

A photograph showing the aftermath of an industrial explosion. The foreground is filled with twisted, charred metal debris and scattered fragments. In the background, there are industrial buildings, a crane, and several cars, some of which appear damaged. The sky is overcast.

安全講習会

第一部

北海道大学理学研究院極低温液化センター

(1992年8月28日・石狩湾新港における液化窒素貯蔵タンク爆発現場)



今日の目的

- 高圧ガスボンベの基本的な取り扱い方法を理解すること
- 低温液化ガスの特徴、危険性を理解し安全に取り扱えるようになること

はじめに



極低温液化センター

- 第一種製造者



危害予防規程の制定、届出
(保安教育の計画制定、実施)



利用者への保安教育

高圧ガス保安法

本日の話題

- 1 高圧ガスボンベの取り扱い
- 2 低温寒剤の性質と関係する事故例
- 3 低温容器の取り扱い

高圧ガスボンベ

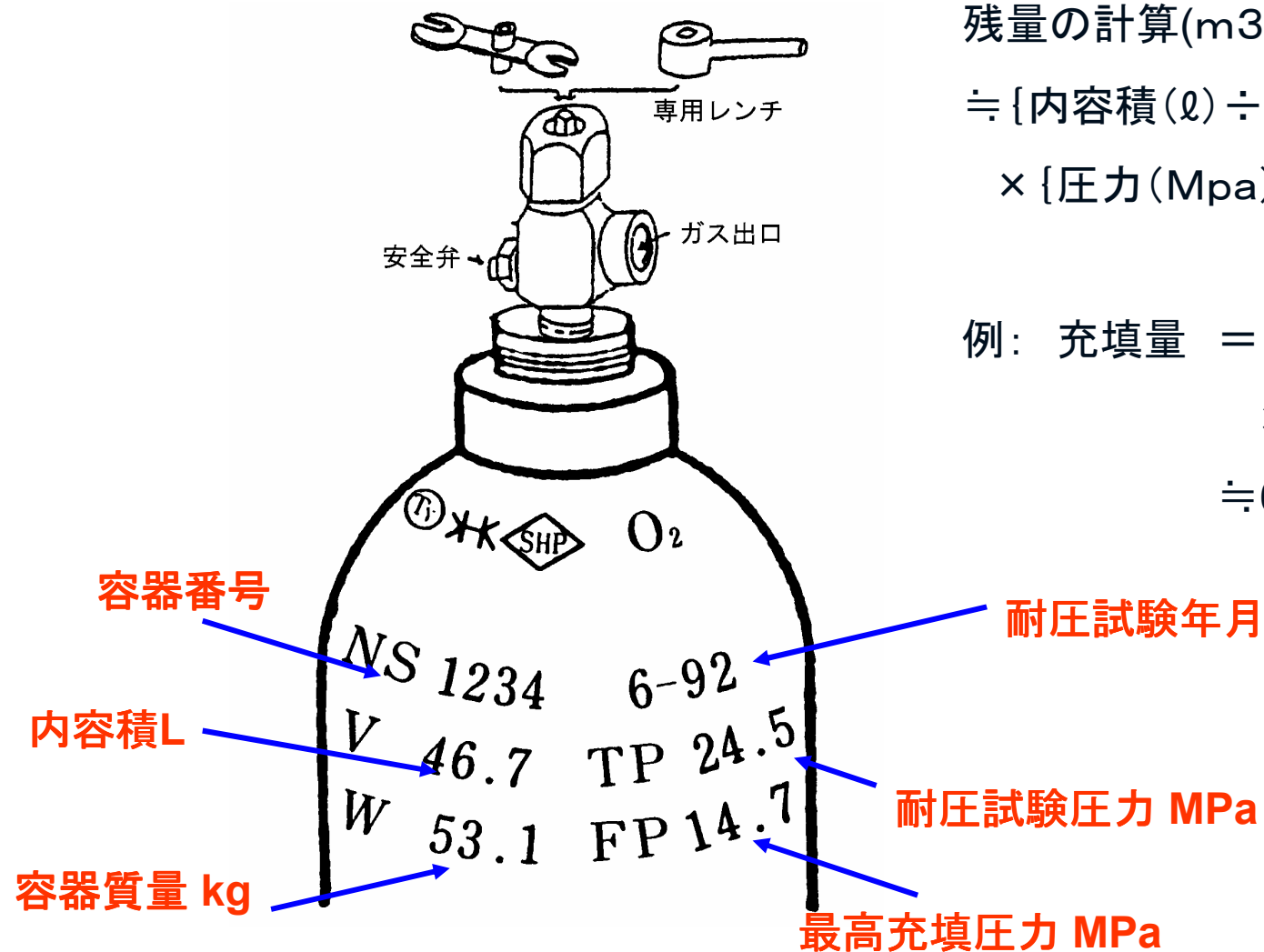


大気圧の約150倍もの圧力でガスが封じ込まれている。肉厚で頑丈にできており重い。高圧なため内部のガスを直接取り出して使うことは稀で、減圧弁を通じて利用する。

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(赤)、酸素(黒)、アセチレン(褐色)、
液化炭酸(緑)、液化塩素(黄)、液化アンモニア(白)
その他(灰)
- ボンベの側面には「燃」(可燃性)、「不燃」(不燃性)、「毒」(毒性)と書かれている。
- 刻印によって充填されているガスの種類や最高充填圧力、内容積などが表示されている。

ボンベの情報



残量の計算(m³) $V' = V \times (P/P')$

$\div \{ \text{内容積}(\ell) \div 1000 \}$

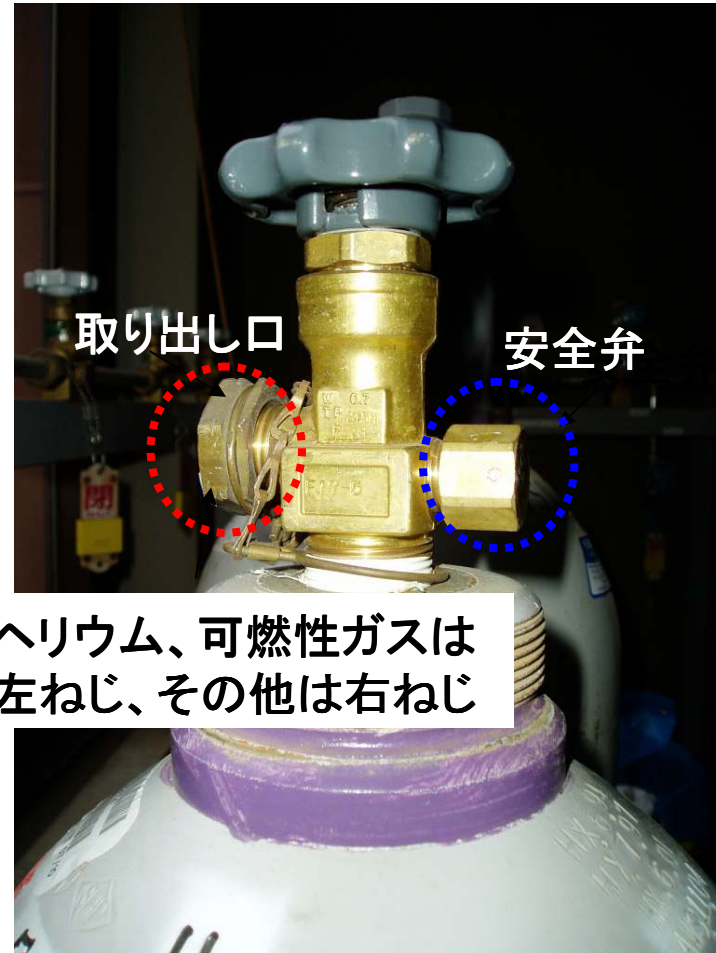
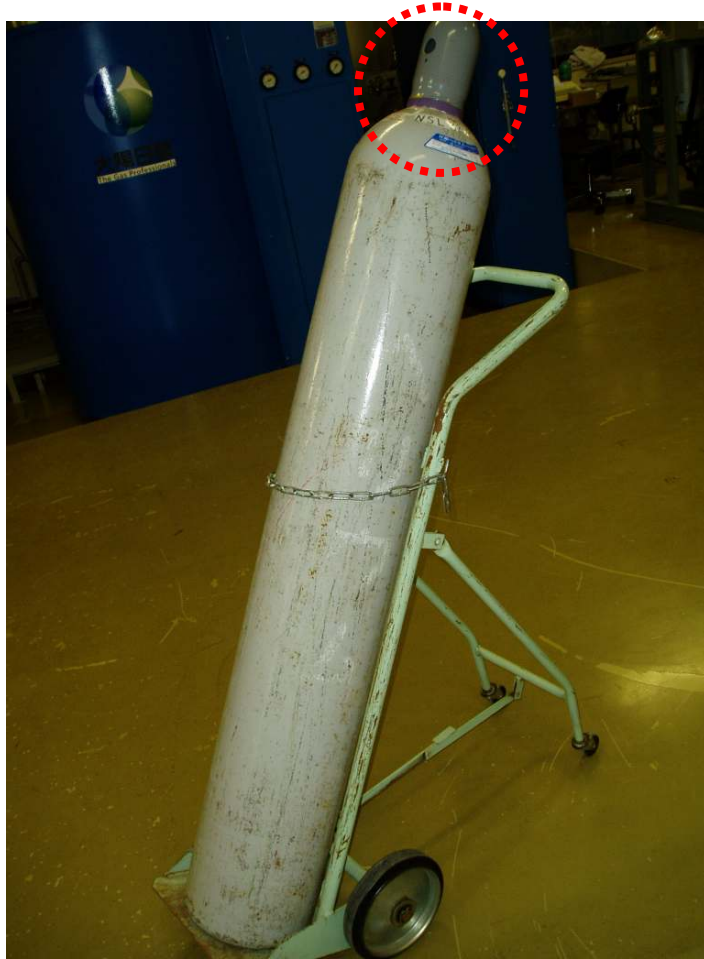
$\times \{ \text{圧力}(\text{Mpa}) \div \underset{\substack{\uparrow \\ \text{大気圧}}}{0.1}(\text{Mpa}) \}$

例: 充填量 = $\{ 46.7 \div 1000 \}$

$\times \{ 14.7 \div 0.1 \}$

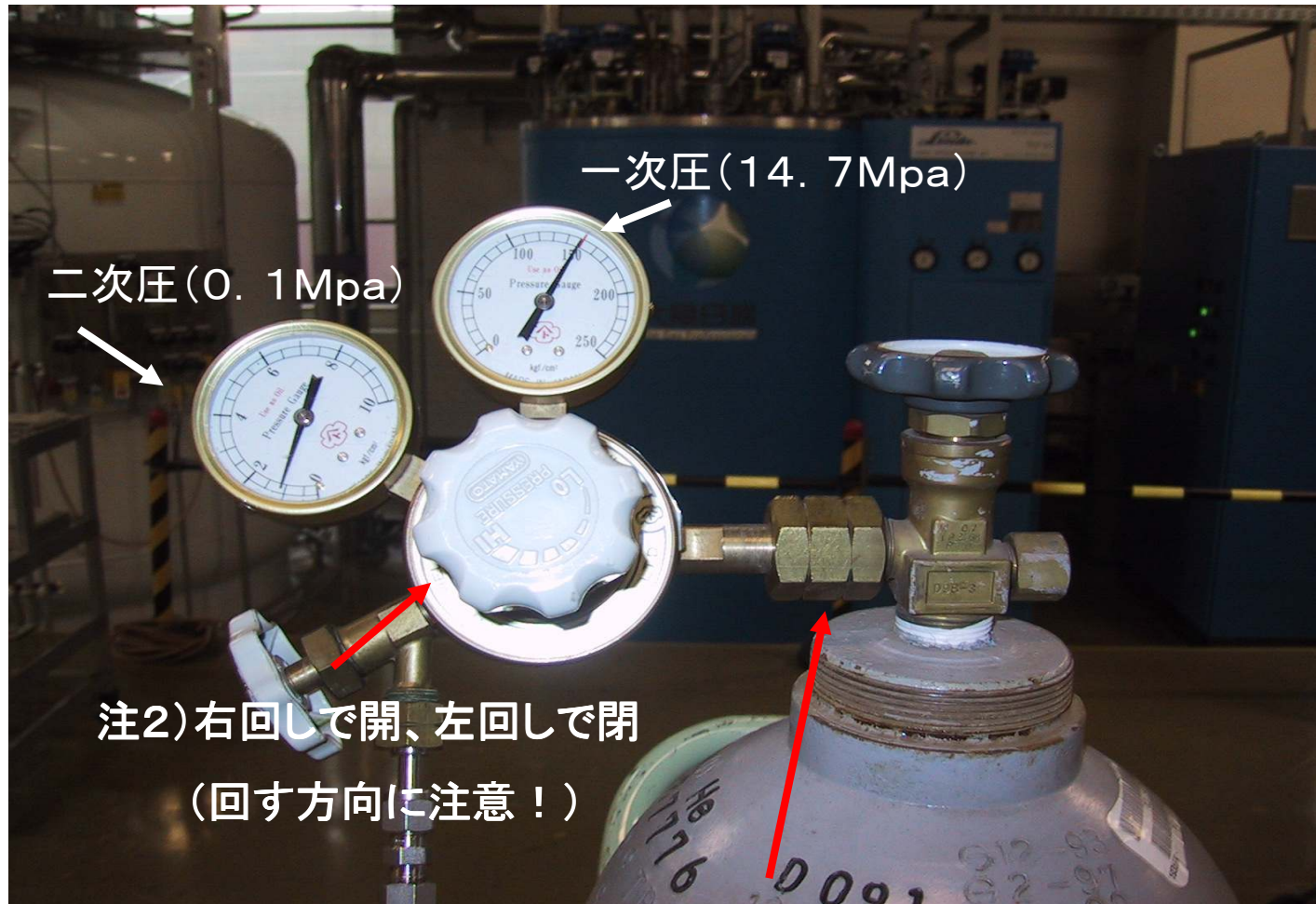
$\div 6.86 \text{ m}^3 \div 7 \text{ m}^3$

ボンベの取り扱い



- ☆ **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

高圧ガスを取り出すには



注1) ガスの種類によって、使用する減圧弁が違う(取り付け部のねじを回す方向が違う)

- 1) 減圧弁を装着
- 2) 減圧弁が閉じていることを確認してからポンベの元弁を開ける(二次圧メータが壊れる！)
- 3) 1次圧がはったことを確認してから減圧弁を開け、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。

ボンベの取り扱い(保管時)



☆ボンベ付近では火気厳禁

☆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(分子量28)、液化ヘリウム(分子量4)などがある。

- 極低温である。

液化窒素(常圧における沸点、 -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

I) 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

Ⅱ) 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

I) 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

II) 過剰な熱により爆発的に気化する(蒸気爆発)

→ 急な熱の流入を避ける

火気厳禁



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四丁目

石狩湾新港

ガス爆発食品工場半壊

液体窒素ポンプ周辺民家が一時停電

【石狩】二十八日午後九時五分ごろ、石狩管内石狩湾新港四丁目、新港食品工業株式会社の食品加工工場（約二千二百平方メートル）でガス爆発が発生し、工場の一部が半壊した。爆発の瞬間、工場内は煙と塵で充ち、作業員は逃げ出した。爆発の原因は、液体窒素ポンプの故障によるガス漏れと見られる。爆発の瞬間、工場内は煙と塵で充ち、作業員は逃げ出した。爆発の原因は、液体窒素ポンプの故障によるガス漏れと見られる。

1992年8月28日

7500



左の記事は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・上の写真）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時のもの。

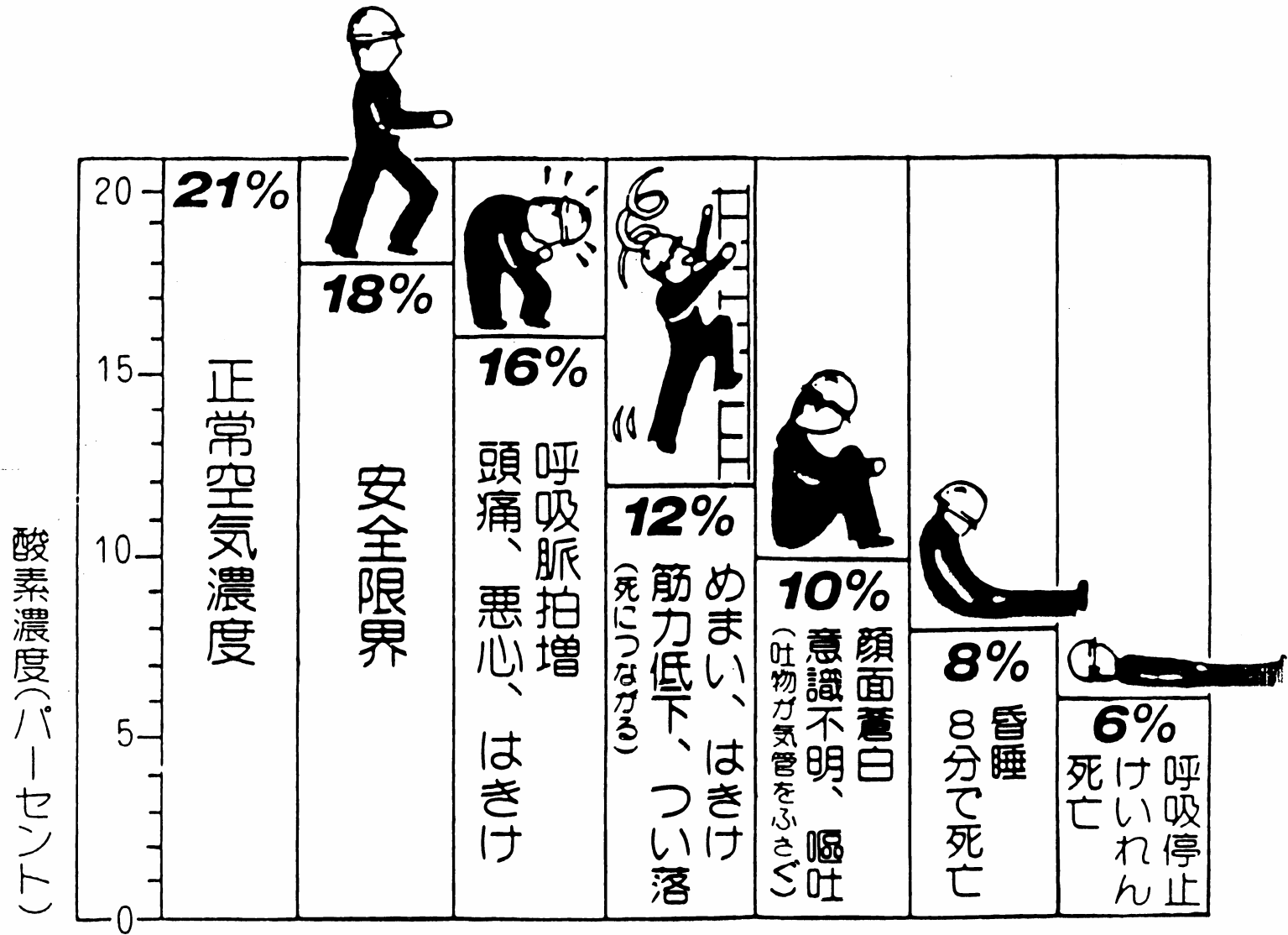


酸素欠乏の危険性

- 不活性ガスはそれ自身は無害であるが、室内に充満すると命に関わる事態になる。

酸素欠乏症： 酸素濃度の低下により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。この機能障害は**不可逆的**なものである。

酸素欠乏の危険性



(参)「CHONSの化学」

無酸素空気の1回呼吸の危険

- 極端に酸素濃度が少ない空気を吸うと、ガス中毒の場合と比較して、ただの**1呼吸**でバツタリ倒れてしまうことが多いことである。

意識を失って**逃げられない！！**

- 酸素欠乏災害の中には、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。

酸欠の事故例(1)

液化窒素による事故例
— 酸欠、爆発等 —

工学部の助手と大学院生の2人が死亡した。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。それにより室内空气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、札幌北北三西八
土曜一年三谷さんと、九日の帰国実験室
の北大工学部応用物理学科
の低温室で、水の研究
のため液体窒素を使って
いる学生二人が倒れた。
同大から一週前がある
った。救急隊が駆けつけ、
北大病院運んだが、二人
は命を失った。
北大とよと、二人は同
中野文三三六、同大助
手後藤明さん(左)と同大北

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

内の温度が上昇したため、札幌市消防局によると二人
水が解けない程度の濃には発見された時、酸欠状態
しよとして二人が倒れた。札幌北北三西八は、
窒素ガスにまいたため、
液体窒素が気化して、その
ガスを吸い倒れたらしい。札幌市消防局によると、

1992年8月10日

酸欠の事故例(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。

酸欠にならないために

基本的な対策

実験室など
(液化ガス等
を使う所)

⇒ 換気扇などの設置
酸素濃度計の設置
ドア・窓を前もって開けておく
(寒剤の運搬時、エレベータに同乗しない)

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
- 救助に時間がかかりそうであれば単独では行動はしない。

低温容器

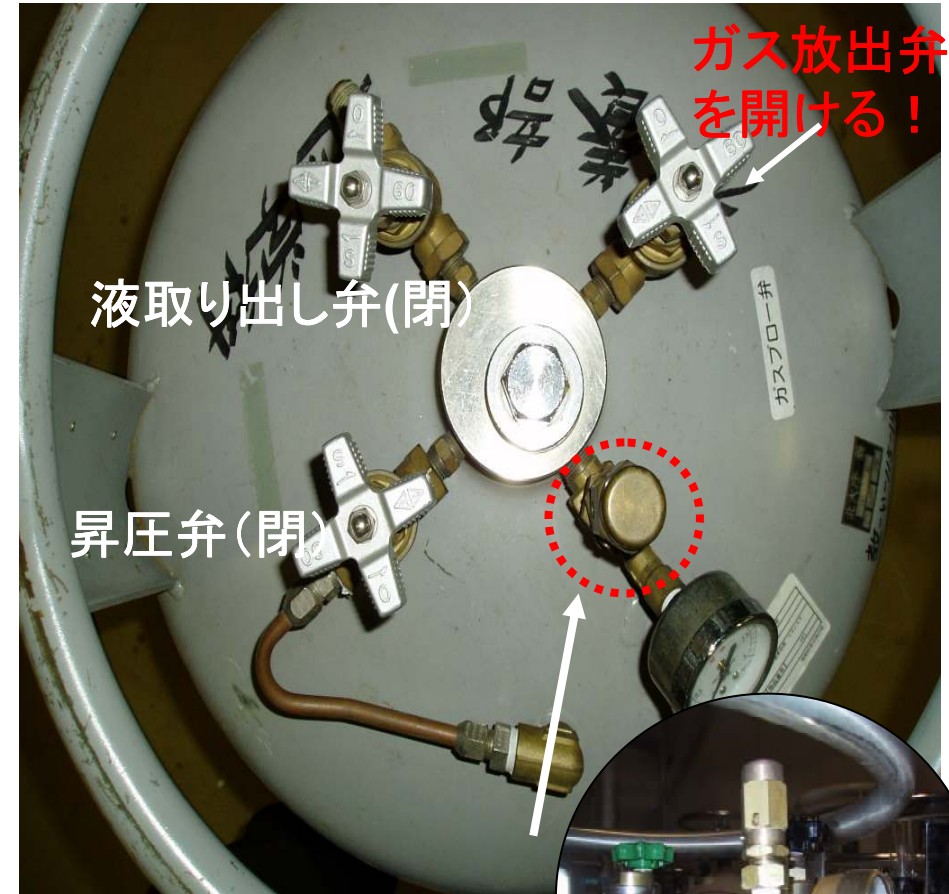


- 外部からの熱進入を軽減させるため貯層はネックでぶら下がっている。振動を与えたり、粗雑に扱わないようにする。

写真はヘリウム容器の
断面（東大物性研低温室 提供）

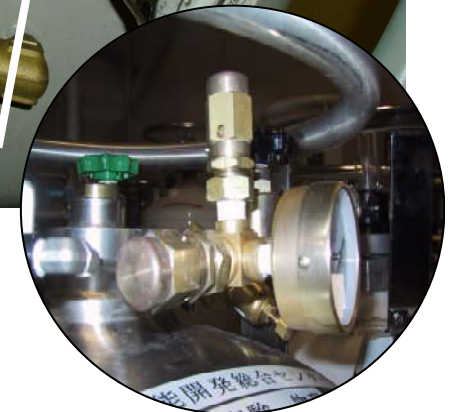
窒素容器の取り扱い(保管時)

ガスが逃げるラインを確保！



- ・火気厳禁
- ・広口容器は大気開放にしたままだと酸素が濃縮する場合がある

※安全弁の点検を！



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)
- 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。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。
- 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。