

ヘリウムガス回収システムについて

株喜代次*¹, 古木良一*², 川井 昭*¹, 隅野良一*³

*¹ 大阪大学基礎工学部技術部, *² 大阪大学理学研究科技術部, *³ 大阪大学低温センター

1. 概要

大阪大学低温センター豊中分室では、液体ヘリウムを大口、小口を含めて7部局 30 以上の研究室に低温寒剤として利用していただいている。現在液化運転を週 3~4 日行っており、各種液体ヘリウム容器 30~40 本に充填している。ヘリウムガスは高価であるため、液体ヘリウム利用後はヘリウムガスを回収し、再液化しリサイクルしている。

今回、これまで低温センター職員が積み重ねてきたノウハウなど[1]を含めて、液化機を効率よく運転するため、そしてユーザーに安価な液体ヘリウムを安定して供給するために、回収ヘリウムガスの回収純度および回収率を上げるための取り組みを紹介する。

2. 回収系について

豊中キャンパスでは、主要な建物ごとに7本の主回収配管を敷設(図1)しており、各研究室は枝配管で繋がってヘリウムガスの回収を行っている。各研究室の実験装置などから気化したヘリウムガスは、加温器・逆止弁などを経て研究室のガスメーター(金門製作所:NNH5 など)(図2)を通して建屋内の回収管へ入る。この配管の径は建屋内では1~2インチ、建屋を出ると2~4インチの銅管である。低温センターへ返ってきたガスは主回収配管毎にガスメーター(金門製作所:N40 など)(図3)を通してガスバッグ(藤倉ゴム工業:CR ゴム引布 25m³)に一旦溜める。ある程度膨らむと、回収用圧縮機(Green Field:C5U 217GEX 型 123m³/h など)が作動し、高圧のヘリウムガスが油水分離機(小池酸素)およびガスドライヤー(大陽酸素:TDGS-1000 など)を通して蓄圧器(長尺容器 3,800m³)に貯蔵される。

3. 回収率および回収純度向上への取り組み

3.1. 回収配管

回収配管の敷設・維持管理は、低温センターから研究室入り口に設置しているガスメーターまでは低温センターが行ない、そのガスメーターから先の配管や装置等については研究室の管理にまかしている。

研究室内の配管については、固定できるものは銅管で行なうことを基本としている。この固定管から回収口を付け、室内の装置等へ配管している。研究室によっては、シリコンゴム管、ブチルゴム管や水用のビニル管などを使用しているが、これらはヘリウムガスが透過して逃げやすいので、できるだけ都市ガス用のゴム管を使用するよう勧めている[2]。また、長年使用されているゴム管などは、経年変化で劣化し割れ目が入っていたりする(特に接続部近傍)ので、折に触れて確認をするように連絡している。

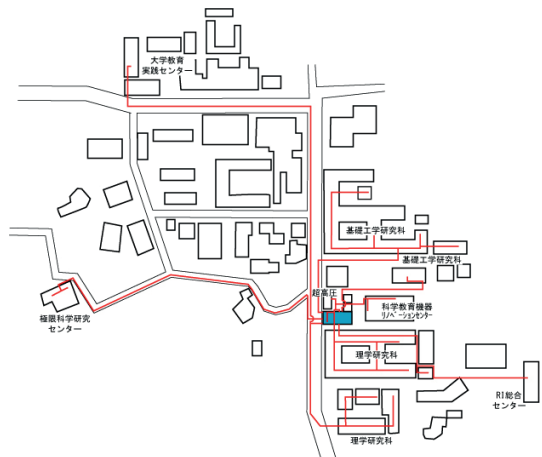


図1 ヘリウムガス回収配管図

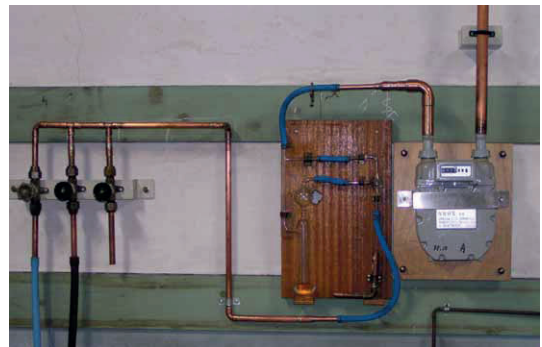


図2 研究室側のガスメーターなど



図3 センター側のガスメーター

逆止弁について、当初は研究室の装置等からヘリウムガスが逃げるのを想定して、ガスメーターの研究室側にオイルバフラーなどを設置するよう指導していたが、最近では背圧が高いと不都合な装置が多くなってきたため、ガス管理に責任が持てるのであれば逆止弁を設置しなくても良いことにしている。

研究室外の回収管の新設や増設があれば、低温センターに必ず連絡をするようにしており、工事の仕様や工事後の気密試験には必ず低温センター職員が立ち会い、確認するようにしている。

回収管内圧力に関して、低温センター発足時は、ヘリウムガスが逃げることを防ぐために配管内を負圧にしていたが、ユーザーの管理ミスにより時々空気吸入が著しかった。その後正圧(300Pa)にすることで、空気吸入が少なくなり回収純度が向上した。現在は大気圧に近い30Paに設定し自然回収を行っている。なお、極限量子科学研究センターからの1系統の回収配管のみ圧縮機を用いて圧送している。豊中地区では、回収配管にできるだけ余分な装置を入れないようにして、ガス漏れや空気吸入する危険を減らしている。

3.2 ガスメーター

ガスメーターは各研究室の出口とセンター入り口の主回収管の回収ガスバッグの手前に設置されている。各研究室のメーターの値を毎月報告してもらうようにしており、利用者が自ら管理することで回収率や漏れなど確認をしてもらうようにしている。また、低温センターでもメーターの値を記録したり、回収率およびガス漏れなどを常にチェックしている。

豊中地区では膜式ガスメーターを使用しており、内部の構造は図4の様になっている。ゴムの膜を貼ってフイゴのように作動し、ガスの流量を加算している。このため、非常に冷たいガスや流速が大きい場合、正常に作動しなくなる。研究室における液体ヘリウムの需要の増大によって、流量の大きなメーターを設置したり、同じメーターを並列に設置(図5)したりして、メーターに負担を与えないようにしている。また、低温の回収ガスを温浴などに通し、回収ガスを暖めてからガスメーターに通すようにしている。

豊中地区の液体ヘリウムの利用料金は、基本料金(リッター当たりの料金×供給した量)と未回収のガス代(時価)を合計した金額であるため、研究室は回収率を上げる努力をすることで、より安価に液体ヘリウムを利用することができる。

3.3 ヘリウム回収ガス純度

先に上げた7つの回収配管のうち6本から枝管を引き出し、回収ガスを熱伝導ガス分析計(富士電機システムズ:ZAF形)に導き、ガス純度を計測している(図6)。この純度計から出力信号を取り出し、レコーダー(富士電機テクニカ:PHR型)に記録させ(図7)、もう一方でデジタルパネルメーター(旭計器:AP-501A)に表示させている(図8)。このLEDパネルはNETWORKカメラをとおしてユーザーが見られるようになっており、WEB上で各配管のヘリウム回収ガス純度(実は不純ガス純度)が判るようになってい



図4 ガスメーターの内部



図5 ガスメーターの並列



図6 熱伝導ガス分析計



図7 レコーダー

一では、全回収ガスの平均のガス純度が 99.8%以下になるとブザーが鳴るように設定している。純度低下が長引くと(純度にもよるが、15 分程度)その回収ラインのユーザーに電話連絡を入れて、実験装置の状態や回収配管などの接続部などをチェックするよう指導する。それでも純度が改善しない時は、センター職員が研究室等に出向くこともある。また、不純ガスが空気なのかその他のガスであるのかを判断するために、酸素分析計(NGK:SH-IID)も設置している。

3.4 停電時の対応

年に数回ある停電の時でも回収ヘリウムガスを少しでも逃がさないよう努力している。利用者へは停電期間中は実験をできるだけひかえるようお願いし、自然蒸発ガスのみを回収するようにしている。これは停電中回収圧縮機が作動しないので、ガスバッグ 1 杯分(25m³)しか受け入れることができないためである。ガスバッグの容量以上のガスが返ってきた場合は、低温センター側で大気放出するよう回収配管の切り替えを行っており(図 9)、利用者側は特に何もしなくてもよいようにしている。

また、回収圧縮機の起動にタイムスイッチ(オムロン:H5S)を用い、停電開始予定時間の 15 分前に回収圧縮機が作動するようにしており(図 10)、停電開始の時点でガスバッグが空の状態になるように設定している。

3.5 その他

長期の休み明け近くなると回収ヘリウムガスの純度が悪くなることもある。実験装置によっては、常時ヘリウム層をポンピングして減圧している場合があり、長期休暇で液体ヘリウムが枯渇し、どこからか空気を吸引してしまう。このような装置を持っている利用者には回収ヘリウムガスの純度管理を特にお願している。

低温センターの定期自主検査および圧縮機の開放検査などは業者が行っているが、作業終了後、配管の接続部などで漏れがまれに見つかる。業者がするから安心してはいけない、作業語は必ず自ら確認するようにしている。

4. 終わりに

これまで歴代の低温センター職員の働きと利用者の意識の向上と努力[3]のおかげで、液体ヘリウムを利用するのに非常によい環境になっており、ガスの回収率は 90%以上、ガス純度は 99%以上を保っている。そのため、液化機内の内部精製器に不純物が溜まりにくく、長時間安定な液化運転を行うことができる。また、純ガスヘリウムの購入も少なく済み、液体ヘリウムをユーザーに安価に安定して供給ができています。

今後も、利用者と共に低温センター職員もより一層ヘリウムガス管理の意識向上に努めていきたいと思っている。

参考文献

- [1] 株喜代次：「ヘリウムの純度管理」、大阪大学低温センター便り No.146, pp.15、(2009/4)。
- [2] 浅井攻他：「ヘリウムガスはこんなに漏れる」、大阪大学低温センター便り No.55, pp.18、(1986/7)。
- [3] 森本正太郎：「基礎工学研究科のヘリウム回収ガス管理」、大阪大学低温センター便り No.133, pp.12、(2006/1)。

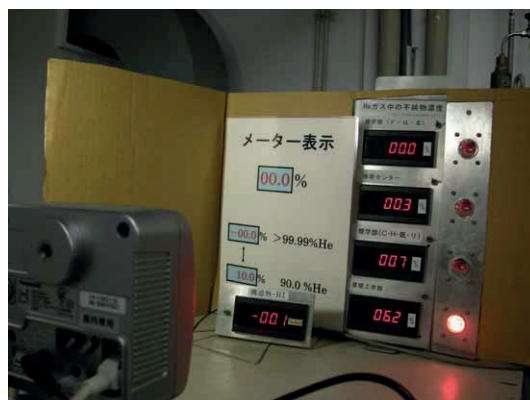


図 8 ヘリウムガス純度モニター



図 9 ガス放出切替用電磁弁



図 10 タイムスイッチ