

# 極低温の不思議な世界

平成12年9月9日 10:30 ~ 12:00  
山形大学理学部2階26番教室

この体験入学では、液体チッ素を用いてマイナス200°Cの不思議な世界を体験します。極低温の世界は、あらゆる運動が停止したつまらない世界であると1900年頃までは思われてきました。しかし、この体験入学の実験からも分かるように驚きの世界が広がっているのです。

1. 液体チッ素を観察しよう  
—安全に実験をするために—
2. マイナス200°Cで現れる物質の本性  
—豊かな低温の世界を探る—

## アシスタント

飯嶋晶子，熊谷公仁，乃万智洋

## 体験入学プロジェクト・チーム

長坂慎一郎，遠藤龍介，高橋良雄，大西彰正，古澤重和  
井町昌弘

# 極低温の不思議な世界

## 1 液体チッ素を観察しよう

安全に実験するために

### 液体チッ素を扱うときの注意

1. 極低温である：凍傷を防止するため，必ず革の手袋で扱う。
2. 気化すると体積が約 600 倍になる：密閉すると爆発する。
3. 大量に気化すると危険：部屋が酸欠状態になり，窒息する。
4. 長く放置した液体チッ素は危険：液体酸素に変わり，弱い火花でも着火爆発の恐れ。

\*液体チッ素で冷やした金属と凍った水には，とくに注意。皮膚と肉片が金属などに冷凍付着してちぎれてしまいます。

### 液体チッ素が気体になると体積は何倍

液体が気体になるとき体積は何倍になるか。ええと，計算方法は確か，液体の比重を計り，モル数を計算して，気体の温度が決まれば，…。実験で確かめてみよう。

### 体験 1. 体積の変化をみる

1. フィルム・ケースを用いた爆発の実験
2. 冷凍犬の運命

冷凍犬はどうなったか？



## 液体チッ素はどのくらい低温か

液体チッ素の沸点は  $-195.80^{\circ}\text{C}$  です。絶対温度で言えば  $77.35\text{K}$  です。この温度がどのくらい低いか，ちょっと感じがつかめませんね。そこで以下の実験を試してみましょう。

### 体験 2. 気体を冷やしてみよう

1. 透明なポリ袋の中に，口から息を吐いて詰め，輪ゴムで口をとめる。このポリ袋の上から液体窒素をかけて冷やしたら何が起こるか。さあ，お楽しみ。
2. アルミ管の中に液体チッ素をいれてぶら下げておく。しばらくたつと管の底から水滴のような滴が落ちる。線香の火を近づけると

線香の火は消えるだろうか？水滴のような滴の正体は何だろうか？

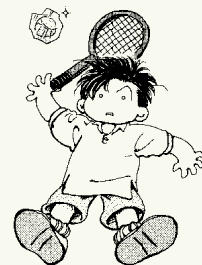
[

## 2 マイナス 200 度 C で現れる物質の本性

### 機械的性質

### 体験 3. 液体チッ素で冷やせば何でも硬くなるか

1. ゴム・ボール
2. 銅線



## 金属を冷やしてみよう

### 体験 4. 電気抵抗の変化を調べよう

1. 電池と長い銅線とまめ電球をつなぎ、まめ電球をごく弱く光らせておく。銅線の部分を液体チッ素の中につけたら、まめ電球はどうなるだろうか。
2. 細長いアルミ管の中を強力磁石を落とす。あれれ、なかなか落ちてこない。なぜだろうか？ 液体チッ素でアルミ管を冷やすと磁石が落ちる速度はどう変化するだろうか？

## 半導体を冷やしてみよう

半導体ダイオードや発光ダイオードは半導体を用いた素子である。半導体を液体チッ素で冷却するとどのような変化が起きるだろうか。金属(銅線)を冷やしたのと同じ性質を示すだろうか？

### 体験 5. 半導体の温度特性を調べよう

1. 発光ダイオードと手回し発電機(ダイナモ)をつなく。ダイナモをまわして発光ダイオードを光らせる。光っているダイオードを液体チッ素につけたら発光がもっと強くなるだろうか？
- ダイナモの回転の方向により発光ダイオードが光る方向と光らない方向がある。なぜだろうか？
  - 豆電球が光る回転の方向と光らない方向で、ダイナモをまわす手に感じる重さが異なる。どちらの回転方向が重く感じるか、またなぜこの差がでるのだろうか？

### 体験 6. 超伝導状態と磁気浮上の観察

1. 液体窒素で冷やした超伝導物質の上方に磁石をおくと、あら不思議。磁石が空中に浮揚する。

使用した黒色の丸い物体は、高温超伝導体と呼ばれるものの1種です。これらの物質群は、今から約20年くらい前に発見されたものですが、どのようなメカニズムで超伝導体になるのかは、多くの物理研究者の努力にもかかわらず、まだはっきりと分かっていません。

