

A photograph of a destroyed industrial site, likely a gas liquefaction plant. The foreground is filled with twisted metal, charred debris, and a large, dark, cylindrical object that appears to be a damaged tank or vessel. In the background, there are several white vans and a large black building. The sky is overcast.

安全講習会

第1部
「高圧ガス低温液化ガスの取り扱い」

北海道大学理学研究院極低温液化センター

高圧ガスボンベ



大気圧の約150倍！もの圧力でガスが封じ込まれている。

肉厚で頑丈にできており重い。

高圧なため内部のガスを直接取り出して使うことは稀で、減圧弁を通じて利用する。

ボンベの情報

- 高圧ガスのボンベは、充填されているガスの種類によって色分けされている。

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 ■

- ガスの性質を表す文字が表示されている場合もある。

例 水素「燃」、液化塩素「毒」

ボンベの情報

(参考) おおまかな残量の計算

内容積(ℓ) × 残圧(Mpa)

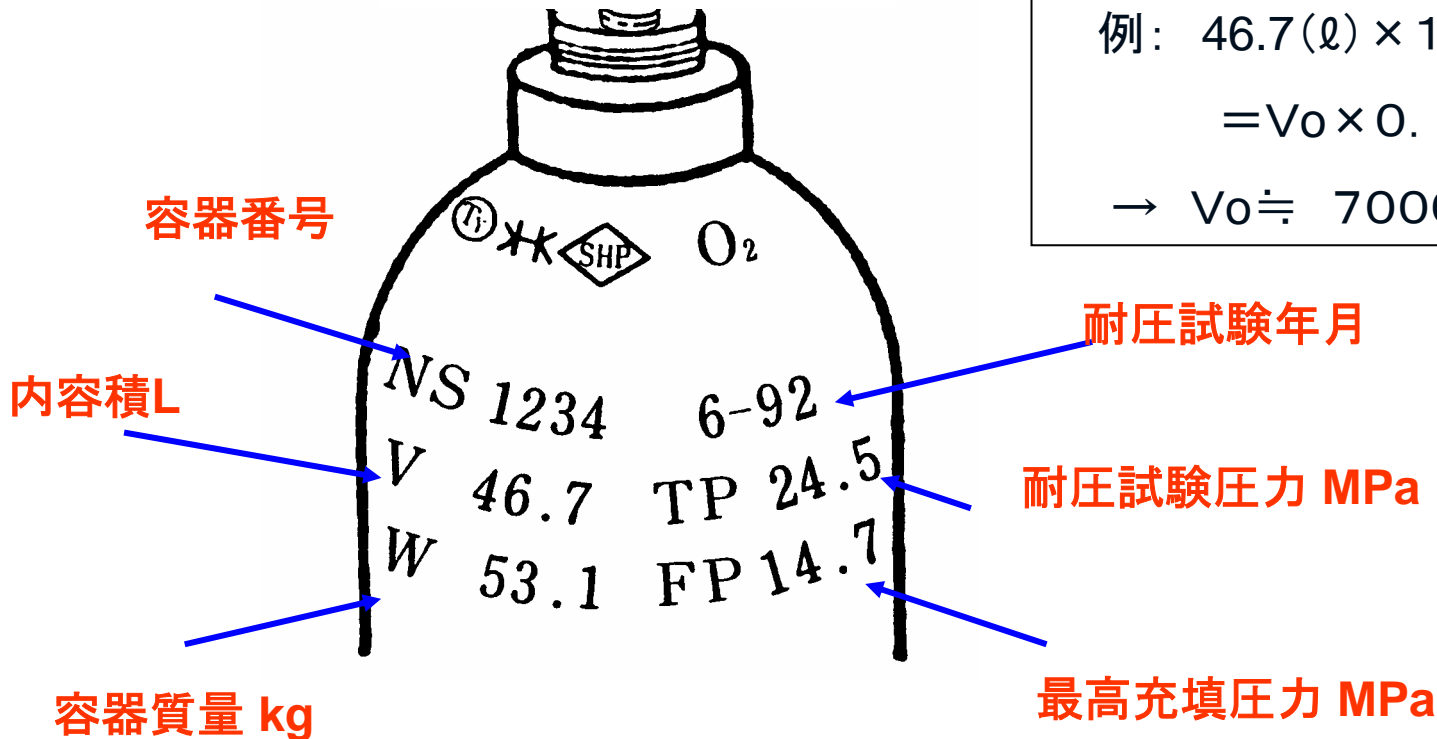
= $V_0(\ell) \times \frac{0.1(\text{Mpa})}{\text{大気圧}}$

大気圧

例: $46.7(\ell) \times 14.7(\text{Mpa})$

= $V_0 \times 0.1(\text{Mpa})$

→ $V_0 \doteq 7000\text{リットル} = 7\text{m}^3$

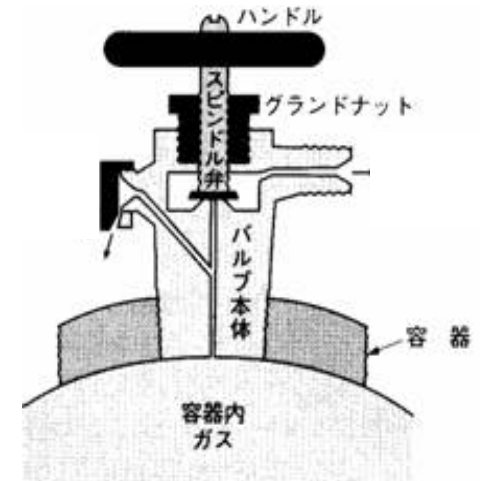


ポンベの取り扱い



こちらは安全弁

ガス取出し口



☆ **ポンベの弱点は首**。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

高圧ガスを取り出すには

1) 減圧弁を装着



2) 減圧弁を**左**に回して閉じていることを確認。
次にポンベの元弁を**ゆっくり**開ける

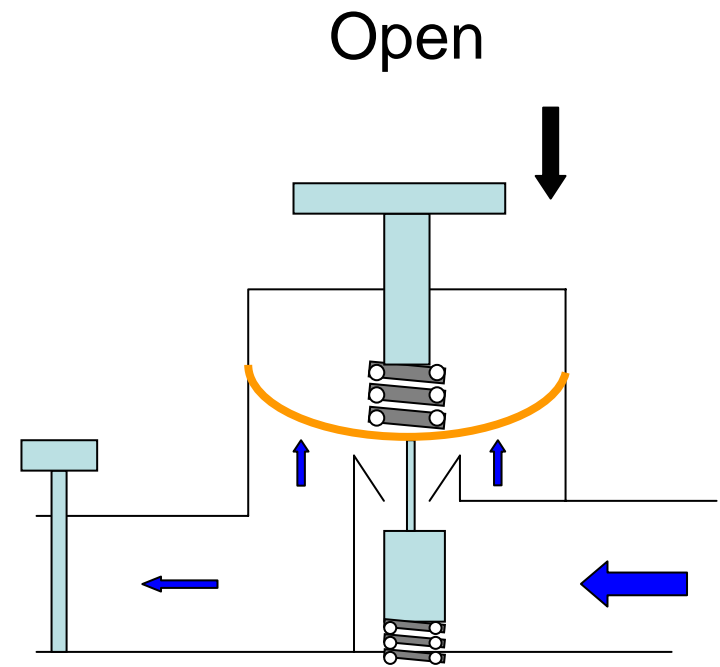
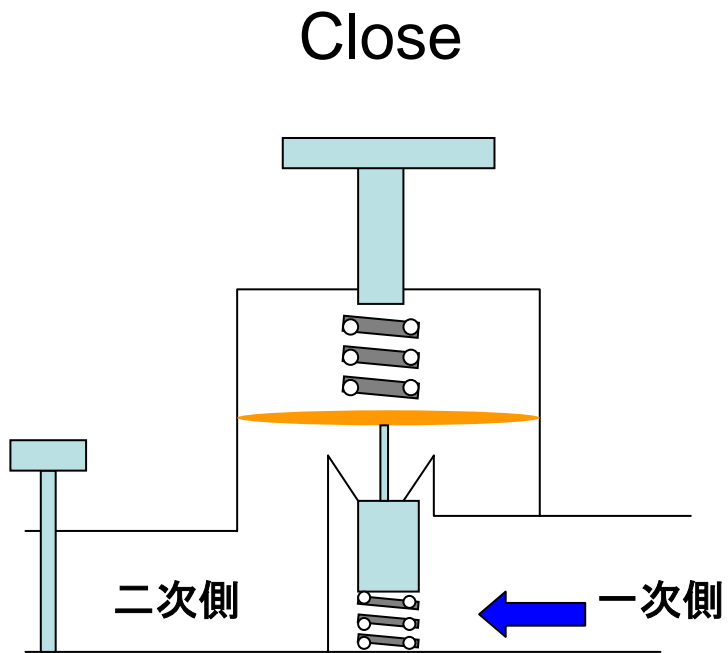
3) 一次圧を張り、取り付部からの漏れがなければ減圧弁を**右**に回して**開**け、2次圧を調整する。

4) 使用後はポンベの元弁を先に閉め、残ガスを抜いた後に減圧弁を外す。

注1) 可燃性、毒性ガス及びヘリウムは左ねじ
窒素、などその他のガスは右ねじ

→ **ガスの種類によって減圧弁が違う**

圧力調整器の開閉



ボンベの取り扱い（保管時）



☆ボンベ付近では火気厳禁
冷暗な場所に保管

☆風通しがよいところに保管

☆充填容器と空容器を分けて
保管

ボンベの取り扱い（保管時）

☆転倒を防ぐためクサビ、ロープ等で
上下2箇所を固定する！

☆可燃性ガスと支燃性ガスは一緒に
保管しない！



低温液化ガスの特徴

低温液化ガスには液化窒素、液化ヘリウムなどがある。

- 極低温である。

液化窒素 (-196°C)

液化ヘリウム (-269°C)

- 気体と液体の体積比が大きい。

常温・常圧で700倍にもなる！

- 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（軍手、毛糸製は避け皮製など）を着用する。保護メガネの着用。

対処 もし、凍傷になったらその部位を温水（約35℃）に浸す。（ドライヤーは使用してはならない。）
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

→ 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。

寒剤によって冷やされた
容器のバルブ等は暖めて
からまわすようにする。



膨張、高圧の危険性

①密閉容器中では自然蒸発したガスにより圧力が上昇し容器が破裂する危険性がある。

→ 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町

石狩湾新港

ガス爆発食品工場半壊

液体窒素 周辺民家が一時停電

【石狩】二十八日午後九時五十分ごろ、石狩管内石狩市新港町一、食品加工工場にガス爆発が起き、工場が半壊した。爆発の衝撃で、工場内に設置されていた液体窒素貯蔵タンク（CE）が、気化ガス放出弁、及び安全弁も閉じられた状態で放置され、内圧上昇のため爆発し吹き飛んだ。

爆発の衝撃で、工場内に設置されていた液体窒素貯蔵タンク（CE）が、気化ガス放出弁、及び安全弁も閉じられた状態で放置され、内圧上昇のため爆発し吹き飛んだ。

爆発の衝撃で、工場内に設置されていた液体窒素貯蔵タンク（CE）が、気化ガス放出弁、及び安全弁も閉じられた状態で放置され、内圧上昇のため爆発し吹き飛んだ。

爆発の衝撃で、工場内に設置されていた液体窒素貯蔵タンク（CE）が、気化ガス放出弁、及び安全弁も閉じられた状態で放置され、内圧上昇のため爆発し吹き飛んだ。



石狩の食品工場に設置されていた液体窒素貯蔵タンク（CE）が、気化ガス放出弁、及び安全弁も閉じられた状態で放置され、内圧上昇のため爆発し吹き飛んだ。

1992年8月28日

7500!

酸素欠乏の危険性

- 不活性ガスそれ自身は無害であるが、場合によっては命に関わる事故を引き起こす。

酸素濃度が低下すると、

意識障害や呼吸停止を引き起こす。体内で酸素を最も必要としているのは脳細胞であり、血液中の酸素濃度の低下によっていち早く影響を受け、脳機能が低下する。脳が負った機能障害は**不可逆**である。

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 呼吸停止、けいれん、死亡

低酸素濃度空気の1回呼吸の危険

- 極端に酸素濃度が少ない空気を吸うと、
ただの1呼吸でバツタリ倒れてしまう。
→ 意識を失って逃げられない！！
- 換気不良な閉鎖的空間でなくても、無酸素空気の
1回呼吸が破局をまねく例が少なくない。

酸素欠乏による事故例(1)

工学部の教員と大学院生の2名が死亡した。

原因は低温室の冷凍機のトラブルがあり、室温を0℃以下に保とうと液体窒素を大量に投入し気化させたためと考えられている。

それにより室内空気中の酸素濃度の低下が生じ、両人はこれを吸引して、酸素欠乏症に陥り死亡したとされる。



実験中の事故で犠牲となる北大工学部
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、札幌市北三西八の北大工学部応用物理学科の応用低温実験室一五二教室で、水の研究実験のため液体窒素を使っての低温室に入られた。同大から一〇番通が来た。救急隊が呼びつけ、北大病院運んだが、二人は帰らなかつた。

区内一九四二、四六番地(五五、札幌北野)に在る土庫裡一年三谷さんと、九日の昼時、同実験室内の温度が上昇したため、札幌市消防局によると二人が解けぬ程度の室温には発見された時、酸欠状態を呈して二人で液体窒素だつた札幌北野北大は、酸素を吸引し始めたので、なす二人が液体窒素を直接液体窒素が気化して、その蒸気(凍り)のなか、詳しくは不明である。

北大で実験中2人死亡

工学部 助手と院生 窒素ガス吸い酸欠

1992年8月10日

酸素欠乏による事故例(2)

液化窒素取り出し中の事故(NTT厚木研究所)



- 液化窒素貯蔵タンクから窒素取り出し中に、来客のため退室。
その後、しばらくして戻ったが、容器から液体窒素が溢れ出ており、低酸素空気が形成されていた。それを吸い込み窒息したと考えられている。



死亡

命を守るために

私たちには20%の酸素が必要！

基本的な対策

実験室など

換気扇などの設置

(液化ガス等
を使う所)

⇒

ドア・窓を前もって開けておく

酸素濃度計の設置

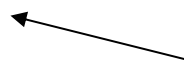
おかしいな、危ないなと思ったら

- 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、あわてて救助にむかわない。
二次災害を念頭に置く
- なるべく単独で救助行動はしない。

低温容器



- 外部からの熱進入を軽減させるため貯層はネックでぶら下がっている。振動を与えたり、粗雑に扱わないようにする。



写真はヘリウム容器の断面
(東大物性研低温室 提供)

窒素容器の取り扱い（保管時）



ガス放出弁を開ける！

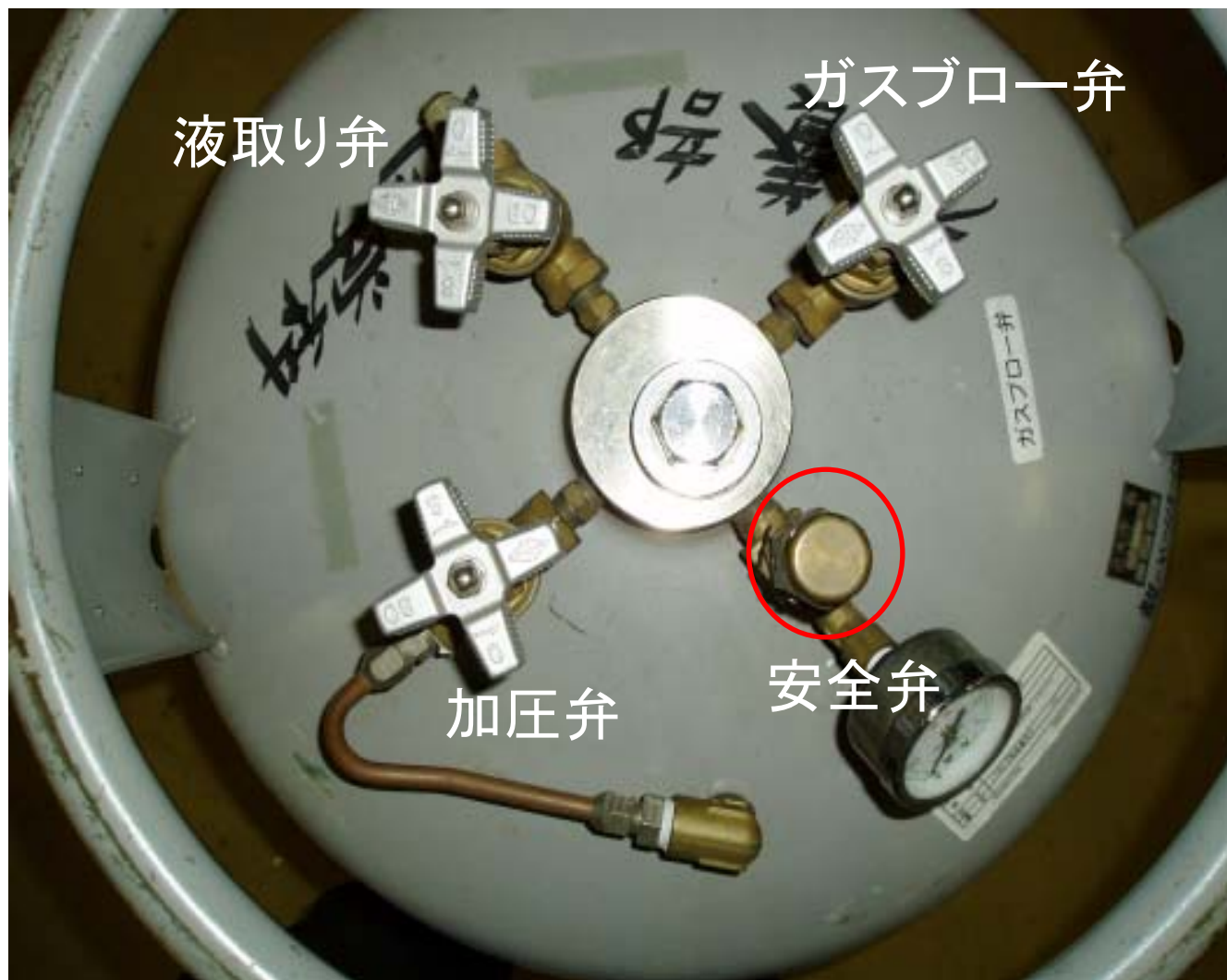
自加圧型
(セルフアー)

蓋の穴からガス
が出て行く

過般型
(シーベル)

フタをしていないと酸素が
濃縮する場合がある。

窒素容器 (自加圧型) の使い方



汲み出し時

液取り弁、加圧弁

→ open

ガスブロー弁

→ close

保管時

液取り弁、加圧弁

→ close

ガスブロー弁

→ open

運搬時の注意

- 複数人で運ぶのが望ましい
(容器によっては満タン時に100Kg近くになる。窒素は0.8kg/l)
- エレベータの同乗はなるべく避ける
- やむを得ず車で運ぶ場合は窓を開けておく



低温容器の事故例

・2004年1月 京都府の病院



倉庫内に設置した低温酸素容器(172.5ℓ)が突然爆発。病院、隣接家屋の窓ガラスが割れ、10名が軽傷を負った。原因は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。実際に実験で低温容器のネックチューブは落下、転倒で著しく座屈することが確認されている。

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

注意点検項目

寒剤

- 室内の換気がされているか。酸素濃度計の値は。
- 扱う時には皮手袋や低温用の手袋を使用する。
- 周囲に火気はないか。
- 窒素などをくみ出している途中はその場を離れない。

低温容器

- 首が弱点、取り扱いには慎重におこなう。(特に充填した後)
- 落下、転倒などで衝撃を受けた容器のネック部分は座屈を起こしやすい。
- 使用していないときはガスブロー弁を開けて保管する。
- エレベーターを使う場合は容器だけ乗せるようにする。
- 車などに乗せて運ぶのは極力避ける。やむを得ず運ぶ場合は窓を開けておく。

ボンベの取り扱い(保管時)

- ボンベ置き場の風通しはよいか。直射日光は当たらないか。火気はないか。
- バルブ部分が弱点。保管時、移動時はボンベにキャップを付ける。
- 転倒を防ぐためにクサビ、ロープ等で上下2箇所しっかり固定する。
- 充填容器と空容器を区別して保管する。
- 可燃性ガスと支燃性ガスのボンベは分けて保管する。

ボンベの取り扱い(使用時)

- ボンベの運搬には運搬車を使用すること。
- 取り出すガスの種類にあった減圧弁(レギュレーター)を選定する。ヘリウムは左ねじ。窒素は右ねじ。
- 使用前、減圧弁は全閉になっているか。減圧弁の操作は左まわしで閉じ、右回しで開く。
- ボンベの元バルブは断熱圧縮が起ることを考慮してゆっくり開ける。
- ボンベの元バルブは全開にせず何かあった場合にすぐに閉められるようにしておく。