

液体窒素・ドライアイスの活用

中 里 勝 平

液体窒素やドライアイスは、科学技術の進歩により日常の生活でもいろいろな分野に利用されるようになってきている。これらを用いた観察や実験は様々に考えられるが、普段目にできない現象を直接経験できて、驚き、楽しさ、不思議さなどを感じ得る極低温の世界を紹介した。

ここでは、液体窒素、ドライアイスを使った観察、実験や、それらの性質、取り扱い、保存法などについて述べた。

[キーワード] 理科 極低温 液体窒素 ドライアイス 超電導現象 簡易型霧箱

はじめに

液体窒素は冷媒として食品の急速冷凍、貯蔵などに、ドライアイスは食品の配送、旅行やレジャー、ショウの演出効果などに利用されているが、これらの性質を生かした理科の実験は、意外と行われていない。当理科教育センターの研修実践からすると、子供は液体窒素、ドライアイスを取り入れた理科の学習に興味・関心を持って立ち向かうことが予想される。

ここでは、校種を問わず理科の学習で活用されることを期待し、それらを生かした観察、実験や両者の特性などについて紹介する。

A 液体窒素の活用

実験1 液体窒素に物を入れてみよう。

準備

液体窒素、ジュワー瓶、発泡スチロールカップ、風船、花、油粘土、メダカ（金魚）

方法

- (1) ジュワー瓶から液体窒素を発泡スチロールカップに注ぎ7部程度まで入れる。
- (2) 指先を液体窒素の中に一瞬だけ入れてみる。
- (3) 膨らました風船を液体窒素の中に入れて後、取り出してみる。
- (4) 花を液体窒素の中に入れてみる。
- (5) 油粘土を液体窒素の中に入れてみる。

- (6) メダカを液体窒素の中に短い時間入れた後、取り出し水の中に戻してみる。

結果と考察

- (1) ごくごく短い時間であれば指は冷たさを感じない。これは、液体窒素と指の間に窒素の気体の膜ができ断熱効果をもたらすからである。しかし、何度も繰り返すと指の表面温度が下り、その効果が低下し危険である。実施するときは十分な注意を払う必要がある。
- (2) 風船は縮んでから膨らむ。これは、風船の中の空気が液体窒素の極低温で減少するが、取り出すと逆に膨張するからである。また、ゴム風船は、部分的に膨張率が異なりいびつな形になったり、裂けたりする。
- (3) 花や油粘土は凍結状態となり硬くてもろく、力を加えると壊れる。
- (4) メダカは一瞬仮死状態のようになるが、水の中に戻すと、生き返る。

実験2 気体の酸素を液体酸素に変えてみよう。

準備

液体窒素、発泡スチロールカップ、試験管、線香、マッチ

方法

- (1) 発泡スチロールカップに液体窒素を注

ぎ7部程度入れる。

- (2) 空の試験管を5～10分程度入れておく。
- (3) 試験管の中の物を推定し、火の付いた線香を入れるなどして確かめる。

結果と考察

- (1) 数分すると試験管の底に透明であるが、若干青味があった液体が溜る。
- (2) 火の付いた線香を液体の中に入れると、線香が燃えて炎が赤々と大きくなる。
- (3) 沸点 - 183.2℃の空気中の酸素は、液体窒素の極低温で液化して液体酸素となり助燃性と示すからである。

実験3 乾電池のパワーを変えてみよう。

準備

液体窒素、発泡スチロールカップ、乾電池、豆電球、電流計、電圧計、リード線

方法

- (1) 乾電池、豆電球、電流計、電圧計、リード線を用いて回路を作る。
- (2) 液体窒素を入れた発泡スチロールカップに乾電池だけを入れる。
- (3) 液体窒素に入れる前と入れている間の豆電球の点灯の様子を比べる。
- (4) 液体窒素から取り出した後の豆電球の点灯の様子を比べる。

結果と考察

- (1) 液体窒素に入れる前は、明るく点灯しているが、入ると段々暗くなり、フィラメントが赤く色づく程度の点灯となる。
- (2) 取り出したあとは、時間の経過とともに元に回復し、明るく点灯する。
- (3) 乾電池は化学物質の化学反応によって電気を生ずるので、温度が極端に低くなると化学反応も著しく劣り、豆電球を明るく点灯させるだけの電気を発生できなくなる。

実験4 電気抵抗を小さくしてみよう。

準備

液体窒素、発泡スチロールカップ、乾電池、豆電球、コイル（エナメル線を使用）、電流計、電圧計、リード線

方法

- (1) 乾電池、豆電球、コイル、電流計、電圧計、リード線を用いて回路を作る。
- (2) 液体窒素を入れた発泡スチロールカップにコイルだけを入れる。
- (3) 液体窒素に入れる前と入れた後の豆電球の点灯の様子を比べる。

結果と考察

- (1) 豆電球は、コイルを液体窒素に入れた後のほうが明るく点灯する。
- (2) コイルを液体窒素に入れることによりコイルの電気抵抗が小さくなり、電流が非常に流れやすくなる。
- (3) コイルを液体窒素から取り出すと温度が上がるので、電気抵抗が大きくなり電流が流れにくくなる。

実験5 超電導現象を再現してみよう。

準備

液体窒素、超電導物質、ネオジウム磁石（強力磁石）、アルミニウム製容器、発泡スチロール板、竹ばし、皮製手袋、ゴーグル

方法

- (1) 液体窒素を入れた容器の中に超電導物質を静かに置いて十分冷やす。
- (2) 竹ばしでネオジウム磁石をはさみ超電導物質の上に載せる。
- (3) ネオジウム磁石の動きを調べる。

結果と考察

- (1) ネオジウム磁石が浮いたり、竹ばしで力を加えると磁石が回転したりする。
- (2) マイスナー効果（完全反磁性）によって起こり、この現象を超電導現象と呼ぶ。
- (3) 超電導は、電気エネルギー貯蔵、リニアモーターカーなどに应用され、将来の生活や産業を大きく変えることが予想される。