九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

[009] 九州大学低温センターだより表紙奥付等

https://hdl.handle.net/2324/1854993

出版情報：九州大学低温センターだより. 9, 2015-03. 九州大学低温センター
バージョン：
権利関係：

九州大学伊都キャンパスにおける
回収ヘリウムガスの遠隔監視システムについて

超伝導システム科学研究センター　松尾 政晃
システム情報科学府　今村 和孝
低温センター 箱崎地区センター　上田 雄也
低温センター 伊都地区センター　佐藤 誠樹
E-Mail ： matsuo@sc.kyushu-u.ac.jp

１．はじめに

低温センター伊都地区センターでは、低温を利用する学内の教育研究者に対して毎年 20,000 リットルを超える液体ヘリウムを供給しており、平成２７年度の理学系部局移転後はさらに増加し、供給量は 33,000 リットル以上になると予想される。

ヘリウムは希少かつ高価な資源であり、液体ヘリウムを多量に使用する多くの教育・研究機関では、ヘリウムを有効活用する方法として、蒸発ヘリウムガスを回収・精製・再液化する、いわゆるクローズドサイクル利用が行われており、各種低温実験で使用された液体ヘリウムは、蒸発ヘリウムガスとして回収され、精製による不純物の除去行程を経て、液体ヘリウムに再液化・再利用されている。このヘリウムのクローズドサイクル利用を行う上で最も重要なテーマは蒸発ヘリウムガスの高純度・高効率回収であり、これが安定して継続できれば、国内外の諸事情によりヘリウムが一時的に入手困難な状況となった場合においても、利用者に対し液体ヘリウムを低価格で安定供給することができる。

ここで、液化装置側での再液化損失は極端に純度の低いヘリウムガスが回収されてこない限り小さく、ヘリウムガスの高純度・高効率回収を実現するためには、液体ヘリウム利用者側における蒸発ヘリウムガスの大気放出量の低減と、回収ヘリウムガス中への大気混入量の低減が不可欠である。

２．目的

ヘリウムガスの回収率向上を目的として、平成 22 年より超伝導システム科学研究センターにおいて、図 1 のような PIC ネットワークインターフェースカード（トライステート社製 PICNIC）を用いた回収ヘリウムガスの純度監視システムの試験的運用を行ってきた。

平成 22 年度 90.0% だった低温センター伊都地区センターにおける年間平均回収率が、平成 25 年度には 95.1% へと大きく向上したが、これは液体ヘリウムを多量に使用する超伝導システム科学研究センターへの本システム導入効果に依るものと考えている。

回収率向上の主な要因としては、

（１）各回収系統毎に設置したヘリウムガス純度計により、液体ヘリウム利用者が実験中に回収ヘリウムガス純度を常時確認することができ、純度低下時には速やかな対応・措置が可能となったこと

（２）図２に示すように遠隔でも回収ヘリウムガス純度が確認できるため、実験室を離れた場合でも大気混入異常の早期発見が可能となったこと

などの事柄があげられる。なお、このシステムには、回収ヘリウムガス純度低下異常発生時、利用者に電子メールが直ちに自動配信される仕組みも付加されている。

今後大学移転が進むにつれて益々増加する液体ヘリウム利用者に対して、高純度・高回収率を維持・実現するためには上述のシステムを導入する必要性は極めて高いと言える。さらに、回収ヘリウムガス純度と共に流量の監視が可能となれば、不純物混入量と回収量が把握でき、伊都キャンパス全体の回収ヘリウムガスの状況を総合的に監視することが可能となる。

本報告では、各利用者側に準備すべき機器類の選択基準を整理すると共に、各利用者毎のヘリウムガス回収状況を遠隔でリアルタイム監視できる新しいシステムについて述べる。

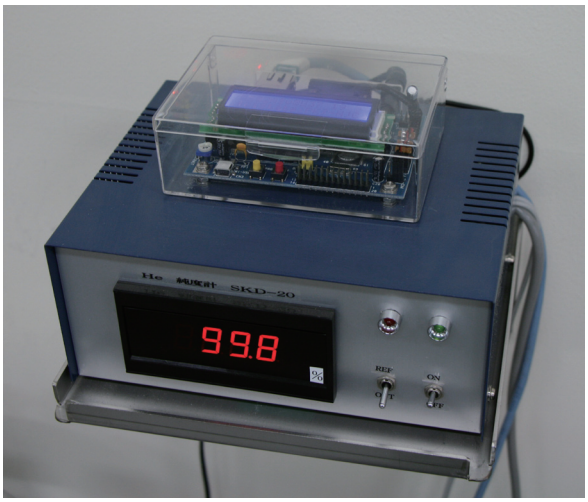

図１　ヘリウムガス純度計と PICNIC

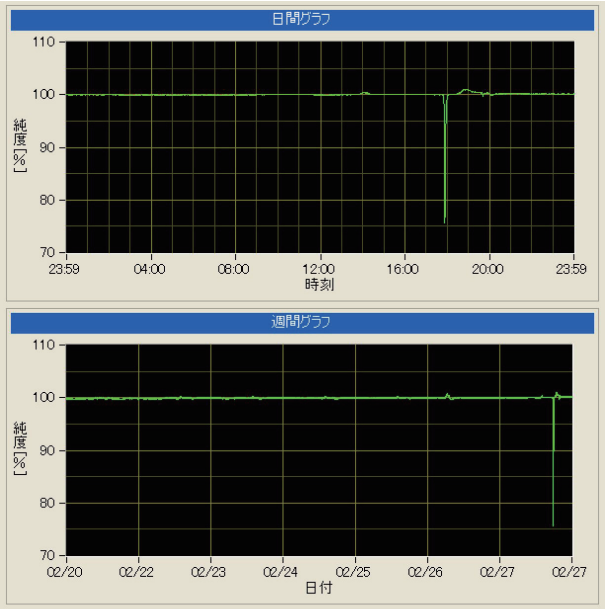

図２　PICNIC での大気混入グラフ例

３．主要機器の選定

● 流量計

ヘリウムガスの流量を計測する方法は多数考えられるが、ここでは瞬時流量測定・制御によく使われるマスフローメータと、都市ガスや LP ガスで一般的に用いられている膜式流量計について検討する。２つの方式における流量計の特徴は表１のとおりである。共にヘリウムガスの流量測定に問題なく使用できる事を実験的に確認したが、今回は、計測範囲が広く、より安価な膜式流量計を選定した。

表１　各種流量計の特徴

	マスフローメータ	膜式流量計
計測範囲	狭い (1,200 ℓ /h ～ 60m^3/h)	広い (3 ℓ /h ～ 16m^3/h)
圧力損失	大 (100kPa 以下)	小 (300Pa 以下)
積算流量	瞬時流量を積算	積算流量パルスをカウント
瞬時流量	測定可能	パルス間の平均流量は測定可能
大 き さ	小　型 (幅 178× 奥行き 51× 高さ 120mm)	中　型 (幅 300× 奥行き 213× 高さ 341mm)
価　格	高　価	安　価

●積算流量測定機器

膜式流量計は既に各研究室で多数使用されているが、様々な型式の膜式流量計に対応可能なように、東洋計器社製ガス流量検出器（GAM-01）を選択した。この検出器は膜式流量計のカウンタ部についている銀線を読み取り、銀線通過時に発生するパルス数をカウントすることにより積算流量の測定を行うものである。

なお、新規に膜式流量計を購入する場合には特殊仕様タイプのパルス発信器付き流量計を指定している。通常タイプでは１パルス／m^3であるのに対して、特殊仕様タイプでは0.1m^3毎にパルスを発生させることができるため、膜式流量計にガス流量検出器を付加した場合と同等の積算流量の測定・監視が可能である。

●信号変換機器

ヘリウムガス純度計から出力される０～1Vのアナログ電圧と、流量計から出力されるデジタル電圧信号を同時に測定するためには信号変換機器が必要である。信号を変換する方法は多数考えられるが、ここでは下記の３つの方式について検討する。

（１）これまで試験運用で使用してきたPICNIC

（２）制御機器として一般的に使用されるプログラマブルロジックコントローラ（PLC）

（３）UNIX OSを搭載し小規模処理が可能な小型パソコン

３方式の信号変換機器の特徴は表２のとおりである。選択条件は、監視範囲がキャンパス全体に亘るため遠隔操作によるメンテナンスが可能であること、分散処理によりネットワーク障害時においてもデータ収集・蓄積ができること等である。

平成22年より超伝導システム科学研究センターにて試験運用してきたPICNICでは上記条件を満たすことは困難と判断し、今回は遠隔操作によるメンテナンスと分散処理が可能な小型パソコンを用いる方式を信号変換機器として選定した。

表２　各種信号変換機器の特徴

	PICNIC	ＰＬＣ	小型パソコン (Raspberry Pi、 Beagle Bone Black等)
プログラム	ある程度必要有り	必要なし	必要有り
分散処理	不　可	可　能	可　能
遠隔操作による メンテナンス	不　可	不　可	可　能
拡 張 性	ある程度有り	有　り	有　り
無線LANへの対応	ある程度可能	ある程度可能	可　能
価　格	安価であるが自分で 組み立てる必要有り	高　価	安　価

４．システム構成

回収ヘリウムガス遠隔監視システムの主要機器は下記のとおりである、

- ・ヘリウムガス純度計（三協電精社製　SKD20）
- ・膜式流量計（アズビル金門社製　N 型ガスメーター）
- ・ガス流量検出器（東洋計器社製　GAM-01）　　パルス発信器付でない場合に必要
- ・遠隔監視用小型パソコン（Raspberry Pi、Beagle Bone Black 等）
- ・ネットワークサーバ

図３に回収ヘリウムガス遠隔監視システムの構成図を示す。本システムは伊都キャンパス内の各研究室の実験装置とヘリウム回収系統間に設置され、ヘリウムガス純度計と膜式流量計により計測した電圧信号を小型パソコンで収集、集計後、有線 LAN もしくは無線 LAN を利用してネットワークサーバへデータが送られる。集められたデータはネットワークサーバを用い、Web や Mail 等で管理者あるいは利用者へ情報が提供される。

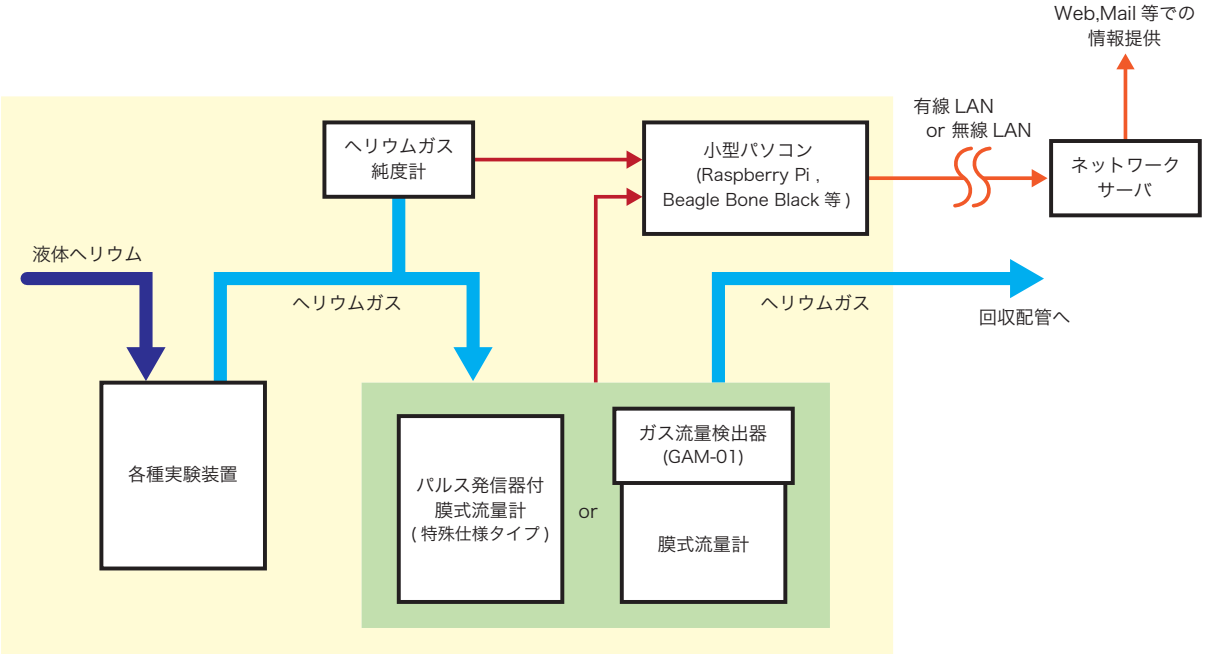

図３　回収ヘリウムガス遠隔監視システム構成図

５．まとめ

上述した「九州大学伊都キャンパスにおける回収ヘリウムガスの遠隔監視システム」は、平成 27 年 4 月の試験運用開始を目指して現在準備を進めており、本格的な運用開始時期は理学部および理学部関連部局移転完了後の平成 28 年 4 月を考えている。

この回収ヘリウムガス監視システムが本格的に運用されれば、ヘリウムガスの純度と回収量の年間を通じた監視が可能となり、研究室毎あるいは回収系統毎に回収率状況を把握することが可能であることから、回収率の差異による各研究室毎の供給液体ヘリウム価格の差別化案も本システム利用案として浮上してきている。

今後の展開としては、利便性をより高めるためスマートフォンやタブレット端末等に純度や流量等の情報を配信する方法や、警報の通知が可能な iOS アプリの開発についても検討を行っているところである。