

センターの思い出

低温センター50周年とわたし

極低温科学センター 技術職員 細倉 和則

平成2年3月16日に低温センター（現極低温科学センター）に文部技官として配属されて、今年で約30年になります。生まれは昭和46年。センターの発足が昭和46年なのでほぼ同い年になります。50周年を記念したセンターだよりに執筆するのも、何かの巡り合わせのような気がします。本稿ではこれまで運転を担当した液化機およびその周辺に関わる仕事にまつわる思い出を記すことにより、50周年を振り返ってみようと思います。

日本酸素社製 60 リットル/h 型ヘリウム液化機 (1971年～1992年)

私が初めて触った液化機は、日本酸素社製 60 リットル/h 型液化機で、膨張機はレシプロ型でした。3月に入所したこともあり、当時のセンターには6人の技官（現技術職員）がいましたが、2人は3月末で退官される方でした。ほぼ2週間という短い間でしたが、2人には強烈な印象が残っています。仕事には非常に厳しかったです。しかしいつも笑いがある職人気質の方々でした。初めて、ヘリウム液化機の膨張ピストンの回転数を上げる操作を任されたときですが、回転数ダイヤルを回していくと、ピストンから凄まじい音が聞こえてきました。「下げろ」「どけろ」後は私の出番はありませんでした。回転数が上がりすぎたのです。今考えると、私の作業と同時に液化機内の高圧側の圧力も上げていたのかもしれませんが、ダイヤルだけで調整しようとした私のミスでした。それ以降は故障もあり、この液化機を運転した記憶はあまりありません。今でもあの時の音と慌てぶり、そして退官された2人の厳しさと笑い声を思い出します。

SULZER 社製 100 リットル/h 型ヘリウム液化機 (1983年～2003年)

この液化機は超電導材料開発施設（現強磁場超伝導材料研究センター）に設置されていました（低温センターの技術職員が運転を担当していました）。膨張機はタービン式で、現在まで主流の方式になります。日本酸素社製 60 リットル/h 型液化機の度重なる故障もあり、補助機としても長年運転しました。まだ自動と手動が混在している時代ですが、ほぼ手動での操作だった記憶があります。膨張エンジンや熱交換器が内蔵されるコールドボックスは、型式がはっきりしない特注のもので、ハイブリットマグネット（以降HM）も冷却できる機能もありました。難しかったのは、気液分離器に溜まった液体を、2000 リットルの貯槽に送り始める時の送液の調節です。液を送りすぎると貯槽の圧力が上がり、少ないと気液分離器の液面が上がります。バランスが崩れると、液化機全体が不安定になります。送液管の予冷が終わるまで液面と圧力との格闘でした。少しも気が抜けない時間でしたが、安定すれば自動に切り替えできたのを覚えています。この液化機でバランスの重要性を学んだ気がします。



SULZER 社製 100L/h 型ヘリウム液化機

SULZER 社製 35 リットル/h 型ヘリウム液化機 (TCF20 型.1987 年～2012 年)

この液化機も超電導材料開発施設（現強磁場超伝導材料研究センター）に設置されていました。HM 専用で、冷却・液化運転ができました。ほぼ手動操作で HM 実験期間中は終夜連続運転でした。液化能力が毎時 35 リットルの機器でしたが、その液化量は、液化用圧縮機の高圧側圧力を調整することにより、自由に調整できました。とはいえ、夜間に 500 リットル貯槽が一杯にならないよう、また少な過ぎないようにするには苦労しました（後に、撤去した SULZER 社製 100 リットル/h 型ヘリウム液化機の 2000 リットル貯槽を移設し、苦労は軽減されました）。また瞬間停電に弱く、非常停止を何回も経験しました。雷が鳴り始めるとドキドキしたのを覚えています。



SULZER 社製 35L/h 型ヘリウム液化機

LINDE 社製 150 リットル/h 型ヘリウム液化機 (TCF50 型.1993 年～2009 年)

日本酸素社製 60 リットル/h 型液化機の後継として 1993 年に導入されました。私がセンターに勤務してから、初めて新規設置された液化機です。この液化機から、液化に必要な回収ガスの高純度化は、コールドボックス内に配置された内部精製器付によりなされるようになり、これまで液化機運転と並行して行っていた外部精製器の運転が不要になりました。また起動から液化まで全

自動で行います。ただしモニターは、バルブ・温度・圧力などをずらずらと表示しているもので、現在の液化機内ガス循環系統図を表示するモニターとは違い、直感的にわかりづらいものでした。また初期不具合も多く、業者とのやり取りは主にファックスで行っていました。液化用圧縮機のベアリング破損、電源のトラブル、汲み出し用二重管の交換もありました。後期は故障続きで、その箇所や修理の内容はここでは書ききれないほどありました。そのせいもあって、この液化機からは色々なことを学びました。故障するたびに、新たな知識の習得が必要でした。苦労した分、成長させてもらった、また、平常運転では便利な全自動運転の不具合発生時における不自由さも知った液化機です。

LINDE 社製 50 リットル/h 型ヘリウム液化機 (L70S 型.2013 年～)

この液化機は強磁場超伝導材料研究センターに設置されていた SULZER 社製 35 リットル/h 型液化機が、東日本大震災で被害を受けたため、後継として導入されました。これまで同様 HM 専用で冷却・液化をします。全自動運転のため逆に液化量の調整が難しいですが、被害を免れた 2000 リットル貯槽を再利用しているため、夜間の液化でも余裕があります。



LINDE 社製 50L/h 型ヘリウム液化機

LINDE 社製 200 リットル/h 型ヘリウム液化機 (L280 型, 2010 年～2021 年 (予定))

現在の液化機で、LINDE 社製 150 リットル/h 型液化機の後継になります。大きな特徴は汲み出しポンプです。これまで貯槽圧を使用した汲み出しで、100 リットル容器で約 30 分かかっていましたが、ポンプ方式により、10 分程度で汲み出せるようになりました。特に 250、500 リットルといった大型容器の汲み出しに貢献しています。またこれに伴い、長年使用してきた汲み出し用のガラスサイフォンは廃止になりました。この液化機を話すうえで、避けて通れないのが水素混入問題です。始まりはある利用者の一言でした「実験装置が詰まるんですが」。利用者の使用方法に問題があると思いました。トランスファーチューブ中のガス置換不足や弁の締め忘れ等のミスにより、室内への空気混入が起こり、装置内のヘリウム細管の詰まる事象がたまにあるからです。しかし時間を追うごとにその件数が増えてきました。おかしいと思ったのはセンターの教員までもが詰まりを経験したときです。これはあまりない事です。というのも彼らは液体ヘリウムの扱いに精通したベテランだからです。そして教員の「装置を室温に戻さなくても 20 K～30 K で詰まりが一時的に解消した」という対処を聞いた時点で、問題は液化機だと認識しました。空気ではない、その温度なら詰まったのは固体水素かもという認識にたどりつきました(利用者の方々疑いをかけずいませんでした)。よくよく内部構造を調べると、この液化機の精製器ラインには水素を取るためのフィルター(20kADS と呼ぶ)がないことがわかりました。液化を起こすヘリウム循環系高圧ラインにも 20kADS はあります。更新前の 150 リットル/h 型液化機には内部精製器と高圧ラインの 2 か所にこれが付いていましたが、新型の液化機にはこれが撤去されていました。20kADS を精製器に導入しなかった理由に関して業者からの説明はありましたが、絶対には取ってはいけないものです(実際、このトラブルは世界中で発生したことから、ごく最近の LINDE 社製液化機で

は復活しています)。そこから試行錯誤しましたが、また教員の一言で助けられました「冷えていても真空引きできるよ」。これで現在行っている、液化機(高圧ライン用 20kADS)の温度が室温近くに上がる前に、高圧ラインにガスとなった水素を閉じ込め、真空引きでのガス置換をする方法を確立できました。現在では、水素問題は野島先生の考案したトランスファーチューブ用フィルターとガス置換により解消しました。この一件で、人の話はきちんと聞く事と反省し、またそれが大事であると気付かされました。



LINDE 社製 200L/h 型ヘリウム液化機

もう一つ話さなくてはいけないことは、東日本大震災です。液化機だけのことではないですが、被害はありました。汲み出し中の 250 リットル容器がリフトから落下して、ポンプが付いている汲み出し用の三重管が破損しました。コールドボックスも多少移動しました。今は対策をしています。幸いにもその他にはあまり大きな影響はなく、後日の液化は無事にできました。極低温科学センター建屋も多少のひびは入りましたが、建設当時を保っています。つらい時期でしたが何とか乗り越えることができたかなと思ひます。

この液化機に関しては割とすんなり納入され、多少の問題はありましたが、現在まで元気に稼働しています。2021 年春に No.2 膨張タービンが起動できない問題が発生しましたが、東京大学低温センターで所有している予備タービンをお借りして、無事に交換することもでき、2022 年 3

月に予定されている次の液化機更新まで液化機運転を継続することが可能となりました。現在は不具合なく順調に起動しています。東京大学低温センターの皆様にはこの場をかりてお礼申し上げます。

これまでヘリウム液化機について色々書きましたが、極低温科学センターでは、ヘリウムガスの回収という液体ヘリウム供給の対の仕事があります。私がセンターに来た頃は、まだ片平の低温センターが全学（片平地区と青葉山地区の両方）にヘリウムを供給していました。各部局には低温サブセンターがあり職員が配置されていました。液体ヘリウム供給とヘリウムガス回収のため、配達担当者は1日中トラックで走り回っていました。回収では、現在のような地下回収配管がまだなかったため、7立方ボンベ5本を組みにしたカードルを、2基または1基を積み、各部局で回収したヘリウムガスを詰めたカードルと交換する作業が伴います。カードルの交換はクレーンを使い、予備のため何個かあるカードルをパズルのように動かし交換しました。回収ヘリウムガス量は、利用者の使用具合により変化します。問題はその量が予想より多くなったときです。今日も一日配達終わったなーとソファでくつろいでいると電話が鳴ります。「カードル一杯だー。明日土曜だから間に合わない。頼む」問答無用です。そんなことはしょっちゅうでしたが、行くと出されるお茶が美味しく、なぜか楽しかったのを思い出します。



共同溝内のヘリウムガス回収配管

平成8年度に極低温科学センターが発足し、青葉山地区の業務は極低温科学センター極低温物理学部（青葉山）が支援することになり、その後、青葉山地区に行くことは少なくなりました。平成10年度にはセンター関係者（センターや運営委員会の先生方）のご尽力により、片平地区ヘリウムガス回収配管網が共同構内を張り巡らすように整備され、これまでカードルで行っていたヘリウムガスの回収が、各部局のガスバッグから直接、極低温科学センターの60立方ガスバッグまで、圧送により自動で行われるようになりました。これによりカードルでの回収は廃止になりました。さらには、平成17年度から各部局に回収量測定用のガスメーターを設置し、回収率を基にしたヘリウム使用料金が始まりました。

令和3年度、私にとっては7番目になる新しい液化機が納入されます。今は系統図や書類など机の上に束になって積まれています。色々困難なことも起こるかもしれませんが、低温センターからの伝統を引き継ぐ技術者として、笑いながら頑張りたいと思っています。来年4月には順調に液化機が稼働しているはずで、楽しみです。

昔のことを思い出しながら、文章にしました。記述してあることが私の思い込みや、あいまいな点があった際は、ご容赦いただければ幸いです。