

6. 高 圧 ガ ス

高圧ガスの使用は研究用，教育実験用と幅広く利用され，非常に多種多量になって来ており，高圧ガスの取扱いを誤れば最悪の場合には死亡事故等の重大災害につながります。

したがって，高圧ガスの取扱いについては，「高圧ガス保安法」平成9年4月施行（それ以前は高圧ガス取締法）「労働安全衛生法」「消防法」「液石法」等で規制され，これらが示す基準や取扱い手順に従って高圧ガス事故を未然に防止し，災害を発生させない様にしなければならない。

高圧ガス保安法は，高圧ガスによる災害を防止するため，高圧ガスの製造，貯蔵，販売，移動その他の取扱及び消費並びに容器の製造及び取扱を規制するとともに，民間事業者及び高圧ガス保安協会による高圧ガスの保安に関する自主的な活動を促進し，もって公共の安全を確保することを目的とする。

6. 1 定義

高圧ガス保安法で規制対象とする高圧ガスは次のように定められている。

- (1) 常用の温度において圧力（ゲージ圧力をいう。以下同じ）が1MPa（旧表示は10kg/cm²）以上となる圧縮ガスであって，現にその圧力が1MPa以上であるもの又は，温度35℃において圧力が1MPa以上となる圧縮ガス（圧縮アセチレンガスを除く）。
- (2) 常用の温度において圧力が0.2MPa（旧表示は2kg/cm²）以上となる圧縮アセチレンガスであって，現にその圧力が0.2MPa以上であるもの又は，温度15℃において圧力が0.2MPa以上となる圧縮アセチレンガス。
- (3) 常用の温度において圧力が0.2MPa（旧表示は2kg/cm²）以上となる液化ガスであって，現にその圧力が0.2MPa以上であるもの又は，圧力が0.2MPaとなる場合の温度が35℃以下である液化ガス。
- (4) 前号に掲げるものを除くほか，温度35℃において圧力ゼロMPa（大気圧）を超える液化ガスのうち，液化シアン化水素，液化ブロムメチル又はその他の液化ガスであって，政令で定めるもの。

高圧ガス保安法で用いる圧力の単位

“圧力（ゲージ圧力をいう。以下同じ）”と定義されており，これは1気圧における相対的な圧力であり，地球上（1気圧の状態）で圧力計の指針がさす圧力となる。

この単位はメガパスカル（MPa）が用いられる。

旧単位ではキログラムパー平方センチメートル（kg/cm²）である。古い圧力計はkg/cm²の表示になっており，1MPaは約10kg/cm²に換算できる。

6. 2 高圧ガスの分類

6. 2. 1 種類による分類

(1) 第1種ガス

ヘリウム，ネオン，アルゴン，クリプトン，キセノン，ラドン，窒素，二酸化炭素，フルオロカーボン（可燃性のものを除く）又は空気をいう。

(2) 第2種ガス

第1種ガス以外のガスで第3種ガスを除くものをいう。

尚，第3種ガスは現在指定されていない。

(3) 特定高压ガス

消費に際して特別の注意を要するものとしてモノシラン、ホスフィン、アルシン、ジボラン、セレン化水素、モノゲルマン、及びジシランの圧縮ガス及び液化ガスが相当程度貯蔵して消費する際に特別の注意を要するものであり、次のようにガスの種類及び量が定められている。

ガスの種類	数 量	ガスの種類	数 量
圧縮水素	容積 300m ³	液化アンモニア	質量 3,000kg
圧縮天然ガス	容積 300m ³	液化石油ガス	質量 3,000kg
液化酸素	質量 3,000kg	液化塩素	質量 1,000kg

※ 消費数量が上に示す以上のものは都道府県知事に施設や消費に関する書面を添えて届け出ること。

6. 2. 2 性質による分類

(1) 可燃性ガス

アクリロニトリル、アクロレイン、アセチレン、アセトアルデヒド、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、エチルベンゼン、エチレン、塩化エチル、塩化ビニル、クロルメチル、酸化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジシラン、ジボラン、ジメチルアミン、水素、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、ブタジエン、ブタン、ブチレン、プロパン、プロピレン、ブロムメチル、ベンゼン、ホスフィン、メタン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、メチルエーテル、硫化水素及びその他のガスであって次のイ又はロに該当するもの。

イ 爆発限界（空気と混合した場合の爆発限界。以下同じ。）の下限が10%以下のもの。

ロ 爆発限界の上限と下限の差が20%以上のもの。

(2) 毒性ガス

アクリロニトリル、アクロレイン、亜硫酸ガス、アルシン、アンモニア、一酸化炭素、塩素、クロルメチル、クロロプレン、五フッ化ヒ素、五フッ化リン、酸化エチレン、三フッ化窒素、三フッ化ホウ素、三フッ化リン、シアン化水素、ジエチルアミン、ジシラン、四フッ化硫黄、四フッ化ケイ素、ジボラン、セレン化水素、トリメチルアミン、二硫化炭素、フッ素、ブロムメチル、ベンゼン、ホスゲン、ホスフィン、モノゲルマン、モノシラン、モノメチルアミン、硫化水素及びその他のガスであって、じょ限量が百万分の二百以下のもの。

(3) 特殊高压ガス

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

(4) 不活性ガス

前ページの第1種ガスで空気を除いたもの。

6. 3 高压ガスの性質

まず取扱うガスの性質をよく知ることである。おもな高压ガスの性質を表1に示す。これらの性質を知ることにより取扱い方やガス漏れなどの事故の対策処置等が決定される。

表1 高圧ガスの諸性質

種類	名称 ()内は容器の色	気体比重 (空気=1)	沸点 (°C)	融点 (°C)	爆発範囲 (vol%)	発火点 (°C)	腐食性	臨界温度 (°C)	臨界圧力 (atm)
圧縮ガス	アルゴン	1.38	-185.7	-189.2			無	-122.4	48.0
	一酸化炭素	0.98	-192.2	-205.0	12.5~74	609	無*	-139	34.5
	空気	1.00	-191.5	-213~225	△		無	-140.7	37.2
	酸素(黒)	1.10	-182.9	-218	△		無	-118.4	50.1
	酸化窒素	1.27	-151	-163.7			無*	-93	64
	水素(赤)	0.07	-252	-259	4.0~75.6	585	無	-239.9	12.8
	窒素	0.97	-s195.8	-210.0			無	-147	33.5
	ネオン	0.67	-245.9	-248.6			無	-228.7	26.9
	ヘリウム	0.14	-268.9	-272.1			無	-267.9	2.2
メタン	0.55	-161.4	-182.7	5.0~15.0	537	無	-82.1	45.8	
液化ガス	アンモニア(白)	0.58	-33.4	-77.7	15~28	651	有*	132.3	111.3
	亜酸化窒素	1.53	-88.5	-90.9			無	36.5	71.7
	二酸化硫	2.26	-10.0	-15.5			有*	157.5	77.8
	エチレン	0.98	-103.8	-169.5	2.7~3.6	450	無	9.2	50.0
	塩化水素		-85	-112			有*	51.4	81.5
	ホスゲン	1.39	8.3	-104			有*	182	56
	ブタジエン	1.87	-4.4	-113	2.0~12	429	無	152	42.7
	ブチレン	1.94	-6	-146	1.8~9.7	323	無	144.7	39.5
	フッ化水素	0.99	19.4	-92.3			有*	230.2	
	フッ素	1.32	-188	-223	△		有*	155	25.0
	フレオン-22	1.41	-40.8	-160			無	96.4	48.5
	プロパン	1.56	-42.8	-189.9	2.2~9.5	466	無	96.8	42.0
	プロピレン	1.49	-47.7	-185.2	2.4~11	410	無	91.8	45.6
	硫化水素	1.18	-60.0	-82.9	4.0~44	260	有*	100.4	88.9
	塩素(黄)	1.56	34.1	-100.9	△		有*	144.0	76.1
	二酸化窒素		21.3	-9.3			有	153.0	100
	酸化エチレン	1.52	10.7	-111.3	3.6~80.0	429	無*	195.8	7.2
シアン化水素	0.96	25.0	-13.4	5.6~40	537	無*	183.5	53	
炭酸ガス(緑)	1.16		-78			無	31.0	72.8	
アセチレン(褐)	0.90		-81.8	2.5~80.5	299	無	25.5	61.6	

△ 支燃性ガス * 毒性ガス

可燃性ガスは空気や酸素等との割合、いわゆる爆発範囲(爆発上限界と爆発下限界の間)に混合すると発火源の存在で爆発を起こす。爆発には音速を超える火災速度の速い激しい爆発(爆ごう、デトネーション)を起こすことがある。

特殊な例としては配管内の油膜で起こる油膜爆ごう(フィルムデトネーション)もある。発火源としては熱的(加熱表面、火炎、高温ガス、熱放射等)、電氣的(電気火花、アーク、コロナ、静電気等)、機械的(打撃、摩擦、断熱圧縮、衝撃波等)、光学的(赤外線、レーザー等)、化学的(分解、酸化、重合等)等さまざまであり、ボンベの取扱いで打撃したり、一気にバルブを開けたりしてはいけない(断熱膨張)。

ガス比重は同容積の空気の比重標準状態(0°C1気圧)における質量比である。例えば空気の平均分子量約29であり、プロパンは分子量44であるのでガス比重は44/29=約1.5となる。ブタンは分子量58であるのでガス比重は58/29=約2.0となる。これらの混合物であるLPガスは

最も重い可燃性ガスといえる。

尚、すべてのガスの容積は一定圧力において、温度が1℃上下することに、元の体積から1/273ずつ増減する（シャルルの法則）。

つまり、温度により比重も著しく変化する。したがって、空気よりも少し軽いガスであっても、冷却されていると常温の空気よりも重くなることがあるので注意を要する。

直射日光に当たって暖められたボンベ等のガス圧力上昇も加熱膨張によるものである。

6. 4 高圧ガス容器（ボンベ）と付属器具

高圧ガス容器についての規格は、各国毎に決められている。わが国では、日本工業規格 JIS B. 8241 で規定されている。

容器の種類は、継目なし容器（圧力の高い圧縮ガス）、溶接容器（比較的圧力の低いガス）、LPガスバルク容器、超低温液化ガス容器等がある。ガスの種類や内容積により、いろいろなサイズの容器がある。

容器キャップは、ネジ込み式キャップ（付け忘れないこと）と固定式キャップがあり、容器弁（バルブ）の安全が確保されている。

容器の刻印と塗色及び表示は、容器の肩部厚肉の部分に明白に図1に示すよう刻印され、充填ガスの種類によって容器の全面に表2に従って塗色されている。

圧力調整器は圧縮ガス、液化ガス、ガスの性質等によりさまざまなものがあり、併用したり間違えてはならない。使用ガス専用の圧力調整器を正しく使用すること。

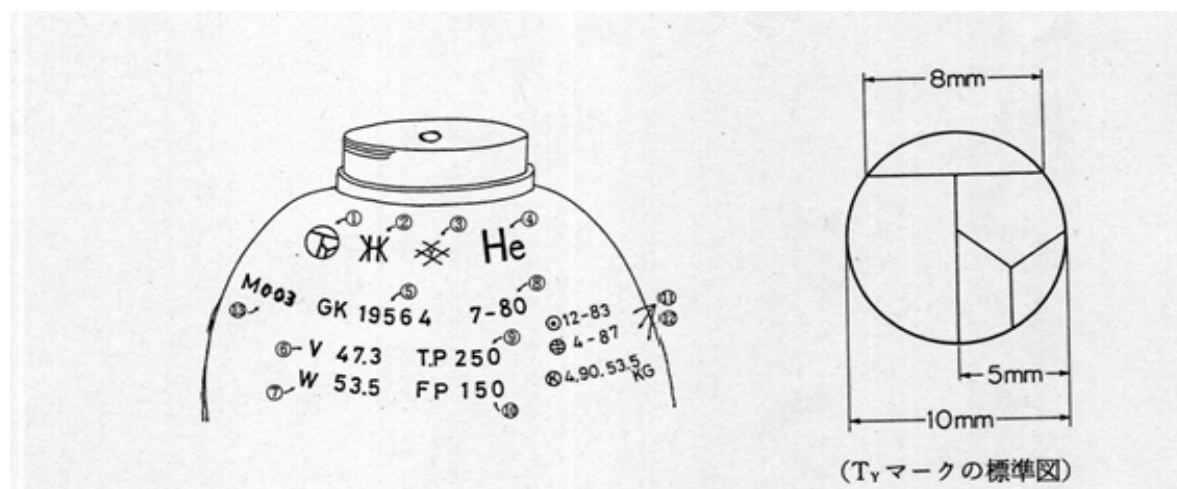


図1 ボンベ刻印の例

- ① 特定容器である旨の刻印（TYマーク）
- ② 容器検査に合格した旨の記号、および検査実施者の名称の符号
- ③ 容器製造者の名称またはその符号
- ④ 充填すべきガスの種類
- ⑤ 容器の記号および番号
- ⑥ 内容量（記号 V，単位 リットル）
- ⑦ バルブおよび付属品を含まない質量（記号 W，単位 kg）
アセチレン用は多孔質物，バルブを加えた質量（記号 TW，単位 kg）
- ⑧ 容器検査に合格した年月
- ⑨ 耐圧試験における圧力（記号 TP，単位 kg/cm²またはMPa）
- ⑩ 最高充填圧力（圧縮ガスに限る）（記号 FP，単位 kg/cm²またはMPa）
容器再検査（耐圧試験）に合格した場合には
- ⑪ 再検査実施者の名称の記号および再検査の年月
- ⑫ 質量に変化があった場合には新しい質量
- ⑬ 所有者登録番号

表2 高圧ガス容器の塗色と文字の色

高圧ガスの種類	容器の塗色	ガス名称を示す文字の色	ガスの性質とそれを示す文字の色
酸素ガス	黒色	白色	
水素ガス	赤色	白色	「燃」白色
液化炭酸ガス	緑色	白色	
液化アンモニアガス	白色	赤色	「燃」赤色, 「毒」黒色
液化塩素ガス	黄色	白色	「毒」黒色
アセチレンガス	褐色	白色	「燃」白色
可燃性ガス	ねずみ色	赤色	「燃」赤色
可燃性, 毒性ガス	ねずみ色	赤色	「燃」赤色, 「毒」黒色
毒性ガス	ねずみ色	白色	「毒」黒色
その他のガス	ねずみ色	白色	

6. 5 ガス容器の取扱い

6. 5. 1 貯蔵等保管上の留意および遵守事項

(1) 第2種貯蔵所の貯蔵量

あらかじめ都道府県知事に届け出て設置しなければならない貯蔵所のガス貯蔵量

第1種ガスにあっては容積300m³以上(容積47リットルのボンベに換算すると43本以上)3000m³未満(これ以上は第1種貯蔵所になる)の貯蔵

第2種ガスにあっては容積300m³以上1000m³未満(これ以上は第1種貯蔵所になる)の貯蔵

第1種ガスの液化ガスにあっては3t以上30t未満(これ以上は第1種貯蔵所になる)。

第2種ガスの液化ガスにあっては3t以上10t未満(これ以上は第1種貯蔵所になる)。

高圧ガスが液化ガスであるときは、質量10kgをもって容積1m³とみなす。

(2) 置場環境

飛来・落下・倒崩物等の接触防止措置があるか、またはその発生のおそれのないこと。

火気、炉等着火源となる設備を近くに(貯蔵から5m以上の距離)設置しないこと。

ガソリン、油類、油ぼろ等引火性、発火性または燃えやすい物を近くに(2m以上の距離)置かないこと。

直射日光等で容器の温度が40℃以上にならないよう、覆い等の処置をしておくこと。

通風または換気が十分なところであること。地下室、タンク内等には持ち込まないこと。

配線・配電設備を近くに置かないこと。

特に毒性・可燃性ガス及び酸素ガスの容器はシリンダーキャビネットに収納すること。

(3) 処置

容器の備蓄はできるだけ少なく必要最小限にし、空容器は早めに業者に返却する。

容器はガスの種類別に区別しておき、容器が空になった場合は、「空」または「使用済」と明記し、充びんとの違いがわかるようにしておくこと。使用中の容器であっても、原則として1年以上同じ容器により継続して使用しないこと。

地震その他の振動または接触によって転倒しないよう、ボンベは専用スタンドに立てて、チェーン等で上下2箇所を固定したものを壁際に設置すること。

近くに有効な消火器を常備しておくこと。

使用する部屋の入り口には「火気厳禁」、場合においては「資格者以外取扱禁止」「高圧ガス

容器保管管理責任者名」等を掲示しておくこと。

(4) 点検

ガス漏れを定期的に点検すること。石鹼水又は専用の検査液を常備し、いつでも点検できるようにしておくこと。

取扱い第2条に基づく「高圧ガス容器及び付属設備年間点検表」を用いて、容器及び容器の付属設備（配管、ホース、調整器及び逆火防止器）を1年に1回以上、安全性に問題がないことを確認し、記録を残すこと。

6. 5. 2 運搬等の留意および遵守事項

弁は確実に締めておくこと。圧力調整器は取りはずして、キャップが確実に取り付けてあるか確認すること。

転がしたり、足でけったり、引きずったり等衝撃を与えるようなことは行わないこと。

溶解アセチレンの容器は容器内の溶剤が流出しないよう、立てて運ぶこと。

移動が頻繁もしくは遠距離の場合は、専用の手押車を用いるようにすること。

段差の大きい所を降ろす場合は緩衝板を敷き、底部から降ろすこと。

(1) 一人で移動させる場合

両手を用い、容器を手前に約10～15°傾け、容器の底縁を床上で回転させ移動させること。

その方法は両脇をしめて容器の正面に立ち、左手で容器のキャップを軽く保持し、右手で容器の肩部を押さえ容器を手前に静かに傾ける。次いで容器の肩部の右手を外周に沿って左方向に押し、容器に回転を与えながら容器を左方向に移動させる。その逆もある。このとき人は横歩行の姿勢をとる。なお、回転はゆっくりと静かに行うこと。床面の段差、滑りやすい床や土間などの所は十分に注意して移動させること。

(2) クレーンでの移動

クレーンでの移動は基本的に行わないこと。やむを得ず必要な時は「容器かご」等に入れ、1本吊はしないようにすること。

ロープ掛け等の玉掛け作業は、玉掛の有資格者で行い、又、クレーンの運転もクレーン設備に合った有資格者が行うこと。容器を吊り上げたり、移動する地域内には他の者の立ち入りを禁止し「立入禁止」の標識を立てること。

6. 5. 3 使用時の留意および遵守事項

容器の口金は、よく清掃し、油類、ゴミ等を除去すること。

調整器を取り付ける前に、専用ハンドルを用いて容器弁を30～45°の開き角度で1～2回開き、ガスを少量放出し、口金内のゴミ等を吹き払うこと。このとき放出口が身体に向かないよう安全な方向にすることはもとより、他の人の方向にも注意すること。

専用のハンドルを用い、ハンドルを左手で握り外に向って押し開くとき、その握り部を右の手のひらで軽く叩いてはずみをつけ開くこと。閉めるときはその逆に行う。したがって、ハンドルをハンマー等で叩いて弁の開閉をしないこと。

容器用ハンドルは1容器1個とし、容器弁に取り付けたまま使用すること。したがって使用中にはずしたり、または他の容器弁の開閉に用いないこと。

酸素容器の弁は使用中全開しておくこと。

溶解アセチレン容器の弁は、1.5回転以上開けて使用しないこと（流出量の制限）。

ガスの使用を一時中止するときは、そのつど容器弁を閉めること。

寒冷地等でガスの流出が悪く加温を必要とするときは、温水を用いること。この場合、弁および容器表面積の20%以上を温水中に浸さないようにし、かつ容器温度は40℃以上にしないこと。

充填容器はもとより、空の容器でも治具や加工物の台等に用いて衝撃を与えないこと。

容器を「空」にするときは、わずかのガスを残し、弁をよく閉めてキャップを取り付け「空」または「使用済」と明記する等、充填容器とはっきり区別できるようにすること。

室内では、第1種ガス以外のガスはシリンダーキャビネットに入れ使用の方がよい。

使用前、使用中、使用後に容器等の装置に異常やガス漏れを発見した場合は、ただちに緊急措置をとるとともに、担当教職員や管理責任者、事務室等に連絡し指示をあおぐこと。

6. 5. 4 配管

ボンベの配管について、ウレタンチューブでの配管はステンレス配管に比べてリークしやすいため、下記の処置を執ることが推奨される。

- (1) 漏れ検知液（スnoopなど）で常時リークチェックを行う。
- (2) 足で踏みつけないように、床面上でのチューブ配管はしない。
- (3) 酸欠モニターを設置する。
- (4) 可能であればステンレス配管に移行する。

6. 6 低温液化ガス

低温液化ガスは超低温を得るのに実験室でもよく使われるが、危険性をともなうので、その取扱いには熟練と細心の注意が必要である。

6. 6. 1 一般的注意

- (1) 液化ガスおよびそれを使用する装置の取扱いには熟練が必要であり、2人以上で実験をする。初心者には必ず経験者の指導のもとで、いっしょに行うこと。
- (2) 液化ガスが直接に皮膚、眼、手足などに触れないように、必要に応じて保護服、防毒マスク、保護メガネ、保護手袋などを着用する。軍手など液体を吸い易いものは使用しないこと。
- (3) 液化ガスを取り扱う実験室は、換気を良くし実験付属品は固定しておくこと。
- (4) 液化ガス容器は、日光の直射しない風通しの良い場所に置くこと。
- (5) 液化ガス容器は、静かに丁寧に扱うこと。
- (6) 液体ガスを密閉容器に入れてはならない。必ず気化ガスの逃げ口をもうけ、ガラス綿などで栓をし、爆発と引火の危険をなくすこと。
- (7) 寒剤容器、特にガラス製魔法瓶は新しいものほど割れやすいので注意する。顔を容器の真上に近づけてはならない。
- (8) 液化ガスが皮膚に着いたときは、直ちに水で洗い落とす。また、衣服にしみこんだときは凍傷になり易いので直ちに衣服を脱ぐこと。
- (9) 液化ガスを使用する装置は温度変化による膨張、収縮を繰り返すので、定期的なガス漏れ点検を不活性ガスで置換して行い、ガス使用記録と共に、点検記録も残しておくこと。

6. 6. 2 液体窒素

液体窒素の沸点は 77.35K で、このような低温液体によって起こる危険性を次に示す。

- (1) 人体に対する影響：低温による凍傷および気化した窒素ガスが濃厚となったときの酸素欠乏。
- (2) 材料に対する影響：一般に金属は低温になるともろくなる、特に、よく使われる鋼は低温に接触する部分に使用してはならない。低温脆性を起こさない銅、アルミニウム合金、ステンレス鋼などの金属材料、またはテフロン、ナイロン、ベークライトなどの非金属は使用できる。

6. 6. 3 容器(貯蔵デュワー)の取扱い

- (1) 容器は次ページの図3に示すような金属製の液体窒素専用の物を用いる。ガラス製のデュワー瓶は破損のおそれがある。
- (2) 開放型容器の場合は必ず付属のキャップをする。密閉型容器では昇圧弁、液取出弁を閉じ、ガス放出弁を開いておく。
- (3) 貯蔵タンクから容器へ液体窒素を汲み出すときは、汲み出し蛇口のパルブは徐々に静かに開く。このとき、液体窒素は高圧低温ガスとなって激しく噴出するので、最初はほんの少しパルブを開き、このときに出てくる低温ガスで容器内を十分冷却し、その後パルブを徐々に開き適量の液体窒素を取り出す。
- (4) 液体窒素貯蔵容器は構造上頸部が最も弱いので、横に倒すようなことは厳に慎むべきである。また、衝撃に弱いので丁寧に扱うこと。
- (5) 注入後、パルブは確実に閉める。容器は水平に置き、加熱源の近くを避けること。
- (6) 容器の運搬にはエレベータを使わないこと。エレベータ内は狭い室であり、時間と共に酸欠となり危険である。重量等の問題で階段を使用できず、やむを得ずエレベータを使用する場合は、エレベータに容器のみを入れ、図2のような警告バリアを張り、無人で搬送し、上階と下階で携帯電話等で連絡を取りつつ、途中の階においても人が乗らないように、細心の留意を行うこと。空と思われる容器であっても、容易には判断できないため、同様の処置を行うこととする。なお、工学部本館で運搬に使用できるエレベータは D2 棟にある一基のみとする。



図2 エレベータを使用する場合の例

- (7) 容器の蒸発損失は5リットル容量のもので8%/日、100リットル容量のもので3%/日が標準である、これよりも蒸発損失の大きいときは、おもにデュワーの真空度の低下によるものとみてよい、デュワーの真空の引き直しを行う必要がある。
- (8) 純粋な液体窒素は空気中の酸素を急速に吸収し、組成が変動し、沸点は純窒素の77.33Kから純酸素の90.16Kまで連続的に上昇するので、容器の出口に逆流防止弁をつけたり、バブラーに連結したりして酸素の溶存を避けること。
- (9) 容器には異物などの流入を防止するため残ガスを保っておくこと。
- (10) 容器が破損すると上方に液体窒素を吹きあげるので、液体を吸収する軍手などを使用してはいけない。また、衣類に液体がしみこんだときは凍傷になるおそれがあるので、直ちに衣服を脱ぐこと。

(11) 充填容器と残ガス容器が分るように区別しておくこと。

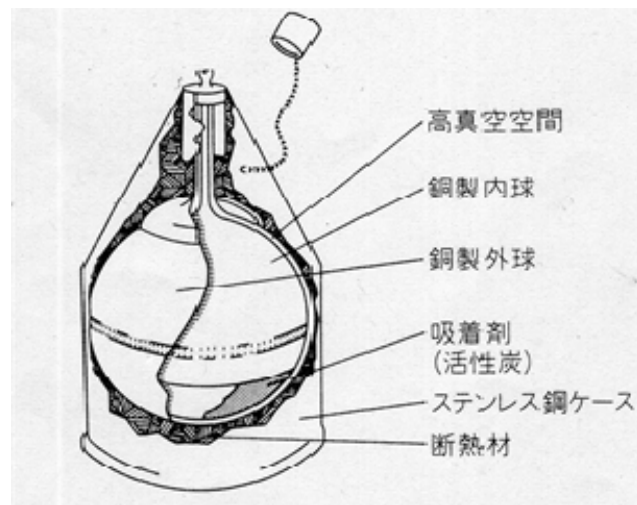


図3 液体窒素貯蔵デュワー

参 考 文 献

- 1) 監修：通商産業省保安課 「高圧ガス取締法規集」1991年版
- 2) 監修：通商産業省保安課 「高圧ガス消費者保安講習テキスト」1993年版
- 3) 編者：厚生労働省安全課 「ガス溶接作業主任者テキスト」1999年版
- 4) 監修：厚生労働省安全衛生部 「安全衛生法令要覧」2003年版
- 5) 編集：高圧ガス保安協会 「高圧ガス保安法令（抄）」2008年版

※文章中の法令は次のホームページから検索可能である：

<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>