

～水や氷を素材とする教育実験～

輪ゴムでつくる

氷のステンドグラス

北海道教育大学

矢作 裕

"Ice Stained glass"

要 約

雪氷科学が生活の科学、日常の科学と縁が深いのは、この科学の誕生に由来している。この科学は雪氷対策、災害の防止を大きな目標の一つとして、その根拠を求めて今日に至っている。雪氷科学は現象を日常的、直接的に目にでき、他の科学の分野と比較して、その紹介にさいして本来的には極めて容易に実験が可能な分野のはずである。ところが、これまで雪や氷についての教育実験はほとんどないに等しかった。しかし、ここ1～2年の間に雪氷学会に属する研究者たちが意識的に教育・普及に力を注ぎ、雪の結晶を室温で成長させる¹⁾などの、教室で実験可能な多くのテーマが登場しはじめ、ひとつのまとまりとなつて形を現してきた感がある。ここでは、そのようなもののひとつとなるような、氷の結晶成長を観察する実験を紹介している。よく知られた実験、氷の薄片を偏光板によって観察するという内容も視点を変えることによって、それを教育の素材とすることができる。その方法や用具には細心の注意を払って教育実験の内容としているので、とくにこの点に注目していただきたい。

***** 内容 *****

1 : 氷のステンドグラス

2 : 教育実験と雪氷科学

***** *****

はじめに

教具は、すぐれた「おもちゃ」を理想とすべきであると、つねづね考えている。すぐれたおもちゃは、時間を忘れさせ、シンプルで多様な内容を内包し、それが強く人を惹きつけ、豊富に創造力を刺激し意識せずに視覚・触覚を駆使させ、丈夫で長持ち、しかも安全で安価で幅広い世代に愛され、時代を越えて愛用される。小学校から大学まで、科学の授業が、こういった特徴をもつ教具に囲まれていて悪からうはずがない。

暖かい雨の日など、幼い子どもは、ながぐつで、わざわざ水たまりを選んで歩く。夏の水遊び、水鉄砲、冬の日の雪あそび、子どもにとって、水は遊びと切り離すことができない。これまで、【水や氷を素材とする教育実験】^{2)～13)}をテーマとして、いくつかの実験を紹介してきた。雪氷に関わる実験は、まさしく水遊びに通じるものがある。楽しい実験を用意すること自体もまた魅力ある作業であり、教師自身も積極的に教材づくりを楽しむことができる。おなじテーマを扱っていても幾通りもの実験方法、教育内容の構成法があり、教育内容の創出に限りはない。自然科学のあらゆる分野で、おもちゃを理想として新しい教育方法を編み出していく必要がある。そのような【おもちゃ】をこそ若い世代への贈りものとすべきであろうと考えている。

1：氷のスタンドグラス

「氷は透明な金属」といわれる。水を凍結させて、偏光板という特殊なプラスチック板で氷をはさみ、光にかざすと、美しい色模様の細かい氷の結晶をみることがでる。これまでは、試料を観察するために、氷のかたまりから薄い板状に氷をつくりだすことが多かった。以下にのべる方法によれば、きわめて簡単に氷の結晶を作って楽しむことができる。まるでスタンドグラスのように輝いて見えるこの素材を「氷のスタンドグラス」(アイススタンドグラス)と呼ぶことにした。試料を凍結・融解させるごとに二つとない文様を1～2分の間につぎつぎと造りだすことができ、虫めがねを使って観察したり、ビデオカメラによって映像とすることも容易である。この方法であれば、日常的な材料によってさまざまな工夫ができる。以下に、そのなかからもっとも簡単なものと、凍結・融解の経過を見るやや複雑なものを紹介する。水を凍結させるために、冬の戸外、冷凍庫内、氷と食塩による寒剤、または冷却した不凍液などを利用する。

(1) 最も簡単なアイススタンドグラス

①用意するもの(図1)

- | | |
|-----------------------------------|----|
| 1) 2cm角の偏光板 | 2枚 |
| 2) 直径1.5cm大の輪ゴム | 1個 |
| 3) カップ(200ccぐらいのもの) | 1個 |
| 4) カップに入れた水のなかで輪ゴムに水を閉じ込める。(図1-3) | |

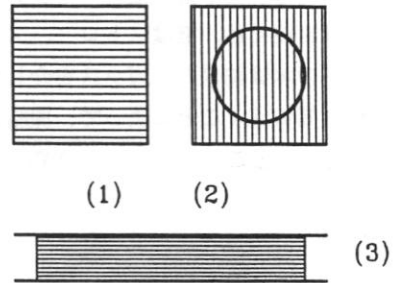


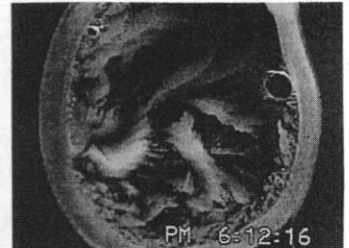
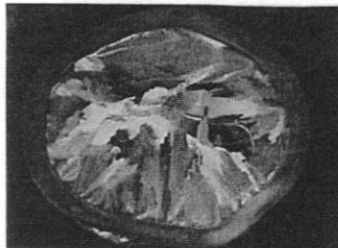
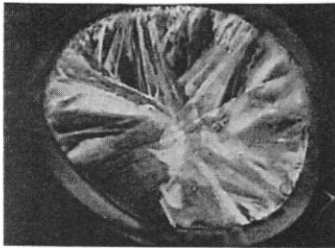
図1 偏光板(1)と輪ゴム(2)のスタンドグラス(3)

②凍結させるには

- 1) 冬なら、外でそのまま凍結させる。
- 2) 冷凍庫に入れる。(数分でよい。)
- 3) 雪か氷があれば、小さな容器にとり、食塩をまぜ、そのなかに埋め込む。(氷と塩は重量で3対1とすると、約 -20°C の低温が得られる)。
- 4) 冷凍庫に不凍液を冷やしておき、それに水のサンドイッチを直接浸す。

③観察のポイント

- 1) 自然の光にかざす
- 2) 蛍光灯、白熱電球(懐中でんとう)などにかざして見る。
- 3) 冷蔵庫の冷凍室で簡単にできるので、凍結させる時間を長くしたり、低い温度で凍結させるなど、時間を変えて観察すればよい。氷のスタンドグラスは二つとして、おなじスタンドグラス模様をつくりだすことはできない。
- 4) アイススタンドグラスを立てかけておき、氷が融けきってしまうまで観察してみるとよい。消えゆく幻想的で美しい模様をみることがでる。次に紹介する写真は、凍結・融解の例である。



(2) ステンドグラスの発生から消滅まで

① 静止したステンドグラス

- 1) 弁当箱ぐらいの容器か皿に水を張る。
- 2) 図1と同じ要領で、スライドグラス2枚、輪ゴム、を水に入れる。水中で輪ゴムに水を満たして少し傾けながらガラス板、水、ガラス板の順に重ね、空気を追い出しておさえつける。2枚のガラス板は水でぴったりと吸い付く。
- 3) 水中からスライドグラス、輪ゴムによって作られる「水のサンドイッチ」を取りだし、余分な水を取り去り、戸外、冷凍庫、寒剤などを利用して凍結させる。
- 4) クロスさせた偏光板にはさんで観察する。

② ステンドグラスの凍結・融解を観察する装置

上に述べた方法で準備したスライドグラスのペアを用いて、図2のような装置をつくる。上部の注射筒に冷却した液を注ぐと、液はストロー、スライドグラスの隙間、輪ゴムの周囲を通して下部の容器に向かう。輪ゴムの中の水は輪ゴムとガラスを介して冷却され、やがて周囲から凍結し始める。凍結後に水道水を同じように注射筒に注ぐことによって、凍結した氷は閉じ込められた空気を放出しながら融解していく。写真はビデオ画面のひとこまである。水の凍結・融解の経過の動きをともなった映像は、幻想的で美しい。

図2の説明

- 1) プラスチックの注射筒
- 2) 冷却した不凍液を水が凍るまで注ぐ。
- 3) 細いストロー (4mm) をスライドグラスにはさむ。
- 4) スライドグラスの間に水いり輪ゴムをはさむ。
- 5) 2 cm x 2 cm 大の偏光板をスライドグラスの外におく。
- 6) 小さな輪ゴム (2 ~ 3 cm のもの)
- 7) クリップではさむ。
- 8) 輪ゴムのふちを通してきた冷却液を受ける容器

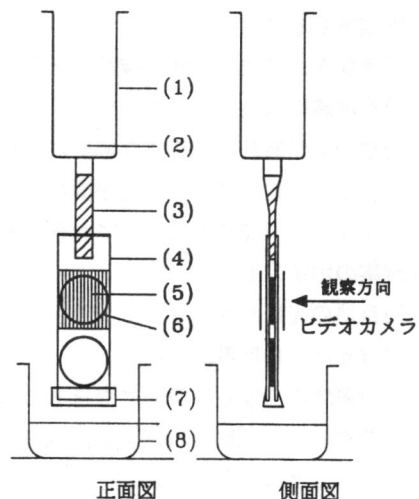
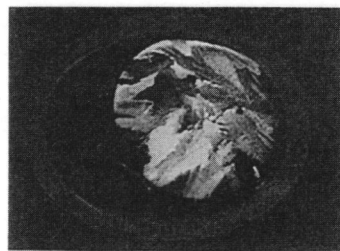
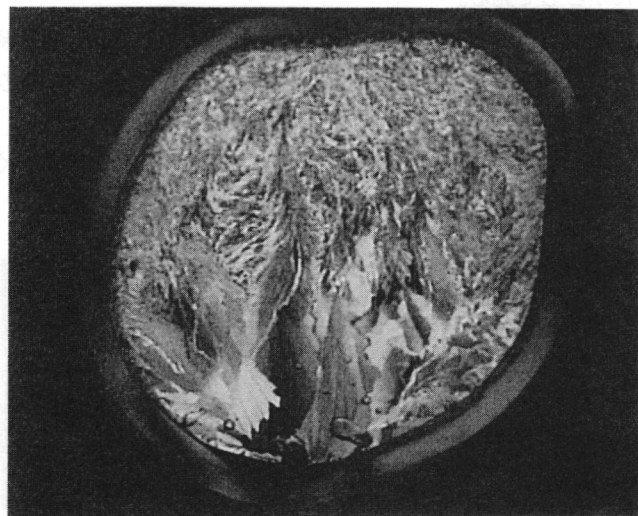


図2 動くステンドグラスを観察する装置



2：教育実験の特徴

学校教育のなかでとりあげられる自然科学の実験の内容は、確立され体系化されたもののなかから選別される。したがって、一般に教室などで、いくつかのグループが机上で同時に小規模の実験をおこなうことができる状態は、その現象がすくなくとも巨視的レベルで理解が進み、容易に再現できる安定的な技術が確立され、さらに教育的に一定の意味づけがされているときである。

教室実験は、運動の法則のようなゆるぎない原理を内容とするものが中心となるが、未知のものを多く含み、草花の成長を見るような目で、無機的な現象に多彩な自然の仕組みが見えるような内容も、前者に劣らず重要である。それが科学への参加をうながす原動力となる多くの果実が含まれている。そのさいに参加者が演示実験をみるのではなく実際にものを手にして、触れる実験が用意されなければならない。知識が体験を通じることによって、知恵となり利用可能なものとなる。しかし未知の内容を含み、変化があつて、かなり安定的に現象を再現でき、興味がそそられる実験を用意するのは容易ではない。このようなテーマを創造するのは科学教育の課題である。教育実験にはつぎのような特徴がある。

- ①内容に基礎的で重要なことが含まれる。
- ②目的に明瞭さ、結果を期待しながらの操作、楽しさ、美しさ、意外性などの要素が含まれる。
- ③準備を含め実験時間が限られる。
- ④実験の材料、費用、装置、道具、工具にかなりの制約がある。
- ⑤複雑な操作をせずに確実に再現される。
- ⑥何組ものおなじ種類の実験が同時に進行する。
- ⑦参加者は実験の操作や作業に習熟していない。
- ⑧指導者がついているが、安全にとくに注意がいる。
- ⑨実験の過程は、手順が確定している。
- ⑩参加者は内容、方法について予備知識が十分でない。

このような内容についての障壁をこえて、はじめて教育実験のテーマとなりうる。教育内容の創造には、新しい目がある。たとえば『ビデオカメラは、現代のこどもたちにとっての虫めがね』といって見方である。

参考文献

- 1) 平松和彦 北海道新聞記事 「ペットボトルで人工雪」 1996年11月18日朝刊
- 2) 矢作 裕 寒冷地における自然科学教育 寒地技術シンポジウム 1988講演論文集 vol.7 59-60, 1988
- 3) 矢作 裕 土はどれほど深く凍っているか 寒地技術シンポジウム 1989講演論文集 vol.8 34-43, 1989
- 4) 矢作 裕 水や氷を素材とする教育実験 寒地技術シンポジウム 1992講演論文集 vol.9 460-465, 1992
- 5) 矢作 裕 滴下法による水の粘性係数の測定 寒地技術シンポジウム1994講演論文集 vol.11 483-4 88, 1994
- 6) 矢作 裕 コインの電池は使えるか？ 寒地技術シンポジウム 1995 講演論文集 vol.11 1-6, 1995
- 7) 矢作 裕 "アイスリウム"の利用と微速度撮影の効果 寒地技術シンポジウム 講演論文集 vol.11 7-14, 1995
- 8) 矢作 裕 釧路と凍土 釧路叢書第31巻(第二版) 釧路市 第2版 1996.3
- 9) 矢作 裕 霜柱を育てる 北海道の雪氷 日本雪氷学会北海道支部 1995.7
- 10) 矢作 裕 霜柱を育てる 日本雪氷学会講演論文集 1995.10
- 11) 矢作 裕 土や水の凍結融解過程を素材とする科学教材の構成 北海道大学低温科学研究所 共同研究報告 1996.3
- 12) 矢作 裕 アイスレンズをつくる 北海道の雪氷 日本雪氷学会北海道支部 1996.7
- 13) ストローなかの凍上現象 寒地技術シンポジウム 1996.11 980710