

ヘリウムトランスファーについて

河野賢悟

熊本大学理学部物理科学科

概要

近年、大学、研究所等の N.M.R (国内 2,100 台、海外 7,000 台 (財) 国際超伝導産業技術研究センター超電導 Web21 より) や SQUID、病院の M.R.I (国内 2,622 施設、2,938 台 H11 年厚生省 HP より、海外の台数不明) など液体ヘリウムを使用する機器が急激に普及してきており、これらの機器のほとんどは超伝導マグネット励磁のまま液体ヘリウムをトランスファーしなければならない。このとき急激な振動や温度変化を与えるとクエンチをおこし爆発的に液体ヘリウムが気化する危険があるが、液体ヘリウムトランスファーの作業は、液体ヘリウムで超伝導状態を保っている機器では避けて通れないものである。

液体ヘリウムのトランスファーはトランスファーチューブの種類や容器の状態で方法が変わってくる。また、施設の状態や作業者によってもそれぞれのトランスファーの方法があると思われる。一部を除いてほとんどが最終的に人間の手でトランスファーすることになり、その時の問題点を方法別に検討していく。

1 ニードル弁付きトランスファーチューブ

液化室ではニードル弁の付いたトランスファーチューブを使用している。ヘリウム液化機と直結された貯槽容器に常に差込んだ状態になっており、トランスファーするときだけニードル弁を操作する。以下に熊大におけるトランスファー手順を示す。

1.1 空容器でのトランスファー手順

- トランスファーチューブを容器に差し込
- 真空ポンプ三方弁付き回収ラインを接続する
- 三方弁を真空ポンプ側にし容器を真空排気する
- コンパウンドゲージが 760mmHg になったら三方弁を閉にしトランスファーチューブのニードル弁をゆっくり開ける
- コンパウンドゲージが 0 気圧になったら三方弁を回収側にする
- 必要量汲出したらトランスファーチューブのニードル弁を閉めトランスファーチューブを抜く

1.2 残液容器でのトランスファー手順

- 容器を回収ラインに接続
- トランスファーチューブのニードル弁を少し開けヘリウムガスが出てくるまで待つ
- ガスが出ているトランスファーチューブを容器のチムニー部分まで差し込み回収ラインに霜が付くまで待つ
- トランスファーチューブをゆっくり容器に差込んで状況を見ながらニードル弁を徐々に開いていく
- 必要量汲出したらトランスファーチューブのニードル弁を閉めトランスファーチューブを抜く

2 ニードル弁なしトランスファーチューブ

実験室では 100 リットル程度の容器から直接実験装置にトランスファーしている。この場合のトランスファーチューブのほとんどがニードル弁無しで常に開放の状態である。物性実験等では機器を完全に停止した状態で熟練者が頻繁にトランスファーしており、トラブルはほとんどない。

これに対し、NMR 等においては高磁場が発生し、狭い空間に機器が密集している状態で、しかも 3 ~ 5 ヶ月ごとのトランスファーとなると熟練者でも大変な作業である。

2.1 NMR へのトランスファーその 1

100 リットル容器にトランスファーチューブをゆっくり差込む

トランスファーチューブ液出口部分をビニール袋等で覆い、先端部分に霜が付着するのを防ぐ

トランスファーチューブから液が出だしたら容器液面から少し上げ、液からガスになったことを確認する

素早くビニール袋を取り、NMR に差込み上部で止めておく

トランスファーチューブを 100 リットル容器液面までゆっくり差込む

NMR チムニー部分に液体空気ができたらゆっくりトランスファーチューブを NMR に差込む

必要量汲出したら NMR と容器からトランスファーチューブを抜く

問題点

ニードル弁がトランスファーチューブに無いため、容器に差込んでいる間はガスや液が出て先端部分は霜が付着する。そこでトランスファーチューブ出口先端部分に霜や氷の付着を防ぐためにビニール袋を被せ、液が出てきた段階でビニール袋を取るが、後の行動が遅くなるとトランスファーチューブ先端に霜が付着し NMR に差込めなくなることがある。

2.2 NMR へのトランスファーその 2

100 リットル容器にトランスファーチューブをゆっくり差込む

トランスファーチューブよりガスが出ていることを確認する

トランスファーチューブを NMR に差込み上部で止めておく

トランスファーチューブを 100 リットル容器の内圧を上げないようにしながら液面までゆっくり差込む

NMR チムニー部分に液体空気ができたらゆっくりトランスファーチューブを NMR に差込む

必要量汲出したら NMR と容器からトランスファーチューブを抜く

問題点

2.1 での霜や氷の問題はなくなるが、最初は内圧をほとんどかけないでトランスファーするため液体ヘリウムの状態になるまで時間を要し、液体ヘリウムの状態の判断が難しい。最悪はホットなガス状態で一気に流れ出せばクエンチをおこし、その修復にかかる経済的負担は小さな研究室では致命的である。

3 まとめ

NMR 等、励磁状態の機器のヘリウムトランスファーは、液体の状態でのトランスファーが絶対条件である。液体ヘリウムを流すとトランスファーチューブ出口先端部分は霜や氷が付着し NMR にチューブが入らなくなる。そこで上記で述べた方法以外でトランスファーできないか当日議論したい。