

## 京大吉田地区の液体ヘリウム供給情報管理システム Information Management System for Liquid Helium Supply

新井敏一，松原明

京都大学低温物質科学研究センター

Toshikazu Arai and Akira Matsubara

Research Center for Low Temperature and Materials Sciences, Kyoto University

### 1. はじめに

1965年に京都大学で液体ヘリウムの供給が開始されてから40年が経過した。当初は液化機の能力よりも供給希望量の方が多く、じゃんけんやあみだで当選した人だけが供給を受けることができたそうである[1]。筆者らが学生ではじめてヘリウムを使い始めたころはさすがにじゃんけんをする必要はなくなっていたが、極低温研究室(現在の低温物質科学研究センター、以下LTMセンター) 玄関に貼られた用紙に記入して供給を申し込んでいた。この申込用紙は1969年から実に36年もの間、毎週玄関に張り出されていた。原則としてユーザーがLTMセンターに足を運び、この用紙に記入してはじめて申し込みが成立するのである。国内の大学の中では最大級の能力を誇る液化機が導入され、現在では液体ヘリウムユーザーが吉田南構内にまでおよび、今後はLTMセンターから2 km離れた病院地区にも供給を開始しようというのに、このままではいけない。LTMセンターにもIT革命をおこし、コンピュータ(以下PC) やインターネットを駆使した液体ヘリウム供給申し込み・データ管理システムを構築することはもはや必須である。このような思いからLTMセンターのIT担当職員が立ち上がり、本稿で紹介するシステムを開発した。運用開始から約半年経過した。大きなトラブルもなく順調に稼働し、多くのユーザーから喜びの声をいただいた。実際の使い方は前号のお知らせ[2] とwebサイト上のマニュアル[3] を参照していただきたい。本稿ではシステムの概要とシステム開発に利用した技術について解説する。

### 2. システム概要

情報管理は、図1にあるように、(1) ユーザーや液体ヘリウム申し込みの情報を管理するデータベース、(2) 申し込みやデータ管理のためのweb ページ、(3) 容器の搬入・搬出の記録や計量、集計作業に使う端末の三種類から成り立っている。以下これらについて順に述べる。

データベースとweb ページはUnix系のOSであるFreeBSD [4, 5] を使用したPC上で運用している。FreeBSDは多くの強力なアプリケーションをサポートするシステムであり、それら全てがフリーで簡単にインストールできる大変便利なOSである。特に今回のようにデータベースやweb ページなどのアプリケーションにおいてはその能力が存分に発揮される。また、システムの安定度にすぐれ、情報セキュリティ確保やデータ保護も行いやすく、サーバーとして運用するのに最適なOSの一つである。



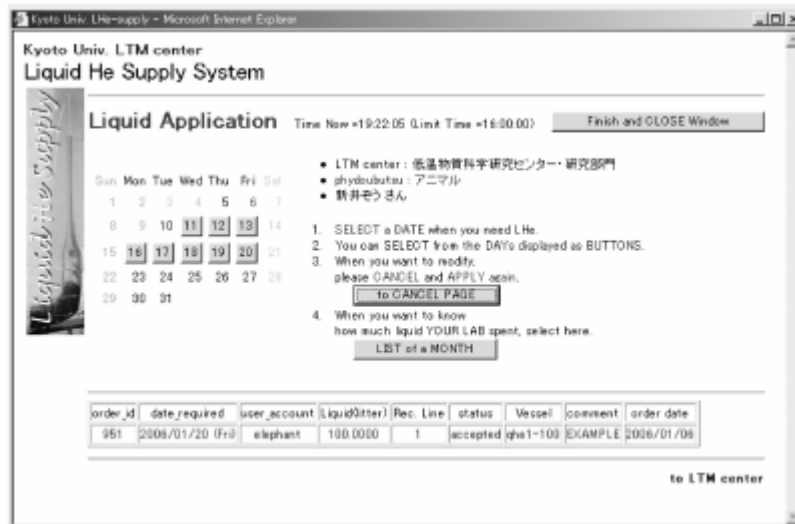


図 2: ユーザーの液体ヘリウム申し込み画面

申し込み可能な日付のみボタンを表示して、実際の申し込みを行なうweb ページへと進めるようにした。キャンセルボタンもあり、必要に応じて申し込みをキャンセルできるようにしている。また、ページの再読み込みを行なうと二重三重に申し込みをしてしまう可能性があるため、申し込みのページではブラウザの制御ボタンを表示しないなどの工夫をしている。

ユーザーはweb を通して申し込みを行ったのち、充てん日の朝9:30 までに容器をLTM センターに搬入しなければならない。当日の朝9:30 までに容器が搬入されていない時は、申し込みデータのstatus 項目が自動的に「late」状態になるようにしている。これはUnix のcron という機能を用い、指定した時刻にperl のスクリプトが実行される。

web ページやデータベースはセキュリティ保護のためにパスワードで管理されている。web ページは学内からのアクセスは自由に行えるが、学外からのアクセスに対してはパスワード保護を行っている。また、各ユーザーは所属研究室ごとに設定されたパスワードを用いて液体ヘリウムの申し込みを行う。このパスワードはMD5 という形式で暗号化してある。パスワードは研究室の担当者が変更できるようになっている。

現在のシステムは2005 年6 月の試験運用開始から停電等を除いて一度も止まることなく安定に稼働している。しかし、データベースやweb ページはハードディスクやPC 本体が壊れて失われる危険性がある。対策として液体ヘリウム供給システムは万全のバックアップ体制を取っている。データベースとweb ページが搭載されているハードディスクは毎日別のハードディスクに自動でコピーされるほか、複数台の別のPC にもコピーされる。それぞれのPC がバックアップ用のハードディスクを持っているため、何重にもバックアップがなされていることになる。またPC 本体が停電や落雷の場合でもできるだけ止まらないように、無停電電源(UPS) を用いてPC を保護している。UPSとしてはFreeBSD と相性のよいものを選択して用いている。さらに、サーバー用のPC 本体の故障にも即時に対応できるように、全く同じ構成のPC を別に1 台用意している。このPC は通常はバックアップのみ行なっているが、ネットワークの設定を少し変更するだけで、すぐに現在運用しているPC の代替となれるように全てのシステムを同一に設定している。

### 3. 計量用端末のユーザーインターフェース

ユーザーがLTMセンターに容器を搬入・搬出した時、およびセンター職員が容器にヘリウムを充てんする前後に日時、液量、供給量、容器のある場所、容器を持ち出したユーザー等をデータベースに記録として残している。ユーザーとセンター職員がそれぞれの場面で容器を計量した内容をデータベースに書き込むプログラムが容器置き場の端末PCで稼働している。ここでは液量の測定法とユーザーインターフェースプログラムについて解説する。

端末PCには次に述べる重量計のほか、容器を識別するためのバーコードリーダ、職員証・学生証(IDカード)の磁気情報で個別ユーザーを識別するためのカードリーダが接続されている。

容器内の液量測定はLTMセンター内のヘリウム容器置き場に設置された重量計を使用する。重量計には以下の仕様が要求される。(1) 吉田地区で現在使用されている最も重い容器(150 kg)が測定範囲内であること。(2) 液体ヘリウム0.5以下の分解能があること。すなわち、ヘリウムの密度が125g/であるので60 g以下の精度で測定できること。(3) PCとの通信ができること。これらを考慮して、地元京都のハイテク企業イシダ[12]のMTX-Mタイプを選定した。この重量計はロードセル方式で、300 kgまでを50 gの分解能で測定する。PCとのデータ通信をRS-232Cで行うことができ、しかも動作が安定していて申し分ない。50 gの分解能は、液量0.4の精度に対応する。これは、従来の気柱振動液面計で約2 mmの精度で測定しているのと同様である。

容器の重量と液量は、それぞれの容器について気柱振動液面計で測った液量とそのときの重量のデータを集めて校正している。図3のようにその結果は直線で近似できるので、データベースの容器情報テーブルにフィッティングで求めた0次と1次の係数を登録しておく。容器には容器名が記録されているバーコードが貼ってあり、重量計にのせてバーコードリーダで読み込むとプログラムはデータベースからその容器の校正係数を取得して重量から液量を計算し、表示する。

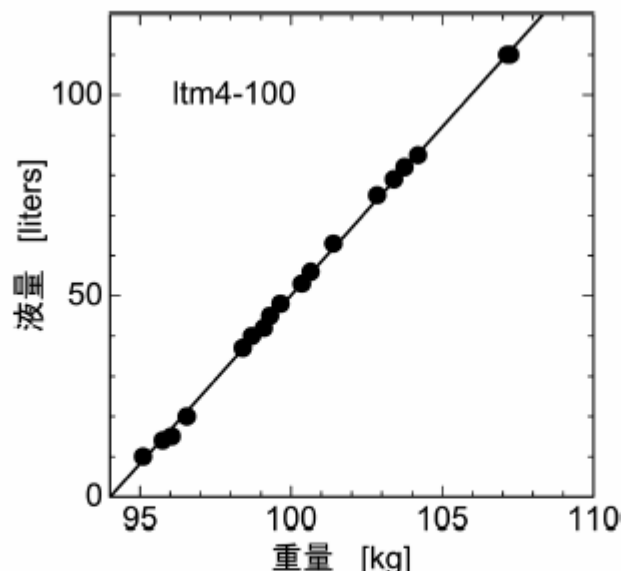


図 3: MVE 社製 HELIUM 100 (ステンレス容器) 容器の重量と気柱振動液面計で測定した液量の関係。点は測定データ、直線は1次関数によるフィットの結果である。

重量計を導入する以前はセンター職員はヘリウムを充てんする前後に毎回気柱振動液面計で液量を測ってノートに記録していた。その際いくらかのヘリウムガスを大気に放出することは避けられな

かった。システム導入後は計量によるヘリウムガスのロスがゼロになり、職員の労力も軽減された。また、気柱振動液面計に慣れていないユーザーでも正確に液量を測ることができるようになった。容器置き場の計量用端末PCは、多くのユーザーが操作するものであることを考慮してOSにはMicrosoft Windowsを採用し、ユーザーインターフェースはMicrosoft Visual C++.NET (VC++)を用いて作成した。VC++はWindowsアプリケーションを作成するのに適したオブジェクト指向型C言語である。重量計はRS-232CでPCのCOMポートに情報を送信し続けている。VC++でCOMポートから文字列を取得することで容器の重量をプログラムに取り込む。

VC++とPostgreSQLサーバーとの通信にはODBC (Open Database Connectivity) を使っている。ODBCとは、Microsoft PCからネットワーク経由でUnix系のデータベースにアクセスするための通信方式で、PostgreSQL ODBCドライバがインターウィズからネットで公開されている[13]。VC++にはODBC関連の関数が各種用意されている。ODBCドライバのインストール後、これらの関数を呼び出すことでデータベースとの接続および読み書きが可能になる。データベースへのアクセスには、ほかにlibpqというPostgreSQLアクセスライブラリも利用可能である[13]。環境に応じて使い分けるとよいだろう。

ユーザー用のプログラムは「容器を返却する」、「容器を持ち出す」、「容器の残量を測る」、「IDカードを登録する」の4つのボタンからなる。ユーザーによるキーボード入力を無くすように配慮した。充てんされた容器をLTMセンターから搬出する際「容器を持ち出す」で研究室名とユーザー名を入力する必要がある。IDカードの磁気情報をあらかじめ「IDカードを登録する」から登録しておく、カードリーダーにIDカードを通すだけで容器を持ち出す個人を識別できるようにしてある。この機能はとても便利なのでもっと多くのユーザーに利用していただきたい。

吉田地区には共同利用の精密磁化測定装置(MPMS)が2台あり、全学から多数の利用者が訪れる。共同利用という性質からMPMSでのヘリウム使用に関しては特別の配慮をした。MPMSユーザーには専用容器からヘリウムトランスファーした後に容器の残量を測るようにお願いしている。プログラムはMPMS専用容器であることを識別すると、ユーザー情報を入力するように求める。これにより各装置にヘリウムをトランスファーしたユーザー、日時、液量がデータベースに記録される。また、容器の残量が少なくなると翌営業日に充てんするように自動で申し込みをする。

#### 4. データベースの利用

センター職員は週別、月別にさまざまな集計作業をしている。たとえば、研究室別・部局別の供給量・回収率、日々の供給効率、ヘリウム貯槽の残量管理などである。この管理システムが稼働する前はこれらはすべて手作業で行われていた。毎月約160件、10,000のヘリウムを供給する吉田地区では、集計作業にはたいへんな時間と労力が必要であった。データベースで供給データを管理するようになってからは、管理者用プログラムで「今週(今月)のデータ集計をする」のボタンをクリックするだけで瞬時に集計作業が完了するようになり、圧倒的な省力化が実現した。

また、ユーザーは各研究室の月別供給量の情報をweb経由で得ることができる。ヘリウム申し込み画面でカレンダー横にある「LIST of a MONTH」をクリックすると、図4のようにその月の供給データが表示され、ユーザー自身でヘリウム消費量の管理ができる。

#### 5. おわりに

ヘリウム供給申し込みのオンライン化、情報管理の電子化によってユーザーはもちろん、LTMセンター職員にとっても便利になり手間も省けるようになった。しかし、依然として安全は私たちひとり

Kyoto Univ. LTM center  
Liquid He Supply System

List of a MONTH  
アニマル (phydoubutsu)

back to LIQUID APPLY      BACK to Previous Page

filled date	user_account	Name	Δliq [liter]	Loss liq [liter]	Halkan	Memo
2005/12/02 (Fri)	elephant	新井ぞう	102.7700	27.4053	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/05 (Mon)	elephant	新井ぞう	99.8644	26.6306	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/08 (Thu)	elephant	新井ぞう	86.4300	23.0480	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/09 (Fri)	elephant	新井ぞう	103.7384	27.6636	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/14 (Wed)	elephant	新井ぞう	88.2200	17.6586	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/16 (Fri)	elephant	新井ぞう	95.9903	25.5974	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/19 (Mon)	elephant	新井ぞう	96.7500	25.8000	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/22 (Thu)	elephant	新井ぞう	92.5468	24.6791	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/23 (Fri)	graffe	松原さりん	109.1859	29.1162	1	accepted returned filling ready out by graffe
2005/12/23 (Fri)	graffe	松原さりん	98.5429	26.2780	1	accepted returned filling ready out by graffe
2005/12/24 (Sat)	graffe	松原さりん	98.0101	26.1360	1	accepted returned filling ready out by graffe
2005/12/26 (Mon)	elephant	新井ぞう	97.1800	25.9146	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/27 (Tue)	elephant	新井ぞう	98.3076	26.2153	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/27 (Tue)	elephant	新井ぞう	108.0182	28.9048	1	accepted returned filling ready out by elephant
2005/12/27 (Tue)	graffe	松原さりん	64.2133	17.1236	1	accepted returned filling ready out by graffe
2005/12/27 (Tue)	graffe	松原さりん	76.7821	20.4752	1	accepted returned filling ready out by graffe
TOTAL			1495.1499	398.7060		

to LTM center

図 4: 研究室ごとの今月の供給データ画面

ひとりの注意と心掛けに依存している。これからも事故のないように安全には十分注意しながら実験をして、良い成果がたくさん出てくることを願っている。

この管理システムを開発するにあたって東京大学物性研究所低温液化室のシステムを参考にさせていただいた。物性研究所のシステムについて詳しく説明をくださった鷺山玲子さん、土屋光さんに感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 西下博紹. 京都大学低温物質科学研究センター誌, 4, 40 (2004).
- [2] 新井敏一. 京都大学低温物質科学研究センター誌, 7, 38 (2005).
- [3] <http://www.ltm.kyoto-u.ac.jp/liqsupply/>.
- [4] <http://www.freebsd.org/jp/>.
- [5] 後藤大地. FreeBSD ビギナーズバイブル. MYCOM (2005).
- [6] <http://www.postgresql.jp/>.
- [7] <http://www.apache.jp/>.
- [8] <http://www.perl.org/>.
- [9] エリークイグリー. Perl 入門第2 版. ピアソンエデュケーション(2000).
- [10] <http://dbi.perl.org/>.
- [11] アリゲータデカルト, ティムバンス. 入門Perl DBI. オーム社(2001).
- [12] <http://www.ishida.co.jp/>.
- [13] <http://www.interwiz.koganei.tokyo.jp/software/PostgreSQL/windows.html>.