

液体窒素自動供給装置

極低温科学センター 丹野伸哉 (s-tanno@imr.tohoku.ac.jp)

1. はじめに

いままで金属材料研究所寒剤供給室において、30リットル以上の大型容器に液体窒素を汲み出す際には、供給口のバルブの開閉を手動で行っていた（利用者がセルフサービスで24時間利用可能）。しかし再三注意しているにもかかわらず、汲み出し中にその場を離れたり、居眠りをするなどして液体窒素を溢れさせる事故が相次いだ。そのため重量計と連動して供給口の電磁弁をコンピュータ制御する液体窒素自動供給システムを導入した。これにより安全面の向上だけでなく、利用データがフロッピーディスクに自動で書き込まれ集計の省力化が計られることになった（いままでは提出された利用者伝票を手作業で集計）。システム導入前の準備から現在までに起きた問題点およびその解決策、使ってみた感想について報告する。

2. 装置稼働までの準備

本システムはエントリーデータとして液体窒素容器の情報（充填重量や空重量、容器番号）をバーコードにより、使用者（研究室）の情報を磁気カードにより読み込み、電磁バルブの開閉コントロールや利用の記録を行う装置である。装置の全体像と前面部を写真1、2に示す。磁気カードは装置本体を使って専用ソフトウェアで書き込み、バーコードはウインドウズのラベル作成ソフトウェアを使って作成する。初めに利用する研究室をシステムに登録し、各研究室ごとの磁気カードと各窒素容器ごとのバーコードを作成しなければならない。そこで利用者を集めて説明会を行い、その際に各液体窒素の空重量、充填重量を調べて申告するようお願いした。

各利用者からの申告を元に磁気カードとバーコードの作成を行った結果、磁気カードにつ

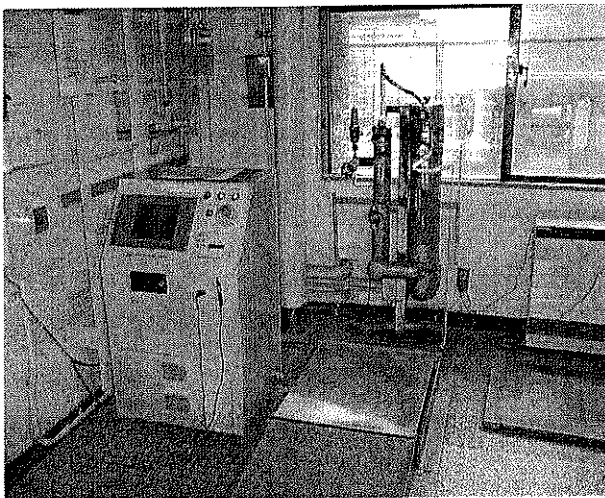


写真1. 装置全体（左にコンピュータ記録システム、中央に重量計と開閉弁）

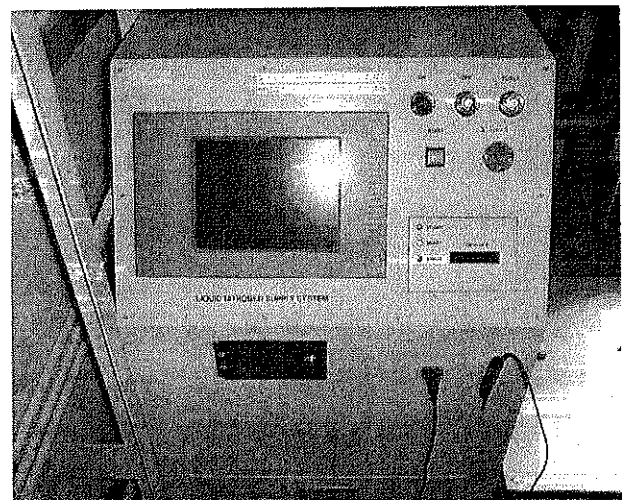


写真2. 装置前面

いては問題無く作成できたが、バーコードについてはトラブルが多発した。これらはバーコードのリーダーがペン式であり読取精度が悪いことに起因する。まず普通のカードサイズ（名刺サイズ）でバーコードの作成を試みたが、小さすぎてほとんど読み取り出来なかった。そのため当初の予定よりも大きいハガキサイズでバーコードを作ることにした。またバーコードには英数字が使えるはずだがアルファベットを含むバーコードを作ると読取精度が悪くエラーを発生した。そこで数字だけの組み合わせで各研究室の容器を判別できるようにした。以上により当面の問題はクリアされたが、この点に関してはこれから改善していく余地がある。バーコードは紙に印刷するが、そのままではすぐに劣化してしまい耐水性にも問題があるため市販のラミネート機を購入して加工することにした。ラミネートしたことによるバーコードの読取精度の変化は無いようである。

3. 装置稼働後

利用者に磁気カードと各容器ごとのバーコードを配付してシステムの運用を開始したところ1日に数回システムエラーが発生し職員が呼び出される結果となった。システムエラーになった場合は一旦電源を切り、再び立ち上げて日時をキーボードで打ち込まなければならない。簡単に復旧できるようにリセットスイッチの追加も検討されたが、悪用されると困るので見送った。

システムエラーになる原因として装置側に問題があるものとユーザー側の操作に問題があるものの二つのパターンがある。装置に問題があるエラーとしては、(1) 汲み出し終了後に初期画面に戻らない、(2) 機械がカードを飲み込まない、(3) カードを入れた瞬間にエラー

が出る、(4) 汲み出し量の値の異常などがある。これらの原因は電気回路のノイズが原因と考えられる。装置内部で電圧の異なる配線が入り組んでいたため、それらを分けることで改善された。また気温が低くなると液晶モニターが見にくくなり、カードエラーが増える傾向にあった。そこでシステム内部に保温の目的で60ワットの電球を取り付けることで改善した。

ユーザー側に原因のあるシステムエラーでいちばん多いのは、汲み出し時に各操作が遅れてしまいエラーになる場合である。各操作のシステム側の待ち時間は90秒と短く、手際良く行わないと「最初からやり直して下さい」とモニターにメッセージが表示され、さらに90秒待つと初期画面「カードを入れて下さい」に戻るようになっていて、「最初からやり直して下さい」のメッセージが出て、その後初期画面に戻る前にカードを入れるとシステムエラーになる。特にバーコードの読み取りに時間がかかり、90秒を過ぎてエラーになることが多いようなので、うまく読み取りできるように指導している。現在、各操作の待ち時間を長くし、初期画面に戻るまでの時間を短くするようプログラムの改良を納入業者へ依頼している。エラーを出すその他の事例としては、カードの二度入れや挿入方向の間違い、磁気カードデータの破損などもあった。

自動供給装置にして出てきた新たな問題として、事前に窒素容器を登録する必要があるため急に登録外の容器を持ちこまれても汲み出しは出来ないことが挙げられる。充填時の正確な重量がわからないとバーコードが作れないため、一旦別の場所で汲み出しを行って重量測定をしないと自動供給装置は使えないということになる。抜け道として空重量で10キロ、満タン時で500キロというような大きなリミッ

トをもったバーコードを使っただけの汲み出しも検討されたが、これを使うと満タン時に電源を切る必要がある。ただでさえデリケートなシステムなので強硬策をとるかどうかは検討中である。(現在は別の手動の汲み出し口で汲むことにしている)

4. まとめ

本システムを導入して、当初の目的である安全の確保と集計業務の効率化はほぼ達成されたといえる。当初は頻発するシステムエラーに悩まされたが、様々な改善策により最近では装置側に起因するエラーはほとんど無くなった。現在でも一週間に数回程度トラブルシューティングのため呼び出されるが、その原因のほとんどは操作手順の間違いによるものである。使いにくいプログラムにも問題があるので、今後さらなる改善をしてきたい。しかし利用者によって全くエラーを出さない人もいるし、頻繁に出す人もいる。利用者および頻度が多ければエラーを出す回数が多いのも仕方ないが、利用者の間違っただけ(思い込みの)操作が原因となるものが多い。今後指導していきたいと思っている。

最後に今後同様のシステムを導入することを検討している方々へのアドバイスとして、バ

ーコードを使う場合は読み取り部をペン式では無く、コンビニエンスストア等で使用している様な一括読み込み方式にすること、磁気カードは書き込み機と読み取り機を別にして読取部分はカードを手を持ってリーダーに通す方式にすることをお薦めする。これによりこれまで我々のところでも出たようなエラーはかなり少なくなると思われる。操作時のエラーを少なくするため、バーコードや磁気カードは使わない方法も検討すべきかもしれない(例えばパソコンを使ってパスワードや番号等で管理、この場合ユーザー側のキーボードによる打ち込みが必要)。さらに当システムの重量計はサイズが70cm×80cmと小さい。これは液体窒素容器をのせるのに、ぎりぎりのサイズである。重量計は端の部分を使うと測定誤差が大きくなるようなので、重量計が大きいほどシステムが安定して良いと思われる。

謝辞

本システムは金属材料研究所の予算により設置された。システムの初期設定、運用にあたり、金属材料研究所佐々木孝彦助教授、極低温科学センターの方々に多くの助力をいただいた。ここに感謝いたします。