

低温センター 安全講習会

(高圧ガス保安教育)

保 安 技 術  
テ キ ス ト

東京大学 低温センター

## 目次

はじめに .....	2
1  高压ガス保安法 .....	2
1.1  目的 .....	2
1.2  高压ガスの定義と分類 .....	2
1.3  高压ガスの製造・貯蔵・消費 .....	3
1.4  高压ガス保安法と低温センター .....	4
1.5  本学での高压ガス等管理 .....	5
2  寒剤の安全な取り扱い .....	6
2.1  寒剤の特徴 .....	6
2.2  寒剤による事故の主な原因 .....	6
2.2.1  酸素欠乏(酸欠) .....	6
2.2.2  凍傷 .....	8
2.2.3  破裂・爆発 .....	8
3  寒剤容器の取り扱い .....	9
3.1  窒素容器 .....	10
3.2  液体ヘリウム容器 .....	13
3.3  注意事項…こんなときは .....	15
3.3.1  万が一、ブロックしてしまったら .....	15
3.3.2  寒剤をエレベーターで運ぶとき .....	15
4  ガスボンベの安全な取り扱い .....	16
4.1  ガスボンベ .....	16
4.2  圧力調整器 .....	18
参考資料 .....	20

## はじめに

この保安技術テキストは、寒剤（液体窒素・液体ヘリウム）とガスボンベの取り扱い方のポイントをまとめた。取り扱う物質の基本的な性質を熟知し、安全に取り扱っていただきたい。

## 1 高圧ガス保安法

### 1.1 目的

高圧ガス保安法（[1]、以下「保安法」）は、高圧ガスによる災害の防止と自主的な保安活動の促進によって公共の安全を確保することを目的とする法律である。その下に政令や規則（省令）、さらに告示や関係通達などがあり、より具体的な規制が定められている。

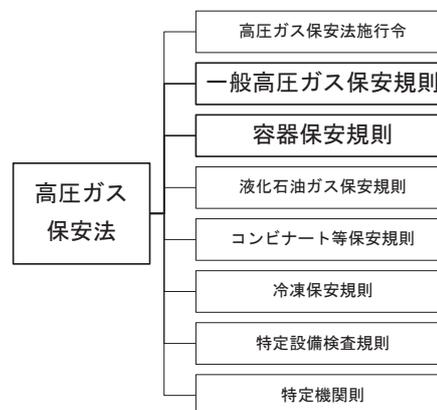


図 1 高圧ガス保安法と関連法令

### 1.2 高圧ガスの定義と分類

保安法で「高圧ガス」と定義されているものは次のとおりである。

- 1 圧縮ガスで、温度 35 度において圧力が 1 MPa 以上であるもの（アセチレンを除く）
- 2 圧縮アセチレンガスで、温度 35 度において圧力が 0.2 MPa 以上であるもの
- 3 液化ガスで、圧力 0.2 MPa 以上となる温度が 35 度以下のもの
- 4 上記以外で、特に定められたもの  
（液化シアン化水素、液化ブロムメチル、液化酸化エチレン）

圧力は SI 単位系の Pa（パスカル）によるゲージ圧（＝絶対圧－大気圧）、温度は摂氏で表記されている。

実験室で多く利用されているガスボンベは 150 気圧（＝14.7MPa）に充填された圧縮ガスが多いが、これらは高圧ガスに当たる。また、現に液体であって、大気圧下における沸点が 40 度以下のものは液化ガスに当たり[2]、寒剤である液体窒素や液体ヘリウムの場合、沸点はそれぞれ－196 度、－269 度であるので、高圧ガスである。



図 2 本学で使用される高圧ガス容器の例

左から圧縮ガスボンベ、液体窒素容器（ジェック東理社）、液体ヘリウム容器（Cryo Diffusion 社）。



図3 高压ガスの分類

保安法では、使用する高压ガスの可燃性・支燃性・不燃性や毒性・非毒性などの性質によっても規制内容が異なる。物質の種類と使用時の状態、使用する設備と作業プロセスを十分理解し、法令に定められた技術上の基準を遵守して使用しなければならない。

### 1.3 高压ガスの製造・貯蔵・消費

大学内の教育研究活動では、ガスボンベからガスを取り出すような単純な作業だけでなく、実験装置を自ら設計、製作することがある。市販されている物品を組み合わせることで実現できることであっても、保安法に定められた監督官庁への申請や届出が事前により必要となる場合があるので、圧力と温度やガスの性質、実験装置の構造やプロセスなど取り扱い方を熟知して、各研究科の安全衛生管理室など高压ガス担当係へ相談しながら実施する必要がある。ここでは取り扱いのうち、特に、高压ガスの製造、貯蔵、消費の概要を説明する。

#### (1) 製造

圧縮、液化その他の方法により高压ガスの状態を人為的に作ること。高压ガスをより圧力の低い高压ガスにすることも該当する。

##### 【例】

- ・圧力 1 MPa 以上でガスボンベから圧縮ガスを取り出す。
- ・圧縮機でガスを圧力 1MPa 以上に昇圧する。
- ・凝縮器で気体から液化する。



図4 製造の例

(1MPa 以上で圧縮ガスを取り出す。)

## (2) 貯蔵

一定の場所に一定量を超えて高圧ガスの状態で置いておくこと。

### 【例】

- ・ コールドエバポレータによる大量の液化窒素貯蔵。
- ・ 大量のガスボンベの保管(注)。

(注) 本郷キャンパスでは、消費中以外のガスボンベは貯蔵庫で保管することが定められている(1.5章参照)。



図5 液化窒素貯蔵設備  
(コールドエバポレータ)

## (3) 消費

減圧弁などを使って高圧ガスから高圧ガスでない状態へ移行させて使用すること。少量の消費には特に手続は必要ないが、特殊高圧ガスの消費は、事前に監督官庁へ届け出る義務がある。特殊高圧ガスは7種類が定められている(アルシン、ジシラン、ジボラン、セレン化水素、ホスフィン、モノゲルマン、モノシラン)。

### 【例】

- ・ ガスボンベから風船へガスを詰める。



図6 消費の例

(ガスボンベから風船へガスを詰める。)

## 1.4 高圧ガス保安法と低温センター

低温センターでは、本郷キャンパス内の各研究室に対して、液体窒素と液体ヘリウムを供給している。液体窒素は空気を液化分離して製造され、製造プラントからタンクローリーで納入される。ヘリウムは日本では100%輸入に頼らざるを得ない希少な物質であり、本郷キャンパスでは液体ヘリウムからの蒸発ガスを回収し、低温センターで再度液化して使用している。低温センターは、監督官庁である東京都の許可を受けて、高圧ガス保安法に定められた第一種製造者として、液体ヘリウム製造と液体窒素貯蔵を行っている。第一種製造者には、監督官庁による保安検査の受検、危害予防規程の制定と届出、保安教育計画の立案と実施、定期自主検査や日常点検などの義務が課せられている。低温センター液化供給部門では、製造・貯蔵設備の運転や維持管理、自主保安活動を行い、液体ヘリウム・液体窒素を学内へ安定して供給できるように努めている。



図7 本郷キャンパスでのヘリウムのサイクル[3]

### 1.5 本学での高圧ガス等管理

2010年4月に東京大学高圧ガス管理規程と東京大学高圧ガス自主管理基準が施行された[4]。ポイントは次の7点である。

- 1 管理体制の明確化
- 2 保有量の制限によるリスク低減
- 3 全てのガスボンベを指定された管理システムへ登録
- 4 消費中以外のガスボンベは決められた貯蔵庫で保管
- 5 危険性に応じた安全対策の実施
- 6 全ての高圧ガス取扱者は安全教育を受講

具体的な施策は自主管理基準に定められており、例えば6番の安全教育は、本学内で高圧ガスを使用するときは環境安全本部及び各部局の安全衛生管理室などの指示に従い必要な安全教育を受けること、特に寒剤を使用する者は低温センター安全講習会を受講することが定められている。

なお、保安法の監督官庁は事業所の所在地ごとに異なる。本学内であっても本郷以外のキャンパスや学外の研究機関で高圧ガス等を使用する際は、それぞれの場所での指示や指導に従わなければならない。

万が一高圧ガスによる事故が発生すると、作業員や周辺へ危害を及ぼすばかりではなく、大学全体の活動へ悪影響を及ぼすことにつながりかねない。法令や学内ルールへの遵守に努めて安全な取り扱いを行っていかなければならない。

## 2 寒剤の安全な取り扱い

### 2.1 寒剤の特徴

液体窒素や液体ヘリウムといった液体寒剤の特徴は、沸点が低いことと密度が大きいことである(表1)。これらの特徴は物質を冷却したり、液体と気体の体積比が約700倍となることから多量に輸送したり、蒸発ガスから純度の高いガスを得るなど、さまざまな用途に生かされている。一方で、取り扱いを誤ると、凍傷・爆発(破裂)・酸欠(窒息)などの事故原因にもなりうる。

表1 寒剤(液化ガス)の基礎的な性質[5]

	<sup>3</sup> He	<sup>4</sup> He	n-H <sub>2</sub>	Ne	N <sub>2</sub>	Ar	O <sub>2</sub>
分子量	3.0	4.003	2.016	20.183	28.016	39.944	32.0
沸点 [K] (1気圧)	3.1968	4.2221	20.39	27.102	77.35	87.29	90.19
融点 [K] (1気圧)			13.98	24.57	63.14	83.2	54.36
気体密度 [g/L] (1気圧、0℃)	0.134	0.1785	0.0899	0.901	1.25	1.78	1.43
液体密度 [g/L] (1気圧、沸点)	59	125	71	1205	808	1400	1140
密度比 (液体/気体0℃)	440	700	790	1337	646	787	797

### 2.2 寒剤による事故の主な原因

#### 2.2.1 酸素欠乏(酸欠)

ある場所が酸素欠乏状態かどうかを視覚や嗅覚で判断することは不可能である。また、酸素欠乏状態の空気を吸うと脳に大きなダメージが加わり、人体に様々な症状が現れる。症状の出方は酸素濃度により異なるが、酸素がほとんど含まれないガスを吸い込んだ場合は急激に症状が現れる(急性酸欠)、酸素濃度がやや低いときに比較的ゆっくり症状が現れる(緩急性酸欠)ことが知られている(図8、表2)。

そのため、作業場で寒剤をこぼして突然酸素濃度が低下し作業者が倒れたときに救助に入った

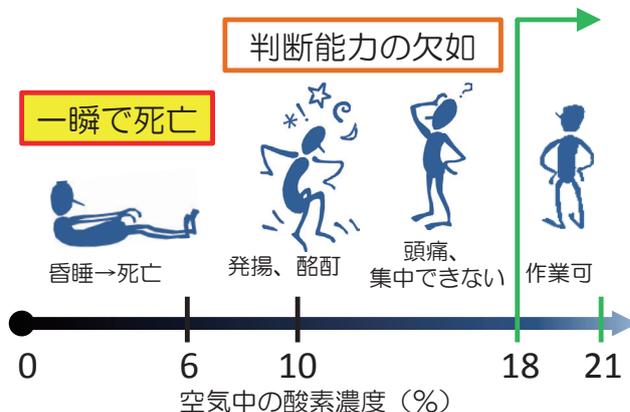


図8 酸素欠乏時に人体に現れる症状

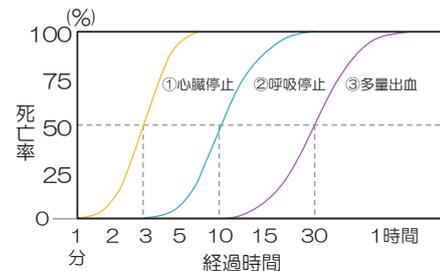


図9 カーラーの救命曲線[6]

緊急事態における時間経過と死亡率の関係を模式的に示した曲線。

人も一緒に被災する危険性があつたり(二次災害)、頭痛や吐き気などの症状が徐々に表れても作業員本人が酸素欠乏によってもたらされた症状であると判断できなかつたりする。その一方で、一般的に救急救命は措置が早いほど死亡する確率が低くなることが知られており(図9)、酸素欠乏事故発生時には極めて慎重かつ迅速な対応が必要とされる。酸素欠乏(酸欠)による事故の防止には、作業場所を酸素欠乏状態にしないことが最も有効であり、日頃から万が一の事故に備えておく必要がある。

- 1 寒剤を使用する際は、窓やドアを開放し、換気状況を確認してから行う。
- 2 急激に多量の寒剤を蒸発させない。
- 3 酸素濃度計を設置し、酸素濃度を確認しながら作業を行う。
- 4 空気呼吸器などを常備する・救急蘇生法の訓練を受けるなど、万が一の事故に備える

万が一、液体窒素・液体ヘリウムの急激な蒸発で室内が酸素欠乏状態に陥っていることが明らか場合は、作業場所を空気で置換し、酸素濃度を確認してから入室する。また、可燃性ガスや毒性ガスを扱っている室内では、酸素濃度だけではなく、使用しているガスすべての状況を確認してから入室可否を判断する。

表2 酸素濃度低下による人体への諸症状[7]

酸素濃度 (%)	症状
18	(安全下限界)
16~12	脈拍、呼吸数の増加、精神集中に努力がいる、細かい筋肉作業がうまくゆかない、頭痛
14~9	判断力がにぶる、発揚状態、不安定な精神状態、刺傷などを感じない、酩酊状態、当時の記憶無し、体温上昇、チアノーゼ
10~6	意識不明、中枢神経障害、けいれん、チアノーゼ、チェーン・ストークス呼吸
10~6の持続 またはそれ以下	昏睡→呼吸緩徐→呼吸停止→6~8分後心臓停止

### 2.2.2 凍傷

寒剤取扱い中に、飛散した寒剤に触れる、噴出した冷たいガスに身体がさらされる、濡れた手足で直接寒剤に触れる、極低温状態になった金属に触れるなどの場合、凍傷を負う可能性がある。

防止策としては、適切な保護具や作業道具の使用が挙げられる。

1 断熱性能に優れ着脱しやすい低温用手袋を使用する。軍手や毛糸性は不可。

2 保護メガネ(ゴーグル)を使用する。

3 濡れた手で寒剤を取り扱わない。

4 移送にはなるべく金属製配管を使用する(後述)。

5 万が一配管の脱落や破裂により寒剤が飛散しても、作業者が避けられるだけの安全なスペースを確保する。

6 万が一凍傷を負ってしまった場合は、早急に病院で診察を受ける。患部をドライヤーで温めてはいけない。



(寒剤移送に使用するポリチューブ類について)

寒剤は極低温のため、耐低温チューブであっても非金属製(塩ビ管等も含む)の物は柔軟性が失われ、ちょっとしたきっかけで破裂に至ることがある。やむを得ず非金属製チューブを使用する場合は、必要最小限の範囲に留め、常温の状態確実に接続されていることを確認する。また、抜けないように手で押さえる等は凍傷を負う危険があるため行わない。送液中は、配管の不慮の脱落や破裂を防止するため、むやみに容器や装置を動かしたり、触れたり、圧力や流量を上げたりしない。

### 2.2.3 破裂・爆発

寒剤は蒸発潜熱が小さくわずかな熱で蒸発し、気体の体積は液体の場合の約700倍にも及ぶ。このため、寒剤容器は、外部からの熱侵入を最小限に抑える断熱槽や中で自然蒸発したガスを容器外へ放出する仕組みを持っているが(3.1章参照)、何らかの原因により蒸発ガス量が放出ガス量を上回り容器内部の圧力上昇が起こると、容器の爆発的な破裂に至ることがある。例えば、容器の蒸発口が氷で閉塞したり(図10)、全バルブ閉止によって蒸発ガスの逃げ場が無い状態(液封)になったり、外部からの衝撃で容器の断熱性能が劣化して蒸発ガスが急激に増え放出が間に合わなかったときなどである。

この他、高濃度の酸素(液化酸素など)と油脂など有機物との接触による激しい燃焼や、可燃性寒剤(液化水素など)の場合、引火や静電気などによる爆発も起こりうる。

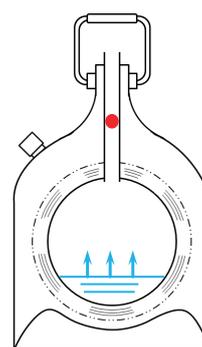


図10 液封状態の模式図  
(液体窒素の開放型容器に空気が流入して、途中で水分が凍ってふさがれた状態。)



図 11 断熱性能が劣化した開放型容器の例  
外槽が著しくへこみ、側面、上面とも全体的に激しく結露した。

破裂・爆発事故の防止には、次のような対策が有効である。

- 1 容器は、断熱に優れ、内部が十分乾燥したものをを用いる。  
断熱性能が劣化すると容器の外側全体が結露する。日頃から外観を目視で確認する。  
著しい凹みがある容器や、寒剤を入れると外表面全体が結露するような容器は直ちに使用をやめる（凹み部は断熱槽が薄く、外表面からの熱侵入が多くなり、蒸発量が増える。図 11）。
- 2 容器を密封状態にしない。
- 3 寒剤の近くは火気厳禁（特に可燃性ガス）。
- 4 蒸発ガスは屋外の火気のない安全な場所に放出する。
- 5 液化酸素を取り扱うときは、油脂類が付着した手袋や衣類を着用しない。

### 3 寒剤容器の取り扱い

寒剤容器は、デュワー、ベッセル、小分け容器などと呼ばれ、外からの熱侵入を防ぐために断熱槽を有した構造がある。液体窒素と液体ヘリウムには、それぞれ専用の容器を使用するが、共通する使用時の注意事項は次のとおりである。

- 1 衝撃に極めて弱い構造をしているため、強い衝撃を与えない、転倒させない。
- 2 不用意に内圧を上昇させない。長時間放置しない。→ ブロック（閉塞）させない。
- 3 液体を取り出すときは低温用手袋、保護眼鏡を使用する。軍手不可。
- 4 室内では換気に注意する。
- 5 容器保管時は必ずキャスターのロック（ストッパー）を掛けるなど地震や衝突などによる転動を防止する（図 12）。



図 12 転動防止の措置

### 3.1 窒素容器

液体窒素の小分けに使われる液体窒素容器には、開放型容器と自加圧式容器の二種類がある。

#### (1) 開放型容器

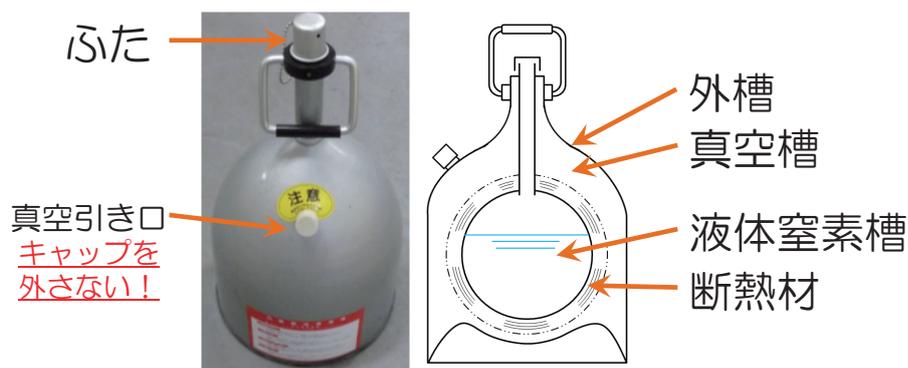


図 13 液体窒素 開放型容器の例

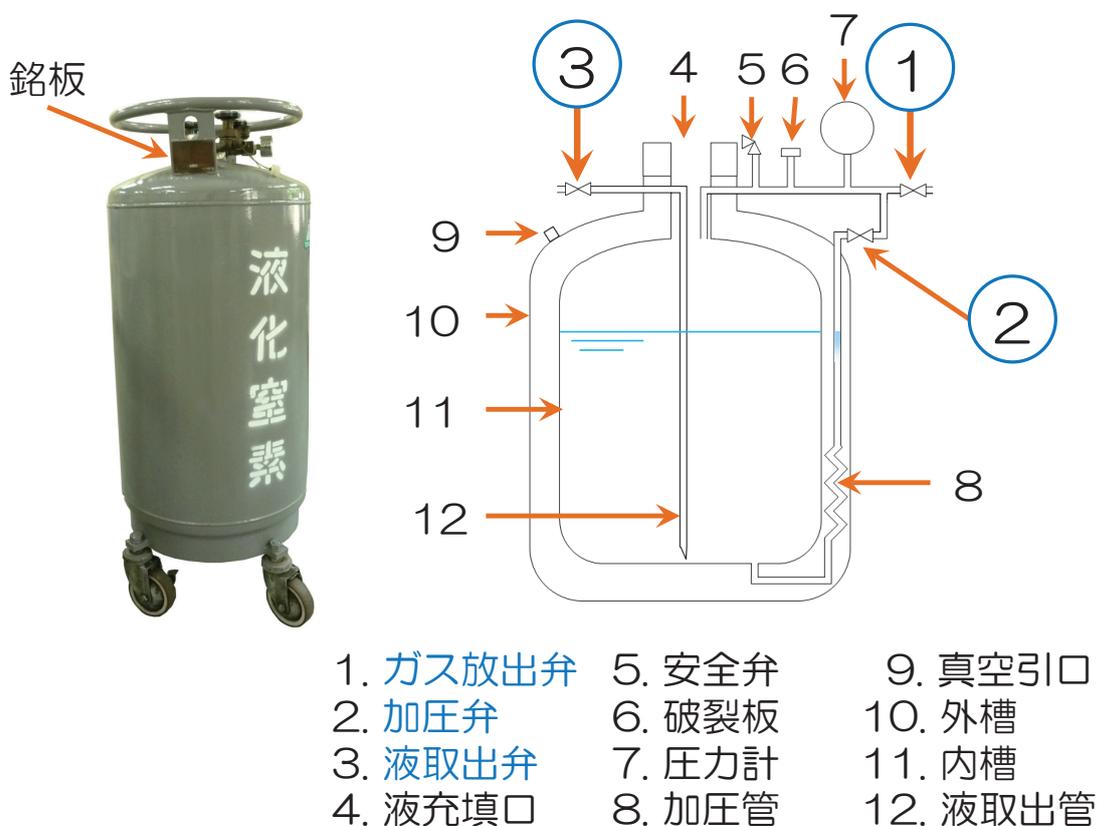
(左) 外観(ジェック東理社 シーベル)、(右) 構造の模式図

小型で比較的軽量のものが多い。外部からの熱侵入を防ぐために、内槽の固定は必要最小限のサポートだけで支えられており、横からの力に弱い構造をしている(図 13)。容器本体を持ち上げて傾けて液体を取り出すこともできるが、サイフォンなどを使用するのが望ましい。保管する際は、内部で水分が凍結してブロックしないよう、専用のふたをして保管する。ふたは蒸発ガスを適度に逃がせる程度の「あそび」がある大きさとなっている。万が一、紛失した場合などは、乾燥したウエス(ぼろ布)を軽くかぶせるなど、密封せず、かつ、大気開放を避けるように注意する。

広口瓶のような開放型容器に入れた液体窒素を放置しておくと、空気中の酸素が液化され液体窒素の沸点が上がったり、瓶の口付近に酸素の濃度が高い状態ができたりする可能性がある。高濃度の酸素は油脂類などに触れると爆発的な燃焼につながる危険があり、不用意に放置することは好ましくない。使用後の液体窒素は、換気の良い屋内で蒸発するまで安静に保管するか、もし可能であれば屋外の安全な場所などへ廃棄することが望ましい。

(2) 自加圧式容器

液体窒素の一部を昇圧管(気化器)で蒸発させることにより、容器内圧を上昇させる機能を持つ容器(図14)。50L以上の大きさのことが多い。



- |          |        |          |
|----------|--------|----------|
| 1. ガス放出弁 | 5. 安全弁 | 9. 真空引口  |
| 2. 加圧弁   | 6. 破裂板 | 10. 外槽   |
| 3. 液取出弁  | 7. 圧力計 | 11. 内槽   |
| 4. 液充填口  | 8. 加圧管 | 12. 液取出管 |

図14 液体窒素 自加圧式容器の例

(左)外観(ジェック東理社 セルファー)、(右)構造の模式図

**[自加圧式容器の使い方・注意事項]**

(液の取り出し)

- 1 **ガス放出弁を閉める。**
- 2 **加圧弁を開き、容器内圧が上昇することを確認する。**
- 3 **液取出弁を開き、液体窒素を取り出す。**液の取り出し中は、容器内圧を上げすぎないように気をつける。**0.02~0.05 MPa**程度に保つと比較的扱いやすい。

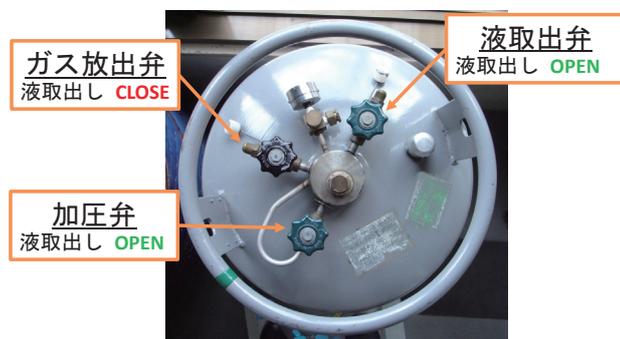


図15 液の取り出し

(ジェック東理社 セルファー)

(終了時、容器を保管するとき)

- 4 液取出弁を閉じる。
- 5 加圧弁を閉じる。
- 6 ガス放出弁を開き、容器の内圧を下げる。

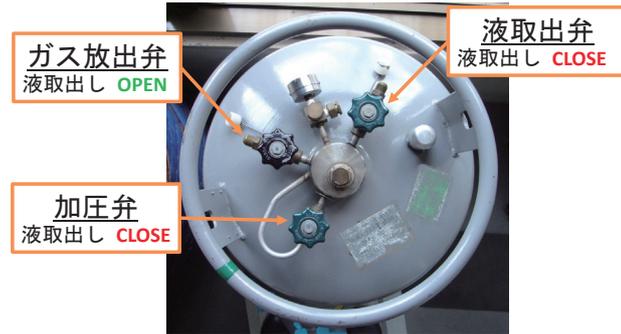


図 16 容器保管時

(ジェック東理社 セルファー)

液が入った容器を保管するときは、直射日光を避け、風通しや換気の良い場所に保管する。転倒などを防ぐため、キャスターのストッパーを使用する。また、容器内圧の上昇を防ぐため、放出弁はなるべく開けておく。放出弁にゴム管にスリットを入れて片方の端をふさいだもの(ブンゼン弁)を取り付けると、空気の流入による閉塞(ブロック)を防ぐことができる(図 17)。

ブンゼン弁



図 17 ブンゼン弁を取り付けた例

(ジェック東理社 セルファー)

**[自加圧式容器の容器再検査]**

液体窒素の自加圧式容器は、保安法により定期的な再検査受検が義務付けられており、再検査未受検の容器へ液体窒素を充填する(汲出す)ことは認められていない。前回の容器検査年月を容器銘板の刻印などで確認し、必要であれば登録された容器検査所(低温センターや容器の製造業者など)で再検査を受検する(表 3、図 18、図 19)。

表 3 容器再検査のサイクル

容器の製造年月	再検査サイクル
1989年3月31日以前	1年
1989年4月1日以降	2年(製造後20年以上)
	5年(製造後20年未満)



図 18 検査刻印の例

(ジェック東理社 セルファー)

例 (製造後20年未満 かつ 再検査期間5年間の容器)

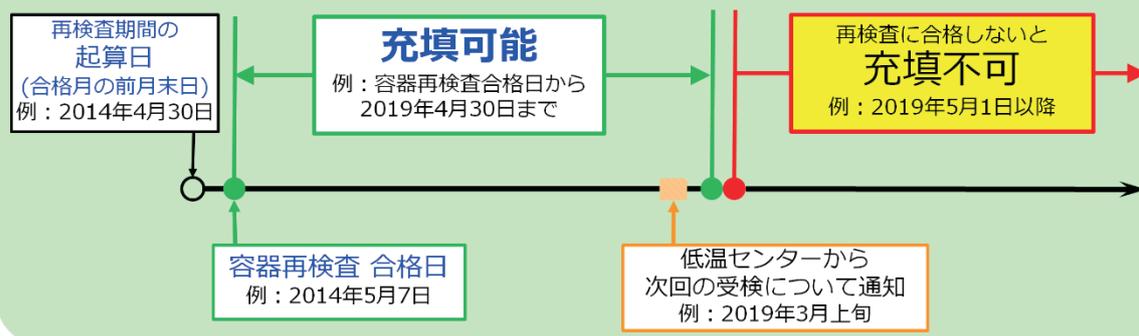


図 19 低温センター登録容器が低温センターで容器再検査を受検する場合の例

3.2 液体ヘリウム容器

液体ヘリウムは蒸発潜熱が小さくわずかな熱侵入ですぐ蒸発してしまう。そのため液体窒素容器以上に断熱性能を向上させたスーパーインシュレーション型の容器が使用される(図 20)。



図 20 液体ヘリウム容器 (左)外観、(Cryo Diffusion 社 NMH100、Messer 社 Helios) (右)構造 (Messer 社 Helios)

アルミニウムメッキをしたマイラなどの断熱材を多層に巻きつけて輻射熱の侵入を防いでいる(スーパーインシュレーション)。

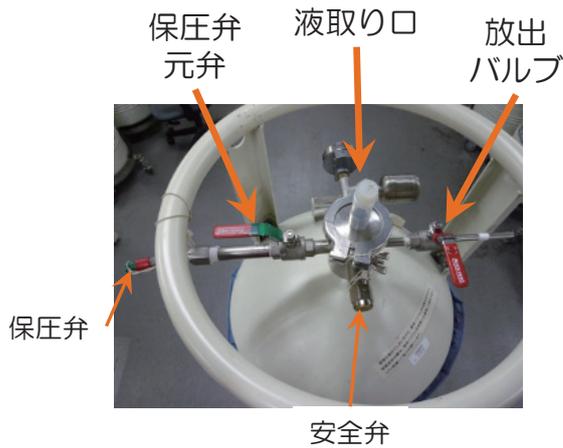


図 21 液体ヘリウム容器 ヘッド部の例



図 22 液取り口に隙間がある例

液体ヘリウム容器は、空気が容器内に流入しないよう、また蒸発ガスを適切に回収または放出するよう、バルブを適切に操作する必要がある(図 22、図 23)。

- 1 研究室で保管するときは、放出口を回収配管につなぎ、放出弁を開く。
- 2 集配場所では、保圧弁元弁を開け、放出弁を閉じる。
- 3 液取り口の栓は隙間なく詰める。

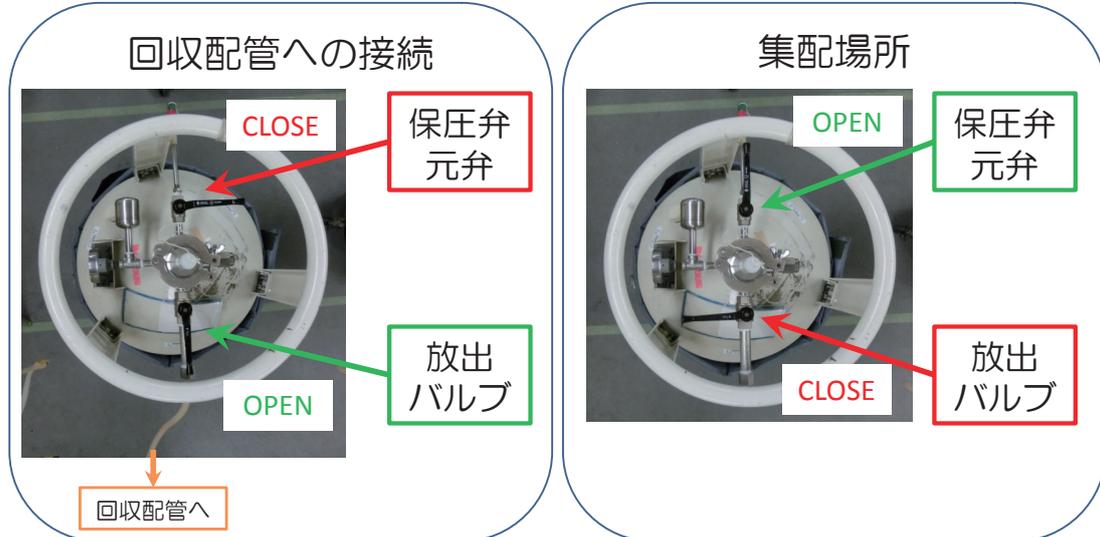


図 23 液体ヘリウム容器 バルブ操作の例

ヘリウムの移送(トランスファー)の際は、凍傷事故防止や設備維持のために、以下に注意して行う。

- 1 作業は低温用手袋を使用する。軍手不可。
- 2 移送中の蒸発ガスをできるだけ回収する。
- 3 流量計に流すガスは常温程度まで温める。冷たいガスは流量計故障の原因になる。
- 4 トランスファーチューブの先を容器の底まで差し込まない。
- 5 容器は液を10%以上残し、冷えた状態で返却すること。(加圧しすぎに気を付け、残液をすべて蒸発させない。)

### 3.3 注意事項…こんなときは

#### 3.3.1 万が一、ブロックしてしまったら

- 1 容器内部の圧力(内圧)を確認、周囲の安全・換気状況を確認する
- 2 容器内部の内圧が高いが、放出が可能なときは、  
(液体窒素) 慎重に大気放出する。  
(液体ヘリウム) 回収配管へ流す(できないときは大気放出)。
- 3 慎重に氷を取り除く・・・汲出し口から顔を遠ざけ、低温用手袋を着用すること！  
ドライヤーで温めた銅パイプなどで氷をごく軽く触って取り除く。  
(ヘリウムの場合) 常温のヘリウムガスを少しずつ流して溶かす。このとき内圧を上昇させないよう注意する。

#### 3.3.2 寒剤をエレベーターで運ぶとき

エレベーターのかごと建物の間には隙間や段差があり、容器を転倒させるリスクが他の場所よりも大きい。もし容器を転倒させ寒剤がこぼれたり容器が破損したりすると、運搬者・同乗者とも怪我や窒息事故に遭いかねない。エレベーターに乗り降りするときは、特にていねいに容器を取り扱い、研究科ごと・建物ごとのルールを確認・遵守すること。また、万が一、寒剤容器運搬中に閉じ込められても、容器が損傷を受けず直立している限りは安全である。落ち着いて対応すること。

万が一、閉じ込められた場合の対処(例)：

- ただちに最寄階で降りる(例：緊急停止ボタンを押す)
- 停止階で扉を開放(例：開延長ボタンを押す)
- 他の人が乗らないよう周知(例：防災センターへ通報)

## 4 ガスボンベの安全な取り扱い

### 4.1 ガスボンベ

ガスボンベ(高压容器)の外表面は表4のような色で塗装されている。また、容器の肩部には表5のように、内容物や容器仕様が刻印されている。刻印が不可能な材質の容器には、充填ガスの種類等を示すラベルが貼付されている。

表4 容器の塗色

ガスの種類	色
酸素	黒色
水素	赤色
液化塩素	黄色
アセチレン	かっ色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
その他の高压ガス	ねずみ色

表5 刻印の内容

記載事項	例
ガスの種類	He
容器の記号番号	ABC23456
内容積(L)	V 47.2
容器重量(kg)	W 60.2
耐圧試験合格年月	04.98
耐圧試験圧力	TP 24.5
最高使用充填圧力 (35℃の時)	FP 14.7

(注)表4、表5とも、輸入されたボンベはこの限りではない。



図24 (左)ガスボンベの外観、(右)刻印の例(ガスの種類と記号番号)

ガスボンベの上にあるバルブが容器弁(元弁)である。このバルブを開けると中からガスを取り出すことができる。ハンドバルブになっているものと専用の工具が必要なものがある(図25)。

口金はガスの取り出し口で、圧力調整器(4.2章参照)などを取り付けるためにネジになっている。ネジの向きはガス種によって異なる。また、キャップが付いている場合は、使用後は適切に戻しておく。



図 25 容器弁外観

安全弁は容器内圧が異常に上昇した際に中のガスを放出して容器の爆発を防ぐ役割があり、通常時には触ってはならない。誤って触ると中から高圧のガスが噴き出してしまう。

**【保管中の注意】**

- 1 直立させ、専用の架台にチェーンを上下 2 段にかけて、確実に固定する(図 26)。
- 2 架台も床などに固定する。
- 3 容器本体の温度を上昇させない。
- 4 直射日光のあたる場所や溶接作業する場所の近くには置かない。
- 5 風通しの良い場所に置く。
- 6 やむを得ず一時的に横倒しにして保管する場合は、転がらないように固定する。

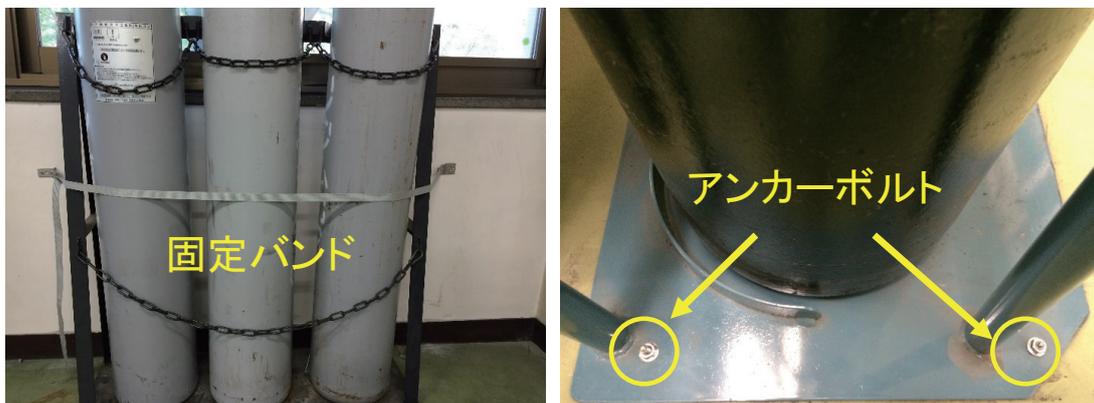


図 26 保管中の注意

### **【運搬時の注意】**

- 1 専用の容器運搬車(台車)を使う(図 27)。
- 2 直接バルブに手を触れない。
- 3 安全靴を着用する。
- 4 台車から降ろしたら、容器を手前に傾けて静かに転がして移動する。足で蹴ったり倒すなど衝撃を与えたりせず、ていねいに取り扱い。



図 27 容器運搬車の使用例[8]

## 4.2 圧力調整器

圧力調整器(レギュレータ、減圧弁。図 29)は、ボンベなどに取り付けて、ガスを一定の圧力で取り出す機器である。口金の形(ネジの方向やピッチなど)がガスの種類によって異なるため、圧力調整器はガス種ごとに用意する。(水素など可燃性ガスやヘリウムは左ネジ、その他は右ネジの場合が多い。)

圧力計、ホース、導管など機器や配管類は、そのガス専用のものを使用する。特に酸素ガスの場合、油分が有ると爆発するので、酸素ガスに使用できるかどうか確認して選定する(図 28)。



図 28 酸素ガス用を示す例

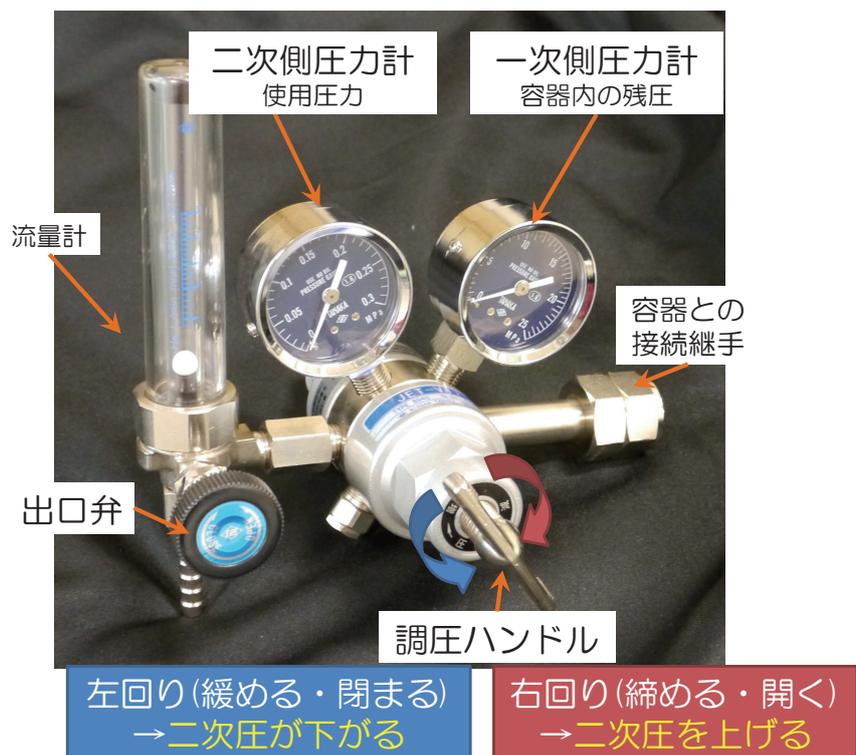


図 29 圧力調整器の例 (日酸 TANAKA JET-V77)

#### [圧力調整器の使い方・使用時の注意]

(取り付け)

- 1 取り付け前に調圧ハンドルを緩め、ガスが流れない状態にしておく。
- 2 ゴミをかまないように注意しながら、接続継手をポンベの口金に取り付け、スパナで締める。取り付けてガタつくものは使用しない。
- 3 ポンベの容器弁を開ける。開ける前にガスの出る方向に注意し、出口側に人がいないことを確かめてから静かに開ける。高圧側圧力計を確認しながら、ガス漏れ音がしないことを確認すること。
- 4 容器との接続継手に発泡液をかけ、ガス漏れの無いことを確認する。ネジの継ぎ手等に漏れがある場合には、バルブを閉め圧力を抜いてからパッキンの有無、損傷などを確認して漏れ箇所を増し締めなどを行う。

(ガスの取り出し、停止)

- 5 低圧側圧力計を見ながら、調圧ハンドルで使用圧力を設定する。高純度ガスを使用するときは、使用前に圧力調整器や接続導管の内部を十分にパージする。
- 6 出口弁を開けてガスを取り出す。
- 7 終わったら出口弁を閉め、調圧ハンドルを緩め、ポンベの容器弁を閉める。

(取り外し)

- 8 取り外す前に出口弁などから圧力調整器内の残圧を逃がして、接続継手をポンベからスパナで外す。(可燃性ガス・毒性ガスの場合は各実験設備の操作マニュアルなどで適切な排気方法を確認して行う。)
- 9 ポンベの口金キャップと容器弁キャップがあるときは、各々適切に取り付ける。

### [ガスボンベからガスを取り出すときの注意]

- 1 バルブ操作は、過大な力(トルク)を加えないで、ゆっくり慎重に行う。
- 2 ガスの出る方向に顔や身体を置かない。また、容器弁開閉時には圧力計の正面に顔を向けないこと。
- 3 バルブは全部開くまで回した後、半回転戻す。  
過大な力(トルク)で開く方向にバルブを開き過ぎると、ネジが噛んで閉じられなくなることがある。わからないときは、まず閉じる方向に回すこと。
- 4 ガスの使用後は、完全にバルブを閉めてキャップをかぶせる。
- 5 開閉札の使用や指差確認を行い、安全な作業に努める(図 30)。

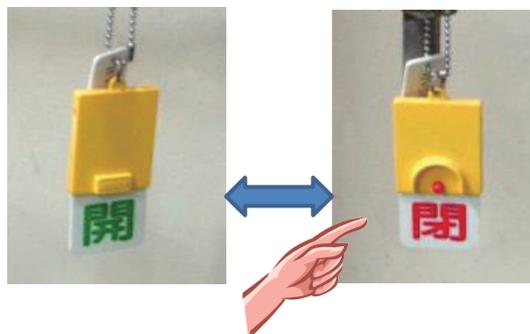


図 30 開閉札

反転したら指差確認を行う。

### 参考資料

- [1] 高圧ガス保安法 <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S26/S26H0204.html>
- [2] 高圧ガス保安法令関係通達集 高圧ガス保安協会(平成 23 年 12 月)
- [3] 東京大学低温センターリーフレット (2013 年 8 月)
- [4] 東京大学高圧ガス管理規程、東京大学高圧ガス自主管理基準 東大ポータル (学内限定)  
便利帳 > 環境安全本部 > 環境安全本部一覧 > 8 管理規程、管理マニュアル、通達等一覧
- [5] 小林俊一、大塚洋一著、物理工学実験シリーズ 7 「低温技術」 東京大学出版会
- [6] 普通救命講習テキスト (財)東京救急協会 (現 (財)東京防災救急協会)(平成 18 年 12 月)
- [7] 酸素欠乏等の防止 建設業労働災害防止協会(平成 24 年 1 月)  
(酸素欠乏危険作業主任者及び酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者技能講習テキスト)
- [8] 高圧ガス講習会 東京大学 環境安全本部(平成 26 年度 6 月)

2014年11月 発行

2015年 2月 補訂

国立大学法人 東京大学 低温センター

〒113-0032 東京都文京区弥生 2-11-16

<http://www.crc.u-tokyo.ac.jp/>