

青葉山地区ヘリウムガス回収システム

極低温科学センター 菊地将史 (mkikuchi@mail.clts.tohoku.ac.jp)

1. はじめに

本センターでは、低温科学部による片平地区、極低温物理学部による青葉山地区で、液体ヘリウムの供給および蒸発したガスの回収システムが独立しています。極低温物理学部のヘリウムガス回収配管においては、その前身となる「理学部附属極微量エネルギー物理学実験施設」時代の設備を引き継ぎ、整備・拡張してきました。当初、この回収配管によりセンターへガスを直接送り、回収することができた建物は、理学部内の一部の範囲に限られ、工学部からのガス回収は、高圧容器に圧縮機でガスを充填し、それをトラックに積み、

センターまで運搬する方法により間接的に行っていましたが、センターへの改組を機に、ヘリウムガス回収配管を薬学部や工学部に延長し、平成14年度にはほぼ現在の回収網が完成、これにより、センターと配管で繋がる建物が増え、人手を介さずガスを直接回収できるようになり、回収能力が飛躍的に向上しました。その後も、随時延長を行い、現在では図1のような広範囲にわたる回収配管網となっています。回収配管網の大幅拡張の際、従来の圧送方式では各建物に圧送のためのポンプが必要となることから、センターで一元管理が可能な、負圧による回収方式を、一部の区間

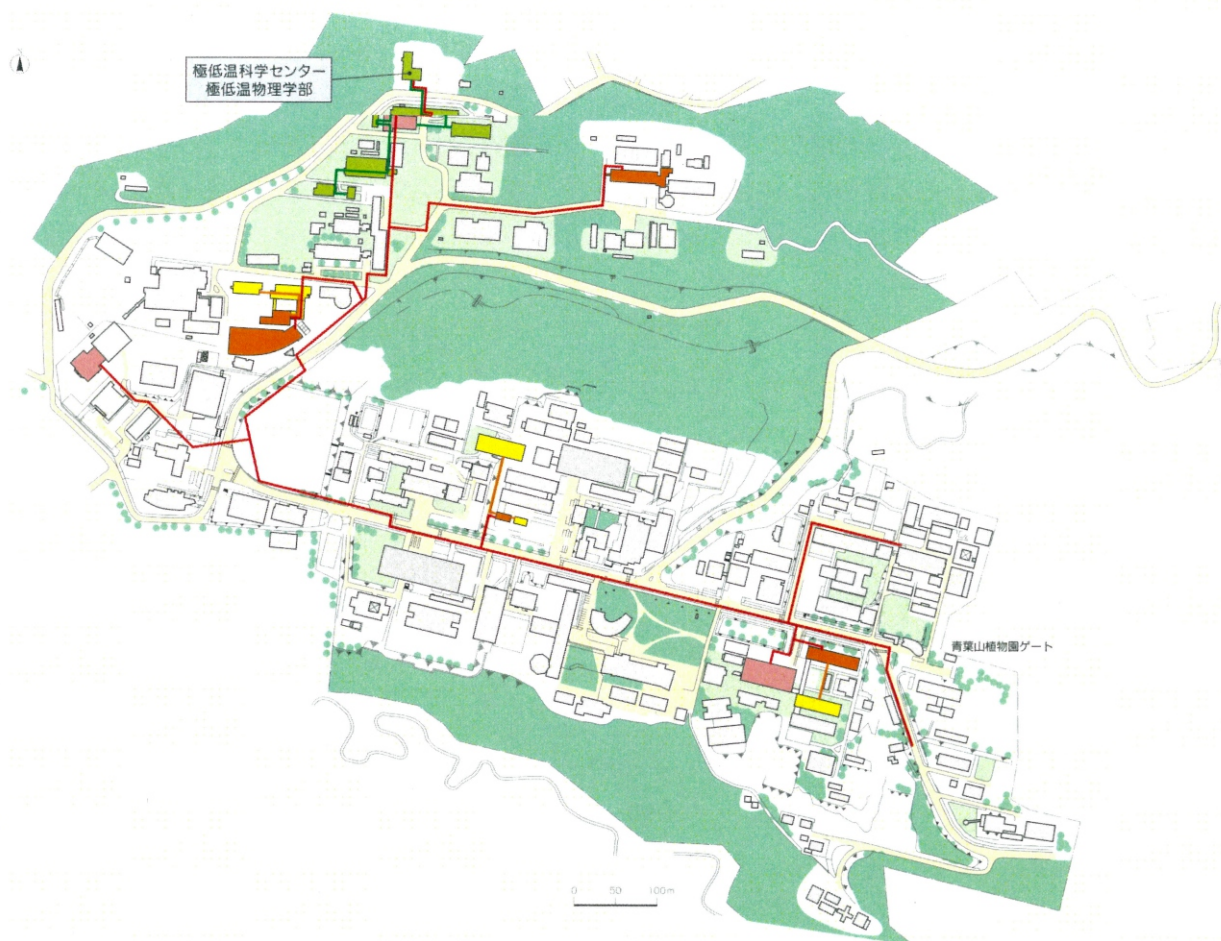


図1. 青葉山地区ヘリウムガス回収配管網

で採用しました。本稿では、青葉山地区におけるヘリウムガス回収について紹介します。

2. 青葉山地区のヘリウムガス回収配管網

現在、青葉山地区のヘリウムガス回収配管は2つの系統に分かれています(図1)。一方はセンター(極低温物理学部)と、センターに近い建物(図1の黄緑の建物)とを繋いでいる配管(図1の緑色の線)で、各装置などから蒸発してきたガスをそのまま配管を通し、大気圧に近い圧力でガスを回収しているラインになります。もう一方は、センターと遠方の建物(図1の橙色)とを繋いでいる配管(図1の赤色の線)で、この配管は、センター側に設置したブロワーにより配管内を負圧にすることによってガスを回収しているラインになります。この負圧の配管と繋がっている橙色の建物には、実験装置を接続する際に装置側に負圧の影響が及ばないように、途中にガスバックや流量調整弁などを設置しています。黄色で示した建物は、この負圧の影響が及ばないようにするためのガスバックや流量調整弁などが設置されていないため、近くの橙色の建物(負圧に対応したガスバックおよび流量調整弁)を経由し、ガス回収を行っている建物です。そのほかに、桃色で示した建物がありますが、この建物はヘリウムガス

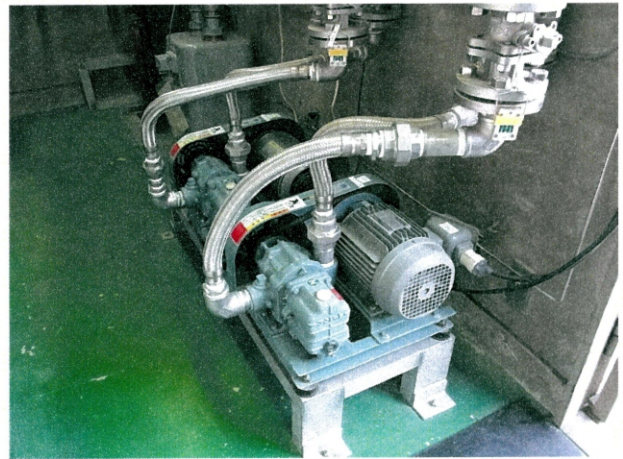


図3. ヘリウムガス回収用ブロワー

回収配管が建物の入口まで敷設されていますが、建物内の配管や回収設備等が未整備なため、実際にはガスを回収ができる状態になっていない建物になります。次節では負圧による回収システムのセンター側とユーザー(実験装置)側の回収システムについて、詳しく見ていきます。

3. 負圧によるヘリウムガス回収システム

3-1 センター側の回収システム

センター側のシステムは、図2に示すように、配管の圧力をモニターするための圧力ゲージ(コパル電子社製小型圧力ゲージ PG-30-102R-N)、ヘリウムガス回収用のブロワー(アンレット社製ルーツブロワー BSS32G、0.3 m³/min、1.5kW、

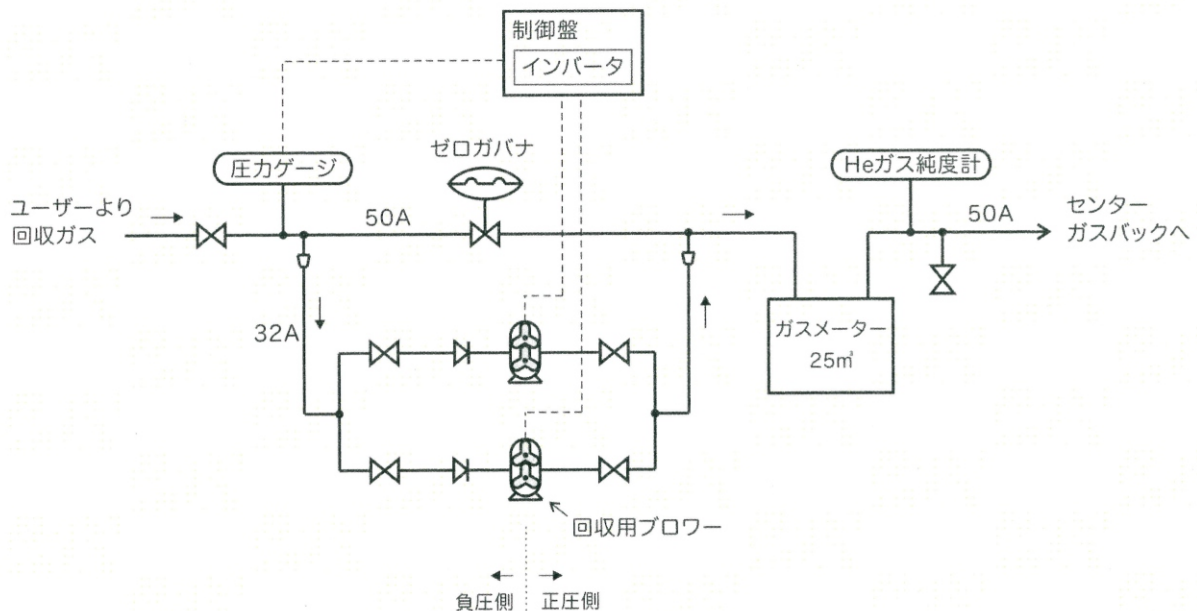


図2. センター側システム構成

図3参照)、ブロワーを制御するためのインバータ（三菱電機 FREQROL-D700 シリーズ、FR-D720-1.5K）、逆流防止弁などから構成されています。また、ガスの純度や回収量を把握するため、ヘリウムガス純度計とガスメーターも取り付けられています。ヘリウムガス回収用のブロワーは2台設置されており、通常は1台のブロワーで回収していますが、ブロワーが故障した場合、スイッチにより切り替え、もう一方のブロワーで運転、回収できるようになっています。圧力ゲージはNPN 出力機能を持ち、設定した圧力値（現在は5kPa（ゲージ圧）以上の圧力でブロワーが起動、-27.5kPa（ゲージ圧）以下で停止するように設定）になるとNPN 信号を出力します。その信号をインバータで受け取り、ブロワーの起動および停止を行います。インバータは設定により周波数を変えることができるので、ブロワーの回収量（回転数）を増減させたい場合、周波数の設定を変更することにより回収量を増減することができます。実際は、起動・停止の頻度や返ってくるガスの量などを考慮して適正な周波数を決めています。また、ブロワーの起動時にはインバータのスロースタート機能により、センター側の回収配管（ブロワー出口側）へ急激な圧力変動などの負担を軽減する工夫を施しています。この回収システムは停電が発生した場合でも運転、ガスを回収できるよう、発電機でバックアップしています。

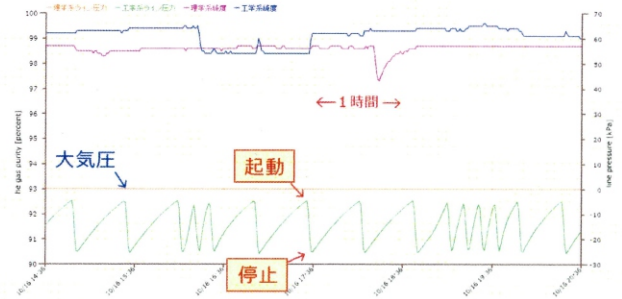


図4. 圧力ゲージの圧力変化の様子

図4に実際の回収配管の圧力（とヘリウムガスの純度）をモニターしたグラフを示します。10分から30分おきにブロワーが作動している様子がわかります（図4の緑色の線）。これらを随時モニターすることによって、ユーザーのおおまかな使用量を把握することもできます。

3-2 ユーザー側の回収システム

負圧回収システムでは、ユーザーがヘリウムガスを直接配管に流し、センターに送ることができないため、各部局または建物で一度ガスバックにガスを貯め、そのガスを少しずつセンターへ流す必要があります。負圧状態の回収配管に装置や液体ヘリウム容器などを直接繋いでしまうと、装置や液体ヘリウム容器自体が負圧となり大量の空気を吸い込む原因になります。

ユーザー側のシステムは図5に示すように、ガスバックの他、ガスバックの安全装置、ヘリウムガス純度計、ガスメーター、流量調整弁などで構

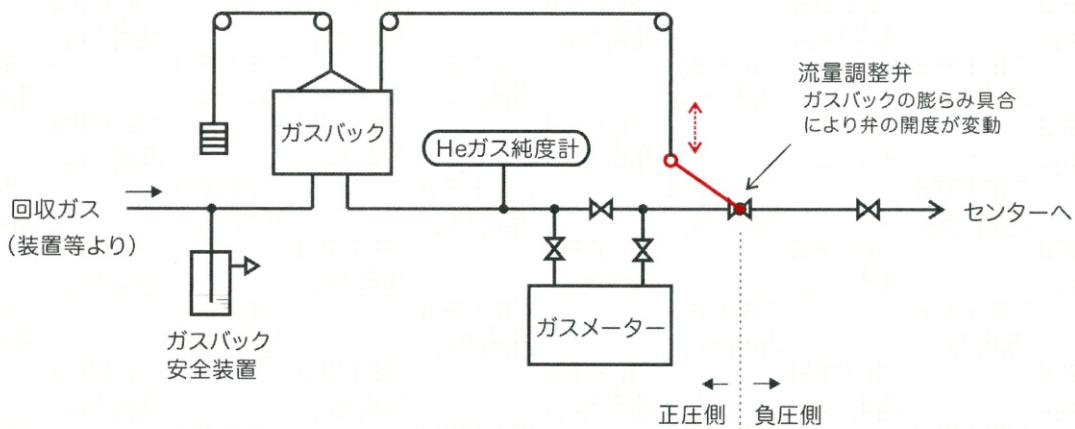


図5. ユーザー側システム構成

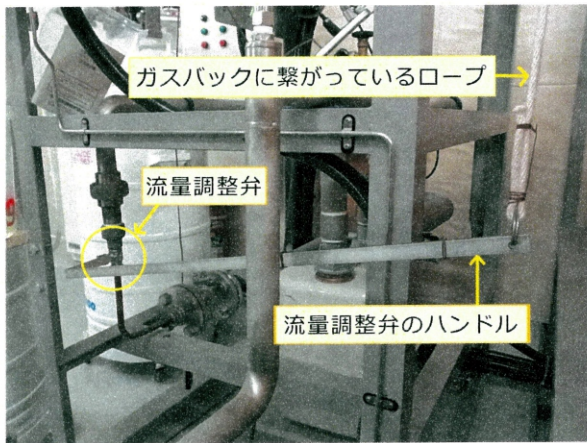


図6. 流量調整弁

成されています（建物により機器の取り付け位置など、図と異なる場合があります）。流量調整弁のハンドルは、図6に示すように、ガスバックの高さに連動して開閉するようになっています。ガスバックが膨らむと、ガスバックの高さが増し、流量調整弁が開きます。これにより、ガスバックに貯まったヘリウムガスが、センター側に流れるようになっています。ある程度ガスが流れてガスバックがしぼむと、ガスバックの高さが下がり、弁が絞られるようになっています。このシステムは電源を必要としないため、停電時でも機能が失われることはありません。そのため、センター側のブロワーが稼働していればヘリウムガスを回収し続けることができます。

3-3 注意点

負圧による回収システムは、ブロワーがセンター側だけで済むようになっており、ユーザー側は電源を必要とする箇所を少なくすることができます。また、各部局・建物側のガスバックを常時しぼませた状態にできることから、圧送式と比べガスバックの容量をコンパクトにすることができるのも利点といえるでしょう。ただし、圧送式と違い、負圧式は空気を吸い込みやすいという問題点があり、注意深い運用が求められます。現在では、図4にあるように、ブロワーの作動状況と同時に、ヘリウムガスの純度を常時モニターすることによってトラブルの防止に備えています。今後は、各部局・建物ごと（理想は

ユーザーごと）にモニター、監視できるシステムを構築できればと考えています。そのほかには、センター側のブロワーが故障などで停止すると、この負圧ラインからのガス回収が一切できなくなるという問題もあります。これはブロワーを制御しているインバータなどが故障した場合に発生します。これについては今後、制御盤を新たに1台設け、2台のブロワーをそれぞれ独立した制御盤で運転し、一方の制御盤（とブロワー）が故障しても、もう一方の制御盤（とブロワー）で回収を継続できるようにシステムを改善し、この問題に対応したいと考えています。

4. まとめ

本稿では、青葉山地区における回収システムの極低温物理学部の取り組みについて紹介いたしました。同地区をはじめとするヘリウムユーザーの方々にとって、ヘリウムリサイクルシステムの理解の一助となればと思います。また、上述の空気の吸い込みの問題を含め、今後も改善を進めていきたいと考えております。