



Iwate<sup>®</sup>  
University  
岩手大学

## 岩手大学

地域連携推進センター機器活用専門委員・低温部門

### 寒剤の正しい取扱について — 低温講習会（岩手大学） —

寒剤の取り扱いに関する講習会資料や、液体窒素汲み出し方法の関しての資料は、地域連携推進センターのホームページ

(<http://www.ccrd.iwate-u.ac.jp/>) からダウンロード出来ます。

## § 1. はじめに

新年度、新しい学生を迎えての研究活動の始動にあたり、寒剤を初めて用いる、あるいはこれからも寒剤の使用を継続される方々のために、寒剤の取扱について以下詳しく説明していく。近年、液体窒素、液体ヘリウムをはじめとする寒剤の使用は低温物理学、低温工学の分野のみならず生物、化学、農学、医学といった研究分野においても広く用いられるようになってきている。こうした状況に応じて、未然に事故を防ぐためにも低温寒剤利用者への徹底した取扱指導が強く求められている。特に近年、超伝導マグネットや磁気量子干渉計(SQUID)あるいは核磁気共鳴(NMR)等を用いた物性評価を行なう研究室も岩手大学で増えはじめ、特に専門的な低温の知識を意識せずに装置を用いられている教職員、学生も多い。こうした研究分野の敷居を越え、低温分野が普及していくことは喜ばしい一方で、取扱に関する知識の薄弱さを懸念する見方も当然ある。年数回のこの低温講習会を通じて、低温初心者の方から既に power user である方まで再教育も含めて学んで頂くことを強く望む次第である。

## § 2. 寒剤についての基礎知識

### 2-1 寒剤の種類

実験で用いられる寒剤について説明しよう。多くの物質は周囲の環境によって三態変化(気体、液体、固体)をおこす。特に気体-液体の変化を生じる温度(沸点)が物質によって異なるために、この特性を用いて低温生成が可能となる。低温寒剤として主に用いられている物質とその性質を表1にまとめる。この中で特に本大学で多く用いられるものは液体窒素と液体ヘリウムである。両者は沸点が異なるため、その用途に応じて使い分けられる。液体窒素温度、ヘリウム温度と呼ばれる温度は一般にそれぞれの沸点である 77 K、4.2 K を意味する。これ以外の寒剤として沸点が比較的低い液体酸素、液体水素等もあるが、引火、爆発の危険性が非常に高いため特殊な事情がない限り用いられることはない。液体窒素は空気中の窒素を液化するため、ほぼ無尽蔵に地球上に存在し、安価で手軽に利用できる寒剤である。一方、ヘリウムガスは大気中(地球上)に殆ど存在せず 100%輸入に頼っているため液体窒素に比べると大変高価である。そのために、本大学では蒸発したヘリウムガスを回収および精製し、再び液化を行い再利用している。本大学で供給している液体ヘリウムは $^4\text{He}$ である(沸点: 4.2 K)。ヘリウムには中性子の数の違いによる同位体が存在し $^3\text{He}$ も寒剤として、一部の低温研究では用いられている。化学的な性質はないが、極低温での物性に顕著な違いが現れるため、低温では区別して用いられている。因みに $^3\text{He}$ は天然では殆ど存在せず、核分裂反応を用いて原子炉で人工的に作られるため、極めて高価である。液体ヘリウムをポンプ等で減圧することにより更に低温を生成することが可能であり、それぞれ $^3\text{He}$ : 1.2 K、 $^4\text{He}$ : 0.3 K の温度まで到達可能である。また液体窒素を減圧することで 66 K まで温度を下げることも可能である。しかしながら、この温度で液体

表 1 寒剤の性質

	<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	4.003	2.016	20.18	28.02	39.94	32
1 気圧での沸点 [K]	3.191	4.215	20.39	27.17	77.35	87.29	90.19
融点 [K]	28.9気圧	150気	13.98	24.57	63.14	83.2	54.36
<sup>3</sup> He <sup>4</sup> He以外は1気圧	3.2	圧 4.2					
沸点での液体密度 [g/cc]	0.059	0.125	0.071	1.205	0.808	1.4	1.14
ガス密度 [g/l] (1 気圧、0℃)	0.134	0.179	0.09	0.901	1.25	1.78	1.43
沸点での蒸気密度 [g/l]		17	1.286	9.5	4.415	5.93	4.75
沸点での蒸発潜熱[J/g]	26	20.9	443	86	198	162.7	212.5
臨界温度 [K]	3.324	5.2	33.19	44.38	126.1	150.8	154.7
臨界圧力 [気圧]	1.15	2.26	12.98	26.8	33.5	48	50.1

窒素は固体になるため、使用の際には注意が必要である。

## 2-2 温度および圧力

現在用いられている温度表記は国、研究分野で多少異なっている。とくに研究分野で国際的に用いられている温度表記は絶対温度（K：ケルビン）であり、普段、国内で用いられている摂氏温度と以下の関係にある。

$$\begin{aligned} \text{絶対温度 [K]} &= \text{摂氏温度 [°C]} + 273.15 \\ \text{水の凝固点 0 [°C]} &= 273.15 \text{ [K]} \\ \text{絶対零度 0 [K]} &= -273.15 \text{ [°C]} \end{aligned}$$

因みに欧米で用いられている単位は華氏（F：ファーレンハイト）であり、摂氏と次の関係にある。

$$\begin{aligned} \text{華氏温度 [F]} &= 9/5 \times \text{摂氏温度 [°C]} + 32 \\ \text{水の凝固点 0 [°C]} &= 32 \text{ [F]} \\ \text{水の沸点 100 [°C]} &= 212 \text{ [F]} \end{aligned}$$

温度に比べて圧力の単位は、異なる表記が多いため少々複雑である。まず、大きく2つに大別でき、絶対圧力とゲージ圧力に分類できる。絶対圧は真空を、ゲージ圧は大気圧（1気圧）を基準としている。圧力計で多く用いられている単位を以下に表記する。

$$\begin{aligned} \text{1 気圧} \\ &= 1 \text{ [kg/cm}^2\text{]} = 760 \text{ [mmHg]} \\ &= 76 \text{ [cmHg]} \\ &= 1013 \text{ [mbar]} = 1013 \text{ [hPa]} \\ &\sim 10^5 \text{ Pa (0.1 MPa)} \\ \text{1 psi} &\sim 0.07 \text{ [kg/cm}^2\text{]} \end{aligned}$$

現在は SI 単位系の Pa（パスカル）表示に統一する方向である。

### 2-3 寒剤の膨張率

寒剤を使用するにあたり最も気をつけなければならない点の一つである寒剤の膨張率について説明する。特に重要なのは液化ガスが気化する時の膨張率である。それぞれの寒剤についてその膨張率を表2に示す。

He : 700 倍	N <sub>2</sub> : 647 倍
O <sub>2</sub> : 797 倍	H <sub>2</sub> : 1600 倍

現在用いられている寒剤の多くは、この非常に大きな膨張率を有することで取り扱いに細心の注意を払わなくてはならない。液体寒剤を密閉した容器あるいは実験室等の空間に閉じ込めた場合、大気をはじめとする外部温度により著しい蒸発が生じる。こうした状況は密閉容器の場合、爆発につながり、部屋等の空間の場合、酸欠を招く。従って、**くれぐれも寒剤を密閉した容器に入れないように注意し、寒剤を使用するときはドアを全開にするなど、風通しの良い環境のもとで行うこと。**

床面積 50 m<sup>2</sup>、高さ 2.5 m の空間（部屋）において 5.8ℓ の液体ヘリウムを密閉状態で蒸発させると酸素濃度は 18% 以下になり、酸欠の影響が出る数値まで空間の酸素分圧が下がる。表3に酸欠の症状を示す。

表3 酸欠の症状

	酸素濃度 (%)	症 状
	18	安全下限界だが、作業環境内の連続換気、酸素濃度測定、安全帯等、呼吸用保護具の用意が必要
1	16~12	脈拍・呼吸数の増加、集中力の低下、計算まちがい、こまかい筋肉作業の劣化、頭痛、耳鳴り、吐き気
2	14~9	判断力の低下、発揚状態、不安定な精神状態、傷の痛みを感じない、頭痛、耳鳴り、吐き気、嘔吐、酩酊状態、当時の記憶なし、全身脱力、体温上昇、チアノーゼ、顔面蒼白、意識朦朧
3	10~6	意識消失、昏倒、中枢神経障害、チェインストークス型呼吸出現、チアノーゼ、全身のけいれん
4	6以下	一瞬の内に失神、昏睡、呼吸緩除→呼吸停止→心臓停止

### 2-4 低温火傷（凍傷）

寒剤を用いるにあたって最も注意しないといけない事項の一つである低温火傷について説明する。低温火傷は、通常の火傷より深部の組織まで破壊（直りにくい）される。特に目などの

弱い器官への影響は重篤である。寒剤を取り扱う時は革手袋や安全めがね等を装着すること。軍手などの布製の手袋は液がしみこみ危険である。特に靴下に寒剤が接触したばあいは、すぐに脱ぐこと。

## 2-5 寒剤の爆発

2-3で述べた液化ガスの気化による爆発に加え、注意しなければならない事項は、酸素による爆発である。液化窒素を開放容器で使用する場合、酸素(90K)は窒素(77K)よりも沸点が高いため、容器内で窒素と酸素が置換される。これを防ぐためには、容器の口に逆止弁を取り付ける、アルミ箔で覆うなど空気と触れないようにする。容器付属のふたがあればそれを使用する。これに加え、十分気をつけないといけない事項は寒剤による水分の凝集および凍結の結果、寒剤を閉塞状態にしてしまい、爆発を引き起こすことである。また、ヘリウムの出口を回収系に繋いでおかないと、液体ヘリウムの上にも氷が張る危険性がある。これを防ぐには、複数の窒素の出口の内、1つに逆止弁を取り付け、他の出口に栓をする。このことで、液体窒素槽内の圧力を若干高め、外部からの空気の浸入を防ぐ。

## § 3. 寒剤の容器と周辺器具

### 3-1 シーベル(Cebell)容器

寒剤を運搬する際に最も重要なことは極力寒剤の蒸発を抑えることである。一般に熱の伝播は1)伝導、2)放射、3)対流によって生じる。こうした熱の伝播を抑える最も手軽な容器がシーベル容器である。(図1)容器は魔法瓶のように2重構造になっており、2重容器の間に断熱真空層がある。外側は軽量化のためにアルミニウムを材料として用いている。ふたは通常被せるだけで密閉できないようになっている。



図 1

### 3-2 液体窒素容器(セルフアー)



図 2

自加圧容器のことをセルフアーと呼ぶ。岩手大学では1000容器として知られている。セルフアーの概略図を図2に示す。シーベル容器と同様に寒剤の蒸発を抑えるために容器は断熱2重層構造になっている。こうして外界からの熱流入を極力小さくしてある。加圧コイルは外界との熱接触が良くしてある部分で、加圧弁を開くと加圧コイルに流れ込んだ液体窒素が蒸発し、加圧弁を通過して容器内部に窒素ガスとなり戻る。こうして容器内部の圧力が上昇し窒素が出る。加圧コイル付近の容器外面に霜がつく場合がある。これは容器の異常ではない。

窒素取り出し弁は液体窒素を注ぐ際に用いる弁である。注ぐ際に窒素が通過するため直接冷やされる。そのために熱収縮によって弁が硬くロックされてしまうことがある。こうした事態を回避するために弁を開けるときは完全に開けきらず、また閉めるときはきつく閉めないように十分注意する。ガス放出弁は容器内部の窒素ガスを大気中に逃がすためのものである。この放出弁は、液体窒素を注ぐとき以外は常時開放しておく。安全弁と破裂安全板は容器内部の圧

力が何かの拍子で異常に高くなったとき、ガスを緊急放出し容器自体の爆発を防ぐ安全装置である。中央の液面計は液体の浮力を使用した簡単なゲージである。

### 3-3

#### 液体ヘリウム容器 Vessel (ベッセル)

容器に真空層(断熱真空層)を作ることにより熱の流入を防いでいる構造は、シーベルやセルフアーなどの窒素容器と同様である。液体



※写真はオプション付きです。

図 3

体ヘリウムはわずかな熱でも容易に蒸発することから、断熱真空層内部にスーパーインシュレーションと呼ばれるアルミを蒸着した絶縁フィルムを何層にも重ねて挿入して輻射熱を防いでいる。さらに、容器の入り口から液体ヘリウムが貯まっている空間まで細い管(この部分を首と呼ぶ)でつながれている(図2)。首の部分は強化プラスチックなど熱伝導の悪い薄肉板でつくることにより、熱の流入を小さくする構造になっている。したがって、内側の容器は、首の部分のみによって支えられている。運搬中に過度のあった場合、この部分に簡単に亀裂が入り、断てしまう。空の容器を運搬する時は横倒ししない。から回収ラインまたはガスバックにつなぎ、自然ウムガスを回収する。他の容器に汲むときは、加ムガスボンベまたはバルーンをつないで加圧シムを移送する(図5 参照)。液体ヘリウムの残量が容器を移動すると、熱容量が小さいため振動でへし、容器の圧力上昇を招くことがある。また、残ると、容器内部の温度が上昇し、液体ヘリウムが補充できなくなってしまうので、常に十分な残量を確保しておく必要がある。

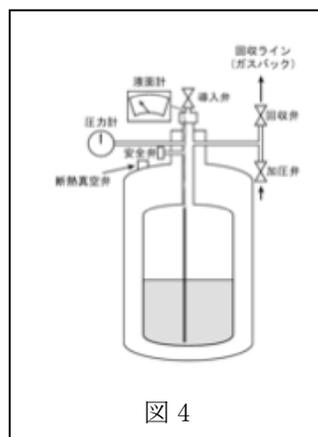


図 4

振動や横倒し熱真空が破れ通常は回収弁蒸発するヘリウムが少量でリウムが蒸発量がゼロにな

#### 3-4 トランスファーチューブ

液体ヘリウムの蒸発熱は、液体窒素にくらべ非常に小さいため普通の一重管を使うと輸送中に蒸発してしまう。通常液体ヘリウムの輸送には断熱真空層を有する二重管（トランスファーチューブ）を用いる。トランスファーチューブの外面に露あるいは霜が着く場合は、断熱真空層の真空度が悪くなっている。この場合はトランスファーチューブを一旦あたためて、付属のバルブを接続し、ロータリーポンプで断熱層を30分程度引いてやる。回復しない場合はチューブが破損している可能性がある。特に、溶接部分は液体ヘリウム温度に冷却されることにより、歪応力が大きくかかり、低温脆性も加わって、破損しやすくなっているため、無理な力かけないように注意する。トランスファーチューブ自身も、他の容器にくみ出すときと同様に、最初に蒸発したヘリウムガスで十分冷却しておく、無駄にヘリウムを使わずに済む。

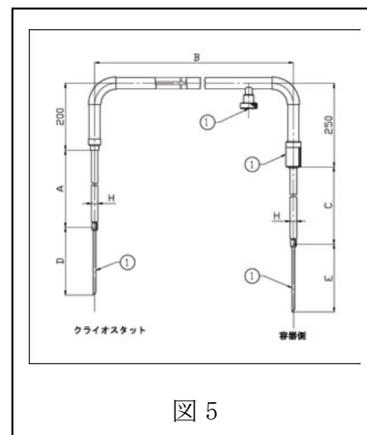


図 5

り、歪応力が大きくかかり、低温脆性も加わって、破損しやすくなっているため、無理な力かけないように注意する。トランスファーチューブ自身も、他の容器にくみ出すときと同様に、最初に蒸発したヘリウムガスで十分冷却しておく、無駄にヘリウムを使わずに済む。

## § 4. 寒剤の汲出し方法

### 4-1 液体窒素容器（セルフアー）

セルフアーから液体窒素を取り出すには

- (1) ガス放出弁を閉じる。
- (2) 圧力計を見ながら加圧弁を調整して容器内部の圧力をあげる。
- (3) 取出し弁を開ける。

液体の取り出し中は常に圧力計に注意し、過大な圧力がかからないよう加圧弁で調整する。終了したら、

- (1) 取出し弁を閉じ、加圧弁を閉じる。
- (2) ガス放出弁を開ける。

取出し弁が凍りついた場合はブローアであたためる。無理な力かけるとバルブのシール部を傷めるので取出し弁、加圧弁、ガス放出弁の開閉には工具等を使用してはならない。使用しない時は必ず加圧弁を閉じて、ガス放出弁を開けた状態にする。

### 4-2 液体ヘリウム容器（ベッセル）

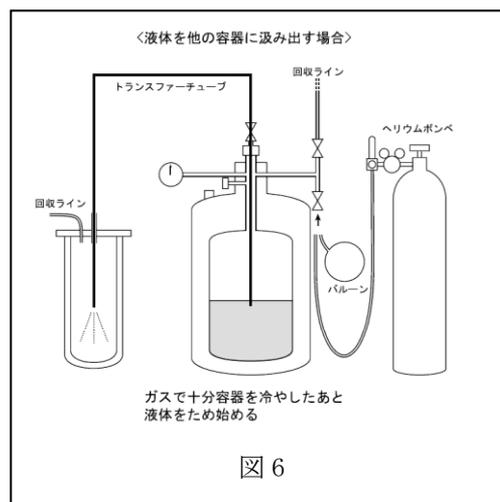
#### 4-2-1 予冷

液体ヘリウムは高価であるので、原則的に液体ヘリウムを汲む前に安価な液体窒素で容器を予冷する。一般に物質の比熱は温度が下がると急激に減少するので、容器を液体窒素温度まであらかじめ冷やしておく、液体ヘリウムの使用量を劇的に減らすことができる。ただし、液体窒素は 66 K で凍るので、液体ヘリウムを汲む前に予冷に使った液体窒素は完全に追い出さな

ければならない。特に超伝導磁石の場合は超伝導線材が液体窒素で凍り着くとクエンチ（磁場消失）の原因となることがあるので注意が必要である。自動測定用の SQUID 装置のように予冷できない装置もある。このような装置は強化プラスチックを多用するなど容器の熱容量を小さくする工夫がされている。

#### 4-2-2 液体ヘリウムの汲み方

寒剤を用いて物質を冷やす場合、その物質は 1) 液体が蒸発するときに奪う蒸発熱、2) 蒸発したガスの冷却力（エンタルピー冷却）の 2 項目によって冷やされる。ヘリウムは窒素に比べて蒸発熱は非常に小さいが、エンタルピー冷却能力は高い。試料を直接液体ヘリウムにつけて冷やす時、最初ゆっくり試料をおろしながら、蒸発ガスにさらして十分冷やせば、液体ヘリウムの蒸発量（使用量）は少なくできる。貯蔵用の容器から他の容器（実験用容器など）



にくみ出す場合も、最初はかける圧力を低くしてゆっくり液体を輸送し、蒸発したヘリウムガスで全体を冷やした後、圧力を上げて液体をためるようにすると、使う液体ヘリウムの量を少なくすることができる。

#### 4-2-3 ヘリウムガスの回収

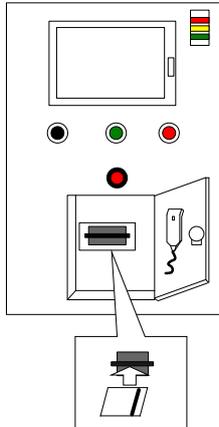
ヘリウムは地中から天然ガスなどとともに採取される資源で、一旦空気中に放出されたヘリウムガスを採取することはできない。国内自給率がゼロであるため、国内では高価になっている。岩手大学では使用したヘリウムガスのほとんどを回収、液化し、再利用している。無駄なく再利用するためには回収率を上げる(95%以上が望ましい)だけでなく、回収ガスに空気などの不純物が入らないようにする努力が必要である。そのためには、回収配管にフローメーター（積算流量計）を取り付けたり、定期的にクライオスタットや配管のリーク（真空漏れ）テストを行ったりすることが重要である。

### § 5. 寒剤の汲み出し方法

# DeMaS充填操作ガイド

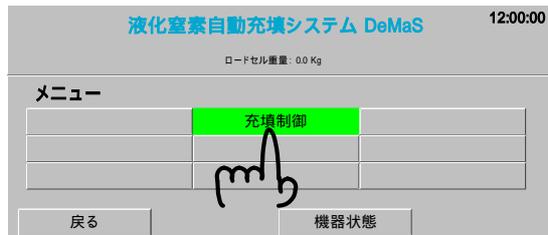
## ログイン

カードを挿入した後、引き抜いてログインします。  
ログインするとパトライトが橙点灯に変化します。



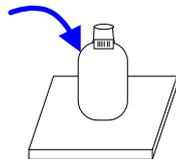
## 「充填制御」を選択

画面の「充填制御」をタッチします。



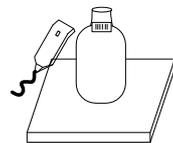
## 容器設置

ロードセル中央に容器を設置します。



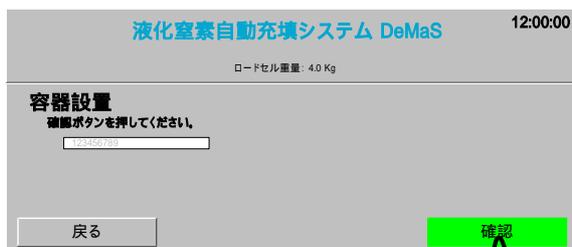
## バーコード読み取り

容器に貼付しているバーコードを読み取ります。



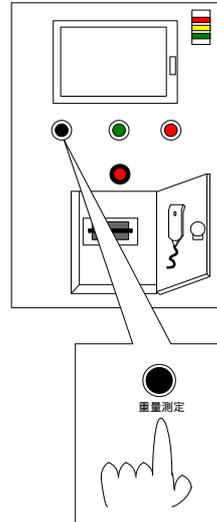
## 「確認」をタッチ

画面の「確認」ボタンをタッチします。



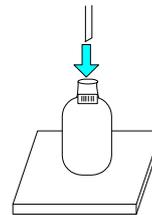
## 重量測定

盤前面の「重量測定」SWを押下します。



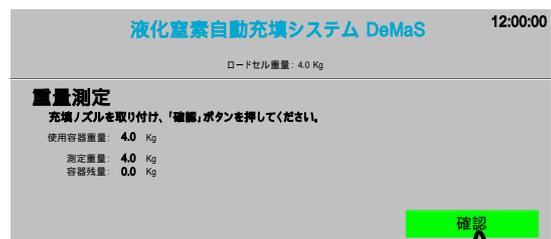
## ノズル挿入

容器にノズルを挿入します。



## 「確認」をタッチ

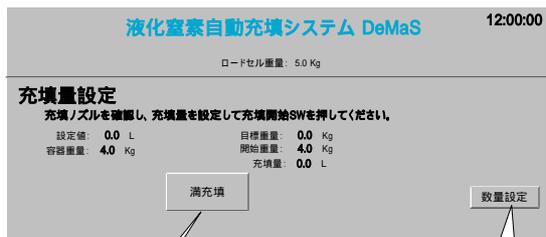
画面の「確認」ボタンをタッチします。



次ページへ 

## 充填量設定

充填量を設定します。



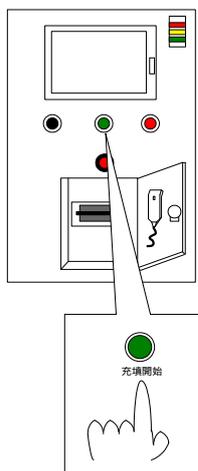
「満充填」ボタンをタッチすると、満充填設定となります。



「数値設定」ボタンをタッチすると、テンキーが表示され、任意の充填量を指定できます。

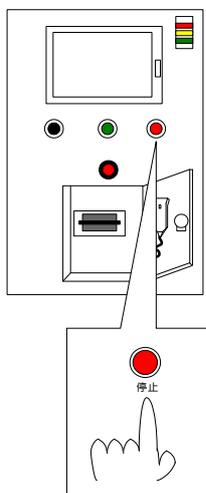
## 充填開始

盤前面の「充填開始」SWを押下すると充填を開始します。充填が始まるとパトライトが橙点滅に変化します。



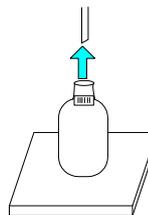
## 充填中～充填停止

充填中はロードセル(秤)に触れないように注意してください。目標重量に達すると自動で停止します。途中で停止するときは「停止」SWを押下してください。充填が終了するとアラームが鳴りパトライトが橙点灯に変化します。画面に「アラーム停止」ボタンが現れ、タッチするとアラームが停止します。



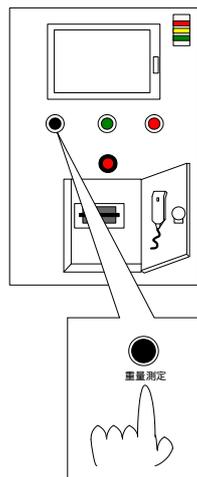
## ノズル除去

容器からノズルを取り除きます。



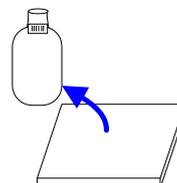
## 重量測定

盤前面の「重量測定」SWを押下します。このときまでアラームが鳴っていれば、アラームは停止します。



## 容器撤去

ロードセルから容器を取り除きます。



## 充填作業終了

画面の「確認」ボタンをタッチするとログアウトし充填終了となります。ログアウトするとパトライトが緑点灯に変化します。



【充填終了】

## § 6. 応急処置

細心の注意を払った上での寒剤使用においても、所詮人間が行なう作業である。事故が生じてしまう。ここでは、万が一の事故に遭遇した場合の応急処置に着いて記述する。

### 6-1 凍傷の場合(低温液化ガス、加圧液化ガス)

- (1) 軽傷の場合は、軽いマッサージ等で患部を暖め、チンク油、ワセリン等を塗布して患部を保護する。
- (2) 重傷のばあいは、温かい場所に移し、40度前後の温水で（徐々に）暖め、暖かい飲み物で体の中も暖める。患部をガーゼ等で保護し、できるだけ早く医師の診察を受ける（チンク油、その他薬品類はつけないこと）。

### 6-2 窒息の場合(不活性ガス、可燃性ガス)

- (1) 緊急度の高い場合が多いので、最初に救急車の要請をする。救急隊が到着するまでの間、必要に応じ (2) から (6) の処置をする。
- (2) 空気の新鮮な暖かい場所に移し、衣服を緩め、毛布などで暖かくして安静にさせる。（二次災害防止のため救助する際には、空気マスク、酸素マスク等をつけて被害者を救出すること）
- (3) 呼吸が弱っていれば、酸素吸入を行う。吸入酸素は医療用混合酸素 ( $\text{CO}_2$  5% +  $\text{O}_2$  95%) が望ましいが、無い場合は酸素のみでも良い。
- (4) 呼吸が止まっている場合は、直ちに人工呼吸を行い、一方で医師に連絡をする。医師の指示を受けるまで中止してはならない（口移し人工呼吸法が容易である。例：人工呼吸 2回、心臓マッサージ 15回で1サイクル、4サイクル行って循環サインを 10秒くらいで確認する。以下繰り返し）。
- (5) 呼吸が回復した後も、酸素吸入を続けて安静を保つ。
- (6) 意識のない場合は、口から飲食物を与えてはならない。意識が回復した後に、コーヒー等を与える（酒類は良くない）。

## § 7. 利用規定(法規)

低温寒剤は使用条件によっては高圧ガスとなり、下記に示す高圧ガス保安法の摘要を受ける。高圧ガスの法令上の定義を以下に示す。

- (1) 常用の温度（又は 35℃）においてゲージ圧が 1 MPa 以上となる圧縮ガス
- (2) 常用の温度においてゲージ圧が 0.2 MPa 以上となる圧縮アセチレンガス
- (3) 常用の温度においてゲージ圧が 0.2 MPa 以上となる液化ガス

(4) 液化シアン化水素、液化ブロムメチル他、政令で定める液化ガス（圧力がかかっていなくても高圧ガスとなる）

低温関係では、CE（大形の液体窒素の貯槽）内の液体窒素、ガスボンベ内のヘリウム、窒素ガスなどが高圧ガスにあたる。これらの高圧ガスを液化、貯蔵、充填するには施設または貯槽の規模に応じて、事業所として都道府県知事の許可、または知事への届け出が必要となる（例 CE、高圧コンプレッサーの設置、高圧コンプレッサーによるガスボンベの充填設備の設置等）。事業所内の高圧ガス設備の変更をする場合にも許可、届け出が必要となり、定期的な検査が義務付けられる。

## **液化窒素利用規程**

### **I). 目的**

本規定は、教育研究のため岩手大学地域連携推進センター低温室からの液体窒素汲み出しに関する基準を定め、事故を未然に防止することを目的とする。

### **II). 供給日・時間**

1) 低温室において、利用者自身により各自の容器に液化窒素を充填すること。低温室を利用できる日および時間は、

祭日を除く月～金 午前9時15分～午後4時45分

とする。但し、年末年始、夏季、及び低温室が保安管理上必要と認めるときは供給を停止する事がある。

### **III). 費用の負担**

- 1) 液化窒素の費用は、低温室にある所定の用紙に書かれた汲み出し量に対して算定する。費用の請求は年に2回、各利用分担金支払責任者宛、振替により行う。
- 2) 液化窒素の供給単価は別に定める。
- 3) 利用分担金支払責任者の変更、統合・分離等、移動が生じた場合には、低温部門まで速やかに連絡すること。

### **IV). 利用方法**

- 1) 液化窒素の汲み出しは、利用者自身が汲み出し施設（小口ユーザーの場合）または低温室（大口ユーザーの場合）から各自の容器に移すことで行う。
- 2) 汲む際に、所属、氏名、電話番号、汲み出し量等の必要事項を、所定の用紙に記入すること。
- 3) 液化窒素の汲み出し中は、その場を離れてはならない。
- 4) 汲み出し中に異常があれば速やかに汲み出しを中止し、低温部門管理者に通報すること。

### **V). 利用申請書**

液化窒素の汲み出し、運搬作業などは、保安管理・事故防止のための講習を受けたもの以外は行ってはならない。低温部門は、取り扱い経験を有すると研究室の責任者より認められたもの、及び低温部門が一定の条件を満たしていると認めたものに対し許可を出す。

## § 8. 重大事故例

### (1) 北大工学部での酸素事故

1992年8月10日午前、北海道大学工学部応用物理学科の助手と大学院生(DC)の2名が、酸素欠乏症によって死亡するという痛ましい事故がおきた。原因は低温実験室(20m<sup>2</sup>)内で液化窒素が気化し、酸素濃度が低下したことによると推定される。この低温実験室は主に極地等の氷の保管と実験試料の作製に使用される。事故調査委員会の報告は以下の通りである。「本事故は、冷凍機の故障により低温室の室温が上昇し、隣の準備室(6m<sup>2</sup>)の温度が0℃を超えるに至ったため、この部屋を冷凍機修理完了までの1～2時間にわたり0℃以下に保持することを目的に、同室内において多量の液化窒素(80L)を急速に気化させたことにより、室内空気中の酸素濃度の低下を生じ、両人はこれを吸引して低酸素欠症に陥り、死亡したものと判断される。」

### (2) NTT での液化窒素取り出し中の酸素事故

1990年8月27日午後、神奈川県厚木市 NTT 研究センターで、研究員が液化窒素タンク(CE)から実験室の中で100リットルの容器に液化窒素を取り出し中、来客があり、この作業を継続したまま退出し、別室で打ち合わせを行った。本人は急に席を立ち退出した。来客者は本人が戻らないので、メモを残して帰宅した。翌日、出勤した他の研究者が実験室で倒れている本人を発見したが、すでに死亡していた。別室で来客と打ち合わせをしているうちに液取り中であることを思い出し実験室に戻ったが、液化窒素が容器から溢れ出ており、低酸素欠症に陥り、死亡したものと推定される。

### (3) 液化窒素貯蔵タンクの爆発

1992年8月28日午後、北海道石狩郡の食品会社で、液化窒素貯蔵タンク(8300L)が突然爆発した。鉄骨作り2階建て延べ約850m<sup>2</sup>の工場半壊、半径150m周辺の窓ガラスが割れる。人的被害はなかった。

### (4) MRI 交換中の爆発事故

2003年10月4日午前、福島県いわき市の民間病院で核磁気共鳴断層撮影装置(MRI)の交換中に、超伝導マグネットのクライオスタットが破裂する事故が起こり、爆風で飛んできた装置の破片などが当たり、足や腰の骨を折るなど8名の重軽傷者を出した。通常時は正常使用状態で気化した液体ヘリウムは逆止弁で排出され、何らかの異常により内圧が上昇する場合には、安全弁や破裂板で内圧を開放して、安全を確保する構造になっている。しかし今回は、通常は

はずすことがない破裂板を事故前日に取り外したため、空気が液体ヘリウム容器内に吸引されて氷結を起こし、これがヘリウムガスの排出経路を閉塞させ、事故当日に液体ヘリウムが急激に蒸発した際に内圧が上昇したものと推定される。

#### **(5)文化祭の実験中に瓶が破裂**

2004年5月30日午後、福岡県北九州市の県立門司高校で、液体窒素を使った文化祭の実験中にラムネ瓶1本が破裂し、実験していた生徒10名が腕や顔などに軽いけがをした。だれかがラムネ瓶に液体窒素を入れ、さらに瓶を傾けて別の容器に移そうとしたところ、中のビー玉がふたの部分にはまり取れなくなった。そのまま放置したところ爆発した。

### **§ 9. おわりに**

寒剤の使用が、低温研究分野の一部の研究者に限られていた時代とは異なり、一般化することは喜ばしいことである。しかしながらその反面、寒剤使用に対する注意が希薄となり、寒剤のもつ本来の恐ろしさを忘却の彼方へおしやってしまう状況も幾らか芽生えてしまう。一度の事故が重大事故に発展するのが寒剤事故である。寒剤使用に際してはこの点を決して忘れてはならない。常に“謙虚”な気持で“慎重”かつ細心の注意を払って使用することを新参古参問わず寒剤使用者には心得て頂きたい。備えあれば憂いなし。岩手大学の低温センターを利用し、低温技術を用いて皆さんの研究活動が一層充実したものになれば幸甚である。

#### **参考文献**（全体を通じて）

- \* 小林俊一、大塚洋一：低温技術（東京大学出版会）
- \* 野島勉、木村憲彰、中村慎太郎、落合明、青木晴善：低温ジャーナル（印刷中）
- \* 低温技術講習会テキスト（東北大学）
- \* （株）ジェック東理社 HP

## 低温室スタッフ紹介

室長:木村毅  
所属:地域連携推進センター  
内線:6858

農学部責任者:橋爪一善  
所属:農学部  
内線:6210

### 工学部担当:

氏名:伊藤達博(月曜日)  
所属:技術部工学系技術室  
内線:6943

### 農学部担当:

氏名:長井和哉  
所属:技術部農学系技術室  
内線:6205

氏名:川井研一(火曜日)  
所属:技術部工学系技術室  
内線:6954

氏名:小室 岬  
所属:技術部農学系技術室  
内線:6205

氏名:中村光輝(水曜日)  
所属:技術部工学系技術室  
内線:6356

氏名:藤沼重雄(木曜日)  
所属:技術部工学系技術室  
内線:6954

氏名:田中一朗(金曜日)  
所属:技術部工学系技術室  
内線:6859