

平成14年度高圧ガス保安教育

新人講習会テキスト PDF版

平成14年4月24日

東京大学物性研究所 低温液化室

<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/cryogenic/>

ekika@issp.u-tokyo.ac.jp

目 次

1. 高圧ガス保安法について	
1.1 高圧ガス保安法の目的	4
1.2 高圧ガスの定義	4
1.3 高圧ガスの分類	4
1.4 高圧ガスの消費	5
1.5 事業所としての物性研究所と保安教育について	5
付録 高圧ガス保安法	6
2. 寒剤の性質	
2.1 寒剤の物理的・化学的性質と「特性」	9
2.2 寒剤による事故	9
2.3 高圧装置の安全対策	12
3. 容器の取り扱い	
3.1 液体窒素容器・液体ヘリウム容器の取り扱い	13
3.2 高圧容器（通称ボンベ）の取り扱い	16
4. 寒剤供給の受け方	
4.1 はじめに	18
4.2 液体窒素の汲み出し方	22
4.3 液体ヘリウムの持出・返却の仕方	23
5. ヘリウムガス、窒素ガスの供給について	
5.1 ヘリウムガス	27
5.2 窒素ガス	27

1. 高圧ガス保安法について

1.1 高圧ガス保安法の目的

高圧ガス保安法は高圧ガスによる災害を防止する事を目的とし、制定された。平成8年3月には名称が、「高圧ガス取締法」から「高圧ガス保安法」に改正された。改正後の主な変更点としては、単位がSI単位系に統一された点と、規制緩和された点である。また、規制緩和の一環として基準の機能性をめざし改正が行われている。(法 第1条)

図1に高圧ガス保安法の構造の概略を示す。以下、それぞれの名称を通称で記す。

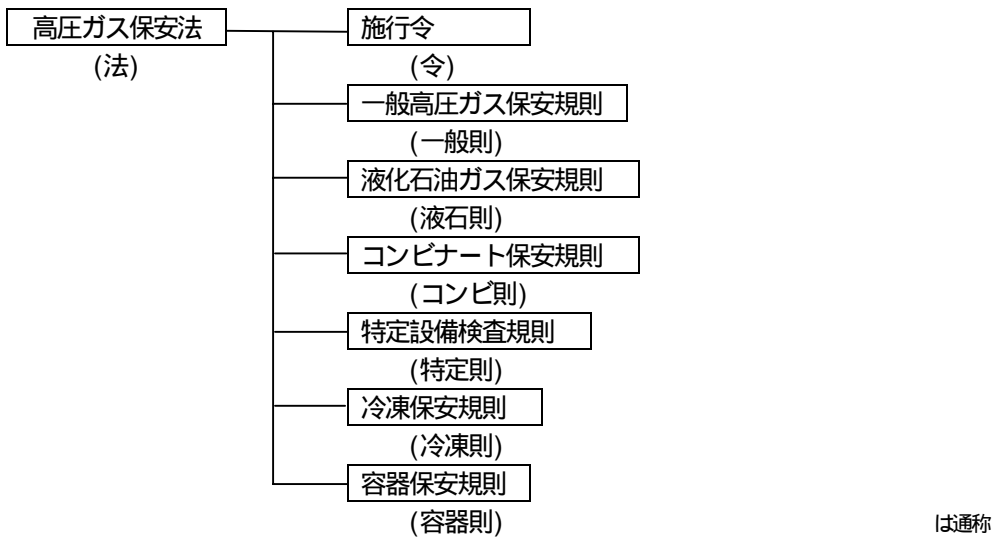


図1. 高圧ガス保安法の構造

1.2 高圧ガスの定義

ある温度において一定以上の圧力を持つ圧縮ガス、及び液化ガスを「高圧ガス」と定義している。よって、寒剤として使用している液体窒素、液体ヘリウムも状態によっては高圧ガスとして取扱われ、「高圧ガス保安法」によりその消費、取扱等が規制されている。(法 第2条)

1.3 高圧ガスの分類

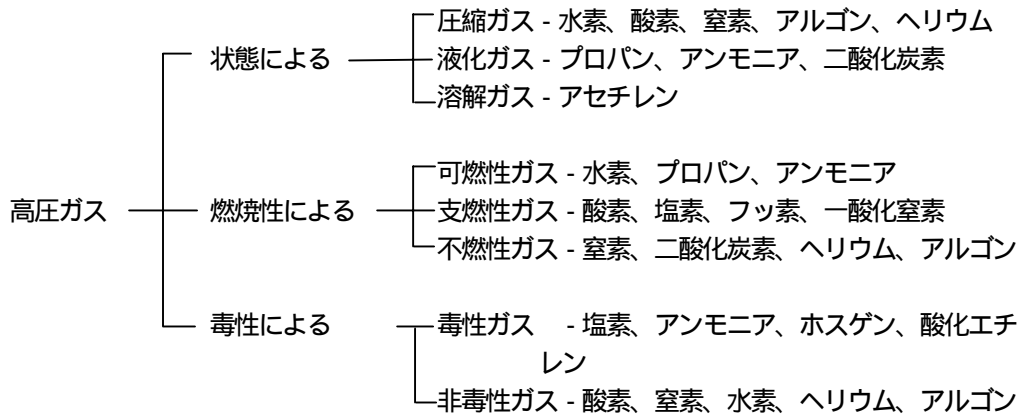


図2. 高圧ガスの分類

高压ガスのうち、現に気体であるものを圧縮ガス、液体の状態であるものを液化ガスといい、この区分は、ガスの種類に依るものでなく、その時の状態によって定まる。

・**圧縮ガス**とは、気体の状態で圧縮されて取扱われるガスをいい、水素、酸素、窒素等がある。また、アセチレンガスの場合、高压に圧縮すると、分解、爆発を起こす危険性があるので、容器の中に多孔質物に浸潤させたアセトンなどの溶剤に溶解させて充てんするため、業界では溶解ガスと呼ばれるが、法では圧縮ガスとされている。

・**液化ガス**とは、常温において高压容器内に液化ガスとして、貯蔵されているガスをいい、アンモニア、二酸化炭素、プロパンガス等がある。ヘリウムや窒素も液化した状態で、開放した断熱容器内に常圧で沸点(ヘリウムなら4.2K)に保ちながら、貯蔵している状態では液化ガスである。

次に、燃焼性によって、**可燃ガス(※1)**、**支燃性ガス**、**不燃性ガス**に分類できる。

燃焼するガスを可燃性ガス、燃焼を助けるガスを支燃性ガス、燃焼しないガスのことを不燃性ガスという。

また、空气中に一定量存在すると、人体に機能障害(中毒)を起こすガスを**毒性ガス(※2)**としている。なお、ガスには、塩素(支燃性ガス、毒性ガス)や一酸化炭素(可燃性ガス、毒性ガス)のように上記の性質を併せもつものがある。

※1 可燃性ガスとは次のようなガスである。(一般則 第2条)

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、アンモニア、一酸化炭素、エタン、エチルアミン、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、塩化エチレン、酸化プロピレン、シアン化水素、シクロプロパン、ジメチルアミン、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、プロムメチル、ベンゼン、メタン、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をいう)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 毒性ガスとは次のようなガスである。(一般則 第2条)

アクリロニトリル、アクロレイン、亜硫酸ガス、アンモニア、一酸化炭素、塩素、クロルメチル、酸化エチレン、クロロプレン、シアン化水素、ジメチルアミン、トリメチルアミン、二硫化炭素、フッ素、プロムメチル、ベンゼン、ホスゲン、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2百(200ppm)以下のもの。

1.4 高压ガスの消費

高压ガスを消費するに当たり、消費するガスの種類によって**特に厳重に規制を受けるもの**がある(法 第24条)。中でも、「**特殊高压ガス**」は、非常に毒性、爆発性が高いものなので消費に際し、量の多少にかかわらず都道府県知事に届け出を必要とする。これらのガスの取扱は、東京大学環境安全委員会による「環境安全指針」にも記載されているので、消費の際にはこれらのものも参考に十分注意して使用して頂きたい。(法 第24条の2)(施行令 第7条)

1.5 事業所としての物性研究所と保安教育について

東京大学物性研究所は、法 第5条の1により、第1種製造者となり、高压ガス製造事業所として千葉県知事に認可されている。また、法 第16条に該当するので、第1種製造所の認可も受けている。また、法 第26条に基づき、物性研究所では「危害予防規定」が定められており、その中に従業員に対する保安教育が規定されている。また、法 第27条により「その従業員(※3)に保安教育を施さなければならない」と定められており、それらに基づき保安教育を実施している。(法 第26条)(法 第27条)

※3 物性研の場合は教職員、学生、院生、研究員が対象

付録 高圧ガス保安法

高圧ガス保安法政省令より抜粋、加筆

第1章 総則

(目的)

第1条 この法律は、高圧ガスによる災害を防止するため、高圧ガスの製造、販売、貯蔵、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。

(定義)

第2条 この法律で「高圧ガス」とは、次の各号のいずれかに該当するものをいう。

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以上となる圧縮ガスであつて現にその圧力が1MPa以上であるもの又は温度35度において圧力が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以上となる圧縮アセチレンガスであつて現にその圧力が0.2MPa以上であるもの又は温度15度において圧力が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以上となる液化ガスであつて現にその圧力が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度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度において圧力0メガパスカル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つて、政令で定めるもの

第2章 事業

(製造の許可等)

第5条 次の各号の1に該当するものは、事業所ごとに、都道府県知事の許可を受けなければならない。

1 圧縮、液化その他の方法で処理することができるガスの容積(温度0度、圧力0パスカルの状態に換算した容積をいう。以下同じ。)が1日100m³(当該ガスが政令で定めるガスの種類ごとに100m³を超える政令で

定める値)以上である設備を使用して高圧ガスの製造(容器に充填することを含む。以下同じ。)をしようとする者。

(貯蔵所)

第16条 容積300m³(当該ガスが政令で定める種類に該当するものである場合にあっては、当該ガスで定めるガスの種類ごとに300m³を超える政令で定める値)以上の高圧ガスを貯蔵するときには、あらかじめ都道府県知事の許可を受けて設置する貯蔵所(以下「第1種貯蔵所」という。)においてしなければならない。

(消費)

第24条の2 圧縮モノシラン、圧縮ジボラン、液化アルシンその他の高圧ガスであつてその消費に際し災害の発生を防止するための特別の注意を要するものとして政令で定める種類のもの又は液化酸素その他の高圧ガスであつて当該ガスを相当程度貯蔵して消費する際に公共の安全を維持し、又は災害の発生を防止するために特別の注意を要するものとして政令で定める種類の高圧ガス(※1)(以下「特定高圧ガス」と総称する。)を消費するもの(その消費する特定高圧ガスの貯蔵能力が当該特定高圧ガスの種類ごとに政令で定める数量以上である者又はその消費に係る事業所以外の事業所から導管によりその消費する特定高圧ガスの供給を受ける者に限る。以下同じ。)は、事業所ごとに、消費(消費に係る貯蔵及び導管による輸送を含む。以下この項において同じ。)のための施設の位置、構造及び設備並びに消費の方法を記載した書面を添えて、その旨を都道府県知事に届け出なければならない。

※1 (政令で定める種類の高圧ガス)

その消費に際し災害の発生を防止するための特別注意を要するものは、次に掲げるガスの圧縮ガス及び液化ガスとする。(以下の7種類のガスを「特殊高圧ガス」という。)

- (1) モノシラン (自然発火しやすい)
- (2) ホスフィン
- (3) アルシン (毒性が高い)

- (4) ジボラン
 - (5) セレン化水素 (毒性が高い)
 - (6) モノゲルマン (分解爆発が起こりやすい)
 - (7) ジシラン (分解爆発が起こりやすい)
- 「特殊高圧ガス」は「特定高圧ガス」に含まれる。

第3章 保安

(危害予防規程)

第26条 第1種製造者は、通商産業省令で定める事項について記載した危害予防規程を定め、都道府県知事に届け出なければならない。これを変更したときも、同様とする。

(保安教育)

第27条 第1種製造者は、その従業者に対する保安教育計画を定めなければならない。

(保安統括者、保安係員)

第27条の2 次に掲げる者は、事業所ごとに、通商産業省令で定めるところにより、高圧ガス製造保安統括者(以下「保安統括者」という。)を選任し、第32条第1項に規定する職務を行なわせなければならない。

(1) 第1種製造者であつて、第5条第1項第1号に規定する者

(2) 第2種製造者であつて、第5条第2項第1号に規定する者

4. 第1項第1号又は第2号に掲げる者は、通商産業省令で定める製造のための区分ごとに、通商産業省令で定めるところにより、製造保安責任者免状の交付を受けている者であつて、通商産業省令で定める高圧ガスの製造に関する経験を有する者のうちから、高圧ガス製造保安係員(以下「保安係員」という。)を選任し、第32条第3項に規定する職務を行わせなければならない。

6. 第1項第1号又は、第2号に掲げる者は、通商産業省令で定めるところにより、保安係員に協会又は第32条第3項の指定講習機関が行う高圧ガスによる災害の防止に関する講習を受けさせなければならない。

第4章 容器等

(容器検査)

第44条 容器の製造又は輸入をした者は、通商産業省大臣、協会又は通商産業大臣が指定する者(以下「指定容器検査機関」という。)が通商産業省令で定める方法により行う容器検査を受け、これに合格したものとして次項第1項の刻印又は同条第2項の標章の掲示がされているものでなければ、当該容器を譲渡し、又は引き渡してはならない。ただし、次に掲げる容器については、この限りではない。

(1) 第49条の5第1項の登録を受けた容器製造業者(以下「登録容器製造者」という。)が製造した容器(通商産業省令で定めるものを除く。)であつて、第49条の25第1項の刻印又は同条第2項の標章の掲示がされているもの

(2) 第49条の31第1項の登録を受けて外国において本邦に輸出される容器の製造の事業を行う者(以下「外国登録容器製造業者」という。)が製造した容器(前号の通商産業省令で定めるものを除く。)であつて、第49条の33第2項において準用する第49条の25第1項の刻印又は同条第2項の標章の掲示がされているもの

(3) 輸出その他の通商産業省令で定める用途に供する容器

(4) 高圧ガスを充てんして輸入された容器であつて、高圧ガスを充てんしてあるもの

2. 前項の容器検査を受けようとする者は、その容器に充てんしようとする高圧ガスの種類及び圧力を明らかにしなければならない。

3. 高圧ガスを一度充てんした後再度高圧ガスを充てんすることができないものとして製造された容器(以下「再充てん禁止容器」という。)について、第1項の容器検査を受けようとする者は、その容器が再充てん禁止容器である旨を明らかにしなければならない。

4. 第1項の容器検査においては、その容器が通商産業省令で定める高圧ガスの種類及び圧力の大きさ別の容器の規格に適合するときは、これを合格とする。

(刻印等)

第45条

通商産業省大臣、協会又は指定容器検査機関は、容器検査に合格した場合において、その容器が刻印することが困難なものとして通商産業省令で定める容器以

外のものであるときは、速やかに、通商産業省令で定めるところにより、その容器に、刻印をしなければならない。

2. 通商産業省大臣、協会又は指定容器検査機関は、容器が容器検査に合格した場合において、その容器が前項の通商産業省令で定めるところにより、その容器に、標章を掲示しなければならない。

3. 何人も、前2項、第49条の25第1項(第49条の33第2項において準用する場合を含む。次条第1項第3号において同じ。)若しくは第49条の25第2項(第49条の33第2項において準用する場合を含む。次条第1項第3号において同じ。)又は第54条2項に規定する場合のほか、容器に、第1項の刻印若しくは前項の標章の掲示(以下「刻印等」という。)又はこれらと紛らわしい刻印等をしてはならない。

(表示)

第46条 容器の所有者は、次に掲げるときは、遅滞なく、通商産業省令で定めるところにより、その容器に、表示をしなければならない。その表示が消滅したとき

も、同様とする。

(1) 容器に刻印等がされたとき。

(2) 容器に第49条の25第1項の刻印又は同条第2項の標章の掲示をしたとき。

(3) 第49条の25第1項の刻印又は同条第2項の標章の掲示(以下「自主検査刻印等」という。)がされている容器を輸入したとき。

2. 容器(高圧ガスを充てんしたものに限り、通商産業省令で定めるものを除く。)の輸入をした者は、容器が第22条第1項の検査に合格したときは、遅滞なく、通商産業省令で定めるところにより、その容器に、表示をしなければならない。その表示が消滅したときも、同様とする。

3. 何人も、前2項又は第54条第3項に規定する場合のほか、容器に前2項の表示又はこれと紛らわしい表示をしてはならない

2. 寒剤の性質と取扱

物性研究や工学関係では、液体窒素や液体ヘリウムといった寒剤は有効な研究手段の一つとして日常的に使用され、消費量も年々増加している。

しかし、寒剤のことをよく知らずに誤った使用をしたり、管理が不十分であったりすると思いがけない事故で尊い人命や、設備に甚大な損害を与えることがある。

高圧ガス保安法では寒剤も「高圧ガス」として取り扱われるが、本講習では実際に寒剤を取り扱う時に守らなければならない注意事項や事故の原因、対策等について説明する。

2.1 寒剤の物理的・化学的性質と「特性」

表（1）はよく知られている代表的な寒剤の物理的・化学的性質である。この表でも分かる通り、寒剤は温度が低く、液体とガスの体積比が大きく、しかも極めて純度が高い、という3つの「特性」を持ちあわせている。したがって他の液体とは異なり、凍傷や爆発、窒息という事故が発生しやすい。

寒剤を取り扱う場合はこれらのことを充分に知っておく必要がある。

表（1）主な寒剤の物理的・化学的性質

寒剤の種類	沸点 (K)	分子量	色	臭	味	分類	液体の密度 (kg/L)	気体の比重 (空気=1)
N ₂	77.3	28	無	無	無	不燃性	0.808	0.967
O ₂	90.1	32	ライトブルー	無	無	支燃性	1.144	1.105
He	4.2	4	無	無	無	不燃性	0.125	0.138
Ne	27.1	20	無	無	無	不燃性	1.207	0.696
H ₂	20.3	2	無	無	無	可燃性	0.078	0.069
Ar	87.2	40	無	無	無	不燃性	1.374	1.380
Air	78.8	29	ライトブルー	無	無	支燃性	0.874	1.000

2.2 寒剤による事故

(1) 凍傷

凍傷は寒剤による事故の中でも最も多く、ちょっと指先が冷たくなった、というものから手、足等身体の部分凍傷、さらに寒剤を全身に浴びて危険な状態に陥ることもある。

*原因

- ①飛散した寒剤に接触する、あるいは噴出した冷気ガスに手や足、身体が晒される。
- ②濡れた手・足等で直接寒剤に触れる。
- ③極低温状態になっている金属に触れる。
- ④寒剤を大量に浴びてしまう。

*対策

- ①濡れた手で寒剤を取り扱わない。手袋は断熱に優れ、脱着が容易なものを使用する（軍手、毛糸製は不可）。
- ②濡れた衣服の着用は避ける。ポケットやズボンの折り返しがあるものものは避ける。

③寒剤の移送はできるだけ金属製パイプを使用する。塩ビ、ガラス等は割れやすいので避ける。

④ゴーグルの使用。

*凍傷になってしまったら

①凍傷がごく一部であるならばその部位を温水に浸す。ドライヤーは不可。

②全身または身体の相当広い範囲に寒剤を浴びてしまった場合は温めの風呂に入れ、早急に病院に行くこと。なお、このような場合、体温が急激に低下し、ショックで死に至ることもあるので注意すること。

③極低温状態の金属に触れると、皮膚の水分により金属と癒着することがある。このような場合は金属をめるま湯程度に温め、ゆっくりとはがして病院へ行く。

④寒剤が目に入ったら清水で洗浄する。失明の恐れもあるので早急に病院に行くこと。

(2) 爆発

爆発事故は周囲に大きな影響を与えることが多く、ときには一瞬のうちに数百メートル四方に被害を及ぼすことがある。

*原因

①寒剤そのものの爆発—液体水素等可燃性寒剤への引火、または静電気による爆発。

②液体酸素と油・グリース等有機物との接触。

③液化ガス容器（ベッセル、タンク等）の爆発。

- ・液化ガスの蒸発口が氷で閉塞したり、バルブが閉まったままになって容器内圧が上昇し、容器が圧力に耐えられなくなったとき。
- ・容器の断熱性能が急激に低下し、安全弁や逃し弁からのガスの放出が間に合わないとき。
- ・外部から強い衝撃を受けたり、高所から落下して容器が破壊されたとき。
- ・強い火炎に晒されたとき。

*対策

①可燃性寒剤（液体水素）がある場所は絶対に火気厳禁とする。窓、ドア等を全開し、蒸発したガスが室内に滞留しないようにする。衣服は綿製品を着用する、頭髪には触らない、鉄製工具は使用しない、室内の電源スイッチは全て防爆型とする、など火気、静電気対策に細心の注意を払う。特に液化したばかりの水素はオルソ水素が主で、これが時間とともにパラ水素に変換するが、この時、変換熱（338cal/mol）が発生するので運搬には充分注意する必要がある。

②可燃性寒剤の蒸発ガスは屋外の火気のない安全な場所に放出する。

③容器は内部が乾燥したものをを用いる。

④寒剤が充填されている容器が火炎に晒された場合は大量の水を撒水するか、プール等に入れる。

⑤酸素を取り扱うときは油類等が付着した手袋、衣服等は絶対に着用しない。また、床も油類がない場所で取り扱う。

⑥断熱に優れた容器を使用すること。

(3) 酸欠（窒息）

我々は酸素がない場所では1分たりとも生きていくことはできない。仮にそのような状態の中から救出されたとしても重い後遺症が残る。酸欠事故（窒息）は爆発事故と並んで直接生命に関わる重大な事態を引き起こす。

空気の組成を表（2）に、人間の諸動作における呼吸量と酸素消費量を表（3）に示す。

N ₂	78.10
O ₂	20.93
Ar	0.93
CO ₂	0.03
Ne	0.0018
He	0.0005
Kr	0.0001
Xe	0.000009

表（2）空気の組成（容積比%）

条 件	呼吸量	酸素消費量
臥 位	6	0.24
坐 位	7	0.30
立 位	8	0.36
歩行（3km/H）	14	0.65
歩行（6km/H）	26	1.20
走 行	43	2.00
最大活量	85~90	3~4.00

表（3）諸動作における呼吸量と酸素の消費量（L/min）

＊酸欠による諸症状

酸欠事故は大きく分けて急性のものと、緩急性のものがある。

(ア) 急性酸欠

酸素が0%またはそれに近い状態の室内に入って起こるもので、わずか1～2回の呼吸で倒れ、蘇生の見込みはない。

(イ) 緩急性酸欠

酸素濃度が少しずつ低下している場所にいたときに起きる。表(4)はY.HendersonとH.N.Haggardが酸欠事故による諸症状をまとめたものであるが、濃度毎に受ける症状をかなり詳しく記述しているので予め知っておくと便利である。

表(4) 酸素濃度と緩急性酸欠の諸症状(濃度数は空気中の酸素含有量%)

段階	濃度	症 状
0	18前後	(安全下限界。換気、酸素濃度の測定、呼吸保護具の用意。)
1	16～12	脈拍、呼吸数の増加、精神・集中力の低下、単純計算の間違い、頭痛・吐き気・悪心・筋力低下等がある、チアノーゼが現れる、軽い後遺症が残ることもある。
2	14～9	判断力の低下、精神的に不安定になる(イライラする)、ため息の頻発、異常な疲労感、酩酊状態、頭痛・耳鳴り・嘔吐感等がある、痛みを感じない、その時の記憶がなくなる、全身脱力、体温上昇、意識が朦朧となる、階段・梯子から転倒する、チアノーゼがでるなど、かなり危険な状態となる。後遺症が残る。
3	10～6	嘔吐がある、行動の自由を失う、危険を感じても叫んだり動いたりすることができない、虚脱・幻覚・意識喪失となる、チアノーゼがでる、昏倒・中枢神経障害・全身痙攣に陥る。この段階が生と死の境目となるが、たとえ生存しても非常に重い後遺症が残る。
4	6以下	数回の喘ぎ呼吸で昏倒・失神・痙攣・心臓停止になり、多くの場合、死に至る。

＊酸欠事故の特徴

- ① 煙や刺激臭のない室内に人が倒れていても、なにが原因で倒れているのか外部からは判断しにくいいため、慌てて救助に入った人も被害にあう危険性が高い(二次災害の発生)。
- ② 酸欠状態の室内に入り頭痛や吐き気、昏倒などがあっても当人はそれが酸欠によってもたらされたものであることが判断ができない(原因判断の欠如)。
- ③ 酸欠による呼吸停止から救命までは時間との闘いである(図1)。特に酸素濃度が低い場所に長時間晒されているほど、死亡する確率は高く、数秒で生死を分けることがある。また、たとえ蘇生しても言語障害、運動機能障害、視野狭窄、幻覚、ノイローゼ等後遺症が残ることが多い。

＊対策

- ① 室内で寒剤を取り扱うときは必ず窓、ドア等を開放するか、換気すること。
- ② 警報機能付き酸素濃度計の設置、酸素マスクの常備、人工呼吸(救急蘇生法)の訓練等を行う。
- ③ 室内が酸欠状態であると懸念される場合は空気でパージを行い、酸素濃度が20%以上あることを確認してから入室する。

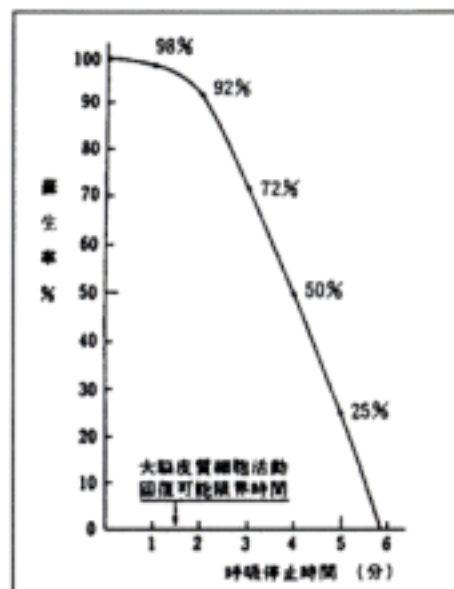
2.3 高圧装置の安全対策

①多くの場合、事故が発生する前に小さな故障や異常が頻発することがある。こうした日常とは違う“異変”を知りながら、あるいは気付かずに運転を続けたため大事故になるケースがある。したがって大事故に至らないよう、日常点検をしっかりと行う。そして万一異常が認められた場合は直ちに適切な措置を講じること。

点検箇所—圧力計、温度計、流量計、湿度計、液面計、記録計、異常音、振動、正常運転と異なる自動装置の作動、安全装置・警報機の作動等。

②大規模地震対策特別措置法による警戒宣言、予知情報が発令された場合は東京大学防災規定をはじめ、学内の諸規定に従い、所定の対策をとる。例—寒剤やガスボンベの使用中止、稼働中の装置は運転を止める、避難路の確保、容器やボンベの転倒・転回防止策を講じる、火気の使用を制限する、通報・連絡体制の確認・・・等々。

③安全管理、保安体制の確立、保安教育の励行。また、だれでもが異常事態に対処できるようマニュアルを作成しておくことも必要である。



図(1) 呼吸器停止時間と蘇生率

★主な寒剤の原料ガスの製造 (参考)

一般的に使われている寒剤の原料ガスは下記のように生産される。

①ヘリウム

ヘリウムガスは天然ガス(3~5%含まれている)から精製、分離する。この他に地中、空気中、岩石等にも微量含まれているが、これらから採取するには採算が取れないため、現在は行われていない。

1908年に初めてカマリン・オンネスがヘリウムの液化を成功させたときに使用したガスは、モナズ石から採取したと言われている。

ちなみに日本ではヘリウムガスは採取されず、全て輸入に頼っている。このため、ヘリウムガスは高価で貴重な資源となっているので大量に使用するところではガスを回収し、再液化に利用している。物性研も例外ではなく、回収は利用者の義務となっている。

②窒素

もっともポピュラーなガスで、空気中に約80%もあるので比較的入手しやすく、また、安価である。窒素は空気中の酸素を分留して生産する。

③酸素

空気中に約20%あるので採取することは困難ではない。酸素は空気中の窒素を分離して得る。

④水素

水性ガス、天然ガス、石油等を分解、精製して製造する。

〈参考文献〉

高圧ガス保安法 (高圧ガス保安協会)

新酸素欠乏危険作業主任者テキスト (中央労働災害防止協会)

実験物理学講座「低温」(共立出版)

低温工学ハンドブック (内田老鶴舗新社)

3. 容器の取り扱い

3.1 高圧容器（通称ボンベ）の取り扱い

高圧容器（通称ボンベ）

容 器		内容積	充填圧力 ※1	ガス容積
ガラスアンプル		1 ～ 2 L	大気圧	内容積(L) ×充填圧力
金 属 容 器	缶容器	420 cc	0.734MPa	
	軽量容器A1製	2 L	(0.98～14.7MPa)	
	鉄製容器（高圧用）※2	34～47 L	9.8～14.7MPa	
	鉄製容器（低圧用）※3	50～120 L	0.098～1.96MPa	

※1 充填圧力は、圧縮ガスで35℃、溶解アセチレンは15℃の場合を示す

※2 継ぎ目なし容器 : 酸素、窒素、ヘリウム、水素など

※3 溶接容器 : アセチレン、LPガスなど

備考 : $1 \text{ kg/cm}^2 = 0.0980665 \text{ MPa}$

高圧容器の耐圧検査(容器則第24条(容器再検査の期間)参照)

内容積500L以下(120L以上)の溶接容器

	平成10年3月31日 以前に製造した容器	平成10年4月1日以 降に製造した容器
製造経過年数	再検査の期間	再検査の期間
15年未満	3年	5年
15年以上20年未満	2年	
20年以上	1年	2年

内容積500L以下(バラ瓶)の継ぎ目なし容器

	平成10年3月31日 以前に製造した容器	平成10年4月1日以 降に製造した容器
製造経過年数	再検査の期間	再検査の期間
—	3年	5年

内容積500L(長尺ボンベ等)を越える継ぎ目なし容器

	平成10年3月31日以前に製造した容器	平成10年4月1日以降に製造した容器
製造経過年数	再検査の期間	再検査の期間
—	5年	5年

ガスの分類

高圧容器に充填されるガスの種類によってその取り扱い方は違う（性質に応じて対応）

- (1) 可燃性ガス : 水素、アセチレン、LPGなど
- (2) 支燃性ガス : 酸素、空気など
- (3) 毒性ガス : 塩素、アンモニアなど
- (4) 腐食性ガス : アンモニアなど
- (5) 不活性ガス : 炭酸ガス、窒素、ヘリウムなど

高圧容器の外観（色分け、文字による表記）

- (1) 高圧容器の指定色(容器則 第10条(表示の方式)参照)

高圧容器は、ガスの種類により次の表のように色分けされている。

ガスの種類	塗色の部分
酸素ガス	黒色
水素ガス	赤色
液化塩素	黄色
アセチレンガス	かつ色
液化炭酸ガス	緑色
液化アンモニア	白色
その他の高圧ガス	ねずみ色

- (2) 刻印など

容器の肩部には、次の事項が刻印されている。

	記載例
①ガスの種類	He
②容器の記号番号	ABC 23456
③内容積（L）	V 47.2

④容器質量 (k g) (バルブ、キャップなどを含まない容器重量)	W	60.2
⑤耐圧試験に合格した年月		4.98
⑥耐圧試験圧力	TP	24.5
⑦最高使用充填圧力(MPa・35℃のとき)	FP	14.7

その他、再検査時の容器重量、容器検査所の符号、再検査施行年月が刻印されているものもある。

また、刻印が不可能な容器には、次頁に示した項目を記入したラベルが貼付されている。中には刻印可能なものでも、ラベルが貼られているものもある。

容器	充填ガスの種類	組成	製造番号	製造年月日	内容積
ガラスサンプル	○		○	○	○
缶容器	○	○	○	○	
軽量容器	○		○	○	
鉄製容器	○		○	○	

ガスの種類及び容器の種類によって、ガスの充填圧力は異なる。

貯蔵上の注意

- (1) 直立させておく場合には、転倒しないように、鎖、ロープなどで壁などに固定する。
- (2) 横にして置く場合には、転がらないように支持具で確実に固定する（運搬時も）。
- (3) 直射日光が当たる場所、溶接・溶断などの作業場の近くなどに置かない。
- (4) 地下室、床下、湿気や周囲に燃えやすいものや電線、アース線の近くを避け、風通しの良い場所に置く。
- (5) 酸素と可燃性ガスのようにガスの違う容器を一カ所に集めて置かない。
- (6) キャップを必ずしておく。

高圧容器の移動

専用の容器運搬車で固定して運ぶ。運搬車がない時には、容器を転がして移動させるが、この時、決して足などで蹴って転がさず、1本ずつ容器を手前に傾けて静かに転がして移動する。バルブにはキャップを被せ、直接バルブに手をふれないようにする。また、安全靴等を着用する。

容器をクレーン等で吊り上げる場合、バルブ、キャップのところを吊らない。また、容器に鎖やロープ等で縛りつけて吊り上げてはならない。必ず、容器を安全に移動できるカゴ等を用いる。

容器は、落としたり倒したりあるいは互いに激突させたりしない。

使用上の注意

バルブは急激に開けない。開ける場合はガスが出る方向に注意し、出口側に人がいないことを確かめてから静かに開ける。始めは小さくゆっくりと開ける。漏れなどを確認してから充分に開け使用する。ガスの使用後は、完全にバルブを閉めてキャップを被せておく。

圧力調整バルブを付けて使用する場合は、容器のバルブと圧力調整バルブが閉まっていることを確認してから、容器のバルブに圧力調整器を取り付ける。

圧力調整バルブを取り付けるときの注意点

- (1) ゴミがかまないようにふかし等を行ってから取り付ける。
- (2) 容器のバルブネジと圧力調整バルブのネジとにガタのあるものは使用しない。
- (3) 圧力調整バルブの継ぎ手の口金がガスの種類によって違うので注意する。

窒素、酸素など → 右ネジ

ヘリウム → 左ネジ

圧力調整器、圧力計、ホース、導管などは、そのガス専用のもを使用する。特に酸素ガスの場合、油分が有ると爆発するので注意する。

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の増し締めなどを行う。

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。

ガス漏れの危険を常に考え、換気に注意する。

3.2 液体窒素容器・液体ヘリウム容器の取り扱い

液体窒素容器の種類

液体窒素容器は開放型と自加圧型に分類され、開放型は内容積5 L～30 Lの小型容器に多く、50 L以上の大型容器は自加圧型が多く使われている。

取り扱い注意事項

- (1) 過大な衝撃は容器性能の低下をもたらすほか、容器内部構造物の破損の原因になる。
- (2) 保護眼鏡、革手袋等を着用する。軍手は液が浸み込み危険である。
- (3) 室内で液体窒素を使用するときは、換気に注意する。
- (4) 口の広い容器などに入れて長時間放置すると空気中の酸素との置換が起こり、液体温度が上昇する。最悪の場合には爆発などの危険もある。

液体ヘリウム容器の種類

外部に液体窒素槽を設けて内槽を冷やす液体窒素シールド型とアルミニウムメッキをしたマイラーなどを幾層にも巻き付けて断熱しているスーパーインシュレーション型がある。スーパーインシュレーション型は、液体窒素シールド型に比べ蒸発率はやや大きいが軽量で扱いやすいので50 L以上の容器に使われている。

取り扱い注意事項

- (1) 肉厚が薄く首部上端だけで固定されているため構造的に大変弱いので、強い衝撃を与えたりせず、慎重に取り扱う。
- (2) 汲み出し口を開放しない。空気や水分が入り込んで凍結し、ブロックしてしまう。
- (3) 汲み出し口がブロックした場合は、銅パイプなどで軽く突くと取り除ける。その際には、革手袋を着用し汲み出し口から顔を遠ざける。また、大抵の場合に内圧が高くなっているので注意すること。

4. 寒剤供給の受け方

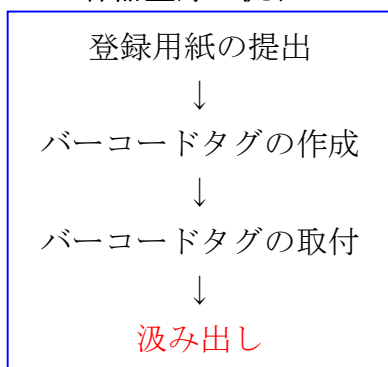
4.1 はじめに

液体窒素、液体ヘリウムの供給を受けるためには、それぞれ必要事項を低温液化室に登録する必要があります。登録をしないと供給は受けられません。

(1) 液体窒素

液体窒素の供給を受けるには、各容器の空重量、満充填量などの情報を登録する必要があります。**登録申請書**に必要事項を記入し、低温液化室に提出すると以下のようなバーコードタグが配られるので、各自容器に取り付けてください。

容器登録の流れ

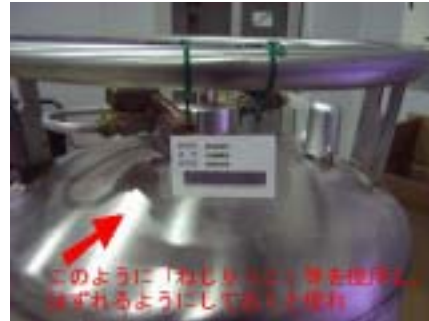


バーコードタグ

バーコードタグ取付時の注意事項

バーコードはそれぞれ容器固有のものとなりますので、間違いのないよう取り付けてください。**研究室共通ではありません。**

ヘリウム容器のバーコードタグは液化室で取り付け済みなので添付してありません。窒素容器のバーコードタグは取り付けがないので下図を参考にし、各自で使用しやすいように取り付けてください。



大容量ストレージの場合



小容量ストレージの場合

バーコードタグの取付方

(2) 液体ヘリウム

液体ヘリウムの供給を受けるには、**使用者登録**、**ヘリウム使用装置の登録**をする必要があります。さらに、使用するヘリウムガス回収口には、**低温液化室指定の流量計及び逆止弁**などを取り付ける必要があります。

液体ヘリウムの供給申込は、液化室ホームページの「**液体ヘリウム供給申込システム**」から行ってください。申込期限は、**供給希望日の2日前まで**です。



低温液化室メインページ

液化室メインページから「液体ヘリウム供給申込システム」をクリックする。



「液体ヘリウム供給申込システム」メインページ

ユーザーコードを入力し、「申込・キャンセル画面へ」をクリックすると次に進む。

- ・「申込状況（一覧）」をクリックすると申込一覧が分かる。
- ・「申込状況（本日）」をクリックすると本日分の申込が分かる。
- ・「マニュアル」をクリックするとシステムの使い方が分かる。



申込・キャンセル画面

[申込の時]

カレンダー上の供給希望日をクリックすると、申込画面に進む。

[キャンセルの時]

予約状況一覧の中からキャンセルしたい項目のチェックボックスにマークして「予約取り消し」をクリックすると取り消し画面に進む。



予約画面

必要事項を記入、選択し、「申込む」をクリックすると供給申込がされる。

4.2 液体窒素の汲出方

液体窒素を汲み出すときは、以下の手順に従って各自で汲み出して下さい。

液体窒素自動補給装置の操作手順

◎ 満タン充填の方法

1. ロードセルに容器を乗せる
2. 延長管をセットする
 - ・0リングに霜や水滴が着いていないことを確認する
 - ・的確な長さの延長管を選択する(延長管の先端が容器の真ん中ぐらいになるものがよい)



3. コントローラーの表示ボタンを押すと初期画面が表示される



4. タッチパネル上の充填条件ボタンを押し、充填条件画面に切り替える



5. 容器バーコードを読み込む(バーコードリーダーがロードセルまで届かないのでバーコードタグをはずしてください)
6. タッチパネル上の充填状況ボタンを押し、充填状況画面に切り替える



7. タッチパネル上の開始ボタンを押すと充填開始
8. 満タンになったら自動的に停止し、充填完了
9. 最後に表示ボタンを押し、必ず画面を消しておく事

充填量を変更する場合の充填方法

1～5. 同上

6. タッチパネル上の設定量の数字をさわると充填量の変更ができるので、希望の充填量に数量を変更する
7. タッチパネル上の充填状況ボタンを押し、充填状況画面に切り替える
8. タッチパネル上の開始ボタンを押して、充填開始
9. 設定量になったら自動的に停止し、充填完了
10. 最後に表示ボタンを押し、必ず画面を消しておく事

その他注意点

非常停止を押して供給を停止した場合は、必ずボタンを回し停止状態を解除しておく事

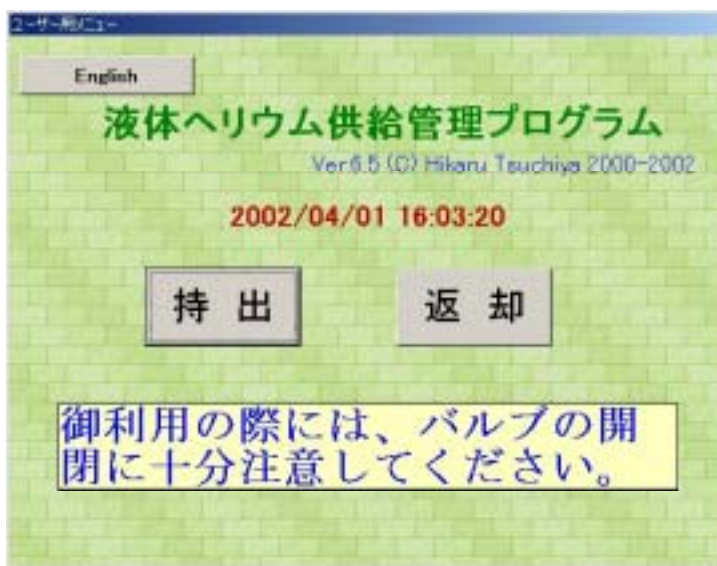
開始ボタンを押しても供給が開始されない場合は、装置の非常停止状態が解除されていない事があるので、電源ボタンを押し、電源を入れ直して再度操作手順をやり直してください。それでも、供給が開始されない場合は液化室まで連絡すること。

容量30L以下の小さい容器は延長管が届かないので、必ずNO.1の補給装置にて供給を行うこと。延長管が十分な長さでないと、液体窒素が容器から漏れ、ロードセルを壊す原因となります。

使用した道具は必ず所定の位置に戻すこと。みんなが使用する場所です。整理整頓を心がけてください。

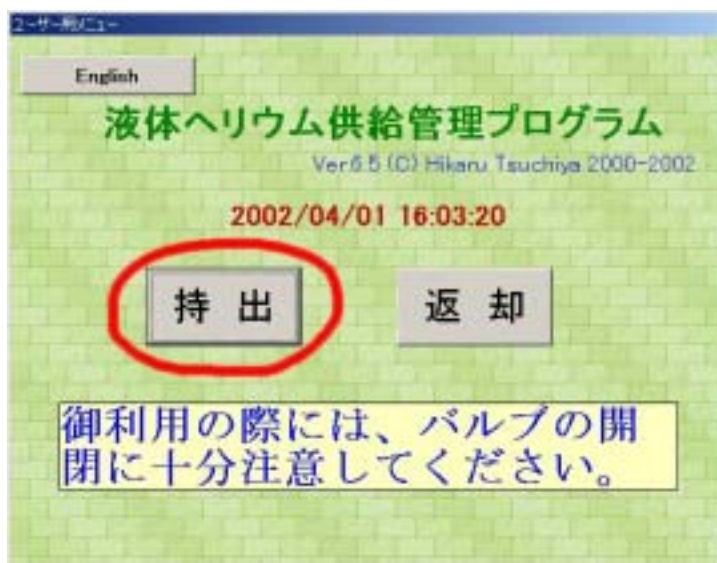
4.3 液体ヘリウムの持出・返却の仕方

[メニュー画面]



[ヘリウム容器の持出]

- (1) 秤が、“0 k g”であることを確認し、持出予定のヘリウム容器を秤に載せる。
- (2) メニューから“持出”を選択する



- (3) ユーザーコードのバーコードを読み取る

液体ヘリウム容器の持出
2002/04/01 16:03:58

ユーザーコード

容器コード

重量 kg 計量

持出量 L

部 局
所 属
研 究 室

確認 クリア 終了

ユーザーコード入力後、所属・研究室などが表示される。

- (4) 部局・所属・研究室に間違いがなければ、容器コードのバーコードを読み取る

液体ヘリウム容器の持出
2002/04/01 16:04:12

ユーザーコード 00001

容器コード

重量 kg 計量

持出量 L

部 局 物性研究所
所 属 共通実験室
研 究 室 低温液化室

確認 クリア 終了

- (5) 秤の上に容器以外のものが載っていないことを確認して、“計量” ボタンをクリックする。

液体ヘリウム容器の持出
2002/04/01 16:05:26

ユーザーコード 00001

容器コード -0090 41-100

重量 kg 計量

持出量 L

部 局 物性研究所
所 属 共通実験室
研 究 室 低温液化室

確認 クリア 終了

計量完了後、重量及び持出量が表示される。

- (6) 全て“OK”なら、“確認”ボタンをクリックする。 ← 絶対必要です。

液体ヘリウム容器の持出
2002/04/01 16:06:17

ユーザーコード 00001

容器コード -0090 41-100

重量 80.2 kg 計量

持出量 96.2 L

部局 物性研究所
所属 共通実験室
研究室 低温液化室

確認 クリア 終了

自動的に初期画面に戻る

入力をやり直すときは、“クリア”ボタンをクリックする。

データを書き込まないで終了するときは、“クリア”ボタンを押してから、“終了”ボタンをクリックする。

[ヘリウム容器の返却]

- (1) 秤が“0 kg”であることを確認し、返却するヘリウム容器を秤に載せる。
- (2) メニューから“返却”を選択する。

ユーザーメニュー

English

液体ヘリウム供給管理プログラム
Ver.6.5 (C) Hikaru Tsuchiya 2000-2002

2002/04/01 16:03:20

持出 返却

御利用の際には、バルブの開閉に十分注意してください。

- (3) 容器コードのバーコードを読み取る

液体ヘリウム容器の返却		2002/04/01 16:08:41	
容器コード			
重量		kg	計量
持出量		L	
回収量		L	
供給量		L	
部 局			
所 属			
研 究 室			
確認	クリア	終了	

研究室・持出日・持出量が表示される。

- (4) 秤の上に容器以外のものが載っていないことを確認し、“計量” ボタンをクリックする。

液体ヘリウム容器の返却		2002/04/01 16:08:57	
容器コード	-0090	41-100	
重量	96.2	kg	計量
持出量		L	2002/04/01
回収量		L	
供給量		L	
部 局	物性研究所		
所 属	共通実験室		
研 究 室	低温液化室		
確認	クリア	終了	

計量完了後、重量・回収量及び供給量が表示される。

- (5) 全て“OK”なら、“確認” ボタンをクリックする。 ← 絶対必要です。

液体ヘリウム容器の返却		2002/04/01 16:08:02	
容器コード	-0090	41-100	
重量	71.2	kg	計量
持出量	96.2	L	2002/04/01
回収量	13.7	L	
供給量	82.5	L	
部 局	物性研究所		
所 属	共通実験室		
研 究 室	低温液化室		
確認	クリア	終了	

自動的に初期画面に戻る。

入力をやり直すときは、“クリア” ボタンをクリックする。

データを書き込まないで終了するときには、“終了” ボタンをクリックする。

5. ヘリウムガス、窒素ガスの供給について

5.1 ヘリウムガス

ヘリウムガス（14.7 MP a、7 m³のボンベ）は、低温液化室で準備してありますので、必要な研究室は申し出てください。

5.2 窒素ガス

各建物には、窒素ガスの供給配管が設置されていますので、必要ならそれを使用してください。本館に実験室等がある研究室は、窒素ガスを使用するのかもしれないかを低温液化室に登録する必要があります。また、窒素ガスを使用する研究室は、毎月一回、窒素ガス供給口に設置されている流量計の値を報告する必要があります。

（※ 低温棟、極限環境棟、先端分光棟で窒素ガスを使う研究室は、報告の必要はありません。）

窒素ガスの供給圧力は、0.3 MP a 前後です。それ以上高い圧力の窒素ガスが必要な場合には、研究室毎に窒素ポンペを注文してください。

窒素ガスを使用する場合には、換気などに十分注意して窒息などしないようにして下さい。さらに、窒素ガスを使用しないときには、確実にバルブを閉めるように心がけてください。