

液体ヘリウム 利用ガイド②

～具体的な取り扱い～

問合せ先：理学部極低温室 内線2875

<利用について>

保管

液体ヘリウムは専用容器に保管していても、少しずつ蒸発しています。容器を密閉してしまうと蒸発ガスが行き場を失い、容器内で圧縮され高圧状態になってしまいます。保管時は必ず液体ヘリウム容器を回収ホースにつないでください。また、つないでであっても経路上のバルブが閉まっていると意味がありません。バルブが開いている事も必ず確認してください。

1日の蒸発量：容器容量の1～2パーセント
(100L容器で 1～2L/日)



① 回収ホースに必ずつなげる



② 経路上のバルブは開いているか確認

持ち出し

一週間前までに予約を行ってください。指定日までに希望液量を用意します。

①メール、電話、口頭などで下記事項をご連絡ください。
・希望日、・液量、・容器タイプ（必要に応じて）

②予約日に極低温室へ受け取りに来てください。準備済み容器には貼紙をしておきます。



③記録簿の「出荷」欄に容器番号、研究室、日付、持ち出し液量を記入します。液量は容器付帯のノートの記録をご確認ください。当日朝に検量しておきます。



④容器を回収ホースから外して持ち出してください。脱着部分の継手（金具）は自動開閉構造となっており、つないだ時ガスが流れ、外すとガスは流れません。容器のバルブ、回収配管のバルブはともに開いたままの状態で作不要です。

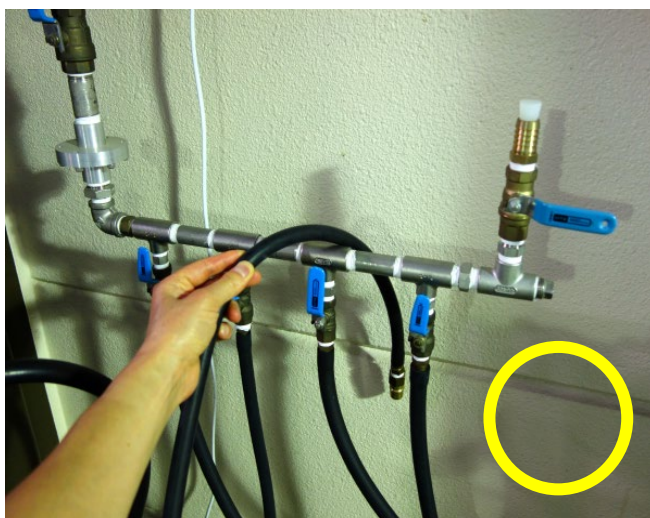


外すと流れない



つなげると流れる

⑤取り外した回収ホースは、回収管やバルブなどに引っ掛けておいてください。床には置かないでください。傷やほこりが付いてしまいます。



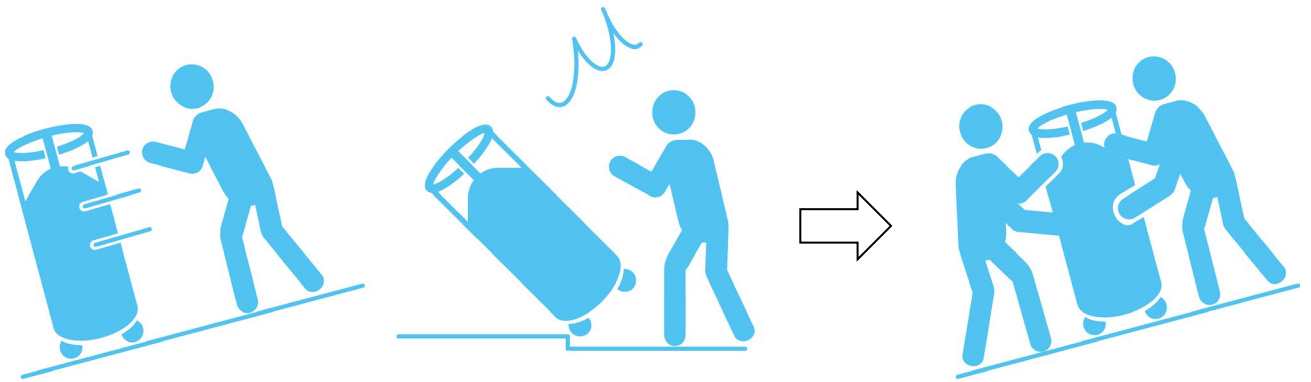
引っ掛ける



床置きはNG

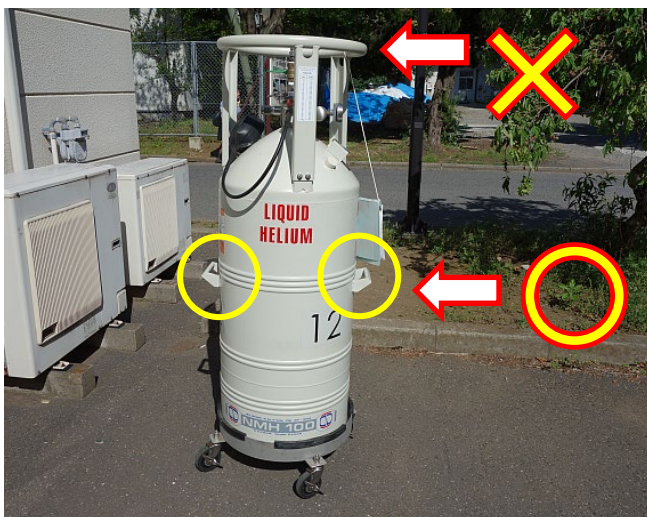
運搬

①運搬は二人以上で行いましょう。一人で運搬する場合、段差での転倒や手が離れてしまった場合の暴走など、対処できない危険性があります。二人以上で運搬していれば、危険を回避できます。



二人以上で運べば、危険回避につながる

②持つ箇所は胴にあるハンドルを使いましょう。上部のガードリングは運搬用のハンドルではありません。高い位置を押して運搬すると、重心が高くなるので、つまずくと転倒しやすくなります。なお、重心が低い容器はハンドルが無い事もあります。片手はガードリング、もう片手は胴に添えましょう。



胴にあるハンドルを使う



無い場合でも胴に手を添える

③極低温室の段差はスロープを利用しましょう。建具の段差は見た目以上に大きく、簡単に引っ掛かります。ドア内側にスロープを用意してありますので、これを敷いて段差を回避してください。



出入口は段差がある



これでスムーズに

④エレベーターを利用する場合は同乗厳禁です。地震や停電などが起こった場合、転倒してこぼれたり、長時間にわたり閉じ込められる可能性があるため、酸欠事故防止のための措置です。運搬方法は、出発階で容器を乗せ固定・警告表示設置後、無人で出発させます。目的階で別の人が容器を下ろします。



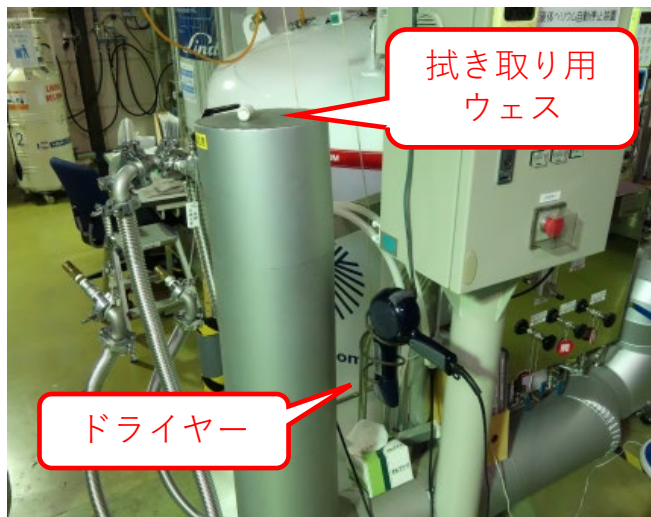
警告表示をします



車輪ロックも忘れずに

返却

①運んできた返却容器の回収口が濡れていないか確かめます。使用直後で冷えて結露している時は、備え付けのドライヤーで暖めてウェス（ティッシュ）で水分を拭きとり完全に乾燥させます。濡れたまま回収ホースへつなぐと回収ガスに水蒸気が混入してしまいます。



実験室で液体ヘリウムを汲み出した直後に返却しようとする場合、回収口に低温のガスが多く流れるため冷たくなり、空気中の水蒸気が結露して濡れてしまいます。



十分に暖める



よく拭き取る

②空いている回収口に容器をつなげます。場所はどこでも結構です。継手は確実につながっているか確認します。



③つないだ容器のヘリウムガス回収経路が開通しているか確認します。



④記録簿に返却日を記入します。研究室名、容器番号から出荷時の記録を見つけて、その記録の「戻り」欄に記入してください。

※容器液量は研究室で量った場合と、極低温室で量った場合で経験上異なる傾向があります。そこで出荷時と同条件にするため、極低温室で量ることにします。検量は職員が行いますので、記録簿への液量の記入は不要（空欄でOK）です。

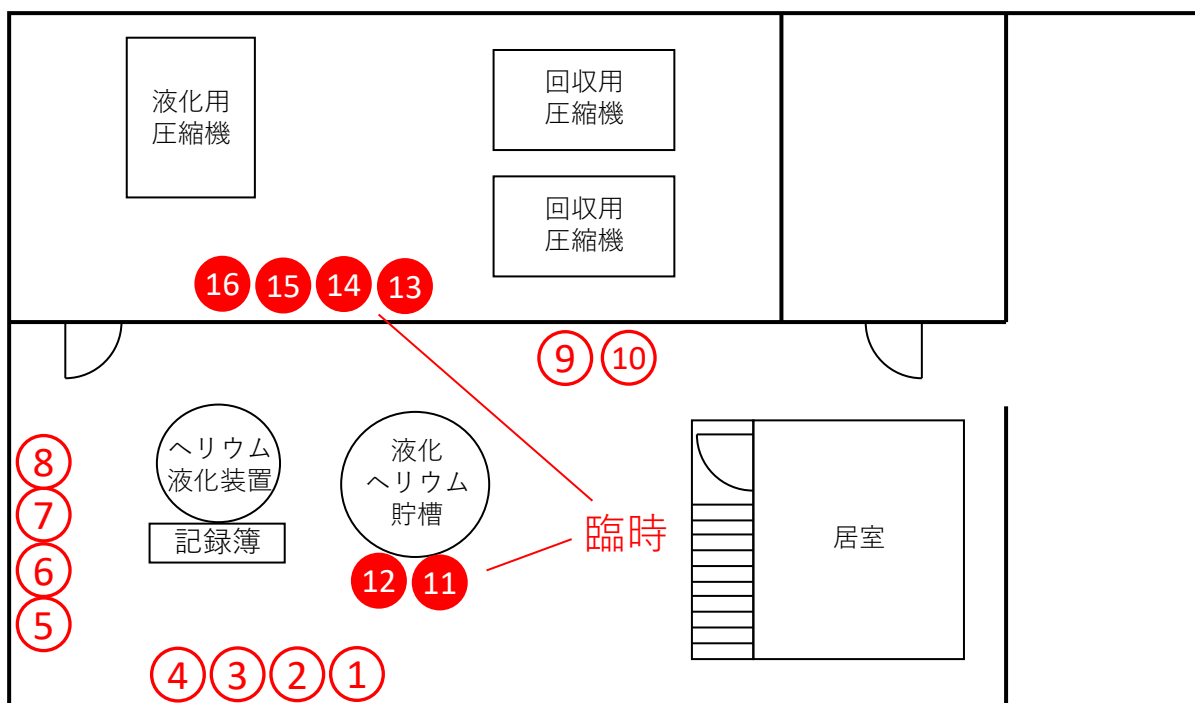
⑤すべて容器がつないであり、空いている回収口が見当たらない場合は、臨時の回収口につないてください。回収口の位置図を記録簿のすぐ上に貼ってありますのでご参考ください。



作業用のポート2口



裏の機械室のポート4口



回収口ポートの位置図

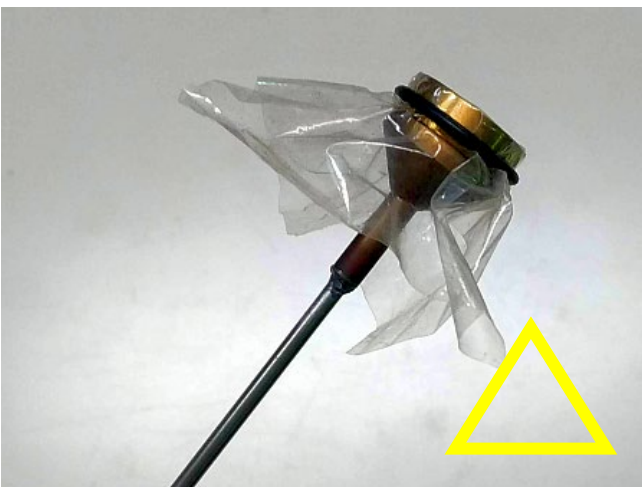
液面検量

液体ヘリウムの液量測定の方法として気柱振動を利用して、その振動数の変化から液面を見つける方法があります。液体ヘリウム容器内へ物体を挿入すると、その熱で液体ヘリウムが蒸発・膨張して細かい振動が起きます。

挿入物を細い管状のもの（細パイプ）にして、上端に柔らかく振動しやすいもの（シリコンスポイト）をセットすると、この振動を感度良く検知できます。

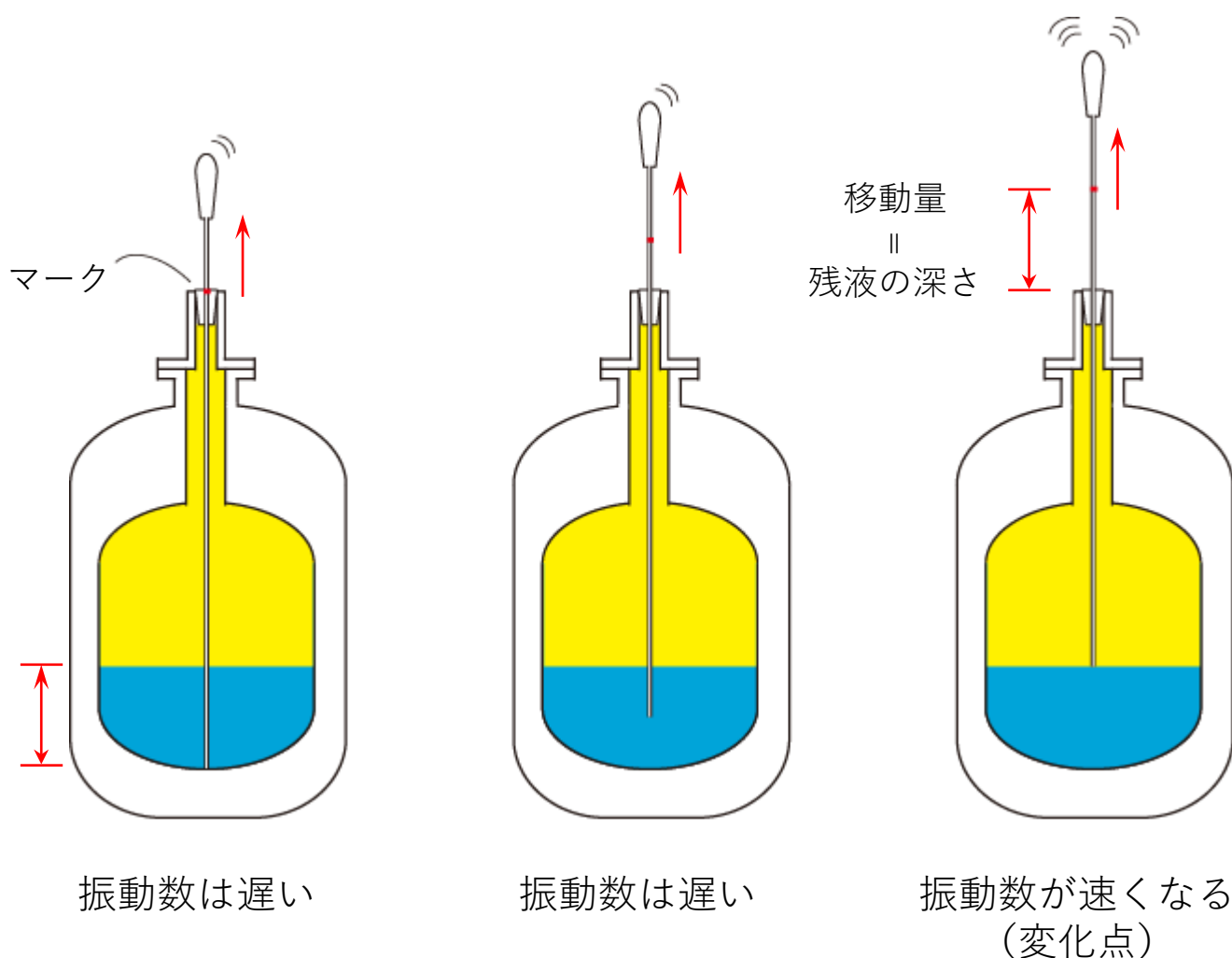
振動数 気相：速い
液相：遅い

液体ヘリウム容器内へ下図のような検量棒を挿入すると上部の柔軟部が「プルプル」震えます。この振動数はパイプ下端の位置が気相にある場合と、液相にある場合とで異なります。つまり振動数の変化した時のパイプ下端の位置が液面の位置です。



フィルム式はすぐ破けるのでスポイトがお勧め

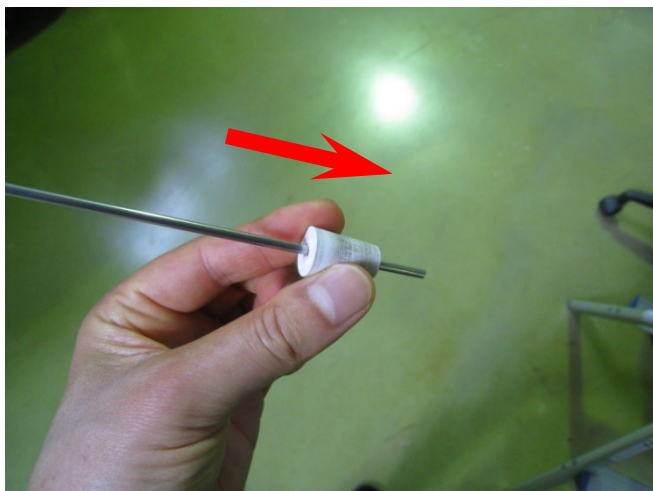
容器の底までの深さを検量棒にマークしておき、振動数が変化する位置までの移動量が、残液の深さになります。測定した深さを容器付帯の液量換算表で確認すれば、残液量を求めることができます。



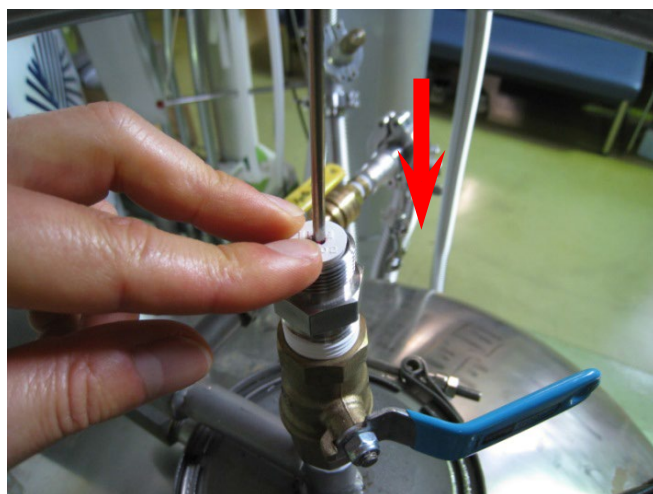
なお、液体ヘリウム容器の底にはヘドロ状の固体空気が堆積していて、検量棒が詰まる事があります。容器の底までの深さをあらかじめ油性ペン等で検量棒にマークしておけば、検量棒を毎回底まで挿入することが避けられるので、検量棒が詰まる事を回避できます。さらに unnecessary 蒸発の防止にもつながります。また、検量棒にはゴム栓を装着させます。これにより開口部からのヘリウムガスの噴出や空気の侵入を防ぐことができます。

(参考) 検量方法

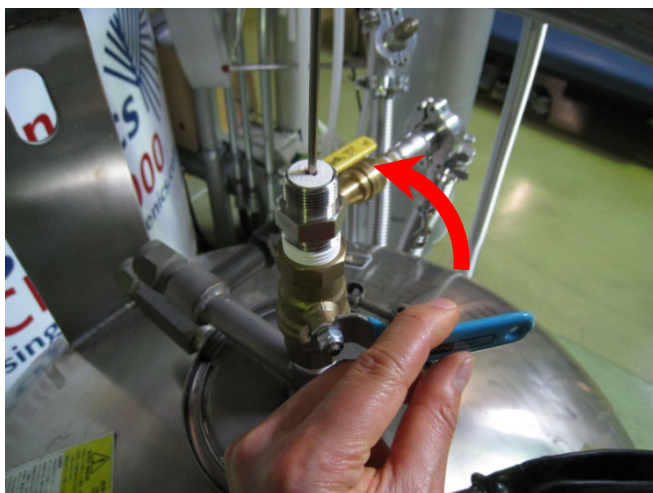
①検量棒にはゴム栓（シリコン栓）を装着します。検量開始時に付帯のゴム栓を検量棒の最下部へ移動しておきます。



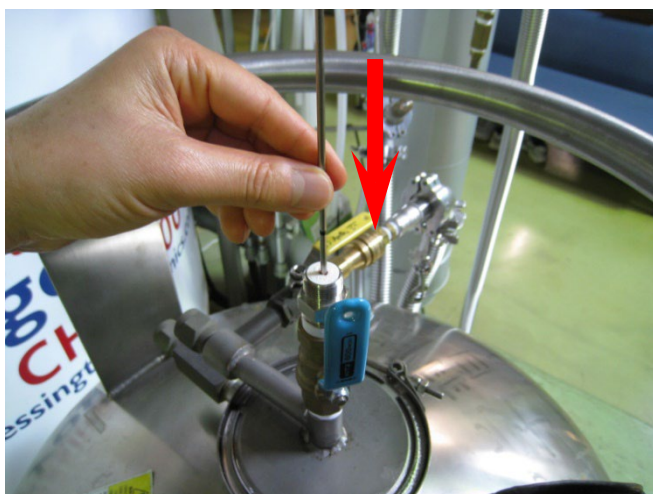
②容器のキャップを外します。バルブは閉じたまま検量棒の先端を開口部へ挿入してゴム栓を押し込みます。検量棒は先端が少ししか挿入されていないので、ぐらつきます。検量棒を垂直に支えます。



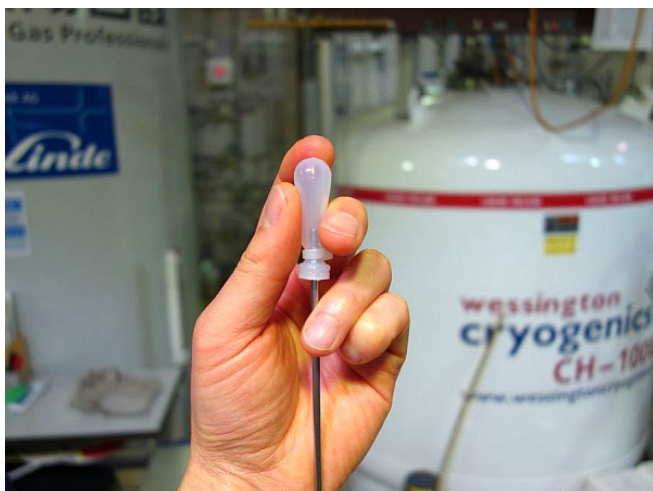
③バルブを開きます。ゴム栓をしてあるので空気の侵入・ヘリウムガスの噴出は極力防げます。



④検量棒をゆっくり挿入します。室温の検量棒は液体ヘリウム温度に比べ非常に高温であるため、急激に挿入すると、容器内部のヘリウム冷ガスが膨張、液体ヘリウムが異常に蒸発してしまいます。過剰な蒸発損失を防ぐため付帯のバルーンの膨らみ具合を確認しながらゆっくり挿入します。



⑤検量棒の上端スポイト部分を指で押さえて振動を確認します。振動しない場合は指でつまんで煽ると揺れ始めることがあるので試してみてください。検量棒をゆっくり上下させて振動数の変化点を探します。検量棒を上昇させる時はゴム栓が抜けない様に指で押さえながら行ってください。変化点が見つかったら開口部からマークまでの高さを測ります。



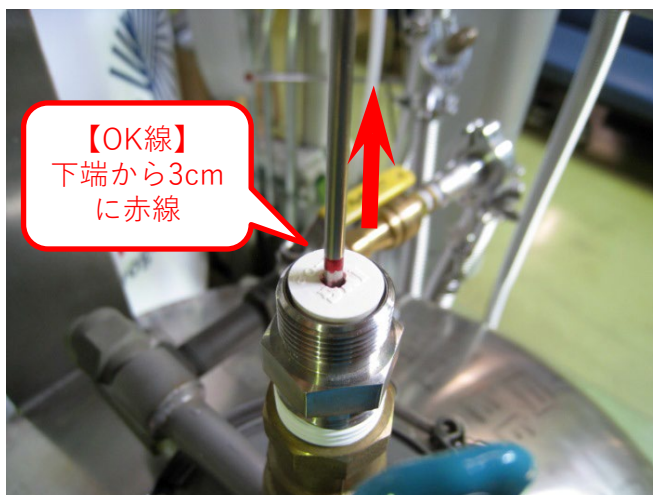
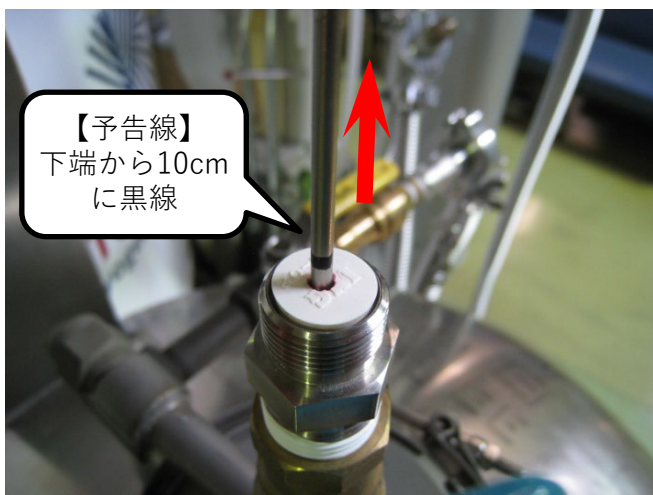
この写真の場合、ゴム栓の上面がちょうど開口部の淵まで入り込んでいるので、定規が当て易くなっています。検量棒には容器毎に色分けしてマークすると便利です。



⑥測定が終わったら、ゴム栓が抜けない様に片手で押さえて、検量棒だけを引き上げます。検量棒は長いため途中で持つ位置を変えないといけなくなりますが、引き抜き直後は非常に冷たくなっていて素手の場合は触ると危険です。全長の3/4くらいまで抜いたら、止めて暖まるまで少し待ちます。この間にノートに液量を記載します。抜き上げ量を多くし過ぎると検量棒がぐらついて自立できないので、全長の3/4程度が良さそうです。



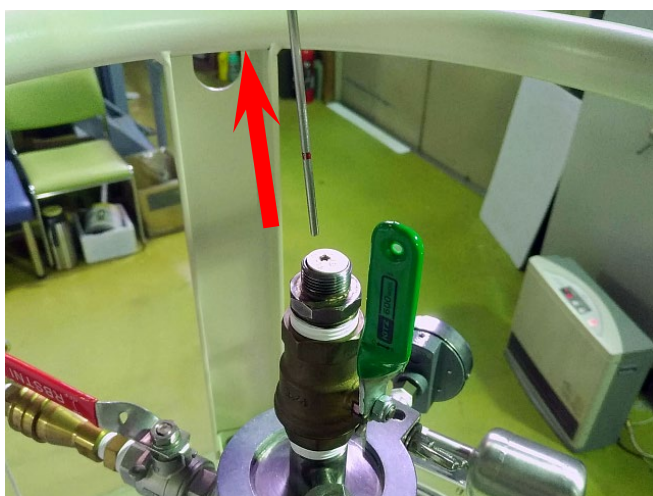
⑦検量棒が暖まったら検量棒だけ更に引き上げます。検量棒には、どこまで抜いたら容器バルブを越えるのかマークをしておきます。現容器では下端から【3cm】にマークすれば全種類の容器でバルブに挟まれません。下端までのストロークが3cmと短いため抜き切ってしまう事が多いので、少し上に予告線を描いておくと便利です。



マークを越えたらバルブを閉じます。検量棒の先端はバルブより上に来ているので誤って検量棒を挟むことはありません。



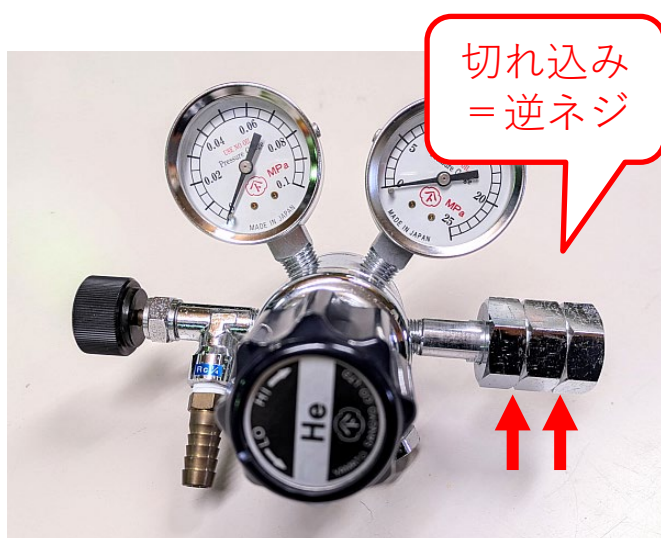
※それでもバルブによる検量棒の巻き込みが稀に起こります。そこで、もっとシンプルな方法として、ゴム栓を残したまま、検量棒だけ先に抜き取ってしまう方法でもいいです。検量棒を完全に抜き取ったら、バルブを閉じます。この方法なら絶対に巻き込まれません。ゴム栓の穴も小さいのでヘリウム流出/空気の侵入も微量です。



圧力調整器（レギュレーター）

ガス種によって接続ネジの向きが異なります。原則として可燃性ガス用は逆ネジ、不活性ガスや支燃性ガス用は正ネジです。ただし、可燃性のアンモニア用は正ネジ、不活性のヘリウム用は逆ネジとなっており、ややこしいです。

圧力調整器の接続袋ナットに、切れ込み加工がされていれば逆ネジ、切れ込み加工無し（ツルツル）なら正ネジです。



ヘリウムガス用は逆ネジ



窒素ガス用は正ネジ

<実際に起こった怖い話>

学生がヘリウムガスボンベを交換するため圧力調整器を取り外そうとして、緩めるはずが締め付ける方向へ回していた。逆ネジを理解していなかった事が原因だった。当然ながら全く緩くならず硬くなる一方であった。そこで、スパナに鉄パイプを差し込み全体重を掛けたら、ボンベの開口部ネジがもげてしまった。ガスボンベは使い切って残圧の無い状態だったから良かったものの、高圧な状態でかつボンベのバルブが開いていたなら、暴発して死亡事故になりかねない非常に危険な行為であった。