

液体ヘリウムのトランスファー方法について

1. はじめに

液体ヘリウム（以下 LHe）の実験装置への移送（以下トランスファー）とヘリウムガス（以下 GHe）回収の方法について紹介します。手順の概略を下記 2. に、具体的な方法は 3. に記します。尚、作業において先ず実験室の十分な換気を実施すると共に、革手袋などの保護具（乾いた革手袋、保護メガネ、フェースガード等）を必ず使用ください。

2. LHe トランスファー手順

- 1) LHe 容器と回収ラインの接続
- 2) 実験装置と回収ラインの接続切り替え
- 3) トランスファーチューブ予冷
- 4) 実験装置へのトランスファーチューブ差し込み
- 5) LHe 容器の加圧
- 6) トランスファー完了

3. LHe トランスファー方法

1) LHe 容器と回収ラインの接続

LHe 容器を回収ホース A を用いて回収ラインに接続します（図 1）。

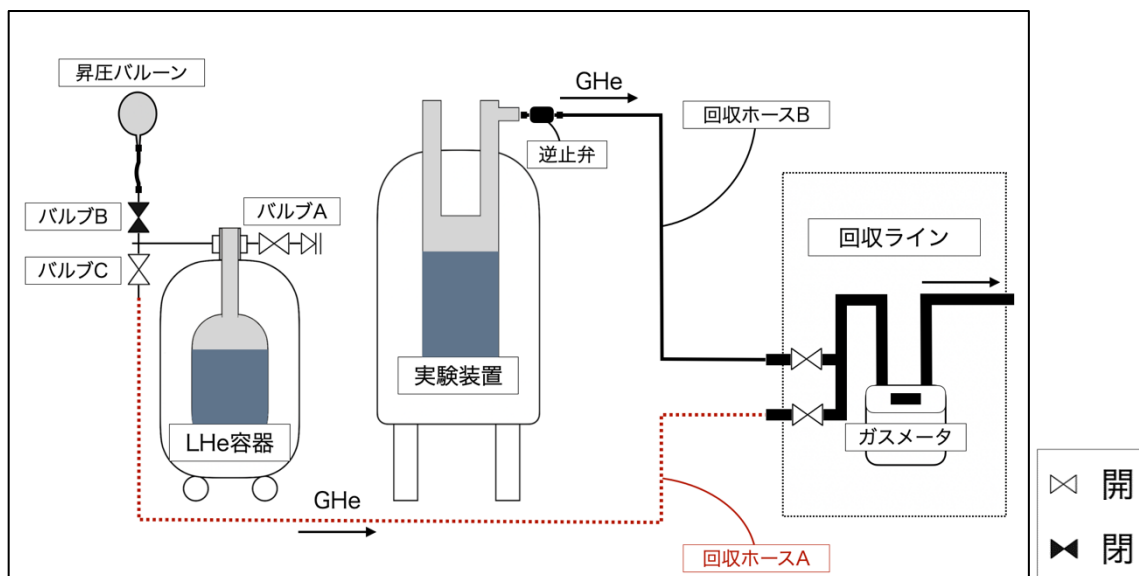


図 1. LHe 容器の GHe 回収



・各実験室ごとに回収ラインの末端は異なるため、各末端に適した回収用ホースを使用し、必要に応じたバルブ操作を行ってください。（以降の手順でも同様）

2) 実験装置と回収ラインの接続切り替え

径の細い回収ホース B を逆止弁ごと取り外し、径の太い回収ホース C に切り替えます (図 2-1)。トランスファー時の回収ホース C は内径 25 mm 以上のものを用います。これにより実験装置からの GHe を回収ラインへ流れやすくしトランスファー中の実験装置の内圧上昇を抑えることができます (各実験室の回収配管の内径が 25 mm であるため、これと同等以上を推奨)。またガスメータの凍結防止及び流量計測精度向上の為に、回収ホース C の長さは 10 m 以上にして十分昇温された GHe がガスメータに流れるようにしてください。

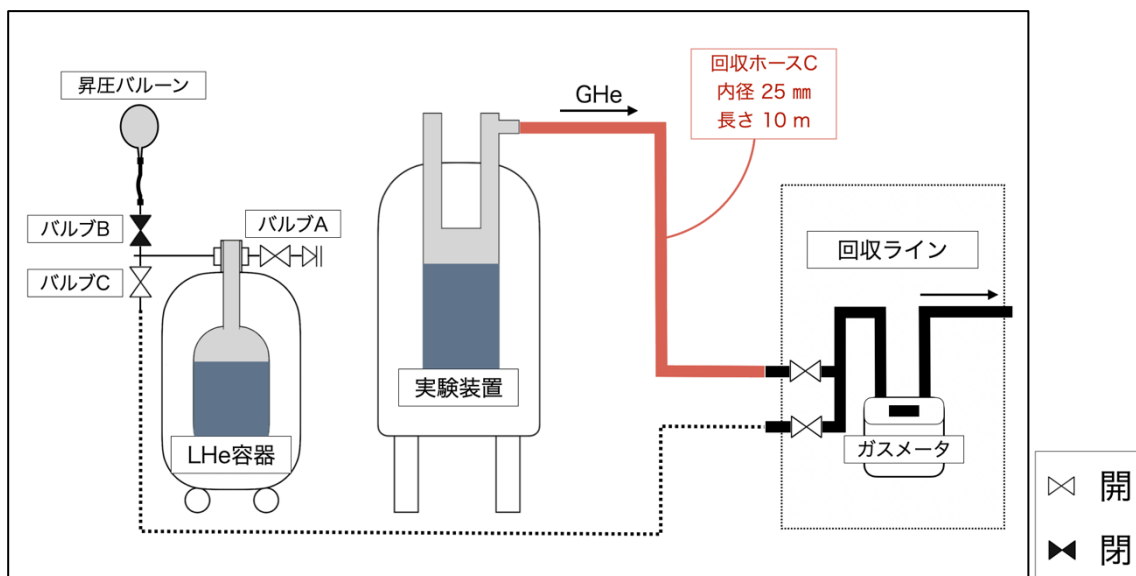


図 2-1. 実験装置の回収ホース交換



図 2-2. 回収ホース径の比較 (右側 : 回収ホース C)



・回収ホースを回収ラインへ接続する際には、不純物混入防止のため必ずホース内のガスをヘリウムで置換してください。

3) トランスファーチューブ予冷

図3にトランスファーチューブ予冷の手順概略(①→②)とその時のトランスファーチューブからのGHe放出状況を①'、②'に記します。①LHe容器のバルブAとバルブCを閉じて、トランスファーチューブをLHe容器に差し込みます。②LHe容器の内圧の上昇を防ぐため、差し込みはゆっくりと行ってください。トランスファーチューブの先から半液状のヘリウムが放出されたらLHe容器のバルブCを開けて、LHe容器の圧を下げ予冷を止めます。①'ヘリウムがガスとして放出されている状態。②'ヘリウムが気液混合状態で放出され始めた状態(予冷完了)。予冷中の放出分のGHeも回収するべきですが、作業の都合上この分のGHeのみは大気放出しています。

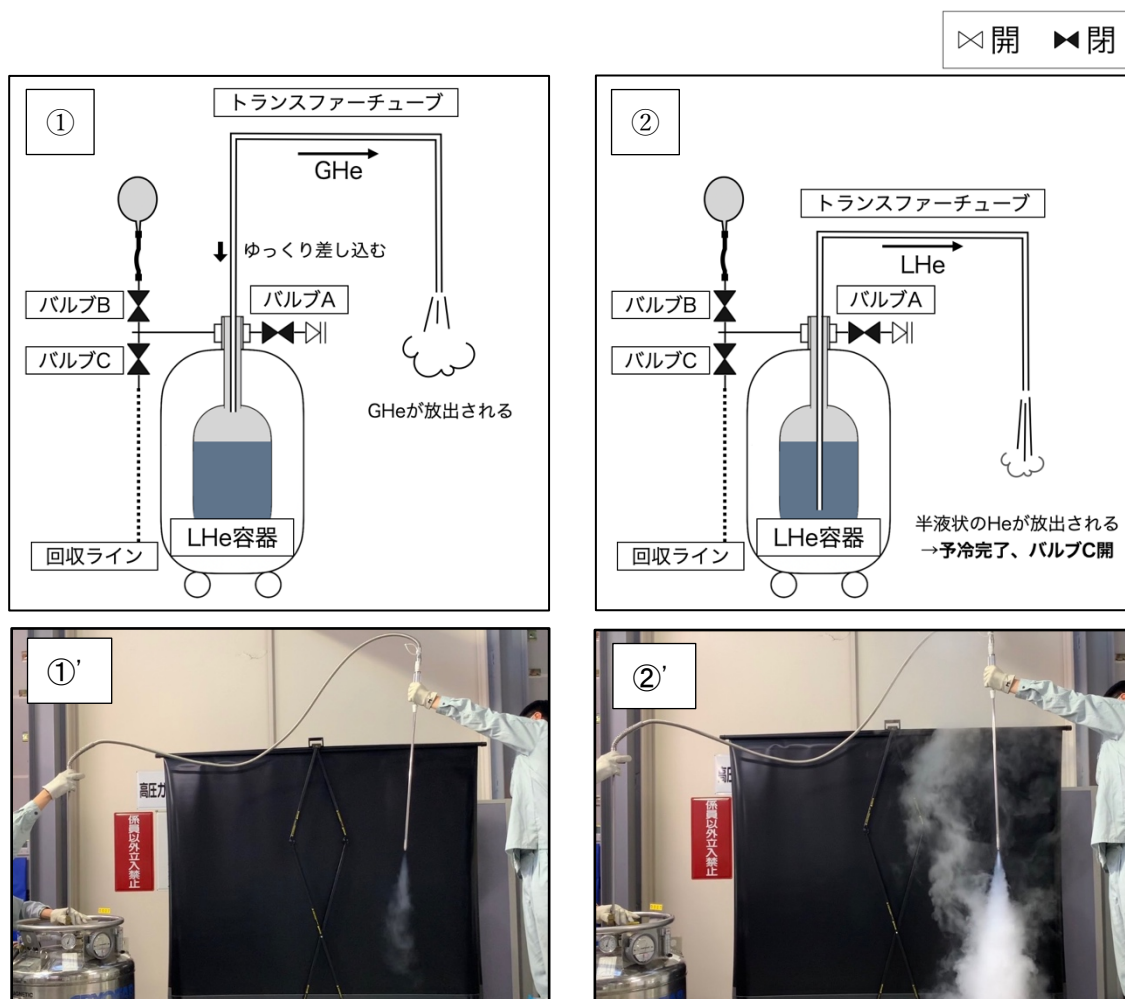



図3 トランスファーチューブ予冷



- ・ 予冷を行わずに実験装置にトランスファーチューブを差し込むと実験装置内のLHeが大量に蒸発します。
- ・ トランスファーチューブを扱う際は2人以上で取り扱い、トランスファーチューブに負荷がかからないようにしてください。

4) 実験装置へのトランスファーチューブ差し込み

トランスファーチューブを実験装置へゆっくりと差し込みます(図4, ①)。実験装置へのトランスファーチューブの差し込みに合わせてLHe容器側もさらに奥まで差し込みます(図4, ②)。

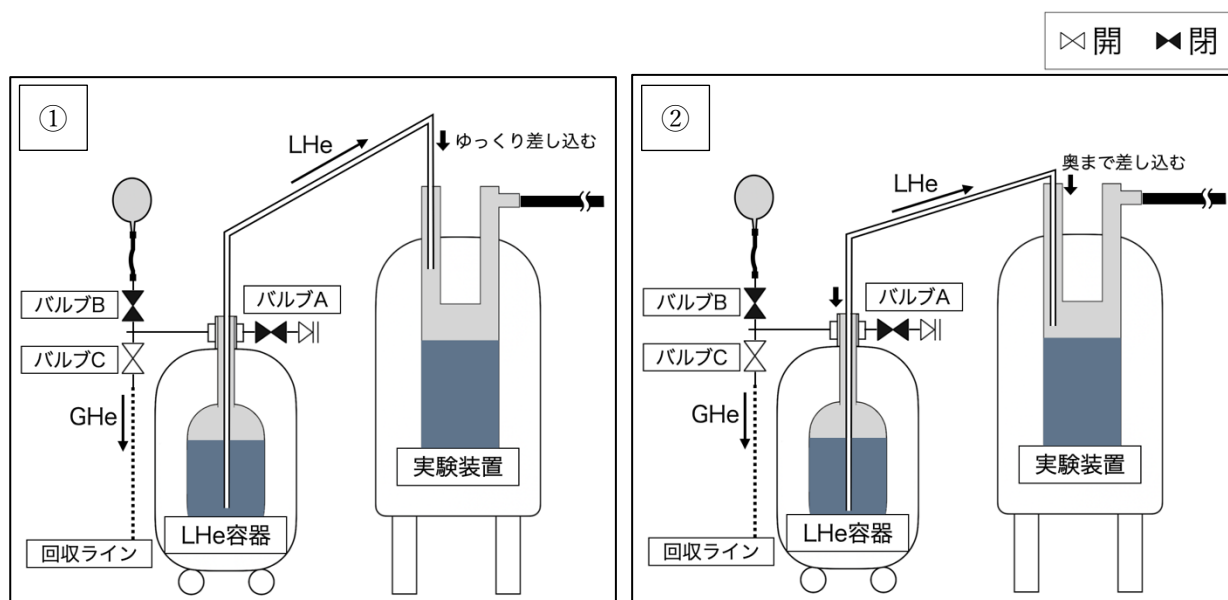


図4. トランスファーチューブの予冷と実験装置への差し込み



- ・ 予冷完了後にトランスファーチューブの先端に霜が付着している場合はタオル等で拭き取ってから実験装置へ差し込んでください。トランスファーチューブ全体に霜が付着する場合は、トランスファーチューブの真空断熱が悪くなっている可能性があるため、別のものを使用してください。

5) LHe 容器の加圧

LHe 容器のバルブ C を閉じ、バルブ B を開けて昇圧バルーンを用います(図 5-1)。実験装置の内圧上昇を抑えるためにトランスファーはゆっくり行います。ヘリウムが液体の状態です実験装置内へ移送されるまで(実験装置の LHe 液面計またはガスメータの流量変化から判断が可能です。)は 1psi 以下、その後は 2~3psi 程度の LHe 容器圧を目安に加圧を行ってください(図 5-2)。トランスファー中はガスメータを確認しながら、ガス流速 0.2 m³/min 程度を目安にしてください(図 5-3)。

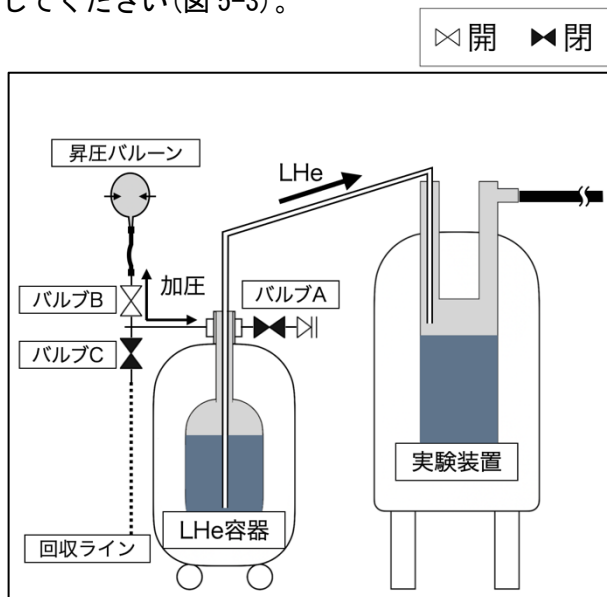


図 5-1. LHe 容器加圧時のバルブ操作について



図 5-2. LHe 容器付属の圧力計

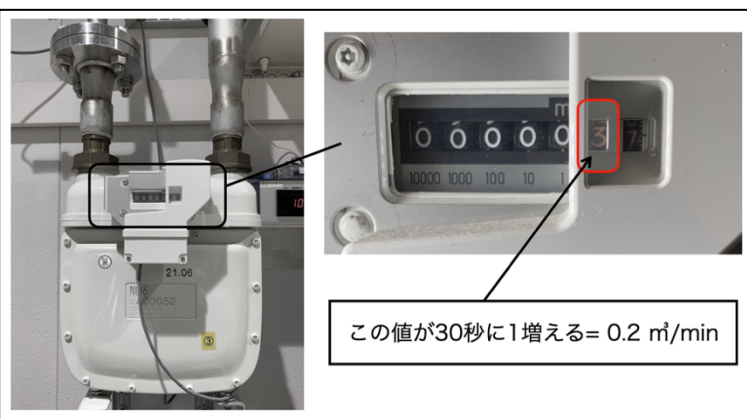


図 5-3. ガスメータでの流速確認



・加圧は LHe 容器付属のガスバルーンを用いることで十分可能です。GHe ポンプを用いる場合は加圧し過ぎる可能性があるため注意して行ってください。

6) トランスファー完了

実験装置内の LHe が満量になったら LHe 容器のバルブ B を閉にして、LHe 容器の加圧をやめ、実験装置内へのトランスファーを終了します。LHe 容器のバルブ C を開けて、LHe 容器の圧力を下げます。また LHe 容器のバルブ A を開けます (図 6, ①)。続いてトランスファーチューブを実験装置、LHe 容器の順に取り出します (図 6, ②)。最後に実験装置の回収ホースを回収ホース C から回収ホース B に切り替えます (図 1)。

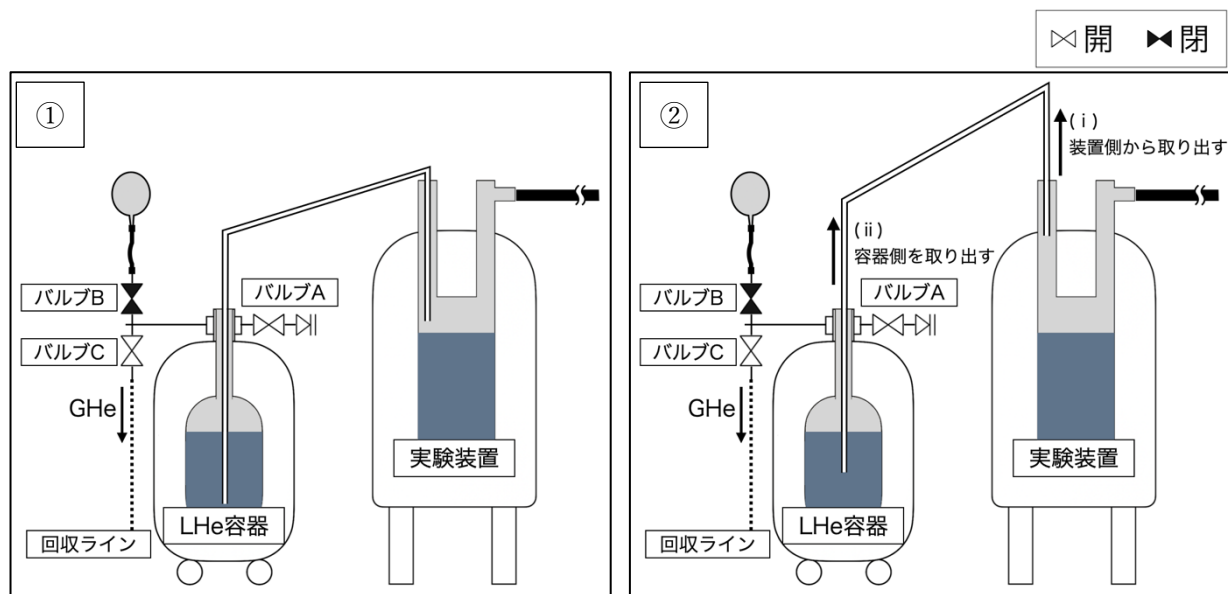


図 6. トランスファーチューブの取り出し



- ・ トランスファー時の蒸発 GHe を大気放出している場合は、放出口の目視でも実験装置の満量を確認できますが、GHe 回収を行っている場合はガスメータ流量の急激な増加を目安に満量を判断します。(LHe 液面計で液量が確認できない時)

以上の手順でトランスファーは完了です。

4. まとめ

LHe は液体窒素と共に低温実験では必要不可欠な寒剤で、液体とガスの体積比は約 700 倍 (0°C、大気圧)、温度は 4.2K (-269°C) と極低温ですので、取り扱いには十分に注意し安全に取り扱う必要があります。容器バルブ等の密閉による液封や窒息、凍傷など事故も多発しており危険性があります。冒頭にも述べましたが、取り扱う際には、まずは実験室の十分な換気を行い、適切な保護具(乾いた革手袋や保護メガネ、フェースガード等)を使用してください。濡れた革手袋は凍って凍傷の恐れがあり、軍手などは繊維に液体が染み込むので絶対に使用しないでください。また低温寒剤容器を運ぶ際には丁寧に取り扱いください。容器に振動などが加わると突然に液体が沸騰し寒剤が吹き出す「突沸」という現象が起きる事がありますので、寒剤が満タンの状況では特に注意が必要です。容器移動に際しても転倒に注意すると共に、容器保管時には台車の固定や転倒防止策を講じてください。

最後に、本手順書では一般的な実験装置への LHe トランスファー方法を紹介しました。但し、各実験装置やトランスファーチューブ毎に仕様が異なるため、詳細な取り扱い方については各取扱説明書を参照ください。

以上

九州大学 低温センター