

<広島県安芸高田市高宮町野部での雪の顕微鏡観察> 平成30年12月～平成31年3月

<背景・目的>

雪の結晶は自然の美の象徴であり、NPO ふくい科学学園では以前より雪の結晶観察を重要なテーマの1つとしています。当NPOでは平成29年から30年にかけて三谷市民文化財団から助成金を受け、雪の顕微鏡観察技術の開発とその普及のための活動を行いました。その中で児童や一般の人の雪結晶に対する関心をより高めるために、雪結晶を色づけて観察する方法を人工霜や人工雪を用いて研究しました。この冬、実際の自然雪を色づけて観察し、この方法の有効性を確認することが出来ました。

これまで当NPOでは雪の顕微鏡観察を福井県の奥越（大野市和泉地区）にあるスキー場隣接のホテル等に滞在して行ってきました。今回は当NPOの従たる事務所となっている（法務局登録）理事長の実家（広島県安芸高田市高宮町野部：海拔300m）で実施しました。12月28日から3月24日の間で、わずかな雪をも含めると、延べ14日（12月：3日、1月：4日、2月：4日、3月：3日）雪結晶を観察することが出来ました。最近では山間地域でも天気予報がネット上で公開されており、約80%は天気予報の雪マークどおりに降雪があります。しかし、天気予報に出なくてもチラチラと極わずかの雪が降るときもあり、その雪を捕えて雪結晶の観察を行うことが出来ました。地域の人々の話では、今冬は例年に無く雪が少なく、また最低気温も例年より少し高いとのことでしたが、比較的良い雪の顕微鏡写真を撮ることが出来ました。

雪結晶は上空で生成されてからゆっくり落下します。地上付近の気温が高い場合、落下中に雪結晶が融けて結晶の微細な構造が失われてしまいます。また、地上付近の気温が高いと空中に小さい水滴（雲粒）が多量に存在し、それが落下中の雪結晶に付着して結晶を汚します。家々が山に取囲まれている中山間地域においては一般的に気温が低く雪の結晶観察に適しています。これに対して、福井市を含めて都市部、またその周辺では上空の気温が高く美しい雪の結晶を見ることは希です。

北海道の十勝岳で行われた中谷宇吉郎博士らの研究によって、自然の雪は多様な形を持つことが分かっており、その形は分類されています。今回行った安芸高田市高宮町での短い観測期間において、針状結晶、角柱、砲弾、広幅六花、樹枝状六花、羊歯状六花、三花、広幅十二花、立体放射状、星状等、多くの型の雪結晶を観察することが出来ました。



写真1：高宮町野部の冬の棚田風景、矢印は実験を行った場所



写真2：従たる事務所の駐車場の広場を使って降ってくる雪を採集した

<観察方法>

北海道や標高の高い山では気温が低く屋外に顕微鏡を設置し、雪をスライドガラスの上に乗せて“透過照明法”で直接雪の顕微鏡観察ができます。しかし、一般に西日本の環境では雪がすぐ融けてしまい顕微鏡観察は困難です。NPO ふくい科学学園では、雪（またはかき氷）に塩を混ぜてできる低温（-20度）を利用して、雪を融かずに保存して顕微鏡観察する方法を提唱しています。

最近ではスマホで直接雪結晶を拡大撮影する方法も行われています。しかし顕微鏡を通して裸眼で時間をかけ

て雪の結晶観察を体験させることは子どもの科学教育にとって大変重要なことだと考えています。

雪（かき氷）と塩を混ぜてできる低温で雪を保存

雪200gと塩90gを混ぜ断熱したスチロールの容器に入れ、その上に黒色（または紺色）のフェルトを乗せ、アルミホイルで覆い数分待ちます。これによりフェルトの表面の温度はマイナス10度付近まで下がります。この冷却保存容器を雪が降っている屋外に持ち出し、アルミホイルの覆いを取り除いて降ってくる雪をフェルトの上に捕えます。再びアルミホイルで覆い室内に持ちこみ、アルミホイルに代わってクッキングラップで覆い、輪ゴムで止めます。こうすれば暖房を施さない室内においては1時間以上雪結晶を保存することが出来ます。

外気温が十分低い時は夜中に降った雪が積雪上で形を崩さずに残っています。その場合は朝方降雪がなくても、積雪上の雪を採集して結晶を観察することが出来ます。具体的には、雪と塩を混ぜて作る冷却保存容器内でフェルトを冷やし、その冷やしたフェルトを積雪の上に乗せフェルト表面に雪を付着させます。雪が付着したフェルトを再び冷却保存容器に戻してフェルト表面の雪を顕微鏡観察します。

このような冷却保存容器を用いる場合、対物レンズと試料台の距離が短い一般の生物顕微鏡は使用することが出来ません。そのため生物顕微鏡に代わって実体顕微鏡が必要になります。実体顕微鏡がなくても作動距離の長い（約50mm）顕微鏡を手作りすれば雪結晶観察が可能になります。これに関しては本 H.P の“教材開発”の中で説明していますのでご覧下さい。

冷却保存容器を使用する場合、一般の生物顕微鏡で採用されている試料の下方から照明する“透過型照明”は適応出来ません。従って斜め上から照らす“反射型照明”を採用する必要があります、



写真3：冷却保存容器の上に雪結晶を採集

色づく雪結晶を作る

以前、人工雪や自然雪の顕微鏡観察会を一般の人を対象に実施した折、雪結晶に色を付けられないかと質問を受けたことが何度かありました。そのような動機から、昨年度の三谷助成事業で結晶を色づかせることに取り組みました。その結果“マルチカラー照明法”を開発しました。最初は丸形の蛍光灯に数種類の色セロファンを貼り、また本物の雪結晶に代わって“塩の結晶”を使って実験を行いました。

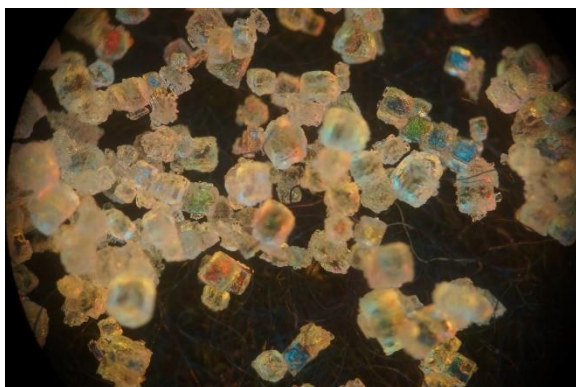


写真4：マルチカラー照明法により色づく塩の結晶

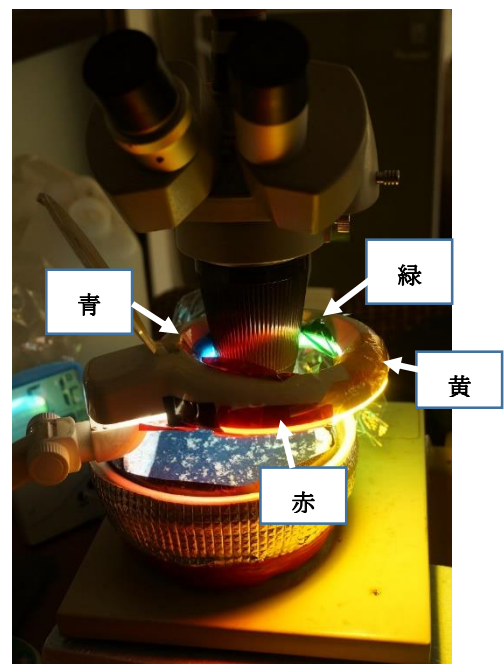


写真5：ドーナツ状 LED を用いるマルチカラー照明法で雪の結晶を観察

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。

蛍光灯光源は発熱しセロファンが燃える危険性があり、長時間使用することができません。たまたま電気器具販売コーナーで大きな凸レンズの付いたドーナツ状のLEDを見つけました。中央にあった凸レンズを外し、ドーナツ状LEDに赤色、黄色、緑色、青色の4種類のセロファンを、その色の順に4分割して貼り、マルチカラー照明光源としました（写真5）。

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。人工雪生成実験の場合においても少しずつ水蒸気を送ることが重要なポイントとなっています。

写真6は2月1日午前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（写真7）。



写真6：色づいた羊歯状の雪の結晶

ここで雪結晶を色づけて観察することの意義をまとめておきます。

雪結晶に色を付けて観察することの意義

- 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。

北海道や標高の高い山は別として、西日本で降る雪は一般にボタン雪の状態が多く、ボタン雪の中の雪結晶を観察することになります。ボタン雪の中では、結晶が幾重にも重なっており、個々の雪の形を明確に認識するのは困難です。しかし今回開発したマルチカラー照明法を用いれば、ある方向を向く結晶のみが特定の色を反射し輝くため観察しやすくなります。

写真8では3個の羊歯（しだ）状結晶が写っていますが、一番左側の結晶が青色に際立って輝いています。写真9はボタン雪によるものでいくつかの結晶が重なり合っています。この中で、右上の青緑の結晶が特に鮮明に浮かび上がっています。この結晶の向きは青セロファンと緑セロファンの中間方向を向いており、その結果、青色と緑色が同じ程度に反射され、青緑の色が生じていると考えられます。



写真7：写真6と同じ結晶であるが結晶を回転したため黄色に光る

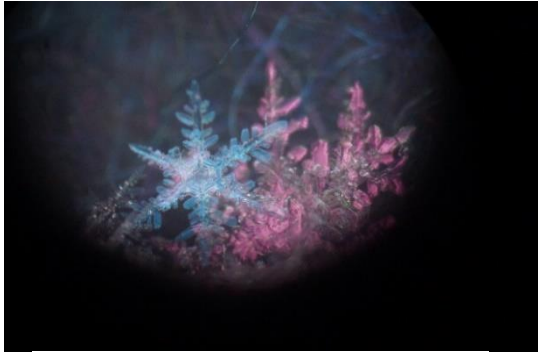


写真8：重なった羊歯状型の雪結晶

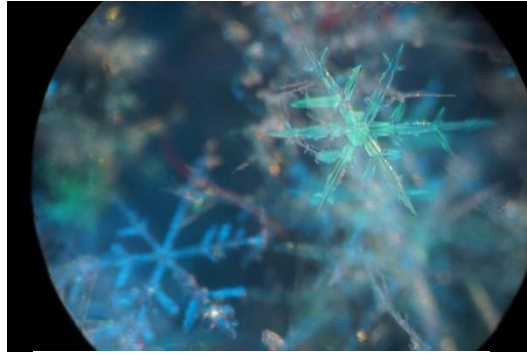


写真9：ボタン雪の中で青緑に輝く
樹枝状の雪結晶

写真10は雲粒がついたボタン雪です。樹枝状、広幅六花など異なる型の雪結晶の集まりですが、結晶ごとに色が異なっており芸術的雰囲気を感じさせます。

写真11は1個の広幅六花の写真です。結晶の凹凸が異なる色として表れていることに注目してください。

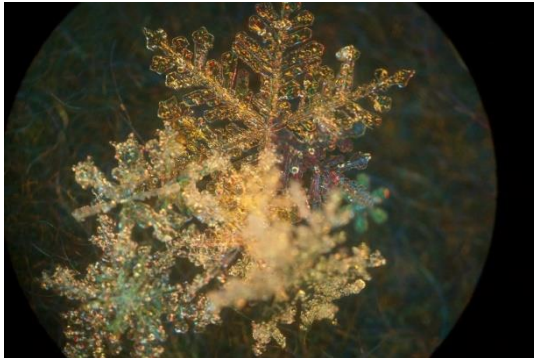


写真10：ボタン雪の中で異なる色で輝く
雲粒付の雪結晶

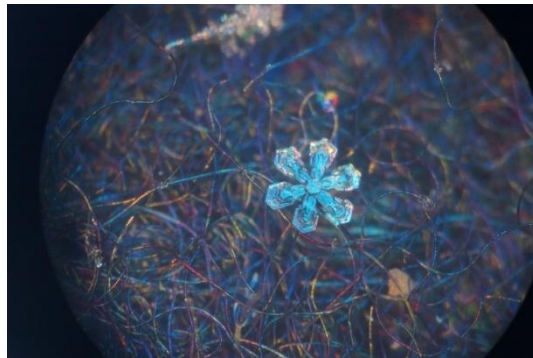


写真11：青色に輝く広幅六花

写真12の矢印の結晶も広幅六花です。この場合は結晶が比較的厚いためか、反射光は抑えられています。しかし美しい宝石のように感じられます。

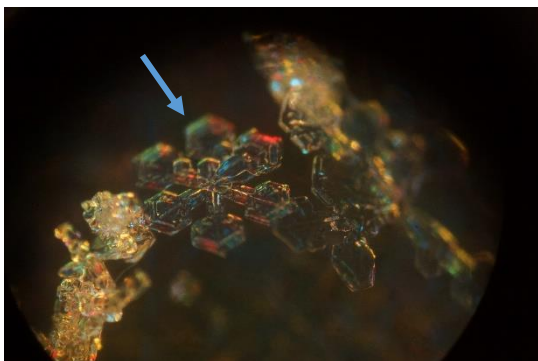


写真12：宝石のように光る広幅六花

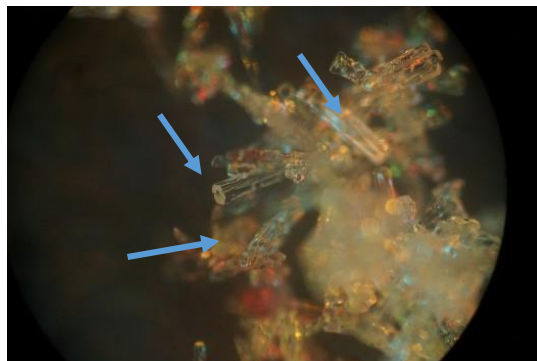


写真13：さや状の角柱型雪結晶

中谷宇吉郎博士らの研究によって、雪の結晶の型は雪結晶が成長する上空の温度と、水蒸気量で決まることが分かっています。たとえば角柱型結晶は上空の気温が比較的高く、また水蒸気量が多い時にできるとされています。写真13ではさや状の角柱型結晶が多く見られ、この降雪があった時の上空の気象状態が読み取れます。

なお、結晶が成長する上空の気温・湿度と観察する雪を受け取る地上の気温・湿度は相関を持っていないこともあり、このレポートでは気温・湿度のデータを明記していません。しかし殆どの場合、気温が氷点下1～2

度で雪結晶を採集しています。

<高宮町文化祭において展示発表>

安芸高田市高宮町の文化祭が3月10日から17日の間で実施され、写真、手芸、書道、絵画、神楽面製作、等に関する多くの展示発表が行われました。この機会に展示の1コーナーを借り、雪の顕微鏡観察、特に色づいた雪の結晶について写真を展示しました。またパソコンを使ったスライドショーで人工雪や自然雪の写真を発表しました。展示コーナーの机にはNPO ふくい科学学園の昨年度の三谷助成事業「雪の顕微鏡観察法指導員養成と普及」の報告書を置き、閲覧できるようにしました。



写真14：文化祭において雪の写真を展示



写真15：北海道の雪の写真集や報告書「雪の顕微鏡観察法指導員養成と普及」などを展示

5



写真16：色づいた雪結晶の写真を見る児童



写真17：スライドショーで説明