

液化窒素（他高圧ガス）の取扱い

Ver.1.1.2

研究社会・連携機構 総合機器センター

LOVE&SCIENCE.

すべてはキミの未来のために。



SCIENCE is here, the future is here.

岡山理科大学

OKAYAMA UNIVERSITY OF SCIENCE

目次

1. はじめに
2. 高圧ガスとは？
 - 1) ガスの分類
 - 2) 高圧ガスの定義
 - 3) 高圧ガスの製造・貯蔵
3. 高圧ガスの危険性について
 - 1) 破裂・爆発・衝撃
 - 2) 酸欠・中毒
 - 3) 凍傷
4. 高圧ガスボンベの取扱い
 - 1) 高圧ガスボンベの種類
 - 2) 圧力調整器の取替
5. 液化窒素(容器)の取扱い
 - 1) 液化窒素の特性
 - 2) 液化窒素の運搬方法
 - 3) 液化窒素の保管方法
 - 4) 液化窒素汲出しの諸注意
 - 5) 液化窒素の汲出し方法
6. その他
 - 1) 液化窒素供給所の利用方法
 - 2) 自加圧型容器の構造
 - 3) 事故事例
7. 最後に



1. はじめに

ポイント

あなたと公共の安全を守るために！

実習や卒業研究などで使用する器具や装置の中には、装置内部で化学反応を起こすために高圧ガスボンベからガスを取り出したり、試料の低温状態での特性を調べるために液化窒素を寒剤(冷却剤)として使用します。

このような時に、高圧ガスや液化窒素の容器やガス、液化窒素の自体の取扱いを間違えると大事故につながります。

本学習では皆さんが、これらの容器やガス、寒剤を使用するにあたり知っておくべき 高圧ガスの特性や取扱い方法について説明します。



太郎です。
よろしく
お願いします。



花子です。
よろしく
お願いします。



LOVE&SCIENCE.

すべてはキミの未来のために。

2. 高圧ガスとは？

ポイント

液化窒素の取扱いは**法律**で**規制**を受けます。

高圧ガスとは、「**高圧ガス保安法**」という法律に基づいて定義され、高圧ガスの**製造・貯蔵・販売・移動・取扱・消費**・容器の製造に関して、公共の安全を確保することを目的に、この**法律**で**規制**されています。

また、今回の学習もこの法律の中で、高圧ガスや液化窒素を使用するにあたっての事故防止と公共の安全を目的とした「**保安教育**」として、高圧ガス使用者に**義務**付けられています。

では、一体、「**高圧ガス**」とは？

プロパンガス？ 都市ガス？
ヘアスプレーは？



2. 1) ガスの分類

ポイント

液化窒素は名前のおとおり、液化ガスです。

状態による分類	圧縮ガス	酸素、水素、窒素、アルゴン、メタンなど
	液化ガス	液化酸素、液化窒素、二酸化炭素、アンモニアなど
	溶解ガス	溶解アセチレンガス
燃焼による分類	可燃性ガス	水素、アセチレン、アンモニア、LPガスなど
	支援性ガス	酸素、空気、塩素、亜酸化窒素など
	不燃性ガス	窒素、アルゴン、ヘリウム、二酸化炭素など
毒性による分類	毒性ガス	塩素、アンモニア、一酸化炭素、亜硫酸ガスなど
腐食による分類	腐食性ガス	塩素、アンモニア、硫化水素など
その他	特殊高圧ガス	アルシン、モノシラン、ジシラン、ジボラン、セレン化水素、ホスフィン、モノゲルマンの7種

ガスによっては、二つ以上の性質をもつものもあります。

塩素は、「支援性」で「毒性」で、「腐食性」の性質を持つ。



2. 2) 高圧ガスの定義

ポイント

液化窒素は**液体**でも**高圧ガス**です！

高圧ガスは、貯蔵や輸送に便利のように「**圧縮されたガス**」及び「**圧縮または冷却されているガス**」であって、高圧ガス保安法で定められた圧力以上のものであり、前者を「**圧縮ガス**」、後者を「**液化ガス**」という。

次のいずれかの条件を満たすと高圧ガスとなる。

- ① 現に圧力 1MPa(メガパスカル)以上の圧縮ガス。
- ② 温度35°Cにおいて圧力 1MPa以上の圧縮ガス。
- ③ 現に圧力 0.2MPa以上の液化ガス。
- ④ 圧力 0.2MPaになる温度が35°C以下である液化ガス。

1 気圧
= 地表面の気圧
= 0.1013MPa



2. 3) 高圧ガスの製造・貯蔵

ポイント

普段の行為でも届出が必要になることも！

下記のような普段の行為（製造・貯蔵）であっても、使用するガスの圧力によっては、行政へ届け出る必要があります。

- 1) 製造: 高圧ガスをより低い圧力の高圧ガスにする。
例: 窒素ガスボンベから窒素ガスを取り出し使用する。
- 2) 製造: 液化ガスを高圧ガスである気体ガスにする。
例: 液化窒素より窒素ガスを取り出し使用する。
- 3) 製造: 高圧ガスを容器に充填する。
例: 液化窒素容器から液化窒素を他の液化窒素容器に移す。
- 4) 貯蔵: 一定数量以上の高圧ガスを貯蔵する。
例: 実験室内での高圧ガスボンベの保管。

製造・貯蔵って
高圧ガス保安法
の対象に？



3. 高圧ガスの危険性について

高圧ガスやボンベは取扱いや保管方法を間違えると大事故につながります。

☆異常状態に対する措置について、普段より下記の内容を把握・実施しましょう。

- ①異常状態の発見方法
- ②不調・故障時の措置及び訓練
- ③事故・災害時の応急措置及び対策
- ④地震・台風等の天災に対する措置
- ⑤防災の訓練及び指揮



3. 1) 破裂・爆発・衝撃

ポイント

液化窒素の容器保管時は、密封にしない！

1) 破裂・爆発

- ・ポンベは劣化すると内圧に耐えれず破裂爆発する可能性があるため、ポンベの状態を観察し錆やひび割れなどがある場合は、すぐに購入業者に返却しましょう。
- ・液化窒素の容器を密封したままにすると、気化した窒素で内圧が上がり破裂爆発をする可能性があるため、保管・貯蔵時は絶対に密封にしてはいけません。

2) 衝撃

- ・ポンベ交換や液化窒素容器移動時には、ポンベや容器の転倒を防ぐためにできる限り、作業は二人で行いましょう。
- ・ポンベや容器の使用時および保管時にはチェーンで壁に固定したり専用のポンベ立てを使用して、転倒するのを防止しましょう。



3. 2) 酸欠・中毒

ポイント

自分の使用するガス特性は把握して！

1) 酸欠

- ・高圧ガスや液化窒素を使用する実験室は、換気を良くしよう。
- ・液体窒素を使用する実験室には、酸素濃度モニターなどを備え、常に酸欠に気を付けましょう。(正常な酸素濃度 20.9% 安全限界値 18%)

2) 中毒

- ・毒性ガスの取扱いに注意しましょう。物質ごとに有害性や危険性が異なり、人体に直接悪影響を及ぼします。

例: 硫化水素 H_2S 、塩素 Cl_2

アンモニア NH_3 、一酸化炭素 CO

安全データ
シート
(SDS)

自分が使用する
ガスの特性は把握
しておいて！



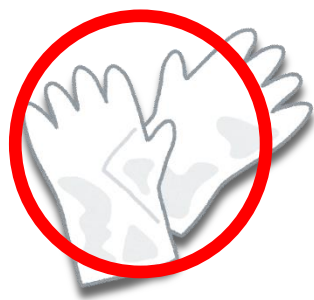
3. 3) 凍傷

ポイント

液化窒素汲出しや使用時の素肌露出禁止！

1) 凍傷

- ・液化窒素がある程度の時間、皮膚や目にかかると凍傷や失明する恐れがあるので、液化窒素の汲出し時や試料冷却時には革手袋やゴーグルを使用し、着衣も素肌が露出しないものを着用しましょう。(サンダルやスリッパ、軍手は使用しないでください。)
- ・液化窒素容器の配管やバルブなどは素手では絶対に触らないでください。



4. 高圧ガスポンベの取扱いについて

ポイント

ガスポンベ付近では火気厳禁！

1) 高圧ガスポンベの設置(保管)場所

- ・常時換気できる設備があり、高温多湿、直射日光を避け、常に40℃を超えない場所に設置(保管)する。
- ・ポンベの付近**2m以内**には、**火気厳禁**とし発火性や引火性の物質を取り扱わない。
- ・ポンベは転倒しないように、専用のポンベ立てや壁にチェーンで固定する。

火気厳禁！



2) その他







- ・残ガスがあるポンベと空ポンベを別々に分けて保管する。
- ・支援性ガスと可燃性ガスは別々に保管する。
- ・空のポンベや長期使用しないポンベは速やかに購入業者へ返却する。



4. 1) 高圧ガスボンベの種類

ポイント

ボンベはガスの種類により色分されている！

ガス名	酸素 (O ₂)	水素 (H ₂)	窒素 (N ₂)	炭酸 (CO ₂)	アルゴン (Ar)	アセチレン (C ₂ H ₂)
容器色	 黒	 赤	 灰	 緑	 灰	 茶
特徴	無色無臭	無色無臭	無色無臭	無色無臭	無色無臭	無色揮発性
性質	支援性	可燃性	不燃性	不燃性	不燃性	可燃性
比重	やや重い	軽い	やや軽い	重い	重い	やや軽い
注意事項	<ul style="list-style-type: none">・容器より2m以内は火気厳禁・油脂類及び可燃性物質の接触厳禁	<ul style="list-style-type: none">・容器の周囲に引火性、発火性の物質および火気厳禁・閉鎖場所では使用禁止	<ul style="list-style-type: none">・単純窒息性ガスなので密閉使用厳禁・使用時は酸素濃度及び換気に注意	<ul style="list-style-type: none">・低い場所に滞留し高濃度になり易いので換気に注意・常に温度を40℃以下に！	<ul style="list-style-type: none">・使用時は酸素濃度に注意し密閉場所での使用厳禁・換気に注意する	<ul style="list-style-type: none">・空気と混合し爆発性混合性ガスを形成・ガス漏れ注意、通風の良い場所で使用



4. 2) 圧力調整器の取替

ポイント

圧力調整器はガスを高圧から低圧へ調整！



圧力調整器

出口圧力調整ハンドル

- 1) ボンベがボンベスタンド・鎖等で固定されているか確認。
- 2) ボンベの口金(接続ナット締付部)に異物が付着していないことおよびパッキンが損傷・変形のないことを確認。
- 3) ボンベに圧力調整器を取り付ける。
- 4) 圧力調整器の出口圧力調整ハンドルが緩んでいることを確認し、容器弁を静かにゆっくりと開ける。*この時、圧力計の正面に顔を向けない。
- 5) 圧力調整器の出口圧力調整ハンドルを徐々に締めて所定の設定圧力に調整する。
- 6) 石鹼水などの発砲液で各接続部に漏れがないか点検。
- 7) 漏れ等異常がないことを確認し、使用を開始する。

* ガスの種類に合った圧力調整器を使用しよう。

* 接続ナットには、ガスの種類によって右ねじと左ねじがある。



LOVE&SCIENCE.

すべてはキミの未来のために。

5. 液化窒素(容器)の取扱い

ポイント

容器には色々な大きさがある。



← 低温液化室(B7西隣)

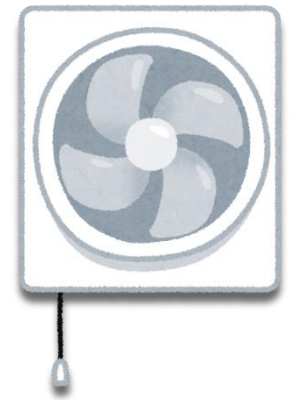


5. 1) 液化窒素の特性

ポイント

革手袋と換気を忘れないで！

- ・液化窒素は低温の液体で温度は -196°C (無色透明)
- ・直接ガラスやプラスチック容器にそそぐと容器が割れてしまいます。
- ・液化窒素を入れるには特殊な専用ガラス、金属の容器が必要です。
- ・液化窒素を容器に注ぐと激しく沸騰し、気化します。(体積は約650倍)
- ・凍り付いたホースや容器は素手で触らず、革手袋を使用する。
- ・密室や換気の悪い部屋で大量に使用すると酸欠を起こし死亡する恐れがある。
- ・液化窒素にある程度触れると凍傷になる。素肌を露出した服装やサンダル、スリッパ履きでは扱わない。



5. 2) 液化窒素の運搬方法

ポイント

エレベーター内は無人で運搬！

- ・運搬は台車(手押し車)等を使用し、容器の転倒防止のためロープ等で台車に固定する。小型の者を除き、二人以上で傾けないように注意する。
- ・運搬中は容器になるべく振動を与えないように慎重にゆっくりと、台車を移動する。

・エレベーターで容器を運ぶ場合は、容器や台車が昇降中に転倒することを防ぐため滑り止めなどで固定し、エレベーター内は無人で昇降させること。

この時、途中の階で人が乗らないよう各階のエレベーター前に人員を配置すること。これは、途中での容器の横転や地震等でエレベーターが止まった場合、内部が酸欠になる恐れがあるためです。
(空容器は除きます。)



無人で運搬！

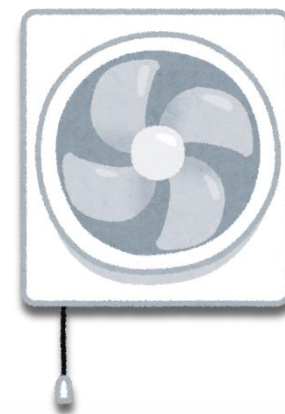
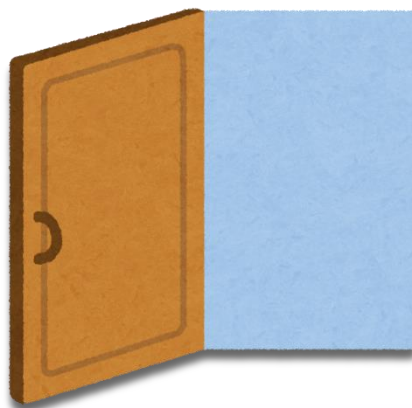


5. 3) 液化窒素の保管方法

ポイント

保管する部屋は常に換気が必要です！

- ・液化窒素の容器は、常時換気している部屋を施錠し、保管する。(空容器は除く。)
- ・保管している出入口のカギは教員が責任をもって管理する。
- ・容器の放出弁は液化窒素の汲み出し時以外は常に開けておく。
- ・容器が点灯しないように壁等にロープ等で固定する。
- ・液化窒素使用時は、ドアや窓を開けたり換気扇を回すこと。

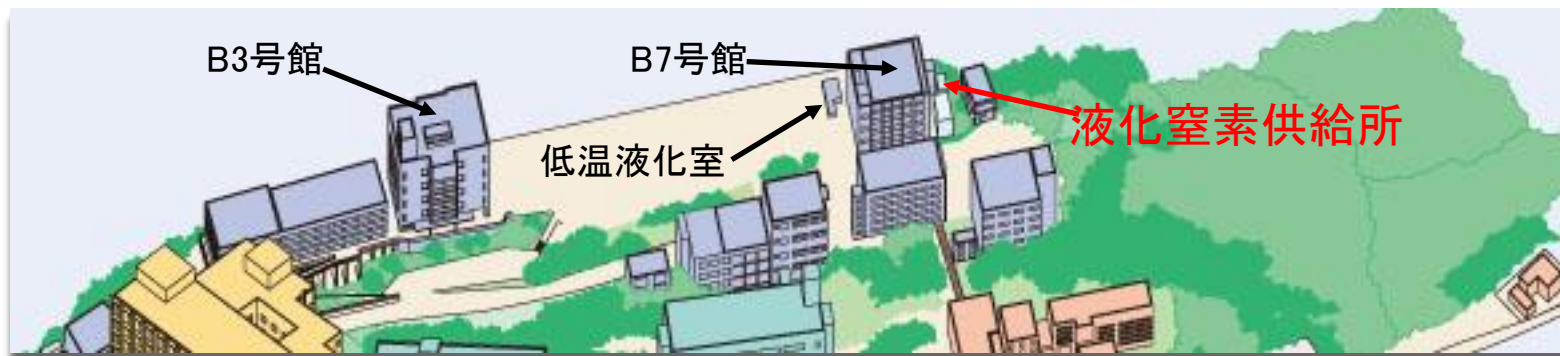


5. 4) 液化窒素汲出しの諸注意

ポイント

液化窒素が研究室内にあることを伝えて！

- ・液化窒素の汲出しは、講習（e-Learningを含む）および実習を受けた者（特定者）に限ります。
- ・液化窒素の供給場所は、B7号館の東隣にあります。特定者には開錠方法をお知らせします。
- ・液化窒素を汲出す容器は、液化窒素専用容器としポット等は使用しないでください。
- ・液化窒素容器を研究室にもっていく場合は、該当研究室の教員が責任をもって管理してください。（教員へ液化窒素があることを知らせてください。）



5. 5) 液化窒素の汲出し方法

ポイント

汲出し時に異常があった場合は、直ちに「放出弁」を開け、昇圧弁(保圧弁)を締め、指導教員または総合機器センター(櫻井 内線3242)へ連絡すること。



汲出し作業に不安がある場合は、指導教員や総合機器センター職員に指示を仰ぐこと。

* 汲出し作業時には備付けの革手袋を装着すること。

- 1) 持参した容器をはかりに乗せ、供給容器の取出しホース(フレキシブル金属製)を入れる。
- 2) 液体取出し弁(取出しホースがの付いた弁)を完全に開ける。
- 3) 放出弁(何も付いていない弁)を完全に閉める。(強く締める必要はない。)
- 4) 昇圧弁(保圧弁: 容器と金属管で結ばれている弁)を少しだけ開け、容器内の気圧を気圧計で確認しながら内圧を上げる。ただし、**最大0.03MPaとする**。(供給容器内の液化窒素が少ないと昇圧弁を開けても内圧はすぐに上がらないので、時間をかけて徐々に上げること。)
- 5) 液化窒素が容器よりあふれたら、あわてず放出弁を完全に開ける。**内圧がゼロになる**。
- 6) 昇圧弁(保圧弁)を完全に閉める。
- 7) 液体取出し弁を完全に閉める。梅雨の時期等、凍り付いて締まらない時があるが、溶けてから締める。
- 8) 取出しホースを持参した容器より抜き、汲出し量記録ノートに日付、研究室名、汲出し者名、汲出し重量を記入する。



6. その他

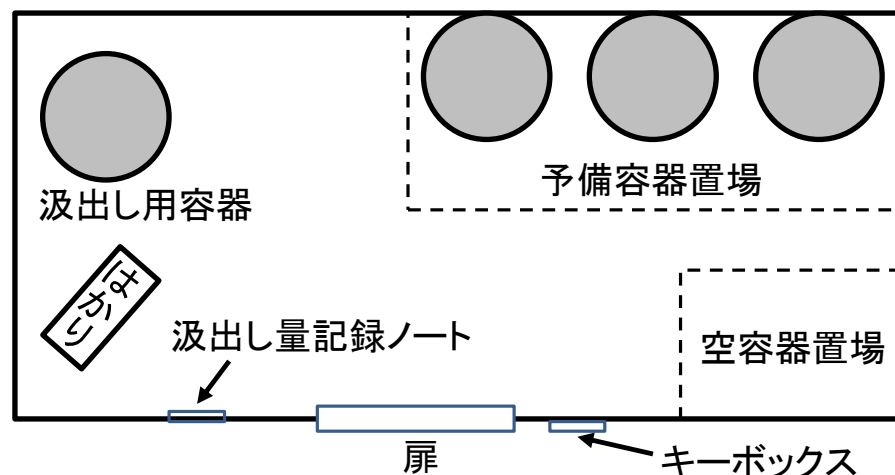
その他、大事なことはまだ、あります。



6. 1) 液化窒素供給所の利用方法

ポイント

扉開放、複数人で汲出し作業を行う！



* 作業中、扉は開放状態にし、必ず**二人以上**で作業すること。

* 汲出し用容器は空になるまで利用し、空になったら空容器置場へ移動させ、予備容器置場の左側の容器から汲出し場所へ移動させる。



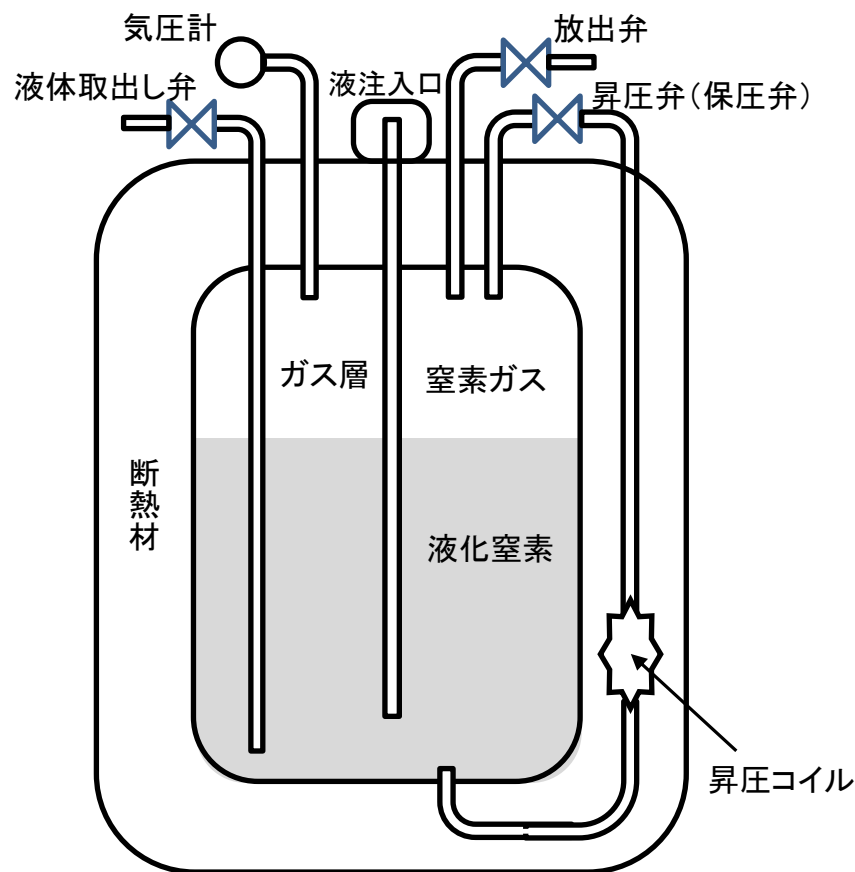
LOVE&SCIENCE.

すべてはキミの未来のために。

6.2) 自加圧型容器の構造

ポイント

異常時は放出弁を開けて連絡を！



《原理》

- 1) 昇圧弁(保圧弁)を開ける。
- 2) 液化窒素が昇圧コイル通過し気化する。
- 3) 気化した窒素ガスが、ガス層の圧力を上昇させる。
- 4) 液化窒素が押され、液体取出し弁より放出される。
- 5) 放出弁を開けるとガス層の窒素ガスが放出され圧力がゼロとなり、液化窒素の放出が止まる。
- 6) 昇圧弁(保圧弁)を締めると昇圧コイルを液化窒素が通過できないので気化が止まり、昇圧も止まる。



LOVE&SCIENCE

すべてはキミの未来のために。

SEARCH IS BUILT, THE FUTURE IS BUILT.
岡山理科大学
OKAYAMA UNIVERSITY OF SCIENCE

6. 3) 重大事故例

ポイント

液化窒素取扱い時、酸素欠、容器密封に注意！

ケース1

1992年8月10日、北海道の某大学工学部で助手と大学院生の2名が酸素欠乏症により死亡する事故が発生した。彼ら二人は、冷凍実験室の冷凍機が壊れたため修理の間、室温を氷点下以下に保つために液化窒素を床に80リットルほどまいた。液化窒素が急激に気化したため、室内が酸素欠となり死亡した。

ケース2

1990年8月27日、神奈川県某研究所で研究員が液化窒素貯蔵タンク(CE)から実験室の中で100リットル容器に液化窒素を取出し中、来客のためこの作業を継続したまま退出した。他の部屋で接客していたが液化窒素を充填中であることに気づき実験室にもどったが、実験室内が低酸素状態となっていたため酸素欠で死亡した。

ケース3

1992年8月28日、北海道の某食品会社で、液化窒素貯蔵タンク(CE:8,300リットル)が爆発し、鉄筋コンクリート2階建ての工場が半壊し、半径150m周辺での窓ガラスが割れた。人的被害はなし。タンクの安全弁を締めたまま、数十日放置したためタンク内の圧力が上昇し爆発したと思われる。

ケース4

2004年5月30日、福岡県の某高校の文化祭で誰かがラムネ瓶に液化窒素を入れた。内部のビー玉が栓となり、瓶が密封状態となり気化した窒素ガスにより圧力が上昇し爆発した。生徒10名がケガをした。



7. 最後に

ポイント

緊急時は下記に連絡願います。

液化窒素の利用に関して、ご質問がある場合も下記にご連絡下さい。

研究・社会連携部 総合機器センター

事務室：C3号館2階 櫻井（内線3242）

直通：086-256-8473

E-mail: sakurai@ous.ac.jp

次に、テストを受け合格したら液化窒素汲出しの実習を受けてください。
(液化窒素を使用しない方はテスト合格で終了ですので、実習を受ける必要はありません。)



LOVE&SCIENCE.

すべてはキミの未来のために。