

安全講習会 第一部
(高圧ガスと低温寒剤の取り扱い)

北海道大学 理学研究院
極低温液化センター

本日の内容

- 1 高圧ガスボンベの取り扱い
 - ・ 高圧ガスボンベの情報
 - ・ 運搬方法
 - ・ 使用方法
 - ・ 保管方法
- 2 低温寒剤の危険性
 - ・ 低温液化ガスの特徴
 - ・ 極低温による危険性
 - ・ 膨張、高圧による危険性
 - ・ 低酸素濃度形成による危険性
- 3 低温容器の取り扱い
 - ・ 容器の構造
 - ・ 使用方法
 - ・ 保管方法
 - ・ 運搬方法

ボンベの情報

・ガスの種類による色分け

- | | | | |
|------|---|---------|---|
| 水素 | ■ | 液化炭酸 | ■ |
| 酸素 | ■ | アセチレン | ■ |
| 液化塩素 | ■ | 液化アンモニア | □ |
| その他 | ■ | | |



「東京高圧山崎株式会社 ホームページ」より

・ガスの性質の表示

例 水素「燃」、液化塩素「毒」

ボンベの情報

(参考)大まかなボンベ内残ガス量
(利用できる量)の計算

$$\text{残量} = \text{内容積} \times \text{残圧}$$

(例) 購入直後

$$46.7(\text{ℓ}) \times (14.7 \div 0.1)(\text{Mpa}) = 6864.9(\text{ℓ}) \quad \text{約} 7000\text{ℓ} (\text{7m}^3)$$

$$\text{だいたい 容積} \times (\text{メータの値} \times 10)$$

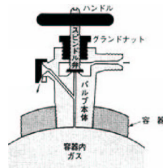


耐圧試験年月
耐圧試験圧力 MPa
最高充填圧力 MPa

ボンベの利用



- ★ **ボンベの弱点は首**
保管、移動時には口金にカバーをする
- ★ 移動運搬は専用の運搬車を使う
サンダル履きでは扱わない



ボンベの利用(圧力調整器の使い方)



- 1) ガスの種類に合わせた調整器を装着
(可燃性ガスとヘリウムは左ねじ)
- 2) ノブを反時計周りに回し、閉じていることを確認
- 3) ボンベの元弁をゆっくり開け、一次圧を張る
- 4) 漏れを確認した後、二次圧を調整
- 5) 使用後は調整器内の残ガスを抜いた後に取りはずす

- ①ガスの種類によって調整器が違う
- ②調整器の開閉方向に注意 右回しで開!

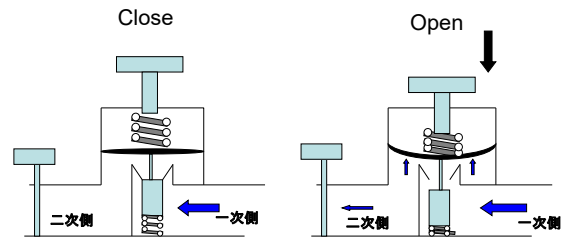
色々なガスの圧力調整器



窒素

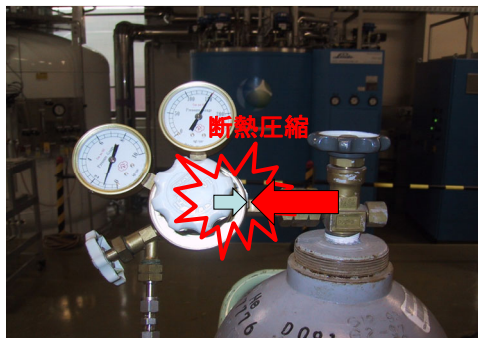
アセチレン

圧力調整器の開閉



↓動作の様子を表したアニメーションはこちらを参照してください。
http://phys.sci.hokudai.ac.jp/SCLNLH/app_manu.html

高圧ガスのバルブ操作



ボンベの取り扱い(保管時)

- ・上下二箇所を固定する
- ・風通しの良い火気のない場所に保管
- ・40°C以下で保管。直射日光を避ける
- ・保管量上限300m³(建物ごと)

- ・可燃性ガスと支燃性ガスは区分して保管する。



長期保管により破損したボンベ



「高圧ガス保安協会ホームページ」より

長期保管はしない！

屋外の容器置き場に保管していた窒素容器が破裂し、容器置き場及び付近の住宅の窓ガラス、ブロック塀等が損傷。

長年、屋外に置かれていたため腐食し、内圧に耐えられなくなったことが原因。

ボンベ接地面の腐食



「新潟県防災局ホームページ」より

低温液化ガスの特徴

- **極低温である。**
 液化窒素(沸点 77K)
 液化ヘリウム(沸点 4.2K)
- **気体と液体の体積比が大きい。**
 液体 ⇒ 常温の気体(700~800倍)
- **蒸発しやすい。**
- **純度が高い。**

低温による危険性

①凍傷

対策

- ・ぬれた手で寒剤を扱わない。
- ・冷えた金属を直に触らず、断熱性のある手袋を着用する(軍手、毛糸の物は不可)
- ・保護メガネの着用。

対処

- ・患部を温水(約35℃)に浸す。(ドライヤーは不可)
- ・目に入ったら水で洗って病院へ

北海道大学



低温による危険性

②脆性破壊

凍ると弾性が失われ脆くなる。

対策

- ・できるだけ金属性のパイプを使う(塩化ビニル、ガラス等は割れやすい。)
- ・凍ったバルブ等は暖めてから操作

バルブ内部には金属ではない部品も使われている

北海道大学

膨張・高圧の危険性

①容器中

液が常に蒸発し気体へと変化

→ 密閉しない！容器内の蒸発したガスを逃がす


②過剰な熱により爆発的に気化する

→ 急な熱の流入を避ける

火気厳禁

北海道大学

膨張・高圧の危険性(事故例)

食品工場に設置されていた液体窒素貯蔵タンク(CE)が爆発。気化ガス放出弁、安全弁も閉じられた状態で2ヶ月近く放置。

北海道大学



クライオチューブの破裂



液体窒素に漬けて保存すると中に液体窒素が入りこんでしまうことがある。

取り出したときに爆発！

北海道大学

酸素欠乏による危険性

低酸素濃度の空気 ⇒ 血中酸素濃度の低下
脳への深刻な影響

- 20~21% 正常
 - 18% 安全限界
 - 16%以下 頭痛、吐き気、脈拍呼吸数増加
 - 12%以下 筋力低下、めまい、吐き気
 - 10%以下 顔面蒼白、意識不明、嘔吐
 - 8%以下 昏睡
 - 6%以下 けいれん、呼吸停止、死亡
- 死の危険 ↓
- 一呼吸で致命的に!

低酸素濃度形成による危険性(事故例1)



緊急的に低温室の室温を保つため、液体窒素を大量(計80と推定)に投入。これにより酸素濃度の低下が生じた。工学部の教員と大学院生の2名が死亡

低酸素濃度形成による危険性(事故例2)

液化窒素取り出し中の事故(民間の研究所)



液化窒素貯蔵タンクから窒素取り出し中に退室。2時間以上経った後に戻ると、液体窒素が溢れ出ていた。

↓
死亡

命を守るために



- 基本的な対策
- ・換気扇の設置
 - ・酸素濃度計の設置
 - ・ドア・窓を前もって開ける

おかしいな、危ないと思ったら

- ・その場からすばやく立ち去る
- ・倒れている人を見ても二次災害を念頭に置き、単独では行動はしない。

低温容器の構造



外部からの熱進入軽減のため貯層は真空層に囲まれネックでぶら下がっている。

振動を与えたり、粗雑に扱わない。アルミ製の容器は外層が特に凹みやすいので気をつける。

低温容器の断面 (東大物性研低温室 提供)

低温容器での事故例

・2004年1月 京都府の病院



倉庫内に設置した低温酸素容器が突然爆発。10名が軽傷を負った。容器ネック部分の亀裂から真空層へ酸素が漏洩して爆発したと推定されている。



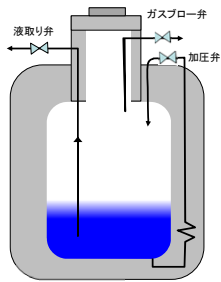
容器の陥没(発災容器とは別)



容器ネック部分の座屈(発災容器とは別)

「高圧ガス保安協会ホームページ」より

窒素容器の取り扱い(汲み出し時)



液取り弁	open
加圧弁	close
ガスブロー弁	close

窒素容器の取り扱い(保管時)

自加圧型容器



可搬型容器



蒸発ガスの逃げ道を確保!

窒素容器の法定検査



自加圧型容器

5年に1度、容器検査が必要
(製造後20年以上のものは2年に1回)

可搬型窒素容器、ヘリウム容器は必要ありません。

運搬時の注意

- ・容器は複数人で運ぶ
- ・エレベータの同乗は危険 (理学部は禁止)
- ・やむを得ず車で運ぶ場合は窓を開ける
- ・構内循環バスには持ち込み禁止



最後に

身近なものの中に潜む危険性を忘れず
安全に研究生活を送ってください。

(参考文献)

- ・高圧ガス保安協会ホームページ
- ・神奈川県高圧ガス保安協会ホームページ
- ・北海道大学事故調査委員会中間報告書
- ・高圧ガス製造保安係員 講習テキスト
- ・安全の手引き(北海道大学安全衛生委員会)

