

## 『液体窒素のおもしろ実験』



### 〔何をするの？〕

物質は温度によって、その姿や性質を変えることがあります。わたしたちが生活している温度（常温）の世界からはずれると、そこには今まで経験したことがない世界が広がっています。液体窒素を使ってできる簡単な実験を通して、極低温（ $-196^{\circ}\text{C}$ ）の世界をのぞいてみましょう。

### 〔準備物〕

液体窒素、ジュワー瓶、銅製の円錐型容器、ライター、フィルムケース、ティッシュペーパー、ビニール袋、超伝導体 ( $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ )、ネオジウム磁石、発泡スチロールトレイ、塩ビ製ピンセット、テニスボール（軟式用）、スーパーボール、バラ、バナナ、釘、木片、耐熱手袋、るつぼはさみのようなもの、火ばさみ、穴あきお玉、その他

※液体窒素（沸点 $-196^{\circ}\text{C}$ ）を運搬するときは液化ガス容器を利用し、実験を行うときはジュワー瓶が必要です。ジュワー瓶は、いわゆる魔法瓶で、間を真空にした二重の壁をもつ容器であり、その名は考案者であるイギリスの物理学者 Sir James Dewar に由来しています。ジュワー瓶の材質はいくつかありますが、演示実験をするときは液体窒素の様子が見える透明なガラス製のジュワー瓶が適しています。



液体窒素をジュワー瓶に注ぐ様子



液化ガス容器  
(高真空断熱容)



ジュワー瓶

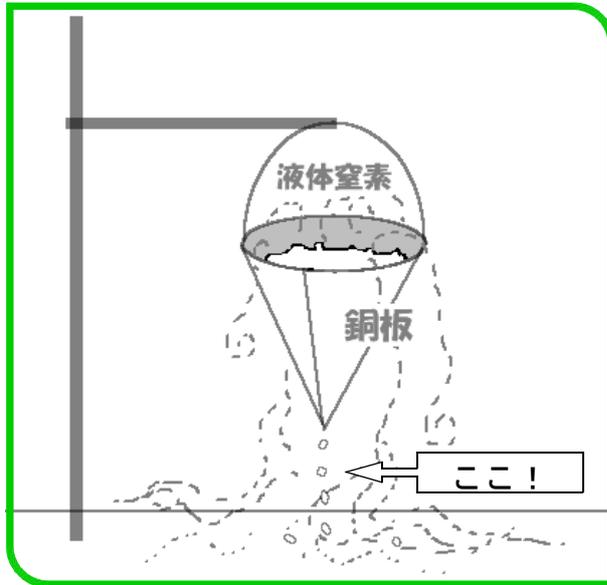
## 空気中の気体

物質名	空気中の割合	融点 ( $^{\circ}\text{C}$ )	沸点 ( $^{\circ}\text{C}$ )
窒素	78.08%	$-209.9$	$-195.8$
酸素	20.95%	$-218.4$	$-183.0$
アルゴン	0.93%	$-189.4$	$-185.9$
二酸化炭素※1	0.034%	$-56.6$	$-78.5$
ネオン	0.0018%	$-248.7$	$-246.1$
ヘリウム	0.00052%	※2	$-268.9$

※1 二酸化炭素は、昇華性がある。

※2 ヘリウムは絶対零度まで液体のままであり、2.5気圧下で固化する。

## 実験 1



## まわりの空気を液化する！

円錐の容器（銅製）の中に液体窒素を注ぐと、その容器の側面は濡れたようになり、液体がしずくとなってポタポタと落ち始めます。

この冷たくて透明な水のようなしずくはいったい何でしょうか？

解説：この冷たくて透明な水のようなしずくはいったい何でしょうか？実は、空気からできた液体酸素なのです。ですから、火を近づけると、その濃縮された酸素の力によって炎の勢いが増すのです。では、空気中の酸素がなぜ液化するのでしょうか？その理由は、酸素と窒素の沸点の違いにあります。酸素の沸点は $-183^{\circ}\text{C}$ であり、窒素の沸点は $-196^{\circ}\text{C}$ で、 $13^{\circ}\text{C}$ の温度差があります。酸素は窒素よりも $13^{\circ}\text{C}$ も高い温度で液体になることを示しています。そのため液体窒素で冷やされた銅板は空気中の窒素よりも、酸素を先に液体に変えるのです。

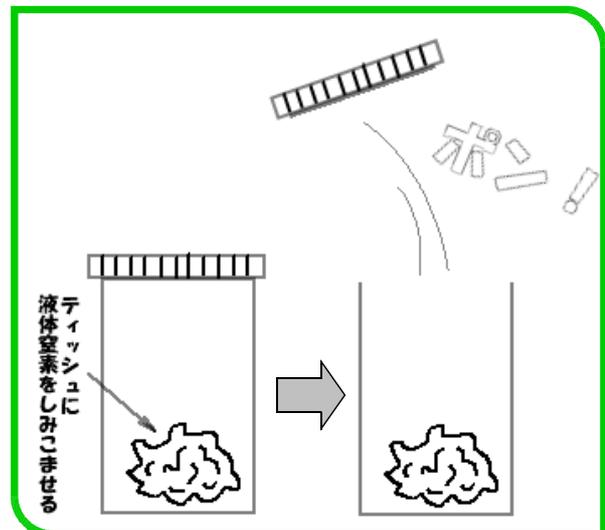
## 空飛ぶフィルムケースのふた

入浴剤（パブ）によるパブロケットは、皆さんご存じでしょうか？

液体窒素でも、同じことができます。ちょっと危険ですので、さがって見てください。

解説：液体窒素は $-196^{\circ}\text{C}$ と低温なのに比べ、まわりは $+20^{\circ}\text{C}$ なので、温度差が $200^{\circ}\text{C}$ 以上となります。よって、容器に密封された液体窒素は急激にあたためられることになり、気体となって大きく膨張します。その圧力によって、フィルムケースのふたをポンと大きな音とともに、吹き飛ばすのです。

## 実験 2



## 実験3

### ネオジウム磁石を浮上させてみよう



超伝導体を液体窒素で冷却して、ネオジウム磁石が浮上することを観察しましょう。

うまく浮けば、拍手喝采？

解説：常温では超伝導体は磁石に反応しません。超伝導体中は磁力線が素通りする状態になっています。しかし、液体窒素により冷却されると、超伝導状態になり、超伝導体は磁力線を弾く性質（マイスナー効果）を示し磁石に反発します。よって、ネオジウム磁石を超伝導体の上に置くと、磁力の強いネオジウム磁石が、その反発力と重力とのつり合いによって、宙に浮かぶのです。

### マイスナー効果

超伝導状態になると、超伝導体は磁力線を弾く性質（マイスナー効果）を示し磁石を反発させる。

## 実験4



### ジェット噴射



解説：ローラースケートをはいて壁を押すと、体は壁と反対の方向へ動きますね。壁を押す力（作用）に対して、それと同じ大きさで体を反対方向へ動かす力（反作用）が働くためです。液体窒素ガメラくんは、両手足から気体になった窒素がジェット噴射するという作用に対して、その反作用として両手足が気体の噴射方向と逆向きの力を受けることによって回転し、飛ぶ？のです。

**液体窒素ガメラくん参上！**

### 参考文献

工学院大学 広報部編『おもしろ理科実験集2』（シーエムシー、2005）

滋賀県総合教育センター 科学教育チームのページ

<http://www.shiga-ec.ed.jp/kagaku/06ekitai/index.htm>