

富山大学自然科学研究支援ユニット  
極低温量子科学施設  
寒剤の取り扱いに係わる安全講習会  
2023



第I部

2023.7.18  
～8.25

受講の方は、別紙の受講報告書に必要事項を記載の上提出ください。

# 本講習会の内容

- 高圧ガスについて
- 液体窒素の性質
- 液体窒素に起因する事故例
- 窒素ガスによる窒息の危険
- 液体窒素のくみ出し方と注意
- 保安体制

※液体ヘリウムに関する講習会は第II部

講師：桑井 智彦

(理学部物理学科・極低温量子科学施設施設長)

# 高圧ガスとは

○35°Cで1MPaG以上となる圧縮ガス

(例：7 m<sup>3</sup> 14.5 MPaGのガスボンベ)

○35°Cで圧力0.2MPaG以上となる液化ガス（低温液体）

1MPaG ~ 10kgw/cm<sup>2</sup> ~ 1気圧の10倍 (10気圧)



**高圧ガス保安法で規制**

G:ゲージ圧

大気圧を0 MPaGとする

液体窒素貯槽 (CE) は  
高圧ガス設備

高圧ガス製造設備	
高圧ガスの種類	液化窒素 ヘリウムガス
最大貯蔵量	1 141.54 m <sup>3</sup>
処理能力	674.13 Nm <sup>3</sup> /日
保安統括者	桑井 智彦
許可年月日 及び 許可番号	平成30年11月28日 G, 第30-30号
緊急時の連絡先	サカキ産業株 富山総合ガスセンター 富山市高木 2481-6 076(434)2142

# 高圧ガスの「製造」とは

一般的な製造とは定義が異なり、圧力や状態を変化させ高圧ガスにすることや高圧ガスを容器に充填することをいいます。

## 具体例

### 1. 圧力を変化させる

高圧ガスではないガスを圧縮し高圧ガスにする。

高圧ガスをより圧力の低い高圧ガスにする。

### 2. 状態を変化させる

気体状のガスを高圧ガスである液化ガスにする。

液化ガスを高圧ガスである気体状のガスにする。

# 高圧ガスの製造

## 3. 高圧ガスを容器に充填する

液体窒素貯槽（高圧ガス設備）から液体窒素を汲み出す

汲み出し行為



高圧ガスの製造



### 高圧ガス製造設備

高圧ガスの種類	液化窒素 ヘリウムガス
最大貯蔵量	1141.54 m <sup>3</sup>
処理能力	674.13 Nm <sup>3</sup> /日
保安統括者	桑井 智彦
許可年月日 及び 許可番号	平成30年11月28日 G, 第30-30号
緊急時の連絡先	サカ中産業(株) 富山総合ガスセンター 富山市高木 2481-6 076(434)2142

# 寒剤（液化ガス）の安全な利用

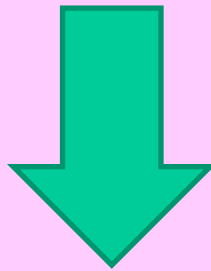
寒剤は、研究に必要不可欠  
使い方を誤ると事故につながる

**自分と周囲の安全を確保するため**

- (1) 寒剤の基本的性質を知る
- (2) 安全な取り扱い方法を身につける
- (3) 安全な器具を使う

# 容器の液体窒素は高圧ガス？

液体窒素は開放容器内にある



高圧ガスではない



# 容器



液体He容器

自加压式50L容器

10L容器



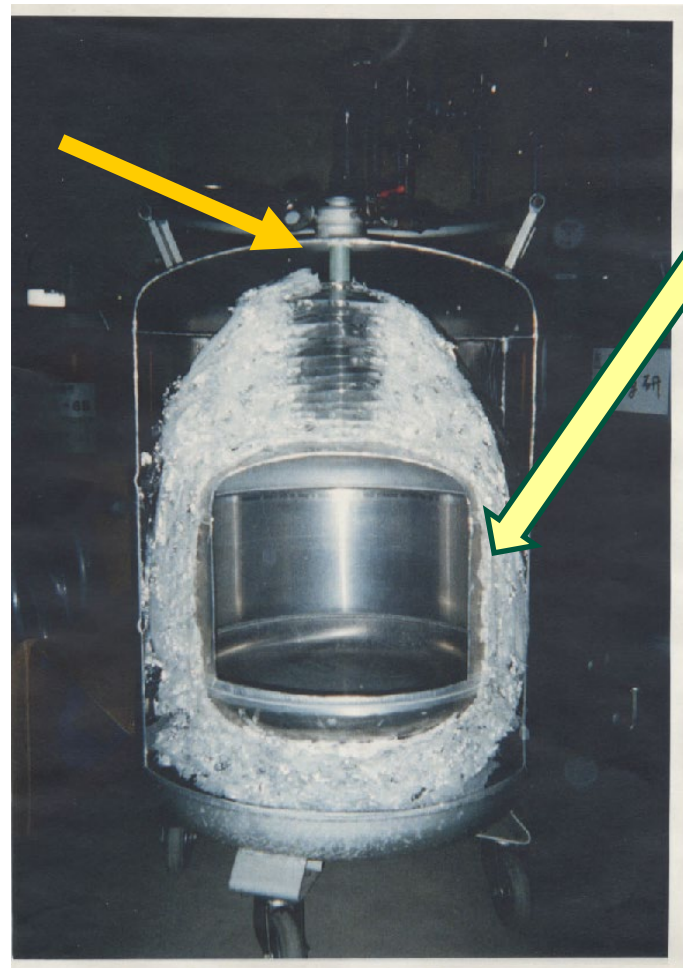
# 液体窒素容器断面

頸部が弱い

頸部だけで容  
器本体を中空  
に支えている



経年劣化に伴  
い固定が甘くな  
る



断熱保護材

50L容器

# 寒剤の性質

	分子量 (g/mol)	融点(K)	沸点(K) (1気圧)	容積比 ガス/液体	燃性
窒素	28.01	63.1	77.3	710	不燃性
酸素	32.00	54.4	90.2	875	支燃性
空気	28.96		78.8	740	支燃性

- **爆発** — 大災害の危険
- **凍傷** — 作業時の軍手着用は禁物
- **窒息** — 気づいたときには死に至る

# 寒剤の性質

数100倍に  
膨張する !

	分子量 (g/mol)	融点(K)	沸点(K) (1気圧)	ガス/液体	
窒素	28.01	63.1	77.3	710	不燃性
酸素	32.00	54.4	90.2	875	支燃性
空気	28.96		78.8	740	支燃性

- **爆発** — 大災害の危険
- **凍傷** — 作業時の軍手着用は禁物
- **窒息** — 気づいたときには死に至る

# 爆発の危険

- 密封の禁止： 大気に逃がす
- 氷による容器開口部の閉塞  
タオルなどで出口を覆う  
(蒸発可能で、水分の侵入を防ぐ)
- 「**熱い物**」を液体に急に入れない。  
急激な蒸発**高圧**になり危険！！

開口部



[ 10 L小分け容器]

# 爆発の危険

「頑丈な」密閉容器はとても危険

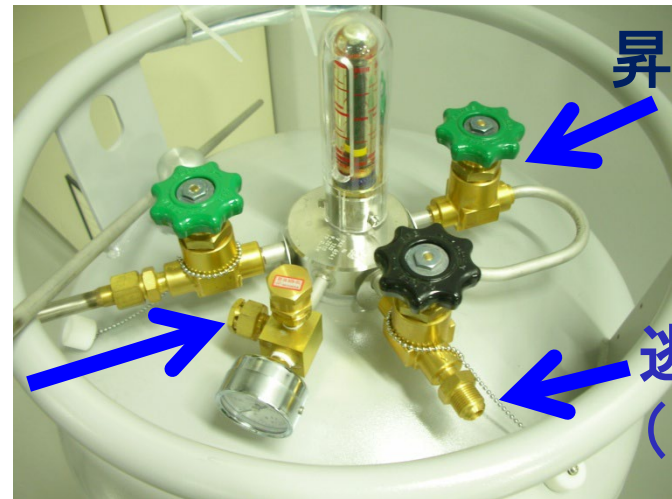
大きな圧力で爆発 大惨事

安全弁を殺さない



50 L 自加圧式容器

破裂弁



昇圧弁

逃し弁  
(通常開)

# 爆発の事故例

## 北海道石狩町食品工場液体窒素タンク破裂事故 (1992年8月28日)

札幌市郊外の北海道石狩支庁石狩町の食品工場で液体窒素貯槽が、安全弁等すべての弁をふさいでいたため破裂し、多大な損害を生じた。幸い夜間に破裂したため、物的被害のみですんだ。

# 凍傷の危険性

- ・ 直接手にかかっても 大丈夫（一瞬なら）

膜沸騰

- ・ 軍手 — とても危険（液体が網目に入り凍る）

専用の革の手袋

タオルで代用（緊急の時）

→手に密着していない

- ・ 液体窒素で冷えた金属

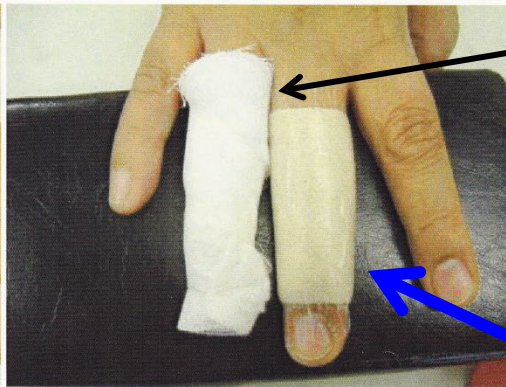
— 手が貼りついて危険

直接接触らずに革手袋，タオルなどを使用する

# 寒剤による凍傷の例



1



2

イソジン消毒、ガーゼ、濡らさないよう指示

ハイドロコロイド貼付

湿潤療法

痛み残る



3

上皮化



# 窒素ガスによる窒息の危険

- 空気の8割を占めるという気安さ

しかし、酸素濃度を変え得る大きな要因



- **窒息** — 気づいたときには死に至る

(酸素濃度6%未満では、あっという間)

窒素ガス:空気よりわずかに軽い(空気28.96 窒素ガス28.01)

注:冷えているときは下降気流ができる

- 液体窒素を使う小部屋 **換気扇をまわす 窓を開ける**

# 寒剤の運搬上の注意

通気性のよい状態で運搬する

台車などを使用する

(万が一の車での運搬は教員同乗のみ)



# エレベータ運搬時は同乗禁止

**危険**

液体窒素運搬中

同乗しないで

次便をお待ち下さい

Carrying Liquid N<sub>2</sub>

Do not enter

Wait for the next service

このプレートを容器前に置き、無人で昇降させてください

# 酸素欠乏症

---

- 労働安全法

酸素濃度18%未満の防止

下限: 16%

正常な濃度 21%



酸素濃度計

# 酸素濃度の違いによる症状

酸素濃度	症状
～14%	呼吸量・脈拍の増加 注意・思考力減少
～10%	判断力の消失 筋力の低下
～6%	吐気、身体の不自由感 死亡に至る危険
6%以下	吸入時間により呼吸停止 けいれん発作 呼吸停止後心停止まで数分

# 無酸素空気1回呼吸の危険

- 呼吸中枢が刺激を受け、空気を吐き出す動作ができなくなる
- 肺の酸素希釈
- 酸素分圧低下、血中酸素分圧低下
- 脳の活動低下・停止

この間数秒以下



意識を失う・死亡

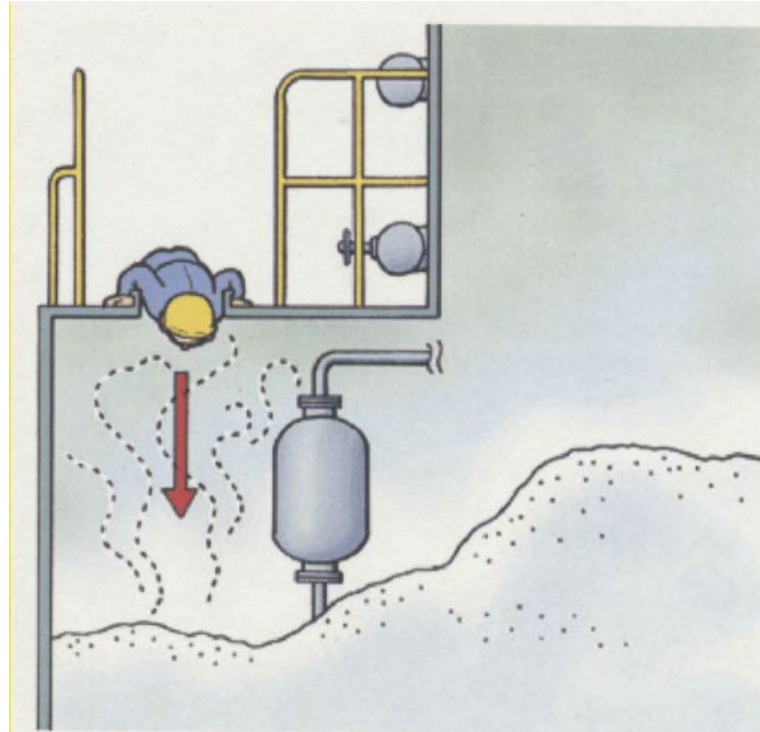
# 窒息の事故例\_\_1

1) 某大学で、故障した冷凍機の代わりに液体窒素で密閉室内の冷却を試みた→**2名死亡**

**大学教員と大学院生**

2) 某研究所で、窒素くみ出し中にその場を離れた。後で気づいて部屋に入った時には、室内は窒素ガスが充満しほとんど酸素なし →**1名死亡**

## 窒素事故例\_\_2



液体窒素が噴出している所を覗いたところ、  
酸素欠乏により転落、**死亡**（安全衛生情報センター参照）



# その他の事故例

試験管で密封試料を冷却、取り出し後、ピンホールから侵入した液体窒素の気化による破裂

広い口の容器で長時間液体と触れていた口周辺の空気は、ほとんど酸素に置換してしまっている場合がある。

※空気が窒素と酸素に分離する

(酸素の沸点:90.2 K, 窒素77.4 K)

取り扱いには注意。酸素は液体のままでも有機物に触れると爆発を起こす場合がある。

# 寒剤の性質

	分子量 (g)	融点(K)	沸点(K) (1気圧)	容積比 ガス/液体	燃性
窒素	28.01	63.1	77.3	710	不燃性
酸素	32.00	54.4	90.2	875	支燃性
空気	28.96		78.8	740	支燃性

- **爆発** — 大災害の危険
- **凍傷** — 軍手は禁物
- **窒息** — 気づいたときには死に至る

# 総合研究棟1F通路 および NMR実験室内の 酸素欠乏警告灯設置 (2013年度)

酸素濃度低下を検知  
(窒素ガスなどの充満)



入り口の**パトランプ**点灯時  
**危険なので立ち入らない**

管理者へ連絡



# 極低温量子科学施設の場所



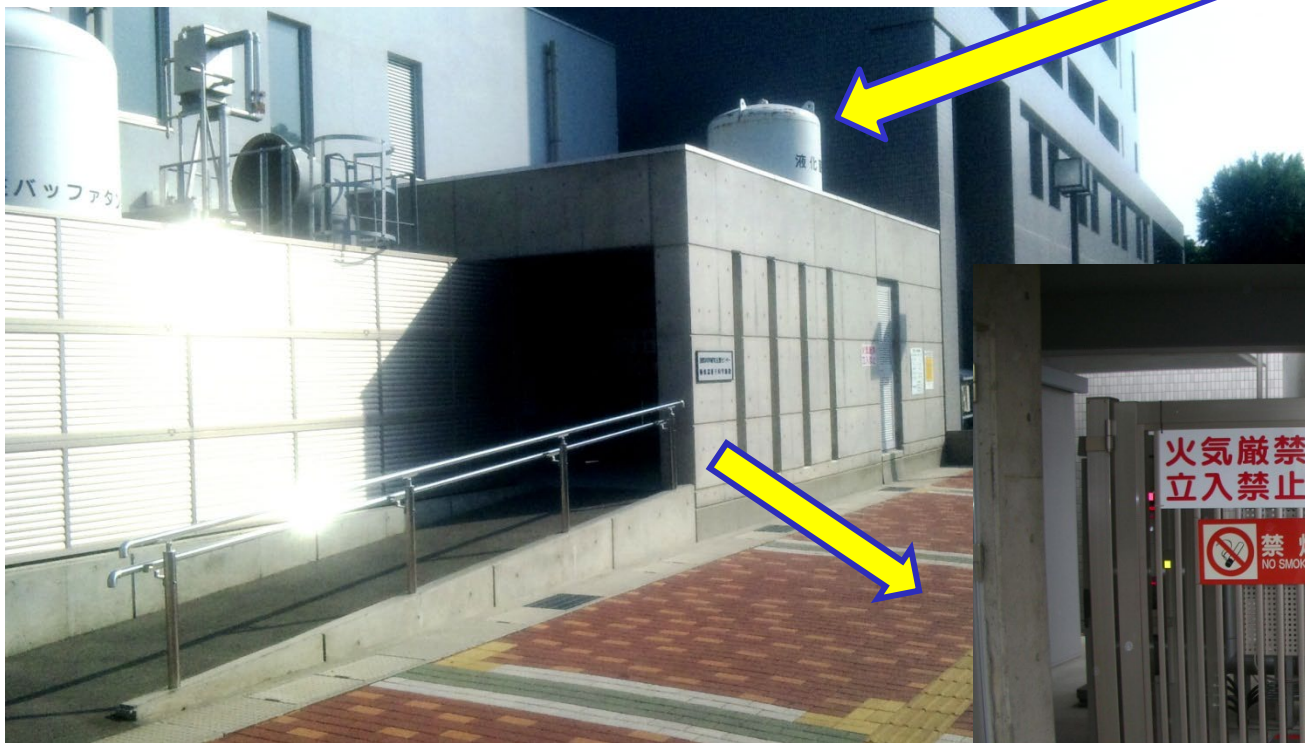
理学部1号館  
(A棟)裏口の  
駐車場そば  
研究棟の先

富山駅行き  
バスのりば

44

高岡駅行き  
富山大学附属病院

**CE5000**



**5000L液体窒素貯槽：火気厳禁**

※ごみは必ず持ち帰ってください(空き缶など)

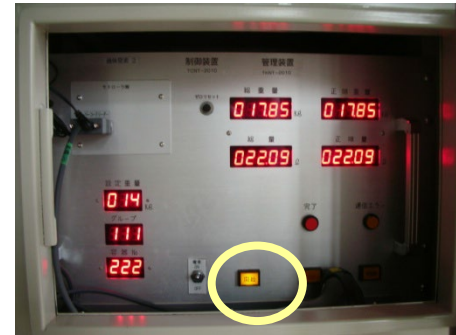
# 液体窒素自動供給の流れ



計量台(ロードセル)  
に載せる



バーコードを読ませ  
る



計測器表示

開始ボタンを  
押す



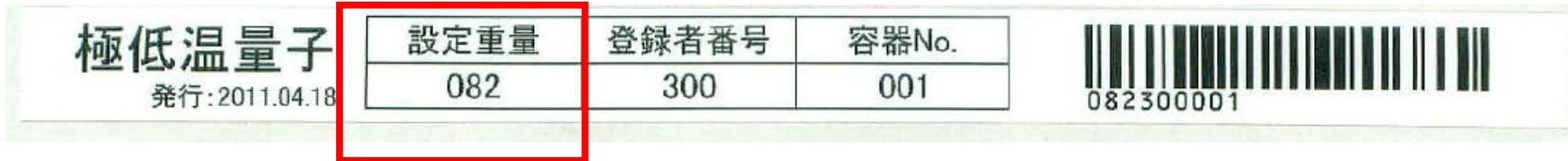
汲み出し  
開始



正常終了  
ブザー  
容器を降ろす

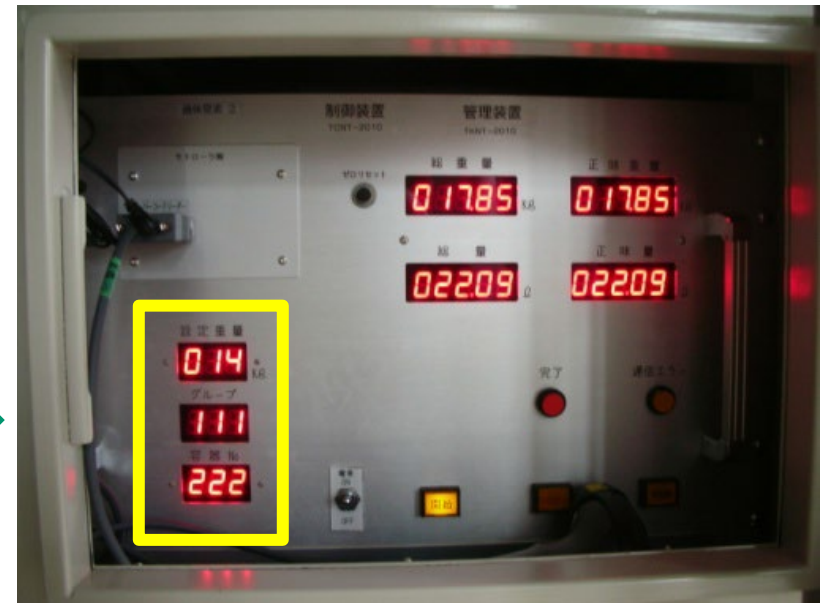
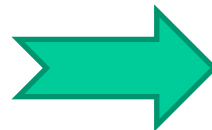
# バーコード読み込み時の注意

正しいバーコードシール



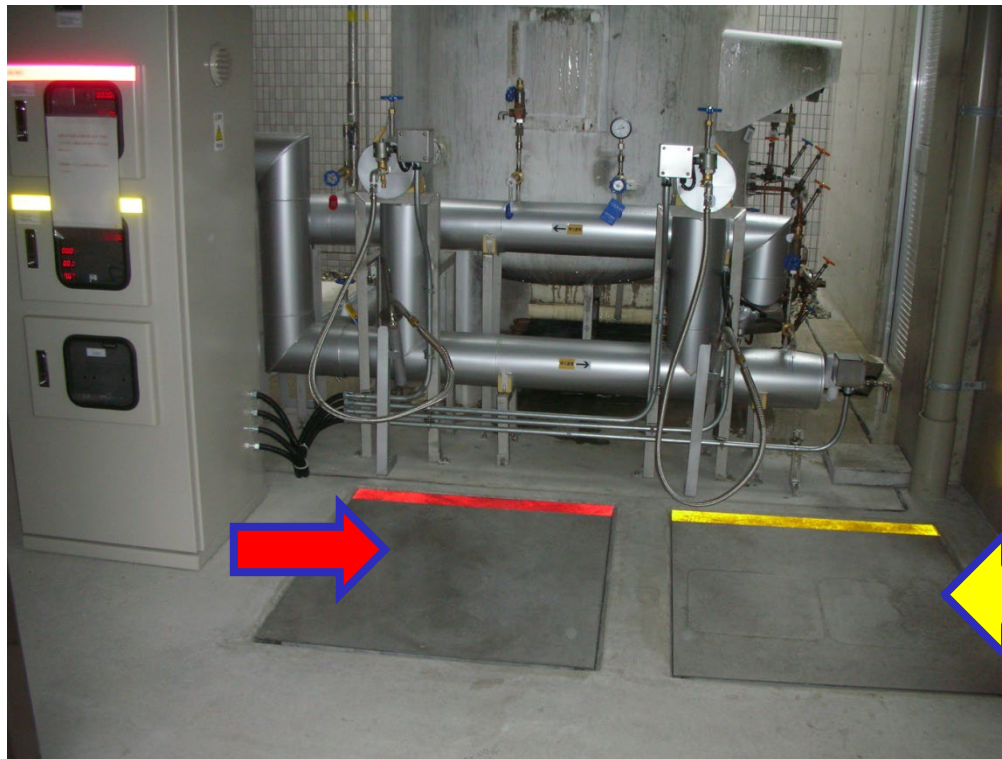
間違ったバーコードを読み取らないように注意して下さい  
バーコード下の数字と一致していることを確認

設定重量  
登録者番号(グループ)  
容器番号



# 液体窒素自動汲み出し(1)

赤・黄2台の計量台(ロードセル)





# 液体窒素自動汲み出し(2)

台に載せる  
(液体窒素残留していても汲みだせます)



黄

# 液体窒素自動汲み出し(3)

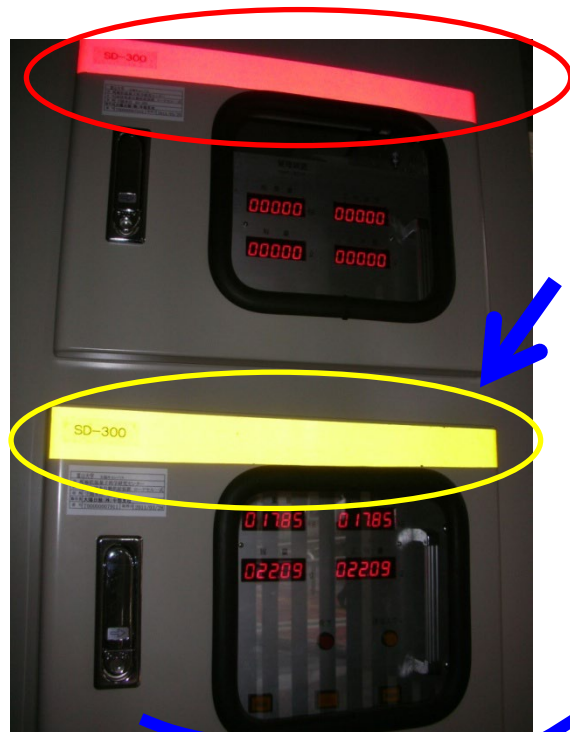
液取りチューブを挿入する  
(細い挿入口の場合, 備え付けの補助器具を使用する)



※チューブを差し込む際,  
無理やりにせず,  
チューブの根元に  
ストレスをかけ過ぎない  
ように工夫すること  
(ストレスがかかると  
液漏れや噴出の恐れが  
ある)

# 液体窒素自動汲み出し(4)

台と同じ色の計測器の  
バーコードリーダーで読む



# 液体窒素自動汲み出し(5)

総重量kg, 正味重量kg  
総量L(リッター), 正味量L

開始ボタン点滅

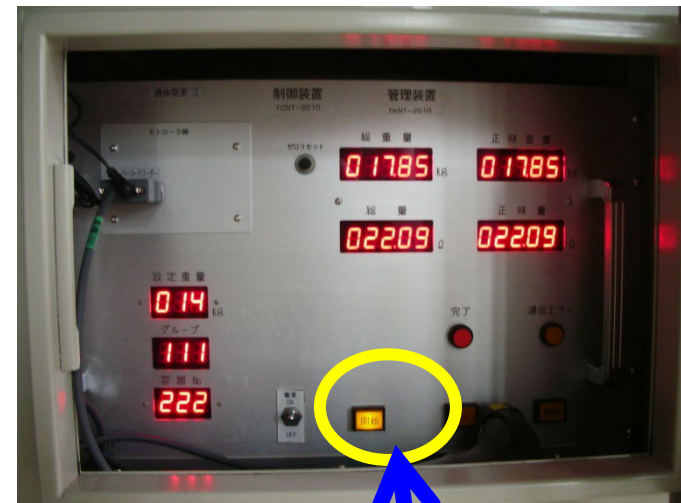
**ボタンを押す**



正味重量, 正味量: ゼロになる



設定重量  
グループ  
容器No



ボタン

# 液体窒素自動汲み出し(6)

汲み出し開始



管が冷えていない時  
汲み出し口までの予冷  
異常ではない



注：ロードセルに乗らないこと！

# 液体窒素自動汲み出し(7)

- ・総重量設定重量に達した時供給自動停止, ランプ消灯
- ・パソコンに計量データ自動送信
- ・正常終了: 完了ランプ点灯, 間欠ブザーが鳴る
- ・液取りチューブを引き抜き, 台から降ろして終了



# 液体窒素自動汲み出し(その他)

- ・汲みだし開始前の容器を置く直前の総重量・正味量表示すべてゼロになっていないとき



「ゼロリセット」ボタンを押してください。

(正確な秤量ができないことがあります)



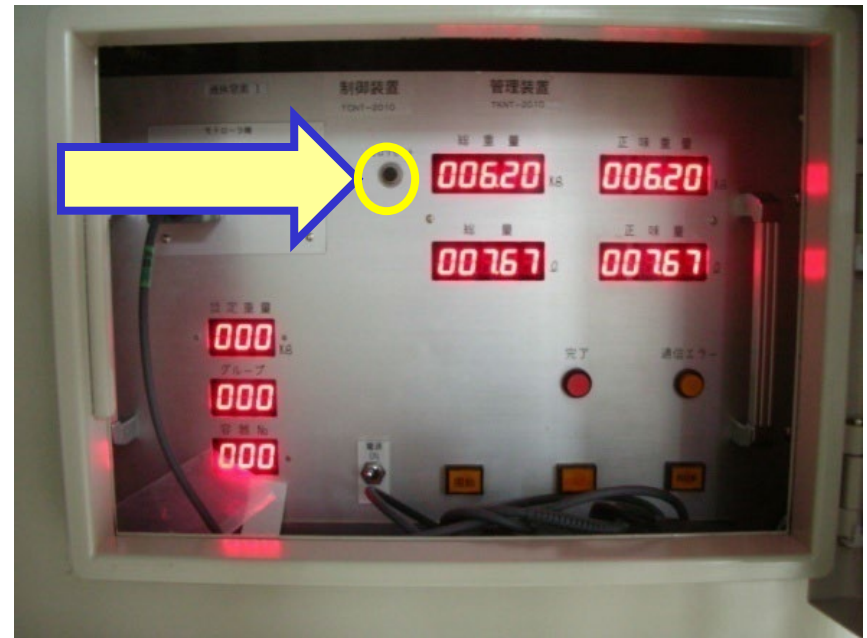
# 液体窒素自動汲み出し(その他)

- ・汲みだし開始前の容器を置く直前の重量・体積表示すべてゼロになっていないとき



「ゼロリセット」ボタンを押してください。

(正確な秤量ができないことがあります)





# 復習：液体窒素自動汲み出しの流れ



台に載せて  
チューブを挿す



バーコードを読む



計測器表示

ボタンを押す



汲み出し  
開始

正常終了  
ブザー  
容器を降ろす



# 専属の職員はいない

少数教員のボランティア  
なので、みなさんの協力  
をお願いします



ドア:開錠時間 8:00~17:30  
汲み出し後はドアを閉める

月~金  
汲み出し可能時間帯:  
原則 8:30~17:00



二週に一度、タンク  
ローリでの  
充填



圧力調整中



# 「汲み出し不可」の時間帯

○平日 ⇒ 8:00以前および17:30以降

○土曜・日曜・祝祭日 ⇒ 終日

※保安係員不在のため、万が一の事故への迅速な対応ができない

○やむを得ない理由で時間外に汲み出したいときは、**事前に保安係員へ**相談してください。無断で汲み出さないこと。(どの研究室がいつ汲み出したかは把握できます。)

●**空き缶などのゴミは持ち帰る, 当然禁煙**

# 工学部・都市デザイン学部

## CE2000 液体窒素の汲み出し

(2020年6月版)

1. 汲み出し利用日: 月曜日～金曜日  
(祝祭日除く)
2. 利用時間: 9時～17時
3. **初めてくみ出すグループは、事前に管理担当者に連絡してください。**

管理者: 中 茂樹 教授(電話076-445-6731)

メールアドレス: nak@eng.u-toyama.ac.jp



# 柵内に入る前に必ず確認すること

貯槽内の圧力が**0.5 MPa**を超えていたら、**立ち入り禁止**。電話076-445-6731に連絡する



# 立ち入り前の安全確認

主安全弁が白く凍り付いていたら危険

ブロー弁は常にガスを吹き出している。止まっていたら危険

配管安全弁が白く凍り付いていたら危険

降圧調整弁が白く凍り付いていたら危険



# 記録簿への記帳、革手袋



ハカリの電源をONにしてから、容器を載せる。  
そしてゼロ設定をする。

① 電源ON

③ ゼロ設定

② 容器を  
載せる





## 汲み出しの注意

### 1. はじめはゆっくりバルブを開ける

容器内に液体が残っている場合は、吹き出して目などに入る危険がある。

### 2. バルブを全開にしない

凍り付いて閉まらなくなることがある。





# 極低温量子科学施設の保安体制 (2022年度)

保安統括者： 桑井 智彦(施設長・理学部教授)

代理者 : 森脇 喜紀(理学部教授)

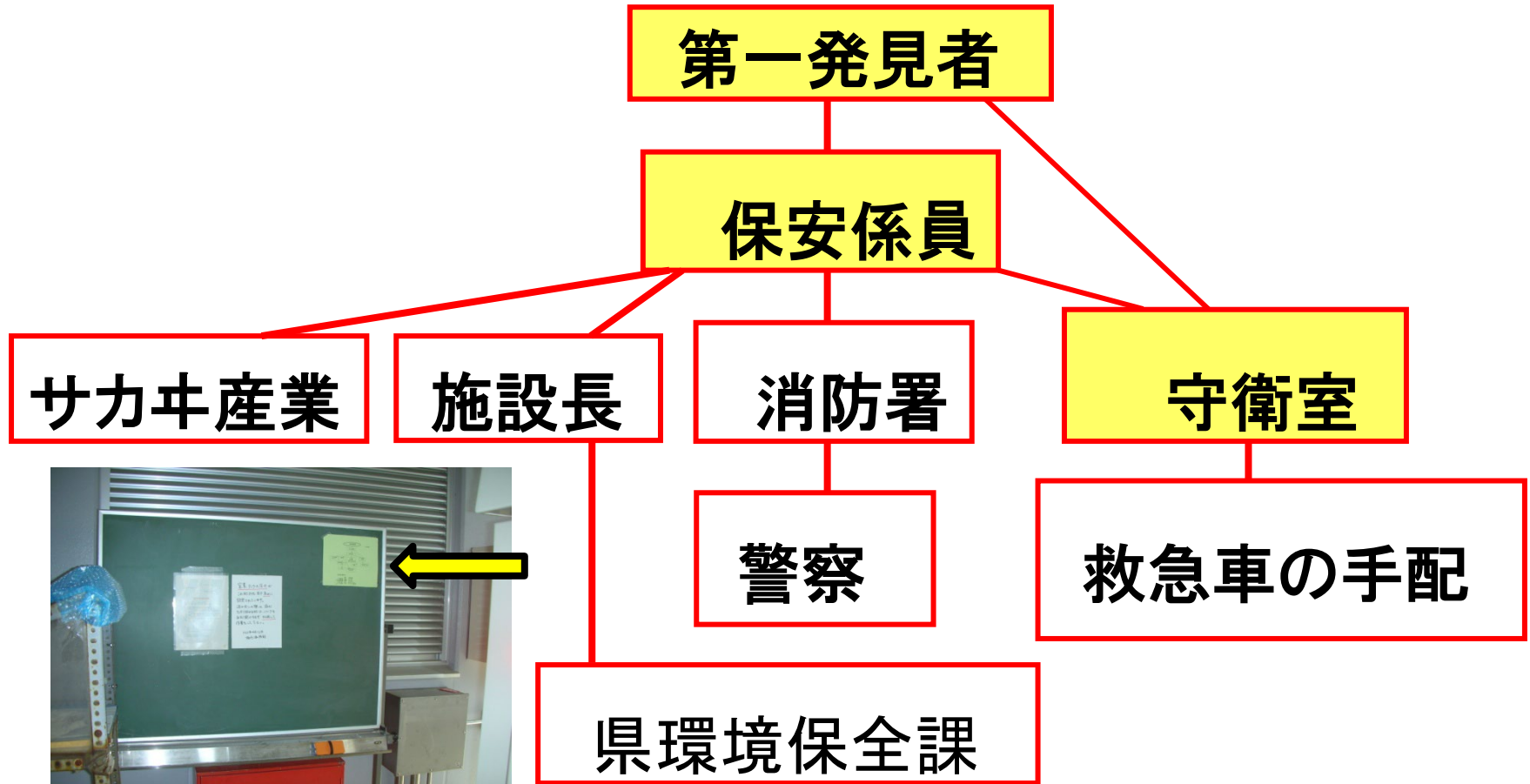
保安係員： 田山 孝(理学部准教授)

副保安係員：松本 裕司(理学部助教)

**異常を発見 → 保安係員へ通報**

**連絡先は窒素汲み出し場所に掲示されています**

# 緊急連絡網



保安係員:田山(理)、 副保安係員:松本(理)

# この他の事項

## 極低温量子科学施設のHPに記載

[www.tbt.u-toyama.ac.jp/](http://www.tbt.u-toyama.ac.jp/)

富山大学HP⇒学部・大学院・施設

⇒学内共同教育研究施設

⇒自然科学研究支援ユニット

**※液体ヘリウム使用に係る取扱い**

**→液体ヘリウムを用いて研究をする方は  
講習会第II部を受講ください**

# 正しい知識と対応で 事故のない安全な 実験・研究を



おわり