The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ヘリウム液化に関する恩恵と試練
Author(s)	椋田, 秀和
Citation	大阪大学低温センターだより. 2004, 128, p. 17-19
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/8166
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

ヘリウム液化に関する恩恵と試練

基礎工学研究科　椋　田　秀　和（内線　6437）
E-mail: mukuda @mp.es.osaka-u.ac.jp

私の経歴の中で体験した貴重な２つの研究所、東京大学物性研究所と理化学研究所での液化ヘリウムの話題を中心とした研究環境などを比較しながら、私の（短いですが）経験してきたことを織り交ぜて、皆さんの興味を惹くような記事が書けないか試みようと思います。

私はここ大阪大学で学位を取った翌年に東京大学物性研究所に赴任しました。それから２年ほど過ごした物性研究所で最もよかったと思うことは、研究室の壁を取り払った「多重極限棟」で実験できたことです。多重極限棟は本館の裏手に別館としてひっそりと佇んでいます。その中には大きなオープンスペースがあり、超低温グループ、超高圧グループ、強磁場グループなど数研究室がスペースを共有する形で実験が行われていました。各実験空間は部分的には壁で仕切られてはいるものの、共有の広いホールでは声が届くような近くで、全く違うグループが異なる目的に向かって実験しています。このような実験空間はあまり見かけないものと思います。「物性研が六本木から柏に移って、スペースが広くなったのは良いけど、あまり人とすれ違わなくなった」という言葉をよく耳にしましたが、多重極限棟ではそんなことは感じませんでした。特に共同利用で他の研究室や他の大学からも利用に来る場合も多く、異なる分野の方から最前線の話を聞くことができたりしたことも大きな刺激でした。その棟の中心には、大きなソファーとテーブルを置いた共有の談話コーナーがあり、夕方には時間を決めてみんなで持ち寄った茶菓子とコーヒーを飲んでいました。そこでは雑談が主ですがその中で、実験をする上で直面している問題を相談したり技術的な情報を交換したりする機会がもて、知識や経験の豊かな方々から研究室の壁を越えてアドバイスを多々受けることができました。私は以前にやっていた研究とはずいぶん異なる分野に飛び込んだため、こういう環境があったことと同時に温かい人間関係にも恵まれたことは研究の円滑な推進に大きな助けになりました。おかげで修士の学生と２年間で目的の実験を終えることができました。長いソファーは夜中に仮眠をとったり、実験に疲れたときはそこで疲れを癒しに逃げ込むこともできましたし、テレビも置いてあったので、ある時はサッカーをみんなで応援していたりオリンピックを観戦したりしたことも楽しい思い出です。

低温寒剤に関しても、ユーザーにとって大変恵まれた環境にありました。六本木から柏への移転の際、非常に大きな液化機が導入されていて、たくさんの研究室の需要を十分まかなっていました。容器は全て液化室の所有で、常に満タンにされて液化室につなげてあり、欲しい人は夜間でも休日でもバーコードで研究室と容器を入力して持ち出すことができました。実験が予定通りいかず、余

分にヘリウムが必要になるとき、予定以上にうまくいって、さらにヘリウムが必要になるとき、その有り難みを享受できました。また、ヘリウムのヘビーユーザーが多い多重極限棟の中に低温液化室は設けられていたため、滑りの良い廊下を20mも行くと辿り着くのでベッセルの移動が大変楽でした。

そして、低温液化室に関してもう一つ利点がありました。それは、液化室には24時間いつでも使え、便利な機械が並んだ付属の工作室があったことです。六本木から柏に移って我々の研究室にも冷凍機を始め新しい装置をたくさん購入できたため、立ち上げに際し実験室と装置の間を合わせるため、さまざまな特殊なものを用意する必要がありました。特に最初の半年間は旋盤・コンターマシン・フライス盤・バンドソー・銀蝋付けなど、星マークを描くように機械の間を行き来する日々に明け暮れました。特に驚いたのは、銀蝋付けのバーナーにアセチレンガスを使っていることでした。非常に火力が強く、比較的大きなものでも一瞬で銀蝋付けできたときには感動しました。昔は液化機にも自作の部分が多かったため、その名残で液化室に工作室が付属して存在すると聞きましたが、現在の新しい液化機はほとんどすべてがシステム化された既製品であり、必要あれば外注というのも時代の流れなのでしょう。そのため工作室はほぼ自由に使うことができました。

それから理化学研究所に異動しました。歴史と伝統のある大きな研究所の一つですが、物性を含め低温物理学という寒剤にヘリウムを使う研究室が非常に少ない理化学研究所で、希釈冷凍機を使った低温実験を始める苦難も体験しました。一番大きかった苦労は、液化されたヘリウムに混在する不純物の問題でした。理研のヘリウムで希釈冷凍機を初めて動かしたとき、３日目に１Ｋポットが詰まって冷凍機が暴走して実験を中断せざるを得ない状況になりました。立ち上げようとしている我々の装置も新しいので、はじめは我々の手順や装置の欠陥を疑っていました。何度か試運転していると、冷凍機にもよらず操作する人間にもよらずこのトラブルは生じることがわかり、液化したヘリウムベッセル内に何か混入しているのではないかと疑い始めました。外の業者から買ったヘリウムでは何の問題も起こらず普通に使えることもわかり、理研で液化したヘリウムに問題があることを特定しました。当初は液化室に相談しても、それまで理研で液化したヘリウムでこのような苦情は来ていないのでユーザーサイドで何とか防げないかということを言われ、人と手間を我々の研究室から割いていろいろ調べました。ポスドクの一人が１Ｋポットと同じ構造の簡易プローブを作り、ベッセルにさしてポンピングし吸い込み口の詰まりのテストできるようにしました。トランスファーチューブに様々な細かさのフィルターを用いてみたり、１Ｋポットの吸い込み口にも同様に様々なフィルターを用いてみたり、液化されて充分時間の経過した液体ヘリウムの上澄みを使おうとしたり、簡単に解決できそうな方法をまず模索しました。しかし、詰まるまでの時間が若干長くなるだけで、そのような小細工では解決できそうにないことがわかりました。数ヶ月というスケールで希釈冷凍機を運転する超低温実験にはネックになる重大な問題でした。

液体ヘリウムの中に混入した通常の固体は沈むか壁に吸着するはずで、しかも詰まった１Ｋポットもちょっと温度を上げるだけで詰まりが解消するので、犯人は固体水素であろうと思っていましたが、どこで混入しているのか謎でした。ポンプのオイルが分解されて水素が生じるため、ポンプバックには比較的よくあることですが、液化されるまでに通常は除去されますので液化機のどこか

のプロセスで回収ガスから水素が除去できずに何年もの運転サイクルで次第に凝縮されてきたのか、液化機本体のどこかでそれが新たに生じて混入しているかというところが問題になりました。しかし他の大学や研究所ではこのようなトラブルはあまり聞かないので、ここの液化システムのどこかに問題があるのでしょう。

理研という研究所では、物理系の研究室は少数派でした。ヘリウムユーザーも限られていて、しかも大半が超伝導マグネットの寒剤として利用しているので、これまで多少ヘリウムに何が混在していようが問題になることはなかったようです。希釈冷凍機を使っていそうな研究室にいろいろ声をかけてみたところ、「うちもうちも」と、数研究室が問題を共有していたことが判明しました。ようやく理研のヘリウムユーザーの間で問題として取り上げられ、液化室の方でも重大な問題と認識してもらい、液化の前段階の不純物除去機能から液化作業、液のくみ出しに至るまで、再度チェックをしてもらいました。希釈冷凍機のような繊細な構造の装置をもつヘリウムユーザーが少しずつ増え始めて初めて明るみに出た問題でした。しかし、液化機はシステム丸ごと購入した新品で、ちょっと内部のことになるとブラックボックスとなっているので、問題がなかなか見えてきません。液化機は外国製で、日本の代理店を経由して購入しています。日本の代理店はマニュアル通りに立ち上げて引き渡し、マニュアル通りにメンテナンスをするだけで、想定外の問題が起きてそれを追及しないといけない段階の時には、あまり力にならない状況でした。液化室でもアドバイスを受けてトラップの掃除を徹底的にやったり、液化を１ヶ月近くやめて液化機の貯槽も空にしてリスタートしたりいろいろ努力していただき、その都度我々のプローブでチェックしてみました。しかし詰まる状況は全く好転せず、液化室の方々も困惑していました。その間我々は本来の研究の方をストップさせられないので、業者から液体ヘリウムを購入し続けました。皆さんよくご存じのように回収して自前で液化する場合と、業者から購入する場合で５倍以上の費用の隔たりがあり、非常に大きな額になります。外注でかさんだヘリウム代を捻出するため、上層部に状況を訴えるための書類やこれまで行った対処の履歴などの説明書、業者からの購入のとりまとめなどさらなる雑用にも追われました。

結局私の在籍期間中には解決されませんでした。うまくいっていると考えなくてよいことであるが、うまくいってないときこそ学ぶことが多いものだと感じました。その後何度も液化をストップして検査修理しているのですが、未だに改善されていないようで心配です。私自身は４年間で３度の研究室引っ越しを経験しなかなか地に足をつけて実験するまとまった時間はもてなかったのですが、それ故に特徴のある２つの大きな研究所での研究生活を体験でき、様々な分野の方々と交流できたことは今後の自分の研究にとって何よりの財産になると思います。