラー照明とした。



4 個の色の異なる LED でマルチカラー照明をして雪のレプリカを撮影（カメラはスマホを使用）

１０．おわりに

・雪の顕微鏡観察の普及は我々NPO ふくい科学学園の主要なテーマの１つです。今回、日本郵便年賀寄付金配分事業の中の“青少年の健全育成”部門で採択され、全国的普及への第１歩を踏み出すことが出来たことを感謝致します。また事業実施に当たり、福井県内、また広島県安芸高田市の多くの方々のご協力を頂き厚く御礼申し上げます。自然が作る神秘な芸術、“雪の結晶” を理科教材として積極的に使うことで、豊かな感性を持った科学実験好きの児童・生徒が育つことを期待しています。