

冬の自然の物理的視点からの教材化について

中里 勝平 河原 英男 永田 敏夫

北海道に住む者にとっては、1年のうち、約4月間というもの雪や氷のあるところで生活することになる。これからは、理科教育でも雪や氷を積極的に取り込み冬の自然を生かした教材を開発し、実践することが大変重要なことであり、その解決の手だてとなる考え方や参考例を示した。

ここでは、雪の密度、保温性、強度、硬さや氷のでき方、密度、復氷、結晶などそれぞれの特徴となるものを調べ、それを活用した活動や遊びと、その多様な展開事例を示した。

〔キーワード〕 理科 物理 雪 氷 冬の教材化 直接経験

はじめに

直接自然に接し自然から学ぶことは、理科教育の重要な柱の一つでもあり、大変大切なことである。直接経験の機会を増やすためには、地域の自然を教師自らが理解し、それを教材化し活用していこうとする意志と行動力が大きな原動力となる。

雪や氷は、冬季間北国で生活するわれわれにとって素晴らしい自然の恵みであり、それを有効に生かすことは理科教育にとっても、大変重要な課題である。その解決のために、ア直接経験の重視、イ地域性を生かした教材の工夫、ウ冬の自然を生かした学習活動、エ生活との関連の重視など、雪や氷を教材化する具体的な視点や手だてを示すことは、非常に有意義なことである。

ここでは、雪や氷の特徴を調べることをはじめとし、それを活用したイグルー、かんじき、氷レンズ、氷琴など具体的な活動や遊びの事例を紹介する。

1 積雪の特徴を調べよう

A 積雪の密度や水量、湿り具合を調べよう
準備

雪（積雪状態の違うもの）、スコップ、空き缶（底を切り抜き体積のわかっているもの）、物差し（またはノギス）、ばねはかり、ビニル

袋、メスシリンダー、バケツ、湯、メジャー
方法

- (1) スコップなどで均一に積雪しているところを探して空き缶を雪中に差し込み、空き缶の体積分の雪を取り出し、それをビニル袋に入れる。
- (2) ばねはかりで雪の重さをはかり、密度を求める。
- (3) 積雪状態の違う雪を選び、同様に調べる。
- (4) 雪を入れたビニル袋をバケツの湯でとがして水量をメスシリンダーではかり、積雪状態の違う雪の水量を比べる。



図1 雪の水量測定

- (5) 実生活での積雪による重さ、圧力や水量について調べる。

ア 屋根の広さ 80m^2 、積雪量 30cm 、密度 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ のとき、屋根にかかる重さ、圧力、水に換算したときの量を推定する。
イ その地域の広さ 1km^2 、年間降雪量 3m 、平均密度 $0.25\text{g}/\text{cm}^3$ とすれば、春先に流

出する水量は何トンか、また長さ25m規模の学校プールの約何杯分に相当するか推定する。

(6) 積雪の湿り具合(含水率)を次の方法で調べる。

きまった温度(T_1 °C)の一定量の湯(m_1 g)に、採取した0°Cの湿り雪(m_2 g)を混合し、雪がとけ終わる温度(T_2 °C)をはかる。0°Cの湿り雪の氷部分を x g、 a 、 b を湿り雪と、お湯の入れ物の熱当量、含水率を W とすれば、

$$80x + (m_2 + a) T_2 = (m_1 + b) (T_1 - T_2)$$

$$W = x / m_2$$

で求めることができる。

結果と考察

- (1) 雪の密度は、雪の質量÷雪の体積(g/cm^3)で求められる。密度は雪質や積雪状態によって大きく異なるが、新雪類0.03~0.25、しまり雪類0.2~0.5、ざらめ雪0.3~0.5、しもざらめ雪0.25~0.4程度であり、一般的に、 $0.03\sim 0.5 \text{ g}/\text{cm}^3$ の範囲である。
- (2) 水量は、雪の体積に密度を掛け算したものに等しいので、体積を 1000cm^3 、密度を $0.25 \text{ g}/\text{cm}^3$ とすれば、水量は 250 g (または 250cm^3)となる。
- (3) アについて、重さ4.8ト、圧力 $6 \text{ g}/\text{cm}^2$ 、水量4.8トとなる。イについて、水量は、おおよそ75万トとなり、25m学校プールに換算すると約1540杯分にも相当する。雪はもともと水であるが、実際にとかしてみると、以外に多いことがわかる。
- (4) 積雪が、0°C以上の暖かい空気に触れたり、日射を受けたりすると、雪粒の一部がとけて水になる。この水は膜となって雪粒を覆い、湿りのもとになる。湿り具合を知ることは、雪だるま、雪合戦、イグルーなど雪を利用するうえで大変効果的である。

指導上の留意事項

- (1) 空き缶を利用して雪の体積をはかる場合、

小学校の子供には体積の大きさを事前に示しておく必要がある。準備が可能ならば、10cmの立方体の容器を用いると、結果の処理が簡単にできるので適切である。

- (2) 融雪水は、一度に流出すれば大きな被害をもたらすこともあるが、水力発電、農業、工業用水、飲料水など地域の水資源として非常に大切なものであることを環境教育の視点からもとらえさせる。

B 積雪の硬さを調べよう

準備

木製円盤(直径10cm)、アクリル管(1m程度)、鉄棒(50cm)、たこ糸、物差し

方法

- (1) 積雪の硬さを指や鉛筆などを使い五感をとおして調べる。
- (2) アクリル管の一端からスケールをはり付けたものと、鉄棒の一端にたこ糸を結びつけたものを用意する。
- (3) 積雪の上に木製円盤を水平に置き、その上からアクリル管を円盤の中心に垂直に立てて、アクリル管の中に鉄棒を一定の高さから落下させ、円盤の沈む深さをはかる。
- (4) 同じ積雪状態に対し、(3)の要領で一定間隔ごとに高さを変えて落下させ、円盤の沈む深さをはかり、それらの違いを比べる。
- (5) 積雪状態の違うものを選び、(4)の要領で沈む深さをはかり、それらの結果から積雪状態の違いの意味を考える。

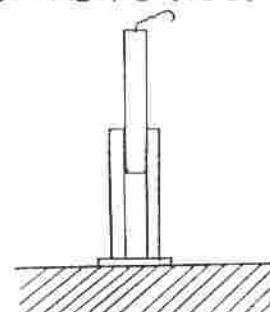


図2 積雪の硬さ調べ

結果と考察

- (1) 積雪に直接指や鉛筆を刺してみると、触

覚や視覚の違いをとらえることができる。

- (2) 同じ積雪状態に対し、鉄棒を落下させる位置を高くすると、円盤は深く沈む。これは、鉄棒の位置エネルギーが大きくなり円盤に加わる力が増大するからである。
- (3) 新雪やささらした雪質であれば、円盤は深く沈み、圧雪やささらした雪質などであれば、円盤は沈みにくいことがわかる。
- (4) 雪質や外気温によって積雪状態も変わり、それを踏みつけるとき、積雪状態の違いにより、へこみ方も変わると考えられる。
- (5) 雪ブロックを作る場合、圧雪状態の雪や粘りのある雪などを選ぶことが大切である。逆に、さらさらした雪などを使えばブロックは崩れやすく危険である。

C 雪から人工氷（氷河）を作ろう

準備

雪、スチール製リング（径数cm、高さ5cm程度）、スチール棒（リングに合う径）、金づち、台

方法

- (1) 台の上にスチール製リングを置き、その中に雪を十分詰めてからリングの穴にスチール棒を合わせ、その上から金づちで強くたたいて雪を固め、人工氷を作る。
- (2) 水を若干含ませた雪を使い、(1)と同じ方法で人工氷を作る。

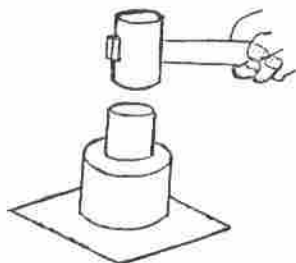


図3 人工氷作り

結果と考察

- (1) 雪に力を加えることによって、雪の一部がとけて回りの雪を接着するようになるとともに、塑性圧縮が続いて雪はどんどん圧密されて密度が大きくなり、氷のように硬

い状態となる。これが氷河が生成する仕組みである。

- (2) 水を含んでいる場合、雪がとける時間は短くてすみ、(1)のときよりも速く固形化できる。どちらも、短時間で固形化でき人工的に氷のような状態にすることができる。
- (3) 自然界における実際の氷河は、雪がたい積し何万年もの間大きな力を受けて下部が圧密され固形化したものである。(1)、(2)の人工氷は氷河の生成過程を時間的に短縮したものとして考えられる。

2 氷の特徴を調べよう

A 氷を作り、でき方を調べよう

準備

各種氷、バケツ（ボール）、牛乳パック、金づち、のこぎり、ビニル袋、ルーベ、防寒ゴム手袋、発泡スチロール容器

方法

- (1) 屋外で水のとまっているところや、軒先、水を入れたバケツ、冷凍庫の中の牛乳パックなどでできた氷を集める。
- (2) それぞれの氷を肉眼やルーベなどを使って観察し、全体的な特徴をとらえる。
- (3) 氷の観察結果から、どのようなことがわかるか推察する。



図4 いろいろな氷

結果と考察

- (1) 水たまりの氷は、縁の方から氷が張り出し、中心に向かうほど薄くなっているものが多い。表面は大小の凹凸が多く見られ、全体的に不均一な作りをしていることから外気温が一定でないと考えられ、氷の表面

にアイスフラワーができることが多い。

- (2) 軒先の氷は、根元が太くて先端部が細く、横にたくさん連なっている。表面は鐘乳石のように凹凸とぶつぶつが多く見られるのは、1日の寒暖の差により融解と凍結を順次繰り返して変化するためと考えられる。これは、一般的につららと呼ばれている。
- (3) バケツの氷は、表面と縁のところが厚く、深くなるにしたがって薄くなり、時間とともに中心に向かって凍る。外気温にもよるが、一晩では全部凍りにくく、中心部はまだ水が残っている。全部凍ると中ほどに小さな気泡が見えることが多い。これは、水中の空気が氷に閉じ込められるためであり、煮沸した水では気泡はできにくい。また、表面はなだらかであり、最初の水面の位置よりも、氷は高く盛り上がっているので体積が増えたことがわかる。
- (4) 牛乳パックの氷は冷凍庫で作るため、表面温度が低くなってかさかさとなり、素手で触ると氷にくっつく状態となる。氷は外気に触れると、表面温度が上がり、徐々にとけはじめてなめらかになる。(3)と同じく、氷は水面の位置よりも盛り上がっており、体積が増えたことがわかる。このことから、密閉した中では、破壊力をもつ。

B 氷の密度を調べよう

準備

各種の水、ビニル袋、ばねはかり、ガーゼ、発泡スチロールカップ、メスシリンダー、防寒ゴム手袋

方法

- (1) 水をビニル袋に入れ、ばねはかりで重さをはかる。
- (2) 適量の水を入れて十分冷やしたメスシリンダーの中に氷を入れ、水の増加分から氷の体積をはかる。
- (3) 氷の密度を求め、水の密度と比べる。
- (4) いろいろな氷の密度を求め、比べる。

結果と考察

- (1) 氷の密度は0℃ではほぼ 0.92 g/cm^3 である。身の回りの氷を実際に調べてみると、計量器や測定法などによって違いはあるが、 $0.85\sim 0.93\text{ g/cm}^3$ の範囲で求められる。密度の求め方としては簡便な方法といえる。
- (2) いろいろな氷の密度を求めても、その違いを見いだすほどの差はない。
- (3) 氷の密度は、水の 1 g/cm^3 より小さいので、水に浮くことがわかる。

指導上の留意事項

- (1) 氷の表面の水分をガーゼなどでふき取り、素早く重さをはかる。また、体積より重さを先にはかる方が適切である。
- (2) 体積をはかる場合、氷はとけやすいので、氷を入れる水をできるだけ0℃近くに冷やし、素早く行う。

C 氷に力を加えたときの変化を調べよう

準備

水、牛乳パック、おもり（1kg用、14個）、ピアノ線、固定台、スケート、かんな、ルーベ方法

- (1) 水を入れた牛乳パックを冷凍庫や屋外に置いて氷を作る。
- (2) 作った氷を横にして固定台に置き、氷の中心部の上からピアノ線をのせ、等量のおもりを両側につるす。
- (3) 時間経過に伴って氷はどのように変化するか調べる。
- (4) おもりの量を変えて(3)と同様に調べる。

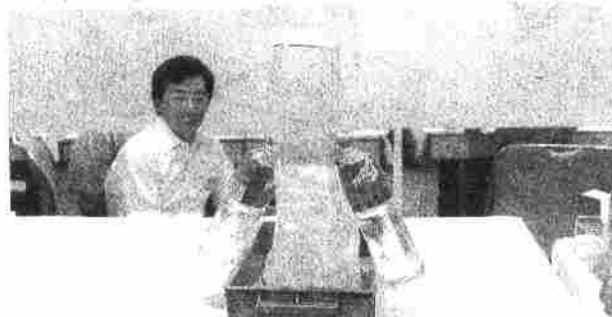


図5 復氷作り

- (5) この現象はどのようなことに応用されて

北海道立理科教育センター

いるか調べる。

(6) 時間を短縮した簡便法で調べる。

ア C形クランプにペンチでピアノ線を巻きつける。

イ 氷を新聞紙を敷いた台にのせ、ピアノ線で氷を切るように力を加える。

ウ 氷の切口をルーペなどで観察する。



図6 氷切り・復氷

結果と考察

- (1) ピアノ線は、時間経過に伴い逆U字型となって、氷の中に食い込んでいく。最初、食い込んだところはピアノ線の太さの溝となって残るが、しばらくすると、溝の部分が氷に変化するのわかる。外見的には、ピアノ線が氷の中で凍っているように見える。ピアノ線は、最終的に氷を通り抜けるが、氷は2つに切れ落ちることはない。
- (2) 氷は力を受けると融解して水になる。この水は表面張力によって流れ出ずに溝に残っており、回りの氷によって再び冷却されて氷になる。これを復氷といい、復氷の結晶は元の結晶と大きく変化している。また、のこぎりなどで氷を切る場合は、氷片や水分を取り去ってしまうので、この現象は起こりにくい。
- (3) ピアノ線につるすおもりの量を増やすと、氷の中を通り抜ける時間は速くなる。
- (4) この現象を利用したものとしてスケートなどがある。スケートの刃に体重を掛けると刃の部分の氷が力を受けて水に変わり、それが氷と刃との間で潤滑油の働きをして摩擦抵抗を小さくすることで、スケートが滑る。スケートがよく滑るためには、-2

℃くらいの氷温で、その硬さは、スケートで氷をけったとき砕けない程度の硬めの氷が最適である。

D 氷の結晶を観察しよう

準備

天然氷（水たまりが凍ったもの、つらら、バットや軒先に凍ったものなど）、人工氷（冷凍庫）、偏光板（2種類、または偏光めがね）、ガラス板、スチール板（または面の広い空き缶）、電熱器（熱のでるもの）、白熱電球、観察台、レーザー装置（スリットつき懐中電灯）

方法

- (1) 暖めたスチール板に氷をのせ、擦りながらとかしてその厚さを数mm程度にする。
- (2) 薄くなった氷を、観察台に取りつけてある偏光板のはったガラス板の上のせる。



図7 氷の結晶観察

- (3) ガラス板の下を白熱電球で明るくし、反対側から別の偏光板をゆっくり回転させながら薄い氷に近づけて氷の結晶を観察する。
- (4) いろいろな氷について同様に観察する。
- (5) 直方体の氷面に角度を変えながらレーザー光線を当てると、光線が氷の中をどのように進むか調べる。

結果と考察

- (1) 2種類の偏光板の間にある氷は、結晶ごとに虹色のような特有の色を現す。また、結晶の構造やカットのされかたによって形や色が複雑に変化して見える。
- (2) 天然氷の結晶のでき方は人工氷よりも複雑で、偏光によって結晶を見ると変化に富んでいる。その中でも、つららの結晶は非

常に特徴的であり、氷のでき方の複雑さを現している。

- (3) 観察する氷を厚くすると、結晶が重なり過ぎて見にくい。
- (4) 氷を薄くして観察するだけでなく、氷の尖端部分や復氷のところを偏光板を通してみると、違った結晶構造や色を見ることができる。
- (5) レーザー光線は、水中と同様に氷の中を直進したり、反射、屈折する。この性質を利用して氷レンズを作ることができる。なお、途中に気泡などがあれば、光跡は乱れることもある。

3 雪を使った活動や遊びを工夫しよう

A イグルーを作り、強度や保温力を調べよう 準備

スコップ、のこぎり、プラスチックそり、防寒ゴム手袋、シャベル、ホース、バケツ、水
方法とまとめ

- (1) 雪原に円形をかき、内側の雪を掘り出しイグルーの基礎を作る。
- (2) 雪を適当に固めて40~50cm程度の台形状の雪ブロックを作り、円形に沿って並べ、内側に少し傾くようにして積み上げる。
- (3) 積み上げていく中で、雪ブロックの形を整えたり、シャーベット状の雪をすき間に詰めて補強する。
- (4) 完成後、イグルーの外側と内側の温度を一定時間ごとにはかると、数~十数℃の違いが見られる。これは、雪ブロックに無数のすきまがあり、その中に空気を含み断熱材の役割を果たしている。このことは、保温性を高めるばかりでなく、消音にも役だっている。
- (5) イグルーが崩れ落ちずに丈夫なのは、雪の粘着力とアーチ型にすることで働く力が分散することで強度を増している。
- (6) 積雪は雪粒子が網目状につながった組織で空気を含むため、新雪、しまり雪の熱

伝導率が $0.11\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、 $0.5\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 程度となり、市販の断熱材に匹敵するものである。したがって、積雪のあるところでは、土を凍結から守っている。また、積雪のもつ保温性と雪が水蒸気となって適度な湿りを与えるという性質は野菜類の保存に非常に効果的である。



図8 イグルー作り

B スキーやかんじきを使い圧力を調べよう 準備

スキー（幅、長さの異なるもの）、かんじき（手作りも可）、サルナシのつる、チシマザサ、のこぎり、カッターナイフ、ペンチ、針金、ロープ、物差し、スノーボード
方法とまとめ

- (1) 同じスキーに体重の異なる人がのり、新雪の上に立って雪のへこみを調べる。体重の重い方が雪面に対する圧力が大きくなるので、へこみは大きくなる。
- (2) 同じ体重の人が、幅の広いスキーにのり変えたときのへこみを調べる。幅の広いスキーの方が雪面に対する圧力が小さくなるので、へこみは小さくなる。
- (3) 雪上を靴のまま、かんじきをつけて歩くのと、うずもれ方の違いを調べる。靴底の面積を大きくすることによって雪面に対する圧力を小さくすることができるので、靴だけよりもうずもれず歩きやすい。
- (4) かんじきの構造や材料の違いによるうずもれ具合を調べる。かんじきの面積を大きくし底を網目状にすることで、雪面に対する圧力を小さくでき、うずもれを小さく

できる。

- (5) かんじきには、日本式の外、外国式の「スノーシュー」なども普及しているが、機能的なかんじきの製作では、後志管内黒松内町の渋谷吉尾氏が著名である。



図9 かんじきによる圧力調べ

C 雪面でミニスキーが曲がる理由を調べよう 準備

ミニスキー、そり、スノーボード

方法とまとめ

- (1) ミニスキーをはいてまっすぐ滑るときは、基本的にスキーヤーはスキーに対して抵抗とは反対の方向に身体を移動してバランスを保っている。推進力として重心に重力が働いている。
- (2) ミニスキーで曲げて滑るためにはどうするか調べる。スキーが曲がるためには、雪面から抵抗を受けていることが必要である。この抵抗は、スキーを新しい方向へ回転させる成分と、スキーに制動をかける成分に分けられる。横ずれの少ない切れのよいターンでは前者が、横ずれの大きいターンでは後者が大きく作用している。スノーボードやそりについても調べる。



図10 ミニスキーによる実験の様子

D 雪の斜面を利用してジャンプや衝突現象を調べよう

準備

ミニスキー、ペットボトル、チューブ、スコップ、小旗、メジャー

方法とまとめ

- (1) ミニスキーやペットボトルなどを用いてよく飛ぶジャンパーを作る。
- (2) 助走面、踏切台、着地面を含めてジャンプ台を作る。また、高低の違うジャンプ台を作る。
- (3) 助走位置を低いところから高いところへ変えると、飛び方にどのような違いが見られるか調べる。基本的には、高い位置の方が位置エネルギーが大きいのでよく飛ぶ。

しかし、実際場面では、ジャンパーの形状、重さなどいろいろな要素が絡み合うので理論的な結論は出しにくい。

- (4) 急斜面と緩やかな斜面をチューブで滑り落ちる。急傾斜の方は、加速度が大きくなるので勢いよく滑り落ちる。発展的な扱いとして、途中に新雪など柔らかい物を置いて衝突の違いを見ることもできる。
- (5) チューブを2, 3個連結したり、空気圧を変えたり、体重差のある人がのるなどして滑りの違いを調べる。同じ条件で行うのは難しいので物理的な傾向をとらえる程度でよい。



図11 ジャンプ大会の様子

E アーチを作り強度を調べよう

準備

積雪、スコップ、のこぎり、メジャー、お

もり、防寒ゴム手袋

方法とまとめ

- (1) 50cm程度の雪ブロックをたくさん作る。
- (2) のこぎりで雪ブロックに適切な曲面や傾斜をつけて両側から順次積み上げ、U字形のアーチなどいろいろものを組み立てる。
- (3) アーチの上からおもりを変えながら力を加えて、その変化の様子や崩れ具合などを調べる。雪質にもよるが、くさび形の小さい雪ブロックをたくさん使い、ていねいに作っている場合は崩れず長持ち持ちする。大型のブロックでは力に耐えられず崩れやすい。実験を行う際に、安全に注意を払う。
- (4) (3)に関連して力を加える方向を変えて調べる。真横の部分はほぼ同じような作りなので、力を加えても大きな違いはでない。
- (5) この機能を利用したものを身の回りのものから探すと、眼鏡橋、地下放水路、トンネルなどがある。

F スノーランタンを作り雪に対する光の透過力を調べよう

準備

円筒状の空き缶（底を切り抜いたもの）、角スコップ、防寒ゴム手袋、ローソク、マッチ

方法とまとめ

- (1) 雪の塊の中心に、空き缶を入れて円柱状に雪を抜き取る。
- (2) (1)の雪を角スコップで三角形や四角形、五角形にして取り出す。
- (3) 取り出した雪の塊の側面に模様などの透かしを入れたスノーランタンを作る。



図12 スノーランタン

- (4) 円柱状の底にローソクを灯し、雪面から漏れてる光の明暗を比べる。同じローソクでも雪質や積雪の状態、雪面の厚さなどによって光の透過力が変わること、明暗が大きく変化する。

G 雪の詰まった積雪を用いてスクリーンを作ろう

準備

積雪、スコップ、のこぎり、メジャー、防寒ゴム手袋

方法とまとめ

- (1) 数十cmの直方体形の雪ブロックを積み上げ、高さ2m、長さ3m程度の壁を作る。
- (2) 垂直面がフラットになるようにコーティングする。
- (3) 垂直面に映像を投影しスクリーンとして利用する。
- (4) 雪質や積雪状態の違うもので作るとどうなるか調べる。新雪などでは、ブロックを作ることができないこともあるので、固まった粘着力のある雪を用いるとよい。

4 氷を使った活動や遊びを工夫しよう

A 氷レンズを作り氷や光の性質を調べよう

準備

板氷（厚さの異なるもの）、凹凸形氷レンズ、光源（スリット付き懐中電灯、レーザー装置）、ガーゼ

方法とまとめ

- (1) 板氷の両面をとかして、平行な板氷を作り、表面の水をガーゼなどでふき取る。
- (2) 暗室で、厚さの異なる板氷に平行光線の角度を変えながら当てると、どうなるか調べる。光は板氷の中を直進し、表面で反射したり、屈折したりする。氷は水、ガラス板と同じように光の対する透過力が大きい。
- (3) 半球状の容器で凍らせるか、板氷の片面または両面を少しずつとかしながら凸形氷レンズを作り、平行光線を当てて光の進み

方を調べる。氷の質や形状にもよるが、凸レンズのように光を屈折し、収束させる。光の一部はレンズ面で反射することもある。

- (4) 板氷の片面または両面を少しずつとかしながら凹形氷レンズを作り、平行光線を当てて光の進み方を調べる。氷の質や形状にもよるが、凹レンズのように光を屈折し、発散させる。光の一部はレンズ面で反射することもある。(3)のとけてレンズの表面に付いた水をふき取る。氷レンズはとけやすいので、表面が曇らない程度まで冷やして使う。
- (5) 気泡の入らない氷を作るためには、水を一度煮沸し中の空気を追い出しから、ゆっくり冷却する。また、透明な食用氷を購入し、これからレンズを作ることできる。
- (6) 凸形氷レンズに太陽光線を当てて光を収束させ、それを黒紙に当てる。氷のとけない外気温のところでも、黒紙を焦がすことも可能である。

B カーリング遊びから氷との摩擦を調べよう 準備

氷面（なめらかな縦長形、手づくりリンクの利用）、カーリング（円盤形氷塊も可）、メジャー

方法とまとめ

- (1) 氷面とカーリングを用意する。
- (2) 定位置からカーリングを滑らせ、どのようときよく滑るか調べる。基本的には、カーリングを滑らす方向に働く力が大きく、氷面とカーリングとの間の摩擦が小さいときに遠方まで滑る。
- (3) 摩擦抵抗を小さくするためには、氷面上の氷片を取り除いてきれいにするとか、氷面とカーリングとの接触面を小さくするとよい。

C 氷琴で音を作り演奏しよう

準備

氷（ $3 \times 4 \times 20$ cm程度の直方体、25本）、台（木製、2本）、バチ（2本）、ひも（細い）

方法とまとめ

- (1) 氷の長さを少しずつ変えて氷琴を作り、一定の間隔を取りながら台の上のにのせる。また、氷琴の一端に穴を開けてひもでつるして並べる。
- (2) 氷琴をバチでたたき音を奏でる。
- (3) 氷琴からでる音は、氷琴の長さ、幅、厚さの違いや、硬さ、温度などの違いによっても変化する。演奏のとき、これを利用すると効果的である。

D 氷の温度を下げ氷を釣り上げよう 準備

氷、食塩、糸、ガーゼ（薄い紙）、はさみ、ルーペ、温度計、水

方法とまとめ

- (1) 氷の上面を水で少しぬらし、その上に糸、ガーゼ、食塩の順にのせてしばらく放置するとどうなるか調べる。上面が凍結し5cm程度の立体を十分釣り上げることができる。
- (2) 氷の上面は食塩との作用によって、糸やガーゼのぬれているところが凍結するためである。ガーゼを使うのは、糸だけのときよりも凍結面が広がることで、釣り上げる際氷の重さに耐えられる。
- (3) 凍結面を肉眼やルーペで観察すると、糸やガーゼの繊維は氷の中に食い込むように凍結して見える。



図13 氷釣り

- (4) 温度計で凍結部分の温度をはかるとどうなるか調べる。実際上、温度計の観球部が

曲面なので氷との接触部分は少なく熱エネルギーの伝達が十分でないため理想的なほかり方はできないものの、 -15°C くらいまでは十分はかることができる。

- (5) 氷と食塩を混ぜた物を寒剤といい、その重さの割合が約3:1のとき、最低温度の -21°C 近くとなる。

E 自然が作るアイスフラワーを観察しよう 準備

薄氷（水たまりにできるもの、バット類の水の表面を天然に凍らしたもの）、観察台（ガラス板）、ルーペ、白熱電球

方法とまとめ

- (1) 薄氷を観察台にのせ、白熱電球を薄氷の表面に近づけてとかしながら表面をルーペで観察する。
- (2) 薄氷の表面から数mmくらいの間にいろいろな形をした花模様の結晶が見える。アイスフラワーは、冷凍庫などで人工的に作った氷にほとんど見ることができず、天然氷に見られる一つの特徴でもある。



図14 アイスフラワーの観察

F アイスキャンドルを作り光の透過性を調べよう

準備

ポリバケツ（一般家庭用）、台、ローソク、マッチ

方法とまとめ

- (1) ポリバケツに水を7~8分程度入れたものを一晩屋外に放置する。
- (2) バケツの水が完全に凍らないものを取り

出し中の水を捨てて氷だけにし、台の上に置く。

- (3) 火を灯したローソクを氷の中心部に置き、外側から透過の様子を調べる。ゆっくり冷却した氷で作ったアイスキャンドルでは、透過性が著しく、光をはっきり見ることができる。スノーランタンは雪の結晶が複雑に重なっているため、光の透過性は極端に落ちる。



図15 アイスキャンドル

おわりに

冬の自然の教材化ということで、内容を小中、高等学校の校種別に分けることなく、まとめた。ここに紹介したことを参考にする場合には、子供、生徒の経験や学習レベルの実態などを十分考慮のうえ、内容を適切に加除して活用されることが望ましい。

また、活用例は外にもたくさんあると考えられるが、今回はその一部分を紹介したものである。雪や氷の教材化に取り組んでいる方は、情報交流をしたいと思うので、ぜひ連絡していただきたい。

参考文献

- 1) 秋田谷英次(1992): 雪と遊ぶ本, ひかり工房
2) 木下誠一(1984): 雪の話・氷の話, 丸善株式会社

(なかさと しょうへい 物理研究室長)
(かわはら ひでお 初等理科研究室長)
(ながた としお 物理研究室研究員)