

2021年10月28日(木)～オンライン講習  
R3年度液体ヘリウム利用者講習会

# R3年度液体ヘリウム利用者講習会

大阪府立大学 理学系研究科

野口 悟



LHE貯槽  
1500 L



高圧ガス製造保安係員

# 1. 高圧ガスと液化ガス

**ボンベ: 充填圧力**  
150 気圧(14.7 MPa)

**凍傷 (低温やけど)**  
**酸欠**  
**密封 (容器破裂)**



**7 Nm<sup>3</sup>**



軍手(布製)手袋は厳禁 革製手袋着用  
窒息するから窒素  
蒸発すると体積650~800倍

**LHE**  
**1500 リットル**

**100 リットル~75 Nm<sup>3</sup>**



**長尺カードル12本**  
**(75 Nm<sup>3</sup>/本)**

O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>



酸素ガス

黒色/白字



水素ガス

赤色/白字



液化炭酸ガス

緑色/白字



液化アンモニアガス

白色/赤字



液化塩素ガス

黄色/白字



アセチレンガス

褐色/白字



可燃性ガス  
可燃性、毒性ガス

ねずみ色/赤字



毒性ガス  
その他のガス

ねずみ色/白字

**その他**

# 主な寒剤の物性

寒剤の種類	N <sub>2</sub>	He	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
沸点 (K)	77.3	4.2	90.1	20.3
分子量 (g/mol)	28	4	32	2
液体密度 (kg/L)	0.808	0.125	1.144	0.0708
気体の比重 (空気 = 1)	0.967	0.138	1.105	0.069
液体から気体になると体積は何倍?	646	699	799	790
空気密度 1.293 g/L (0 °C、1 atm)				

# 凍傷の防止

- 濡れる綿製品は使用しない
- 乾いた革手袋を着用する。



## 酸素濃度症状

酸素モニター  
携帯用



- 21% 正常な酸素濃度
- 12~16% 脈拍、呼吸数の増加。頭痛、めまいが起きる。  
精神集中に努力がいる。
- 9~14% 判断力が鈍る。不安定な精神状態。  
当時の記憶がなくなる。体温上昇、チアノーゼ。
- 6~10% 意識不明。中枢神経障害。痙攣、チアノーゼ。
- 6%以下 昏睡、呼吸停止、心臓停止。  
酸素濃度0%のガスは一息で意識不明となる。

酸素モニター  
定置式



**エレベータ要注意**



# 酸欠による死亡事故例

- 1990,8/27 NTT研究所

窒素汲み出し中その場を離れた。後で気づいて、部屋に戻ると液体窒素があふれていた。止めようとして入室したところ倒れた。

1名死亡

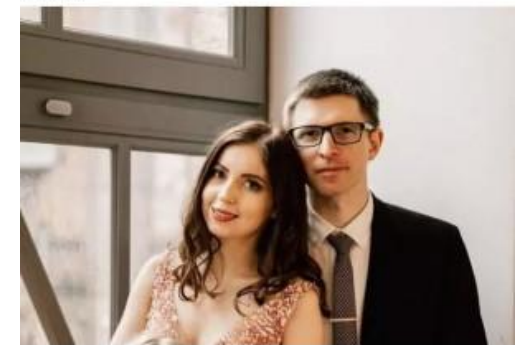
- 1992,8/10 北海道大学

停電のため保冷庫の冷凍機が停止した。保冷室内の試料の冷却のため、保冷庫内で液体窒素を散布した。約80リットル。

2名(教員と院生)死亡

室内プールにドライアイスを投入し3名死亡 誕生日パーティの演出 ロシア  
動画では、防護服とゴーグルを着用したゲストが約25キロのドライアイス  
プールに投入する姿が映っており、プールからは白い煙が立ち上っている。  
ゲストからは歓声があがり、そのうちの1人は興奮しながらプールに飛び込  
んでいる。…。命を落とした3人はプールの中に飛び込み、CO<sub>2</sub>中毒で酸欠  
に陥り窒息死したとみられている。(2020.3.2)

Guests immediately began to choke and fall unconscious. Three died and several more are in hospital.



Ekaterina Didenko with her husband Valentin. Credit: East2West

# 液体窒素タンク(CE)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(1992/8/28)



破壊時推定内圧 **70気圧** マイクロバスの屋根がめくれ上がっていることからその破壊力が想像できる

**バルブの扱いにミス**： 安全弁の元弁が閉止 → 内圧の上昇 → 爆発

札幌市郊外の食品工場で液体窒素貯槽(コールドエバポレータ)が、安全弁等すべての弁をふさいでいたため破裂した。幸い夜間に破裂したため、物的被害のみですんだ。

当事者被害:約7700万円 + 第三者被害:約3億5900万円 = 被害総額:約4億3600万円

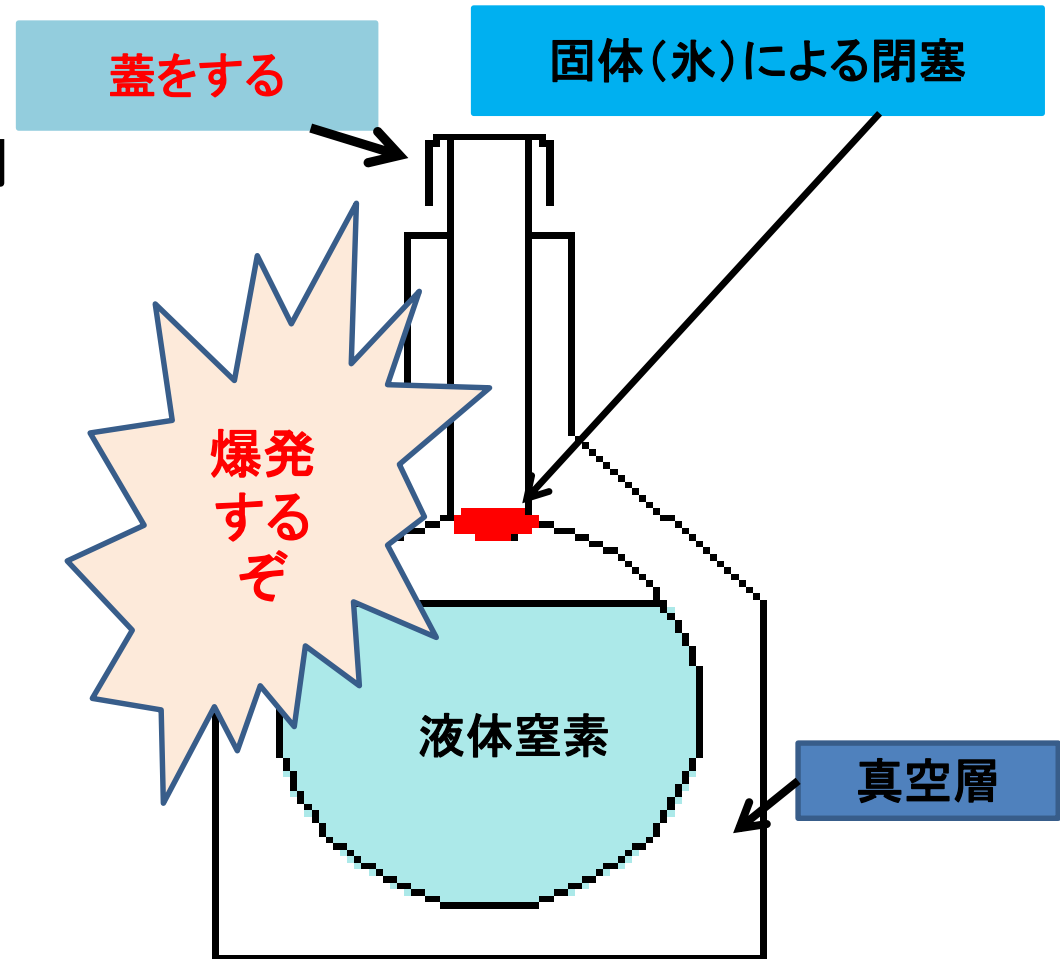
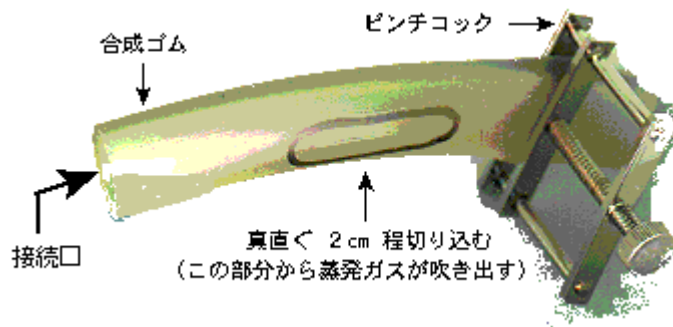
# 超低温容器の閉塞の防止

- 氷による閉塞  
(水分、オイル分、その他)
- 液体ヘリウムの場合は空気でも閉塞する

**吸込口や蒸発口を開放したまま放置しない。**

簡単なブンゼンバルブをつける。

布で出口をふさぐ





# 超低温容器の移動、運搬



- 転倒しないように運ぶ。

- エレベーター内は無人で運ぶ。

出典:ヒヤリ・ハット事例集(低温編) 22

# 液化窒素自動充填システム

— “液体窒素充填自動化”、“学内統一料金”、“料金制”、“外部資金による支払い”を導入—



あふれない!

- ・電磁バルブの開閉で、円滑・安全自動的に容器に充填
- ・バーコードリーダーで管理(充填者、日時、充填重量を記録)
- ・情報は研究推進課でシステムティックに一元管理
- ・充填時の個人差が解消され、「学内統一料金」採用可能
- ・「料金制」適用により、外部資金での支払が可能



ロードセル式台秤、電磁バルブ、円滑・安全、自動充填  
バーコードリーダー、充填記録をCSV保存、USB管理



- ・日常点検等は従来通り
- ・研究推進課が集計、課金等の業務を担当

# 液体ヘリウム利用手順 1. 予約

## 1. 予約

1-1. 原則、汲出し希望日の1週間前までに、下記に電子メールで汲出し予約する。

その際、「**液体ヘリウム汲み出し申込書**」（別紙参照）を添付する。

供給管理担当者 川又修一 [s-kawamata@riast.osakafu-u.ac.jp](mailto:s-kawamata@riast.osakafu-u.ac.jp) 内線3650

研究推進課職員 川西敏一 [ctk35812@osakafu-u.ac.jp](mailto:ctk35812@osakafu-u.ac.jp) 内線3575

1-3. 供給管理担当者の承認が得られたら、Yahoo JAPAN ([www.yahoo.co.jp](http://www.yahoo.co.jp)) のカレンダーにアクセスし、装置への**トランスファー**予定日時を予約する。

Yahoo JAPAN ID: helium\_opu Password: helium\*\*\*

以下の記入例を参考に必要項目を記入する。

- 記入例) 16時-18時 トランスファー 80L A13-NMR 理・藤原 内線4015
- 他のくみ出し予約が入っている場合には時間をずらして下さい。

**くみ出し：** 液化室で LHE貯槽 からベッセルに汲出すことを指す。  
**トランスファー：** ベッセルから各実験室の装置に汲出すことを指す。

日	月	火	水	木	金	土
26	27 液化運転後 481.5L 大晶 13:00 He 汲み出し 理・物理・山口 (4052) 15:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052) 16:00 MPMS3液体窒素充填 21:00 21機構 野口 3629	28 3/27~ 21機構 野口 3629 12:30 He トランスファC10 PPMS 工・電物・桐谷 (5755)	29 14:00 He汲み出し80L C10-PPMS	30 液化開始後 467.4L 芦田 10:30 He汲み出し 80L NMR 理・分子・小島 内線2303 13:30 Heトランスファー 80L NMR 理・分子・小島 内線4015	31 9:00 汲み出し 60L C10-MPMS3 10:00 MPMS3液体ヘリウム充填 13:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	1
2	3 液架運転後 439.1L 松井 9:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052) 10:30 He 汲み出し 理・物理・山口 (4052) 12:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	4 9:30 MPMS3液体窒素充填	5 19:00 タイトルなし	6 液化運転後 534.5L 津久井 16:00 He トランスファC10 PPMS 工・電物・青木 (3557)	7 14:00 He汲み出し80L C10-PPMS 15:30 液化運転 練習(桂) 運転後 458.5L 19:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	8 9:00 工・マテ・岩瀬・袖
9	10 液化運転 508.0L 山口 14:30 He トランスファー 理・物理・山口 (4052) 18:00 He 汲み出し 理・物理・山口 (4052)	11 9:00 汲み出し 59.47L C10-MPMS3 9:30 MPMS3液体窒素充填 10:00 MPMS3液体ヘリウム充填	12	13 液化運転 野口、桂 残488.6L	14 11:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052) 13:00 液化室クレーン点検 17:00 He トランスファC10 PPMS 工・電物・青木 (3557)	15
16	17 液化運転後 543L 桂、川又 15:00 He汲み出し80L A13-224 理・物理・光物性(4066) 川西 16:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	18 9:30 MPMS3液体窒素充填 17:00 He 汲みだし 理・物理・山口 (4052)	19 14:30 He汲み出し80L C10-PPMS	20 液化運転後564.6L 芦田 桂	21 9:00 汲み出し 56.21L C10-MPMS3 10:00 MPMS3液体ヘリウム充填 16:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	22
23	24 液化運転後451.5L 大晶・桂 16:00 He 汲み出し 理・物理・山口 (4052) 18:00 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	25 9:30 MPMS3液体窒素充填予定 13:00 液化機講習会	26	27	28 10:30 He トランスファー 理・物理・山口 (4052)	29 昭和の日
30	1 9:00 汲み出し 60L C10-MPMS3	2 9:30 MPMS3液体窒素充填予定	3 憲法記念日	4 みどりの日	5 こどもの日	6



# 液体ヘリウム利用手順 2. 汲出し

## 2. 液化室での汲出し

2-1. 汲出し容器を各々の実験室からC10棟 1階の液化室（121号室）へ運ぶ。この際、**液化室の鍵**と、必要なら建物のカードキーを持参すること。汲出し容器を運ぶ際に、実験室の**回収配管が開放されていないこと**を確認し、運搬中にヘリウムガスが放出しないように注意すること。また、**実験室の回収配管のガスメータ値を記録しておくこと**。運搬は最低2人以上で行い、転倒させないなど、細心の注意を払うこと。液化室まで運んだら液化室の回収配管に接続し、回収ラインを開ける。汲出しは研究推進課担当職員が行うので、どの容器にくみ出すのか表示し、職員に連絡する。

2-2. 汲出し容器は予め十分冷えていることが望ましいが、液体窒素による容器の予冷はヘリウム純度を低下させる恐れがあるため行わないこと。但し、十分な経験を有し、十分なヘリウムガス置換を行った場合はこの限りではない。一般的に、**わずかに液体ヘリウムが残留した状態が望ましい**。

2-3. 担当職員は汲出し完了をメールで通知する。その際、汲出し前の残留液体ヘリウム量と汲出し後の液体ヘリウム量を計測し、容器への汲み入れ量を計算した数値を「液体ヘリウム汲み出し申込書」に記載し、メール添付する。

**注意！** 容器は100万円以上する高価なものであり、内部は液体ヘリウム槽が首吊りのように真空断熱層にぶら下がっているため、転倒させると、首吊り部分が破損し、使用不可能となる。



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



# 液体ヘリウム利用手順 3. トランスファー

## 3. トランスファー（液体ヘリウム容器から装置への液体ヘリウム注入作業）

3-1. WEBカメラにアクセスし、液化室の回収ガスバッグの位置が5以下であることを確認する。

5以上である場合には、液化室の回収ヘリウムガス圧縮ポンプを起動し、5以下になってからヘリウム移送を開始する。回収ガスバッグが満タンになると、バッグの破裂を防ぐため安全弁からガスを大気放出する（ベント）。トランスファー時は随時、回収ガスバッグの位置をモニターすること。

url: <http://157.16.133.32>

ID: helium\_opu

Password: helium\*\*\*

3-2. 液体ヘリウムを低温装置へとトランスファーする前と終了後に、時間、担当者名、積算流量計の値、回収ヘリウム純度、装置のヘリウムレベル等を、各装置の必要に応じて記録する（推奨）。具体的には各研究室のルールに従う。

3-3. 装置への液体ヘリウムトランスファー中は、**積算流量計**と**ヘリウムガス純度**を随時モニターし、ヘリウムガス漏れや逆に不純ガスの混入がないように注意すること。

容器内の昇温を防ぐため、容器内の液体ヘリウムは空にせず、トランスファー終了時に少なくとも、底から数センチは残しておくこと（推奨）。

3-4. 使用した容器が共通の貸出容器の場合、液体ヘリウムトランスファー終了後、使用した容器をC10棟の液化室へ速やかに返却し、ヘリウムガス回収ラインに接続しておくこと。