



北海道大学

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

はじめに



本日の目的

高圧ガスボンベの基本的な取り扱いを理解すること。

低温液化ガスの性質、危険性を認識すること。



安全な研究活動へ



北海道大学

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			

・ガスの性質の表示

例 水素「燃」、液化塩素「毒」

ポンベの情報

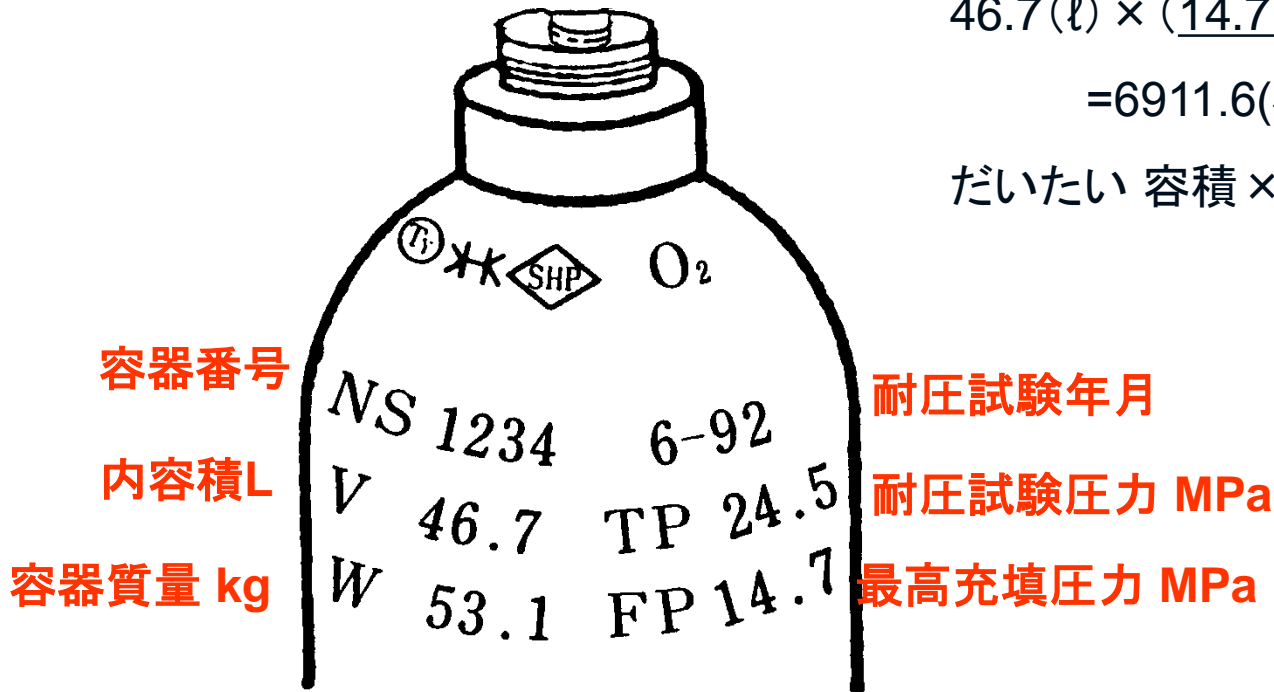
(参考) 大まかなポンベ内ガス量の計算

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

例) 購入直後のポンベ

$$46.7(\ell) \times (14.7 + 0.1) \div 0.1(\text{Mpa}) \\ = 6911.6(\ell) \quad \text{約} 7000\ell (7\text{m}^3)$$

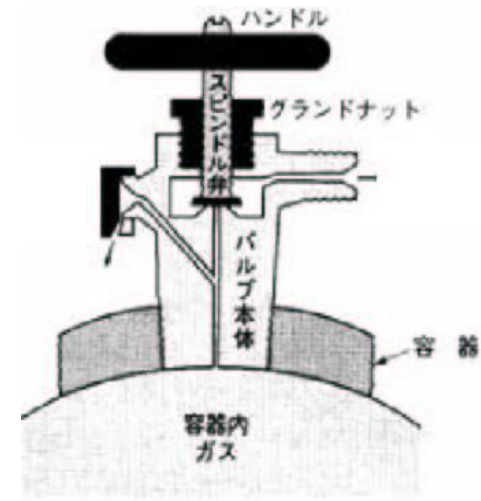
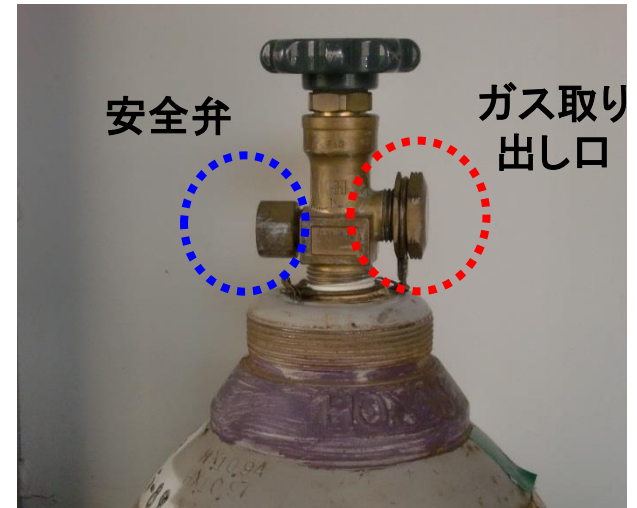
だいたい 容積 \times (メータの値 $\times 10$)



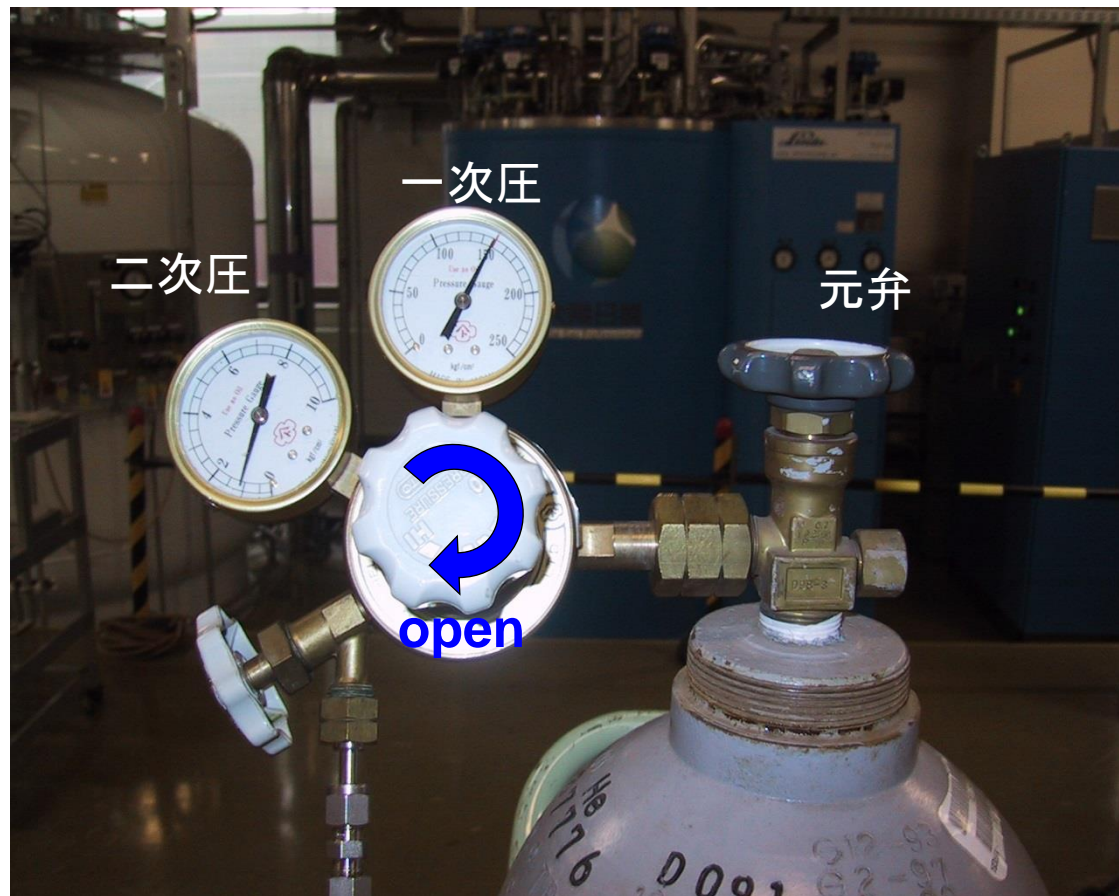
ボンベの利用



- ☆ **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



ポンベの利用(圧力調整器の使い方)



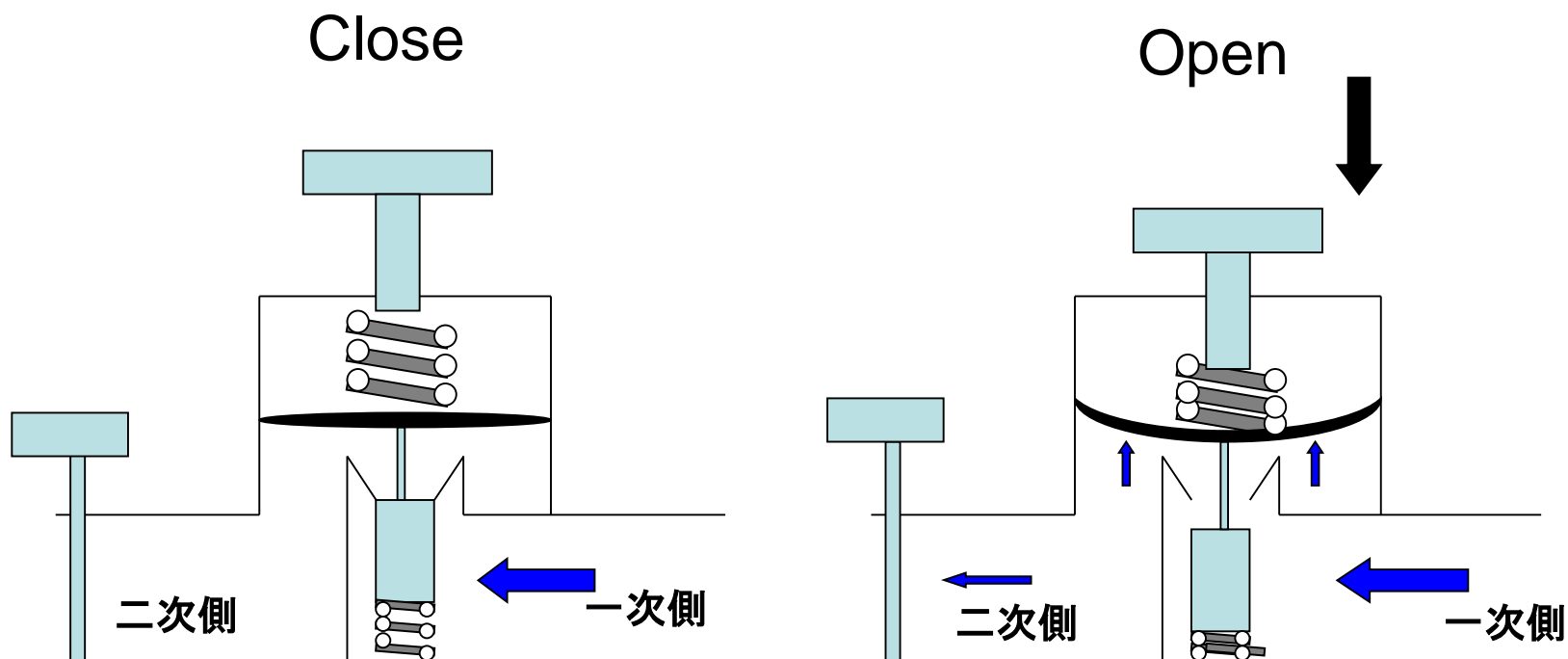
①ガスの種類によって調整器が違う

②調整器の開閉方向に注意 右回しで開！

- 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)ポンベの元弁を**ゆっくり**開け、一次圧を張る
- 4) 取り付け部からの漏れがなければ、ノブを**右**に回して**開**け二次圧を調整
- 5)使用後は調整器内の残ガスを抜いた後に取りはずす



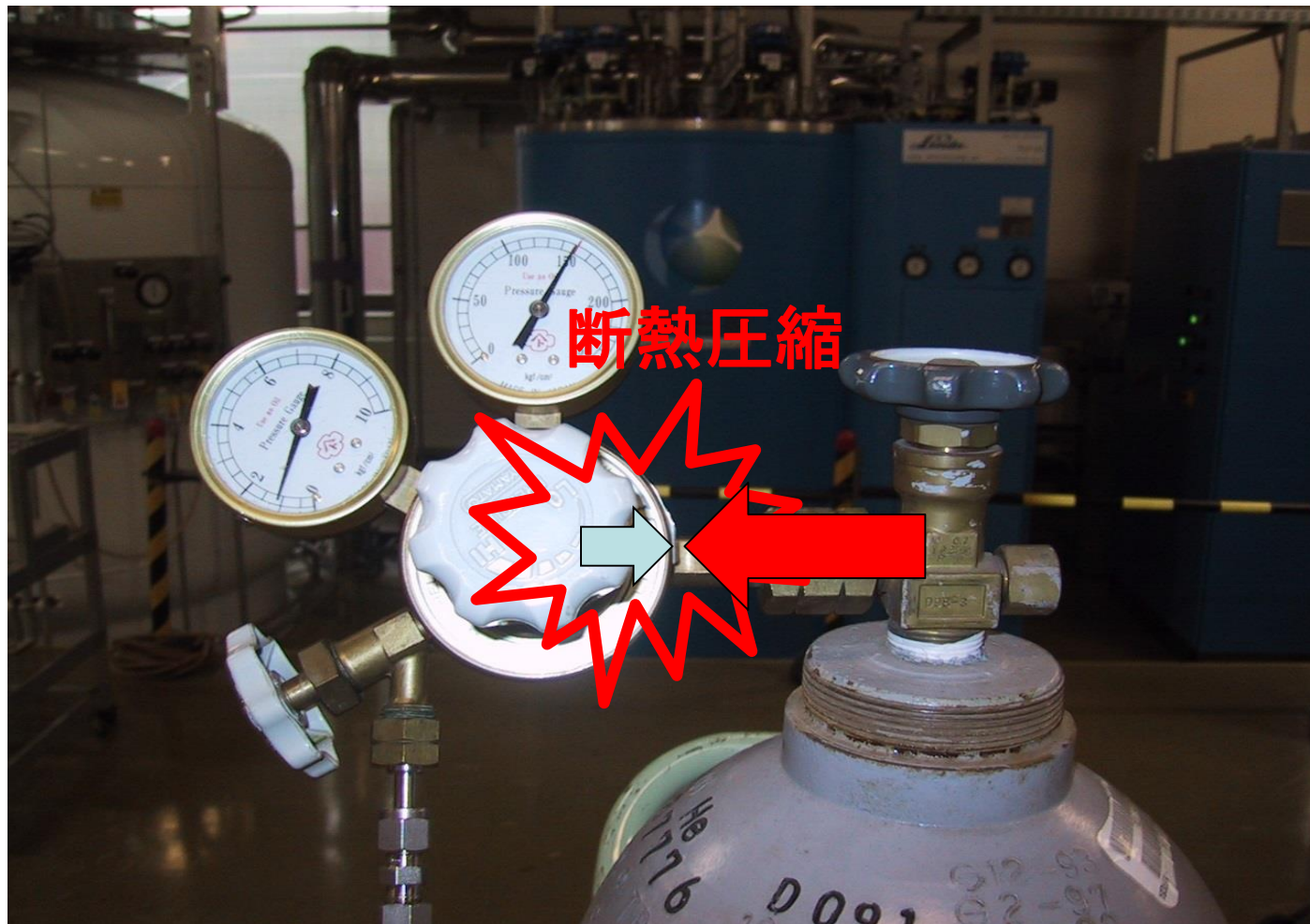
圧力調整器の開閉



↓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)、長期保管はしない。



- ・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



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。

(参照) 高圧ガス保安協会ホームページより

長期保管はしない！



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ない。
 - ・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。
 - ・蒸発ガスが冷たい場合も。

- 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

低温による危険性

② 脆性破壊

凍ったものは弾性が失われ
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



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



膨張・高圧の危険性(事故例)



爆発とともに半壊した食品加工工場—28日午後11時30分ごろ、石狩管内石狩市新港西1

石狩湾新港

液体窒素貯蔵タンク爆発 食品工場半壊

液体窒素 周辺民家が一時停電

【石狩】二十八日午後九時五分ごろ、石狩湾新港西一丁目、食品加工工場が爆発。液体窒素貯蔵タンクが破裂し、高圧のガスが放出された。爆発の衝撃で、工場が半壊し、周辺の民家が一時停電した。爆発の原因は不明だが、液体窒素の取り扱いが原因と見られる。爆発後、消防隊が現場に到着し、火災を消した。爆発の被害は、工場内の設備や、周辺の民家の一部に及んだ。爆発の規模は、半径約五百メートルに及ったと見られる。爆発の原因は、液体窒素の取り扱いが原因と見られる。爆発後、消防隊が現場に到着し、火災を消した。爆発の被害は、工場内の設備や、周辺の民家の一部に及んだ。爆発の規模は、半径約五百メートルに及ったと見られる。

1992年8月28日

7500!



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。



低酸素濃度の空気 ⇒ 血中酸素濃度の低下

脳細胞へいち早く影響。

脳機能の低下。意識障害や呼吸停止。

脳が負った機能障害は**不可逆!**

一見害のないように思える液化ガスが、、、
命に関わる重大な事故を招く!



酸素濃度と人体への影響

20~21% 正常値

----- ← 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



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)



実験中の事故で騒然とする北大工学部
応用物理学科の低温実験室前
—10日午後0時30分

十日午前十一時十分ごろ、札幌市北北二西八の北大工学部応用物理学科の応用物理低温実験室の一五五号室で、水の研究実験のため液体窒素を使っていた装置が入り倒れたと、同大から一〇番通報があった。救急隊が駆けつけ、北門路一環が、二人は倒れ、一人は死亡した。

北大によると、二人は同市南区登川三ノ六、同大助手後藤明さん(三〇)と岡田北

区北一九四一、同大大学院生(三三)で、札幌北環路にある土曜一年三谷さんと、九日の休日で同実験室内の温度上昇したため、札幌市消防局によると二人は水が解けない程度の室温に露見された時、酸欠状態に陥り、二人で液体窒素を蓋にまいたところ、蓋が倒れ、二人は液体窒素を直接吸ったため、酸欠状態に陥り、二人は倒れ、一人は死亡した。

工学部
助手と院生
窒素ガス吸い酸欠

北大で実験中2人死亡

1992年8月10日



準備室
(17m³)

縦 3.5m
横 1.7m
高さ 2.7m

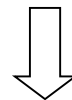
緊急的に低温室の室温を保つため、液体窒素を大量(計80ℓと推定)に投入。これにより酸素濃度の低下が生じた。工学部の教員と大学院生の2名が**死亡**

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(某民間研究所)



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、
液体窒素が溢れ出していた。



死亡





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

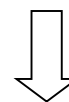
おかしいな、危ないなと思ったら

- ・息を止めて、その場からすばやく立ち去る
- ・倒れている人を見ても、あわてて救助に向かわない。
- ・二次災害を念頭に置く、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)



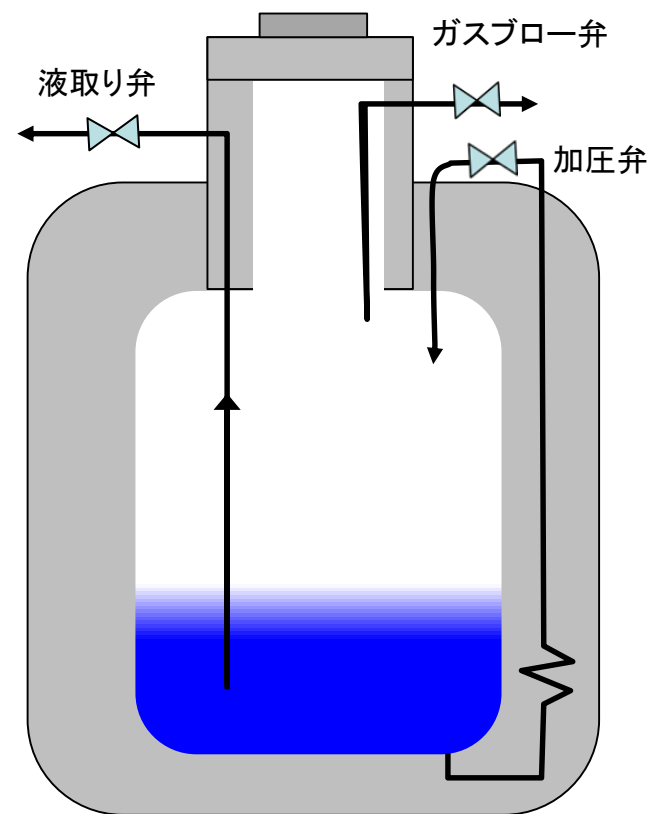
容器ネック部分の座屈(発災容器とは別)

参照) 高圧ガス保安協会ホームページより



北海道大学

窒素容器の取り扱い(汲み出し時)



液取り弁	open
加圧弁	
ガスブロー弁	close

窒素容器の取り扱い（保管時）蒸発ガスの逃げ道を確保！

自加圧型容器



可搬型容器



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



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
- ・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)

