OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	豊中分室のヘリウム液化装置の更新について
Author(s)	竹内, 徹也
Citation	大阪大学低温センターだより. 2017, 167, p. 24-28
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/62121
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

談話室

豊中分室のヘリウム液化装置の更新について

低温センター　竹内 徹也
E-mail: takeuchi@ltc.osaka-u.ac.jp

はじめに

平成26年4月上旬に、工学部経理係長から「平成26年度国立大学改革基盤強化促進費」でヘリウム液化装置を予算要求できるとの連絡があり、必要書類を作成して提出した。実はこの経費には予算の上限があり、その上限は豊中分室のヘリウム液化装置更新に係る概算要求額よりかなり少なかったが、この可能性にのらないと将来予算措置される可能性は低いだろうとの見通しで、本体を含む老朽化した一部の装置を更新する内容で要求を行った。毎度のことだが、ある日の午前中に電話連絡があり、今日中にのるかそるか決断して申請書類を作成するように、と言う具合であった。幸いにも大阪大学からのこの要求が認められ、平成26年10月上旬に予算措置の内諾を受けた。平成26年度予算であるので、当該年度中に入札を行い予算を執行する必要があった。年度末に予定された入札のためバタバタと仕様を策定し、平成27年3月末にはなんとか納入業者が決まった。

業者は決まったとはいえ、更新予定のヘリウム液化装置本体は海外の製品であり、その上ほとんど受注生産のようなものなので、実際に装置が日本にやってくるのはそれから約1年後の平成28年2月のことになる。それまでは既存の液化装置を動かして供給作業ができるため、平成27年12月末まで運転し、年内の最終供給をもってその役割を終えた。ここで紹介する旧液化装置の撤去と更新機器の設置のお話しは、年が明けた平成28年1月から3月頃までの約3ヶ月間の出来事である。なおこの期間中はいわゆる卒業発表シーズンで、通常でも液体ヘリウム供給量が少し落ちるが、それでも研究を完全にストップさせるわけにもいかないので、低温センターが取りまとめて外部の業者から液体ヘリウムを購入した。蒸発したヘリウムガスはできるだけ回収する努力をしたが、大半は大気中へ逃がしながらの実験となった。

図1: 解体されて部屋から運び出される液化用圧縮機.

撤去、設置作業

今回の更新作業で最も大変だったのが液化用圧縮機の撤去であった。もともと部屋の壁を壊して設置した後壊した壁を修復し、おまけにその後長尺ボンベが壁の前に増設されたことなどでこのこの装置の退路が断たれ、図1の写真に見える間口から出さなければならなかった。扉を取り外し、

間口も削って一回り広くした。何事においてもプロフェッショナルな人はすごいと思うが、この装置はそのままの姿ではとても運び出せないため、職人（重量屋）さん達はやおらアセチレンバーナーやカッターを運び込み、何食わぬ顔で部屋の中で解体作業を始めたのだった。解体され無残な姿になってしまった圧縮機が運び出されている様子が写真に写っている。

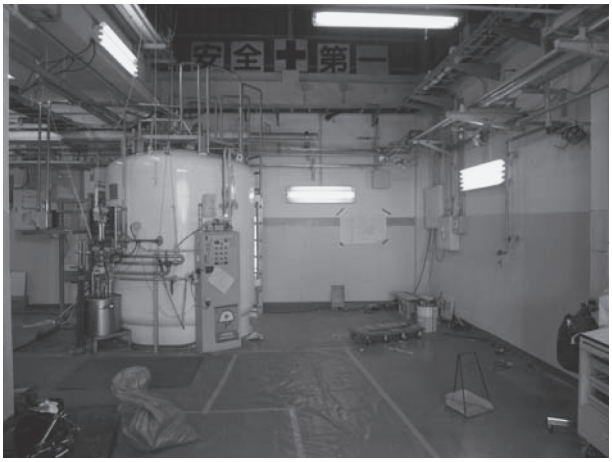

図2: 古いヘリウム液化装置が撤去され、更新されずに残ったヘリウム貯槽がなにやら寂しげに見える.

今回の更新作業で先代の装置の撤去と新しい装置の搬入に要した日にちはわずかに4日間であった。更新された装置がシステム全体の一部であり、更新される機器も少なかったせいもあるが、約15 人の職人さん達が嵐のように撤去機器を運び去り、緻密に計算された技と連携で次々と新しい装置を搬入していく様は圧巻であった。実はこの業者さん達、私がお会いするのは約14年ぶりで、頭領から「いやぁ〜先生、生きてるうちにまたここ（阪大豊中）に液化装置運んでくるとは思わんかった」と声をかけられた。実は平成14年にヘリウム液化装置を設置してくれたのもこの頭領率いる業者さん達だったのである。

頭領の指示で全員がてきぱきと作業し、危険な工程は慎重かつ大胆にこなし、撤去作業は約2日で終了した。図2は撤去が終わったヘリウム液化室の様子である。古いヘリウム液化装置は撤去され、今回更新されない液体ヘリウムの貯槽が寂しげにぽつんと残っている。14年間ずっと4.2 K(約マイナス270 °C) の液体ヘリウムを蓄えている貯槽なので、いつ断熱の為の真空が悪くなり使用不能になるか不安である。今後更新すべき機器の一つである。

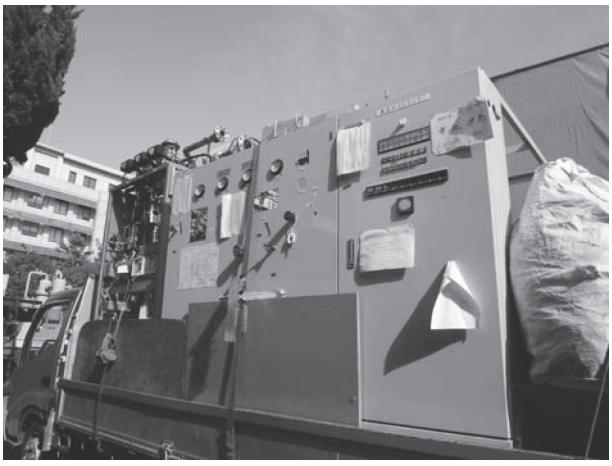
図3: トラックに積み込まれた撤去機器．張り紙もまだ生々しい．合掌.

図3はトラックに積み込まれ搬送されていく直前の撤去機器である。一番奥に見える青い筐体の装置がヘリウム液化装置本体、手前が高圧ガスドライヤーである。装置に貼ってある張り紙を取る余裕もなく、慌ただしく撤去され搬送されていく様子が見て取れる。14年間豊中キャンパスの低温研究と教育を支え発展させてきた立役者であるヘリウム液化装置の仕事納めはあっけなく寂しいもので、走り去るトラックに向かって思わず「ごくろうさま」とつぶやきながら合掌してしまった。

ラフター（大型クレーン）や輸送用の大型トラックなどの重機の段取りの関係だろうか、撤去が終わると休日を返上して間髪を入れず新しい機器の搬入が始まった。それは2月のとても寒い休日の早朝のことだった。まずはバッファーとしてヘリウム純ガスを蓄えておくための中圧タンク(30 ㎥)が大きなトラックに乗せられて運ばれてきた。全長が約8 m、直径が約3 mのタンクで

図4: 2台の25 tラフターで吊り上げられるヘリウム中圧タンク.

ある。タンクのあたまとおしりを2台のラフターで吊り上げ、器用にあたまを持ち上げている様子が図4の写真である。最終的には1台のラフターであたまを吊り上げ、あらかじめ準備されたアンカーボルトに足が固定された。

今回の更新で一番の重量物がヘリウム液化用圧縮機であった。大きさは3 m×2 m×2 m、重量は6 t 弱あるという。重い上に、搬入口の足場が真っ平らではなくあまり良くないため、搬入にはかなりの時間を要した。図5は新しい液化用圧縮機がラフターで吊られ、搬入口近くに移動されている様子である。写真の真ん中でオレンジ色のジャケットを着て指示を出しているのが頭領である。

できるだけ移動距離が少なくなるように、間口ギリギリまでクレーンで運ばれた。重量が6 tもある装置である。少しでも段差があると人力ではにっちもさっちもいかなくなるので、あらかじめきれいに敷かれた薄い鉄板の上に置かれた台車の上に静かに降ろされた。ここまででも数時間の作業だったが、ここから部屋の中へ移動するのがさらに大変だった。10人くらいの職人さんが声を合わせて押したり引いたりしているがなかなか言うことを聞いてくれず、数cm動いては止まって作業を確認し、を繰り返していた。次の作業の段取りにまた数10分かかり、移動しては止まって方向を変えたりし、部屋の中に無事設置されたのはそれからさらに数時間後であった。

図5: 今回の更新で一番の重量物であるヘリウム液化用圧縮機を搬入する様子. オレンジ色のジャケットを着て中央で指示を出しているのが頭領.

そうこうしているうちに、ご本尊のヘリウム液化装置本体がトラックに積まれて運ばれてきた。液化能力としては先代の液化装置と同じ200リットル/時だが、操作パネルなどが一体となり、全体的に少しコンパクトになったようだ。図6 はラフターに吊り上げられて、ヘリウム液化室横のスペースまで運ばれる途中の、空飛ぶヘリウム液化装置である。背景に真っ青な空が映っているが、その日は寒くはあったが風もなく穏やかな日で、機器の搬入にはもってこいの天候であった。

ここで、今回の更新で改良された点について少し説明しておく。先代のヘリウム液化装置は高圧仕様と呼ばれていて、ヘリウム液化用圧縮機で1 MPa以上の圧力に圧縮されたヘリウムガスが液化装置本体に送られていた。低温センターのヘリウム液化装置は高圧ガス保安法の下で厳しく管理され運用されているが、1 MPa の圧力を超える圧縮ガスを使用する場合は圧力がかかる機器や配管などが検査対象になり、それらのメンテナンスや検査にかかる手間や費用が結構負担であった。今回の更新では

これを見直し、圧縮機からのガス圧を1 MPaより低くして低圧仕様とすることで、これらの負担軽減を行った。また、更新された機器の消費電力量もかなり改善されて低くなっており、全体では約3割程度の電力削減を行うことができた。電気料金が増加の一途をたどる昨今、製造能力を落とさず使用電力量を抑えることは低温センターの運営にとどまらず、大学全体の節電にも大きく貢献していると思われる。大きな声では言えないが、ヘリウム液化装置の使用電力量は豊中キャンパス全体の電力量の大きな部分を占めており、夏場のピーク時の電力を少しでも抑えるため、ピーク時を外して液化運転できないかなどの要請をたびたび受けていた。今回の更新でかなり使用電力量が減ったので、しばらくは言い訳ができそうである。

さて、話しを戻して搬入の続きをお話ししよう。ヘリウム液化室前に降ろされた液化装置本体は、液化用圧縮機と同様に人力で部屋の中へと運び込まれた。先の液化用圧縮機ほど重量はないものの、やはり6、7人がかりで「うんしょ、うんしょ」と声をかけながら格闘していた。特にヘリウム液化室の入り口には扉のための段差があり、これを超えるのに相当苦労していた。まさにその様子が図7の写真に写されている。部屋に入った後は、既存のヘリウム貯槽と液化装置本体との間のトランスファーチューブに合わせるため最終的な位置決めを行い設置が終了した。

機器の設置が終わると、次は既存の配管と新設機器を繋ぐ配管作業が始まった。新しい管から現物合わせで管をカットし、微妙なカーブ配管もエルボーをカットして作成し、その場でアーク溶接して配管を作り上げていく。まさに職人のなせる技である。細切れの配管がピタリとはまってつなげられていく様は、見ていて見飽きないものである。

配管や電気配線も済んで、さあ試運転とはいかない。先にお話ししたように、ヘリウム液化装置は高圧ガス保安法に則って運用される高圧ガス設

図6: 空飛ぶヘリウム液化装置．ラフターで吊り上げられ，ヘリウム液化室前まで運ばれる新しい液化装置．晴天で良かった．

図7:「せ〜の・そぉ〜れ」と声を掛け合いながら横にずらして搬入されるヘリウム液化装置．

備であり、運転準備が整ったからといって、法律的には動かして良いことにはならないのである。完成検査と呼ばれる厳しい試験にパスして初めて運転が許される。この試験のためには、機器や配管に漏れなどの問題が無いことはもちろん、関連する膨大な書類の準備もあり、検査の準備にかなりの時間を必要とする。平成28年3月11日に豊中市消防本部予防課危険物保安係による完成検査を受検し、そこで試運転のお許しが出たので3月中旬からヘリウム液化の試運転を行った。試運転で所定の能力を確認し、特に問題も無かったため無事検収となった。

おわりに

豊中分室のヘリウム液化装置は、幸いなことに本体を含む一部の老朽化した装置を更新することができた。これでしばらくは安心と言いたいところだが、実は今回更新できなかった部分も多く残っている。それらの機器もほとんどが設置後14年以上使用しているもので、老朽化のため早急な設備更新が必要である。今後はこれらの機器を更新するための予算要求を行っていく予定である。

今後更新が必要な機器は以下のとおり。

・液体窒素貯槽（CE）（利用量を考慮し、一回り大きくする予定）
・液体ヘリウム貯槽

これらの低温寒剤の貯槽は、ひとたび断熱真空が悪くなると液体窒素や液体ヘリウムの急激な蒸発を招き大変危険であるばかりでなく、稀少で大変高価なヘリウムを大気中に大量に放出してしまうことになる。そうなると学内の教育研究活動に与える影響は甚大である。また次の機器も傷みがひどくなっているので、早期の更新が必要である。

・高圧ガスドライヤー（今回の更新に加えもう1台必要）
・回収用圧縮機
・回収ガス純度管理システム
・液体ヘリウム汲み出し用トランスファーチューブ

図8: 新しいヘリウム液化装置（手前）と既存の4000リットルの液体ヘリウム貯槽（奥）.