

理科・環境教育助成 成果報告書

第3回 期間：2005年11月～2006年10月

氏名：平松和彦 所属：北海道旭川西高等学校

課題名：科学館の低温室でおこなった実験に関する研究

1. 課題の主旨

昨年（2005年）の夏、オープンした旭川市科学館に設置された低温実験室は、 -30°C までの低温環境を得る最新型のもので、 -5°C の前室を伴っている。これは、北海道の冬期間の気象環境を夏でも再現できるもので、種々の魅力ある実験を行うことができる。とりわけ、水の三態変化を可視化する一連の実験や、自然現象を再現するような気象実験および雪氷実験を行うには最適な環境といえる。

このような科学館の施設環境を利用して、小学生から大人にいたる幅広い年齢層をひきつけるような、面白い科学実験を開発していくと同時に、すでにおこなわれてきた古典的な雪氷実験を再現し、あらたな基礎実験を企画するなど、今後大いに活用したい。

2. 活動状況

2-1 低温実験教室の実施（11月～10月）

土曜日と日曜日の10時・11時・12時・13時・14時・15時・16時正時から15分程度の実験教室を実施している。実験教室のはいらない平日で使用できる時間帯に実験や研究を行った。

2-1-1 メインとなる4つの実験テーマの検討（2005年11月～2006年3月）

- ① -5°C の低温室（前室）で過冷却水が凍結する瞬間を観察してもらう
- ② -30°C の低温室（本室）で濡れたタオルを一人一人に約20回振り回してもらう。水が20秒ほどで凍結してタオルが硬くなることを体験してもらう。
- ③ ライトを消して暗いところで強い平行光線を点灯し、光の筋にそって氷晶がキラキラと舞うのを観察してもらう。
- ④ 再びライトをつけて、各自にストローを配ってシャボン玉をつくってもらう。

2-1-2 解説内容の再検討（2005年11月～2006年8月）

- ① 低温室に入る前に、ビニール製の地球儀を見せて、低温室の中が8月に南極にいるのと同じ低温環境にあるということを理解してもらう。
- ② -30°C の低温室は、気圧が違うことを除けば、上空7000mの高所にいるのとほぼ同じであることを伝える。
- ③ 低温室においてある南極の氷（自衛隊からの寄贈）を見せるときに、氷中の気泡は過去の大気のサンプルであることを伝える。
- ④ -30°C の低温室から -5°C の低温室（前室）に戻ると、『暖かく』感じる人もいるが、以外に寒

く感じるようだ。前室は本室（自然対流型）と違って、送風によって強制冷却するタイプなので、その風が体感温度を下げていることを理解してもらおう。

2-2 低温室における新しい実験の開発

2-2-1 樹氷の作成と観察（9月）

ドライヤーの噴出し口にプラスチック円筒を固定し、噴出し口付近から霧吹きに水分を供給する。円筒の先に小枝を置いておくと、この小枝が樹氷に変化する。現実の樹氷は過冷却水滴が木と衝突したときに過冷却が破られて凝固するものが多いので、厳密に言えば自然界の樹氷とまったく同じとは言えないが、原理を解説するには適当な装置であり、非常に廉価な材料で行えることがわかった。

2-2-2 氷晶の顕微鏡での観察（8～9月）

-30℃の低温室にアクリル板に組み立てた筒を立てて、上部から加湿器によって水分を供給して1～2分程度放置する。底部にスライドガラスを置いて、落下してきた氷晶を捕獲し、これを-5℃の低温室に設置しておいた顕微鏡（100倍・400倍）で観察する。ここでは通常よく観察される氷晶よりもC軸方向が卓越した細長い氷晶が観察されることがわかった。またこの形状は中谷ダイヤグラムや小林ダイヤグラムの-30℃における結晶形ともほぼ一致することがわかった。

2-2-3 雪結晶発生（対流型）の装置の開発

ガラス円筒を2重にした中谷宇吉郎による古典的な装置の再現をやめて、できるだけ身近にある簡単な材料を使って行うことを試みた。-30℃の部屋にボトルを

2-2-4 地球温暖化のモデル実験の開発

2つのペットボトルの中央に銅管をおろし、両者に温度センサーを付けて温度変化を記録できる装置をつくる。一方のペットボトルにはスプレー缶入りの二酸化炭素を満たし、他方のペットボトルには空気を満たしておく。両方のペットボトルを低温室におき、銅管の温度変化を調べると二酸化炭素で満たされたボトルの銅管の方が若干温度が低下しにくい結果が得られた。これは銅管の赤外放射を二酸化炭素が吸収している温室効果によると考えるのが簡単だが、ペットボトルが赤外放射に対してどの程度透明なのかきちんと分析しなければならず、実験はまだ途中の段階である。

2-3 西堀栄三郎記念『探検の殿堂』（滋賀県東近江市）の低温室（-25℃）における実験

ここでは山下晃氏（大阪教育大学名誉教授）の協力を得て、①高さ180cmの筒を利用して氷晶発生、降下実験をおこなった。底部にはシリコンオイルを入れたペトリ皿をおき、ここでサンプルを採取した。低温室において顕微鏡で観察して六角板上の小型雪結晶を観察することができた。また、プラスチックボトル容器の底に2cmほどぬるま湯をいれて、上部に極細のフィラメント（パンティストッキングの繊維）を張って、1時間ほど放置した。この結果、樹枝状結晶が成長しているのを顕微鏡で観察することができた。この装置は簡単ではあるが、ボトルの内部は霜がつくので、外側からは結晶成長の様子を見ることはできない。だが、顕微鏡を併用して雪結晶を観察する目的であれば十分利用できる方法であることがわかった。

3. 結果

3-1

低温実験室における実験室のシナリオ作成：現在の4つの実験をメインにするのが適当で、今後夏休みや冬休みのイベントにおいて、雪結晶の作成などの実験を適宜導入すべきであると考えられる。結晶成長に十分な時間ずっと一般客を低温室に入ってもらうのは困難である。

3-2

低温室における実験開発：あらたに樹氷、雪結晶の観察のための装置、および氷晶を作成して顕微鏡下で観察できる目処はついた。今後デジタルカメラ付顕微鏡を本室に隣接する -5°C の前室に置き、実際に自分たちで作った氷晶を映像として持ち帰るような展望を開くことができた。雪結晶についても、円筒を利用した簡単な装置で結晶をつくることが可能であることがわかった。

3-3

ペルチェ素子を使った低温箱を自作することは、単に常温の室内における実験のみならず、低温室においても極低温実験の簡便な装置として有効に利用できるという展望が開けた

4. 今後の課題と発展

4-1 保存映像について今回十分な成果をだせなかった。装置に霜がつき映像を得にくいという問題を、今回購入したカメラフィルタを重ねることで、できるだけ早い時期に解決していきたい。

4-2 ペルチェ素子を使った小型低温箱を、低温室に放置することで、 -40°C 以下の低温環境を得ることができそうである。今後、北海道大学低温科学研究所の研究者との連携をさらに深めて、こうした実験装置の開発へとつなげていきたい。

4-3 実験の可視化をねらって映像作成のための機器を購入したが十分利用できなかったため、今後有効に活用して記録していく努力をしたい。

4-4 この一連の研究は啓蒙的な基礎実験であると同時に、雪氷分野の先端的な実験へと発展できる可能性を含んでいる。こうした視角からも発展をさせていきたい。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

平松和彦, 2006: 旭川市科学館に設置された低温実験室の活用(2), 日本雪氷学会講演予稿集 2006, p.120

平松和彦, 加藤謙泰, 2006: 新しい旭川市科学館の低温室における実験教室, 日本気象学会春季大会(つくば市) 講演予稿集

中村一樹, 平松和彦, 須田 力, 2006: 旭川と札幌で開催された雪氷楽会について, 寒地技術シンポジウム論文・報告集 vol.22