

# 設備更新後の新ヘリウム液化装置の運用状況

吉本 佐紀

千葉大学理学部

## 1. 概要

千葉大学理学部極低温室では平成21年度予算にてヘリウム液化装置の更新が行われ、新ヘリウム液化装置が平成22年4月より稼動を始めました。最新式のヘリウム液化機を中心に真新しくなった周辺機器により液化能力は格段に向上しました。これにより液化運転時間の短縮が実現でき、電気代の縮小による省エネ効果、拘束時間の短縮による負荷軽減そして時間の有効活用が期待できるようになりました。また、貯蔵能力や回収能力も増強したことにより液化運転スケジュールも余裕をもって組むことが出来るようになりました。老朽化の著しかった旧装置ではいつ液化不能に陥るのか常に不安とともに運用してきましたが、新装置に更新されこの不安が取り除かれた事は現場としてはこの上ないありがたさです。今後、新装置においても老朽化が少しでも抑えられるように努めていかなければなりません。導入後まだ日が浅いですが、早速、旧装置と比較してどれほど性能が向上したのか運用データを基に比較いたしました。また仕様書作成段階では気が付くことが出来ず運用が始まってから気が付いた事項についても整理いたしました。これから設備更新を予定している機関におきましてご参考になればと思っております。

## 2. ヘリウム液化機

### 2-1. 液化能力

液化速度（1時間に何リットル液化できるか）は液化能力を計る最もわかりやすい指標ですが、液化速度が速くても電気代がかかっているのは液化能力が優れているとはいえません。液化速度と同時に消費電力量も注意深く監視する必要があります。図1は液化速度の月別平均値（液体窒素予冷あり不純ガス運転）の変遷です。旧装置では概ね20L/h前後で推移していました。新装置ではおよそ2倍の液化速度が出ています。

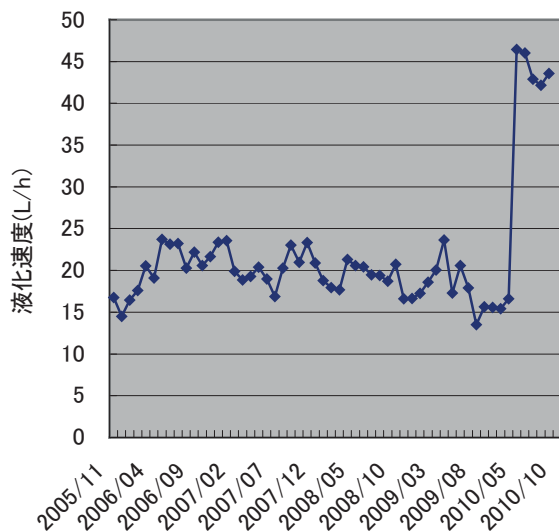


図1 液化速度の変遷

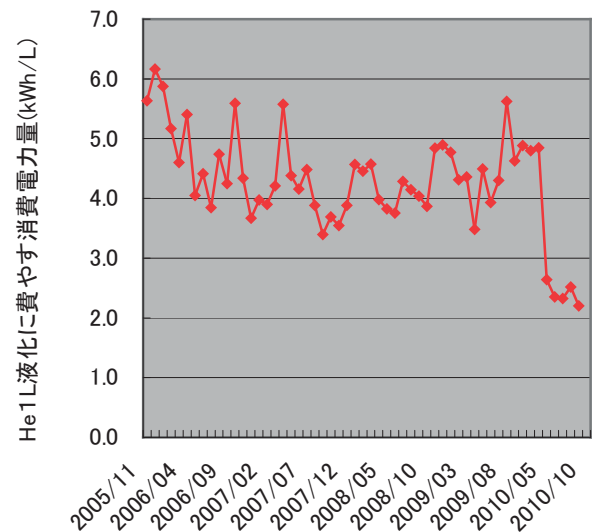


図2 所要消費電力量の変遷

図2はヘリウム1L液化するのに費やす消費電力量の月別平均値の変遷です。一回の運転に費やした消費電力量をその運転での液化量で割ることで求めています。旧装置ではばらつきが大きくなっています。これは運転日数間隔が開いてし

まうと液化機の温度が上昇してしまうため、その分余計に液化機の冷却に電力を消費してしまいます。つまり液化運転の初期条件によってヘリウム 1 L 液化するのに費やす消費電力量は変わってきます。これは揃えることの出来ない条件ですので仕方ありません。旧装置でも好調時には 3.0kWh/L 台が出ていますが概ね 4.0kWh/L 台で推移しています。新装置では 2.0kWh/L 台前半となっており旧装置の約半分近くまで小さくなっています。

表 1 液化運転データの比較

[平均データ]	旧装置		新装置
	既設圧縮機 運転時	移設圧縮機 運転時	
液化速度 (L/h)	18.1	20.5	44.7
He 1 L 液化に費 やす消費電力量 (kWh/L)	4.6	4.3	2.4
消費電力 (kW)	61.4	70.1	75.1

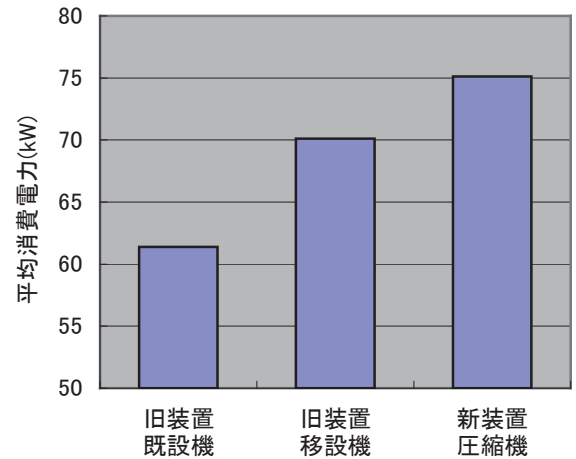


図 3 消費電力の比較

液化運転時の消費電力を計算してみました。液化運転において最大の電力消費は液化用圧縮機で、これに比較すると液化機本体やその他の機器は極めて微小となっています。このため算出方法としては総消費電力量を液化用圧縮機の運転時間で割ることで算出しています。旧装置では既設圧縮機と移設圧縮機を併用して運用（2 台同時起動はしていない）してきましたが、既設圧縮機運転時：61kW、移設圧縮機運転時：70kW と如実に消費電力の個体差が出ていました。しかし He 1 L 液化に費やす消費電力量で比較してみると 4.5kWh/L 付近でだいたい同じ値となっています。これは例えば移設圧縮機の場合、液化速度は出ますがその分消費電力も大きくなっているため液化効率としては結局同じという事になります。一方、今回導入した新装置では消費電力 75kW と旧装置よりも大きな値となっております。これも上述と同様に液化速度が向上した分消費電力も大きくなった事になります。ただヘリウム 1 L を液化するのに費やす消費電力量で見ると 2.4kWh/L と格段に小さくなっています。つまり液化効率が大きく向上している事を示しています。

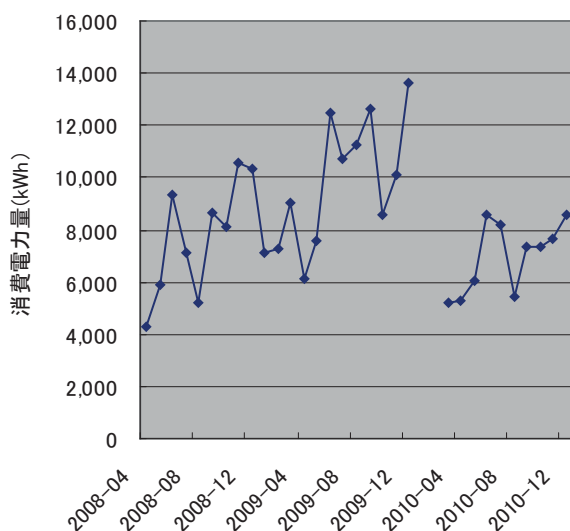


図 4 月間消費電力量の推移

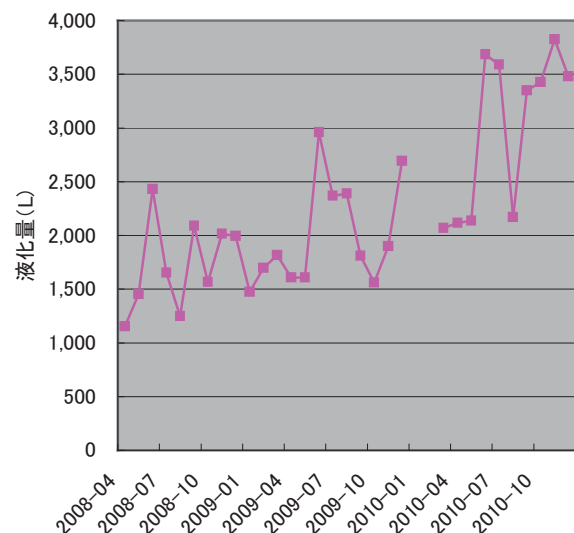


図 5 月間液化量の推移

月別での合計消費電力量と合計液化量の推移を図4、図5に示します。月間消費電力量は 10,000kWh を超えていたのが 8,000kWh あたりまで削減できています。液化効率が良くなり液化運転日数が減ったため総じて消費電力量も圧縮できました。また月間の液化量は初めて 3,000L を超えました。今のところ液化量が増えても消費電力量は縮小しています。

トータルで見ると液化運転に要する消費電力量は大幅に縮小でき省エネ効果があります。しかしこれは消費電力値で反映されるのではなく稼働時間の短縮という形で反映されます。単位時間で見ても消費電力が 70kW から 75kW へ大きくなったことで最大需用電力（電力デマンド）を押し上げる要因の一つになってしまいました。千葉大学では毎年夏季にエアコン等冷房の需要が大きく伸び、稀に契約電力値を超えてしまうことがあります。このため最大需用電力抑制の工夫を各所で行っている状況です。新装置導入がこの流れに逆行する事になってしまったのは心苦しいところです。

## 2-2. 操作性

液化機を起動してから液化が始まるまでの所要時間を調べてみました。ヘリウム液化機は起動するとすぐに液体ヘリウムが出て来る訳ではなく最初は液化機本体の冷却に時間を費やします。液化機が温まっている状態から起動するとやはり冷えている状態から起動するよりも所要時間が大幅に増えてしまいます。図6に起動時の温度と液化が始まるまでの所要時間の関係を整理してみました。起動時の温度は新液化機 L70 では液化機の最奥部位である TI3280（戻し弁直後：液化時 5K 付近）という箇所の温度を基準にしました。また旧液化機 M1610 でも液化機の最奥部位である TE-B（JT 弁直前：液化時 7K 付近）という箇所の温度を基準としています。新液化機と旧液化機で基準としている部位が違うので厳密な比較とはなりませんと同じグラフ上に表示してみました。室温（約 300K）の状態から起動した場合、新液化機では液化が始まるまで約 5 時間かかっています。一方、旧液化機では幅がありますが 3～4 時間ほどとなっています。グラフを見てわかることは新液化機は旧液化機に対して左上へ平行移動したような分布になっており、全温度域で冷却に時間がかかっています。新液化機は旧液化機よりも本体サイズが一回り大きくこの分熱容量も大きいため冷却に時間がかかっているものと思われます。

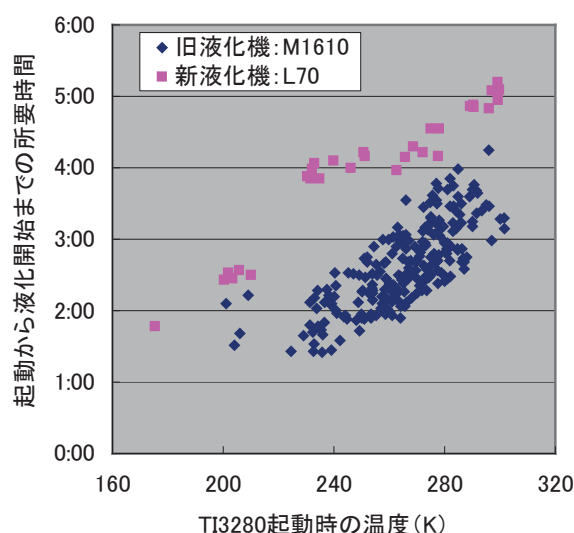


図6 液化開始までの所要時間



図7 コンパクトな旧液化機



図8 サイズが大きくなった新液化機

ヘリウム液化機は冷却過程において液体窒素を用いて効果的に予備冷却しています。ヘリウム液化機と液体窒素貯槽は真空断熱配管で直接つながっており、冷却状況に応じて液体窒素を取り込んでいます。今回の更新では既存の真空断熱配

管を再利用しました。新装置での液化運転では、この真空断熱配管の液化機までの経路を冷やすのに非常に時間がかかり液化機本体がなかなか冷えません。このため液体窒素貯槽から見て液化機よりも下流にあるバルブを開いて液体窒素を流すことで液化機までの経路を予め冷やしてやるという措置をしています。旧装置と同じ配管径では過ぎるのか新液化機で必要とする液体窒素流量では液化機までの経路を冷やすのに時間がかかっていると考えられます。

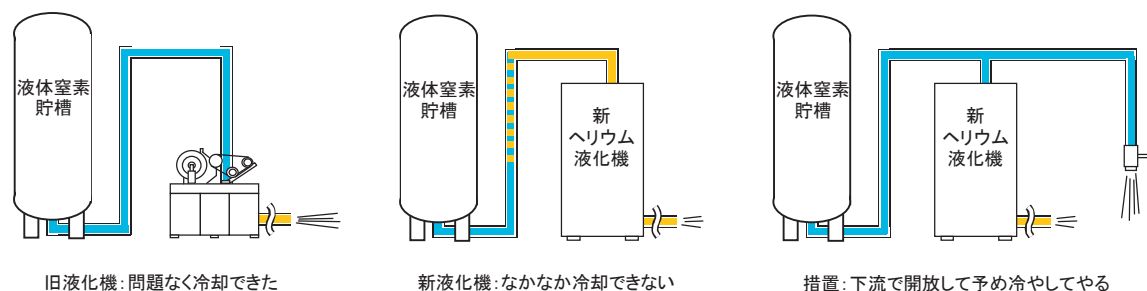


図9 液体窒素真空断熱配管の冷やし方

真空断熱配管の長さや管径、経路の形状によって熱容量が変わってきますので既設のものを再利用する場合はこのような事が起こるのは仕方がない事なのかもしれません。今回は液化機の下流側に既設のバルブがあったため、このバルブを操作することでうまく機能していますが、液化機よりも下流側にバルブがない場合または経路に全くバルブがない場合は厄介な事態になった事と思います。液化機オプション機能として「液体窒素貯槽から液化機までの経路予備冷却」用のパイパスバルブが付いているといいのかもしれません。

さてヘリウムの液化運転で

表2 液体窒素使用量の比較

液体窒素をどれだけ使用しているのか実際に測定してみました。測定方法は利用済み窒素ガス放出配管にガスメーターを設置し流量を測っています。

[液換算平均値]	起動から定常までの 使用量 (L/h)	定常時の 使用量 (L/h)	He 1 L 液化するのに 費やす使用量 (L)
旧装置	37.0	29.2	2.2
新装置	20.3	35.1	0.91 <sup>*</sup>

ガス流量をその日の気温による膨張率も加味して液体に換算して算出しています。窒素使用データは「液化が始まるまでの起動期」と「液化が始まってからの定常期」で分けています。旧装置では起動期に液体窒素を多く消費して定常期には消費量が落ち着いているのに対して新装置では逆に起動期に少なく定常期に多く消費しています。これはどうしたことなのでしょうか。旧装置のような振舞いであれば、起動期は暖まった状態のため液体窒素を多く消費し液化機が冷え切った定常期にはそれほど液体窒素は消費しなくて済むと考えられます。新液化機では液体窒素を溜め込む容量が小さいために必要温度を維持するために液体窒素をどんどん消費しているのでしょうか。そして起動期よりも定常期のほうが要求される必要温度が低いいため消費量が多いのでしょうか？

ヘリウム 1 L 液化に費やす液体窒素使用量は大幅に減少し旧装置の半分以下になりました。定常時 1 時間あたりの液体窒素使用量は増えてますが、ヘリウムの液化速度も大幅に増えています。ちょうど消費電力量と同じような傾向となっています。\*) 測定に用いている窒素ガス放出管には内部精製器からの再生ガス排気が液化機内部で加わっているため、厳密な窒素排気量は測定できていません。ただ現在運用して見ている限りでは回収ヘリウムガスの純度が非常に良好なため再生ガスの排気量は極めて少ない状況です(再生ガスの排気ガス全体に対する比率は 0.1% 前後)。このため窒素排気量の計算値としては十分有効な数値と考えています。液体窒素貯槽はヘリウム液化機専用ではなく液体窒素利用者による液取りも行われています。このため貯槽側で用量を調べるのは困難で液化機の側で使用した排気ガスを調べるのが最も確かな方法と見えています。

### 3. ヘリウムトランスファーチューブ

#### 3-1. 移送能力

設備更新では新トランスファーチューブ（液体ヘリウム移送管）も導入され、液体ヘリウムを小型容器へ汲み出す移送能力が飛躍的に向上しました。まず移送速度ですが旧液体ヘリウム移送管の内径が 4.0mm だったのが新移送管では内径が 7.0mm と太くなり移送速度が格段に速くなりました。これにより所要時間が大幅に圧縮できました。そして形状ですが固定式タイプの移送管からフレキシブルタイプになりました。図 10 のように特異な形状でかなり大型なものです。旧装置では移送管が固定されていて小型容器をリフターで上げ下げすることで移送管の抜き差しを行っておりました。これに対して新装置では逆に小型容器が固定され移送管を上げ下げして抜き差しします。これにより操作性も抜群に良くなりました。移送管自体が大型化したため蒸発ロス（例：100L 汲もうとしても途中で蒸発するので合計で 150L 使ってしまう）が増えてしまいましたが、トータルでみれば作業効率の大幅な向上に対して蒸発ロス増加によるマイナス要素の比重は微々たるものと感じています。早速トランスファーデータを新移送管と旧移送管で比較してみましたのでご紹介いたします。



図 10 トランスファーチューブ

図 11 は液体ヘリウムを小型容器へ汲む所要時間と充填量の関係をグラフにしたものです。旧移送管では 100L 汲むのに 50 分～60 分前後かかっていましたが、新移送管では概ね 20 分以内で汲み終わっています。この速さは本当に驚異でした。新旧どちらも所要時間と充填量は比例関係ですが見ての通り傾きが大幅に小さくなっています。

図 12 は移送速度と充填量の関係をグラフにしたものです。移送速度は驚くほど速くなり、最高では 12L/分に達しています。従前と比べると 5～6 倍ほど速くなっています。移送速度と充填量との関係は旧移送管では充填量が大きくなるほど移送速度も速くなる比例関係がありました。一方、新移送管ではこのグラフを見る限りでは比例関係が全く見られません。これはどういうことなのでしょう。液体ヘリウムの移送では初期段階においては移送管の流路を冷やしたり容器内部を冷やすために液体ヘリウムを蒸発させています。このため液が溜まり始めるまでには少し時間がかかります。旧移送管では移送速度が遅いため充填時間が長く、この初期段階のタイムロスが時間とともに比重が小さくなったと思われる。つまり充填量が多いほど充填時間も長くなるので結果的には移送速度が上昇したように算出されているのかもしれませんが。一方、新移送管では移送速度が速いため充填時間が短くこの影響がほとんど現れていないのかもしれませんが。ただ初期段階のタイムロスを考える場合、トランスファーチューブが室温からの移送と既に冷えている状態からの移送で状況がだいぶ変わってきます。これについては条件分けして詳しく調べる必要があります（後述）。

図 13 は移送速度と貯槽への加圧加減の関係をグラフにしたものです。これも所要時間と同様になんとも言えない様子ですが、加圧量が大きいと移送速度が出ているようにも見えます。10L/分以上速度が出ているのは 0.03MPa 以上の加圧状況でしか実現していません。

図 13 は移送速度と貯槽への加圧加減の関係をグラフにしたものです。これも所要時間と同様になんとも言えない様子ですが、加圧量が大きいと移送速度が出ているようにも見えます。10L/分以上速度が出ているのは 0.03MPa 以上の加圧状況でしか実現していません。

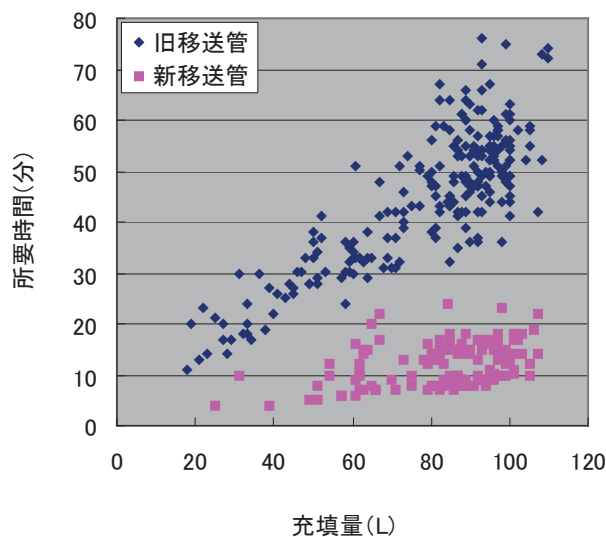


図 11 汲み出し所要時間と充填量

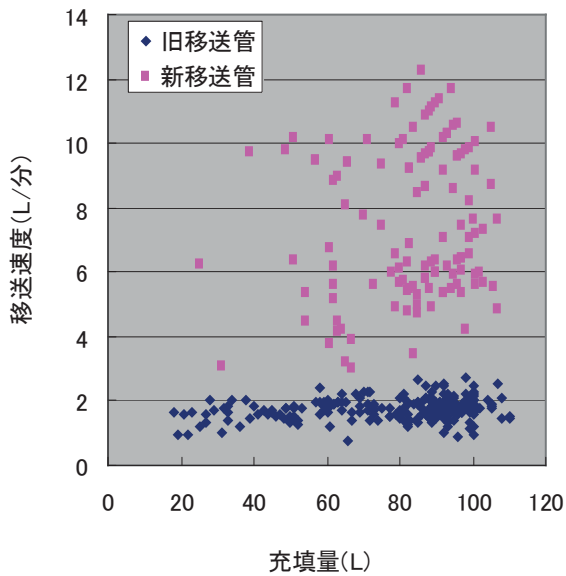


図 1 2 移送速度と充填量

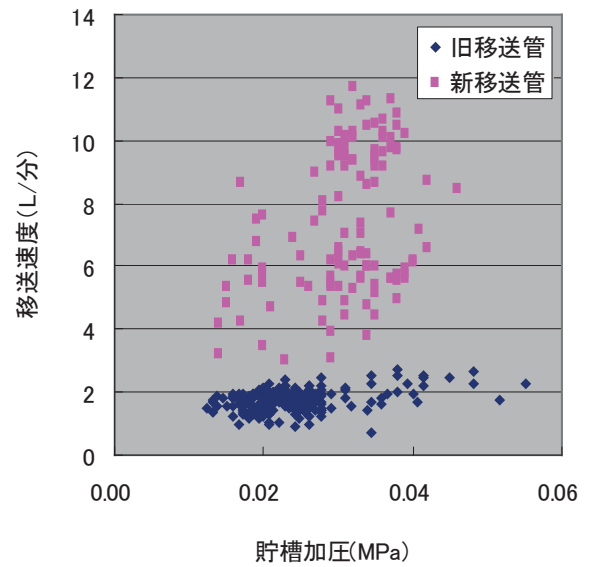


図 1 3 移送速度と加圧量

移送速度が速く所要時間が短いのは非常にありがたいことなのですが、移送に伴う蒸発ロスが多くてヘリウム使用量がかさむようだと移送効率が良いとはいえません。そこで浪費率（使用量/充填量）でも確認してみました。

図 1 4、図 1 5を見るとどちらのグラフも全般に新移送管のほうが浪費率が大きくなっています。つまり蒸発ロスが大きいということです。これは新移送管が旧移送管に比べて内径が大きくなった事と移送管の長さが長くなった事が関係していると考えられます。つまり液体ヘリウムが流れる内壁の表面積が大きくなったのでその分内壁を冷やすのに余計に液体ヘリウムを蒸発させていると考えられます。図 1 4では散漫な分布となり浪費率は充填量に依存性が見えません。また図 1 5でもいまいち散漫な様子で貯槽への加圧との明確な依存性も見えません。

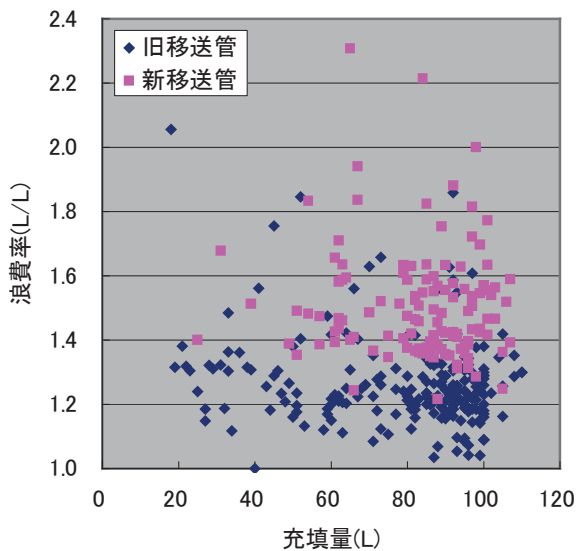


図 1 4 浪費率と充填量

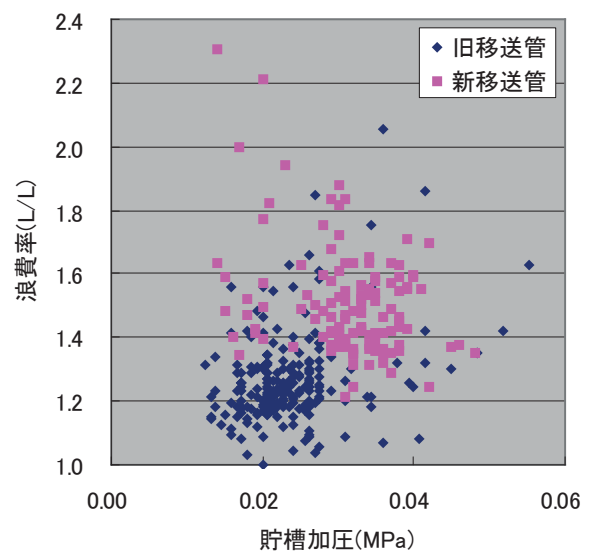


図 1 5 浪費率と加圧量

上述のように新移送管は内径の拡大と経路の長さが長くなった事により熱容量が大きくなりました。これにより、「室温から」液体ヘリウムを移送した場合と、連続で汲む場合の「冷却済みな状態から」移送した場合で移送効率がかなり異なってきました。そこで室温からの移送データと冷却済みでの移送データを比較してみました。移送データを分類することで何か特徴が出てくるのでしょうか。

図16では当然のことながら冷却済みでの移送データは室温からの移送データよりも所要時間が短くなっています。室温からの移送データの分布が散漫なのに対して冷却済みでの移送データは右肩上がりにも見え充填量との比例関係があるようにも見えます。

表3 移送能力の移送条件での比較

移送データ比較	室温から移送	冷却済みで移送
平均移送速度 (L/分)	5.59	9.42
平均浪費率 (L/L)	1.62	1.39

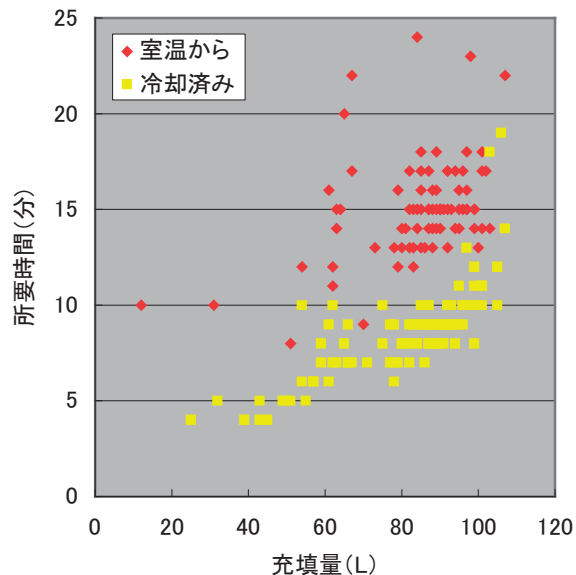


図16 移送所要時間と充填量

移送速度における充填量への依存性は図17を見るとわかるように室温からの移送データ、冷却済みでの移送データともにバラバラな分布となっています。依存関係は見られないようです。一方、移送速度と貯槽への加圧の関係はどうか。図18を見ますと室温からの移送データでは依存性が見られないのに対して冷却済みでの移送データでは加圧とともに移送速度が上昇して比例関係があるようにも見えます。

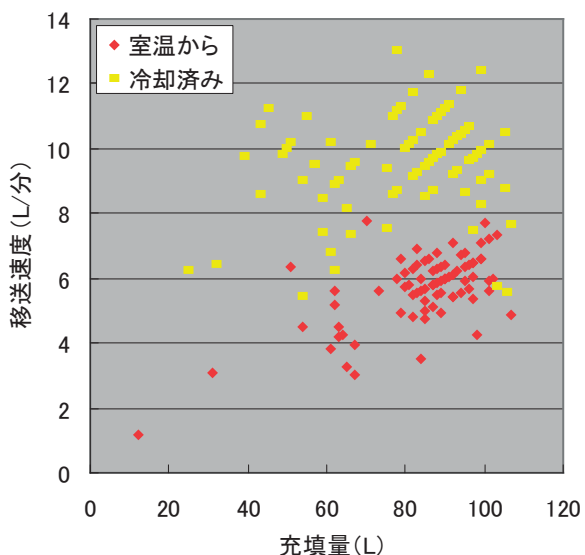


図17 移送速度と充填量

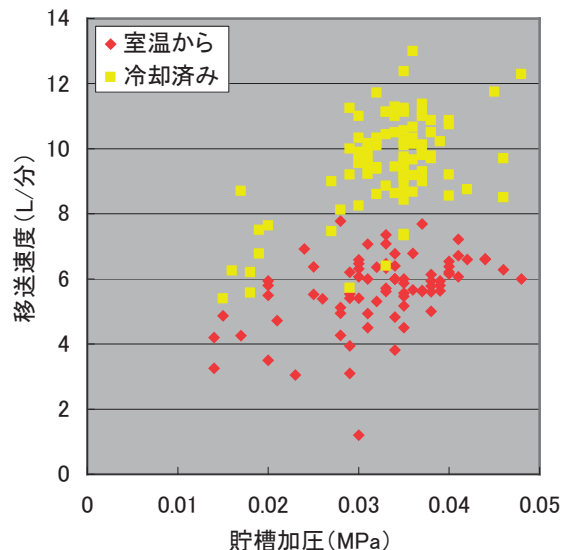


図18 移送速度と貯槽加圧

次に浪費率ですが、まず図19の充填量との関係は室温からの移送データがばらけているのに対して冷却済みでの移送データは分布幅が狭くまとまりがあるように見えます。ただ、傾斜は特に見られず充填量に依存せず一定な状況でしょうか。図20の浪費率と貯槽への加圧の関係では、室温からの移送データでばらけていますが加圧が大きいかほど浪費率が小さくなり反比例しているようにも見えます。冷却済みでの移送データでは傾斜は読み取れません。加圧を大きくすると移

送速度は速くなりますが押し出す側と吐き出す側で圧力差が出来てしまうので沸点の差が生じ、これにより蒸発量が増えてしまいそうですが（フラッシュロス）、現在の加圧範囲では気にしなくても良い範囲内のようなので。もっと加圧を大きくすると浪費率が大きくなるターニングポイントが出てくるのかもしれませんが。もう少し広範囲でデータが欲しいところです。

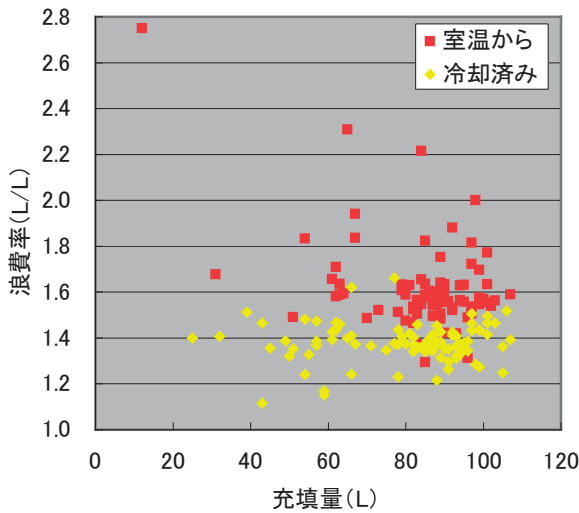


図 19 浪費率と充填量

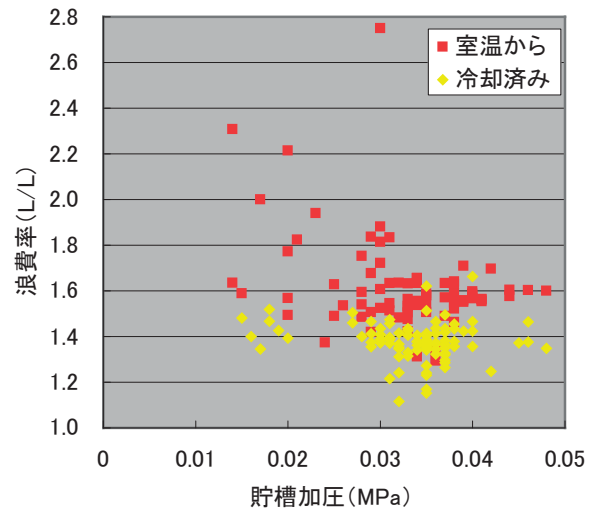


図 20 浪費率と貯槽加圧

#### 4. 運用後に気が付いた失敗事項

##### 4-1. 使用方法の確認不足

今回の更新工事では関連機器として液体窒素汲み出し装置も新設しました。従前の液体窒素の汲み出しにおいてはパスワードによるパソコン制御の電磁弁と手で開く手動弁の2つのうち手動弁が下流にありました。利用者は電磁弁を開いた後、自ら手動弁を開くことで流量を調整して汲み出していました。終了後2つのバルブが閉じられると、この2つのバルブに挟まれた区間の液体窒素は蒸発しガスとなり体積が膨張するため内圧が上昇します。この区間には安全弁が設置されており、設定圧まで圧力が達すると内圧を外へ噴出すようになっています。このため装置的には安全です。次回使用時は電磁弁が開いた際は、この区間に溜まっていたガス（安全弁設定圧以下のガス）は貯槽側へ抜けていきます。また万が一ガス圧が上昇したまま溜まっていたとしても手動弁を自分で開かない限り利用者側へ噴出すことはありません。手動弁を自分で開く場合は開いた瞬間に圧力がかかることがわかっているので供給ホースのハンドルを持たずに開くことはまず無いと思われます。

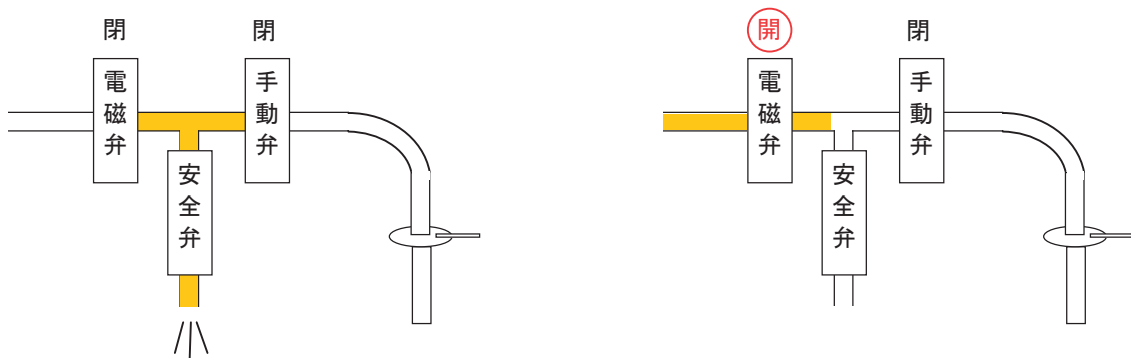


図 21 旧汲み出し口



ところが新装置では手動弁は電磁弁の上流側にあり、手動弁を操作することは前提とされておらず、常時開状態で使用する事が想定されていました。つまりメンテナンス時のみ操作する元弁としての役割でした。このため今までのように手動弁を閉じた場合に電磁弁との区間が密閉状態となり時間の経過とともに蒸発膨張した窒素ガスの圧力が上昇し続けてしまうという非常に危険な状況になってしまいました。さらに危険なのは電磁弁が開いた瞬間に溜まっていた圧力が利用者側で一気に開放される事でした。供給ホースが激しく揺れ動いて非常に危険です。

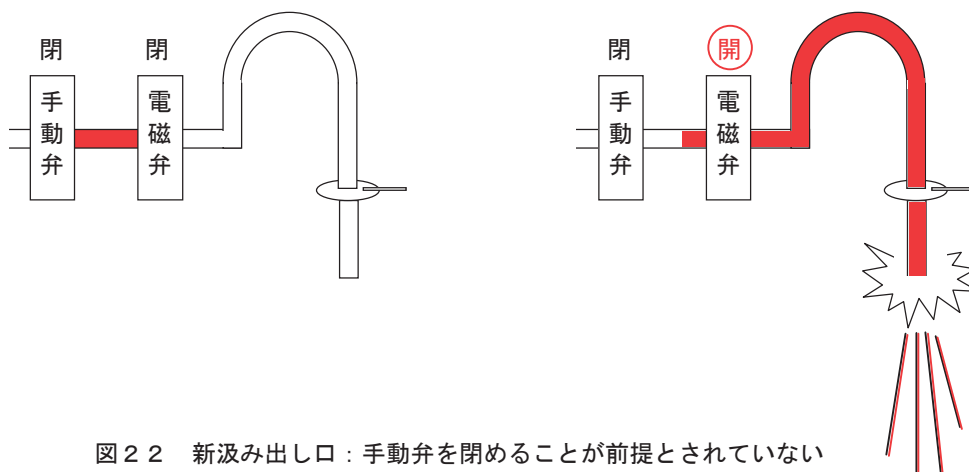


図 2 2 新汲み出し口：手動弁を閉めることが前提とされていない

2つの弁の間の区間に圧力が溜まらないよう安全弁を設置する、手動弁は常時開として操作せず電磁弁の開閉のみで汲む、など検討されました。こちらとしては自ら手動弁を回して開けることで圧力を調整するスタイルは変えたくないと考えておりました。今のところ手動弁が完全に閉まり切らないように尚且つ電磁弁開放時に貯槽圧がダイレクトにかからないように、絶妙な「微開」になるように調整に工夫しています。本来ならば仕様書作成段階または変更申請前までの度重なる打ち合わせ段階でここまで話が及ぶべきでした。

#### 4-2. 容量/個数

更新前の仕様書作成段階では既設の長尺ボンベの内、比較的新しい75m<sup>3</sup>のボンベ2本を再利用することを決めました。新設する長尺ボンベの数量は液体ヘリウム貯槽の容量を考慮すると合計で75m<sup>3</sup>のボンベが10本ほどが妥当な容量だという計算になりました。そこで合計10本でちょうどきりが良いので8本を新設する事と決めました。

しかし新設される長尺ボンベがトラックに積まれて搬入される姿を見た時愕然としました。長尺ボンベはフレームに組み立てられており縦3本横3本の枠組みに格納されていました。写真を見てわかるとおり1本分スペースがぼっかり空いています。これは失敗しました。おそらく8本組でも9本組でも価格はそれほど大した差がないように思われます。



図 2 3 新設された長尺ボンベ

### 4-3. 装置の配置/向き

作業位置と装置の向きが合わず使い勝手が悪いことに気が付きました。装置の配置を決める段階で実際の使用状況を具体的に想像して決めるべきなのでしょう。しかし、これはなかなか難解なのかもしれません。

#### ・液体ヘリウム自動供給停止装置

ヘリウムトランスファーの際トランスファーチューブを全挿入するタイミングは挿入時に排気圧が上昇しないか確認しながら行います。挿入作業をしつつ操作盤にある排気圧が見ることが出来ればいいのですが見えません。少し挿入しては操作盤を確認して、また少し挿入しては確認して、と繰り返しながら様子を見ています。

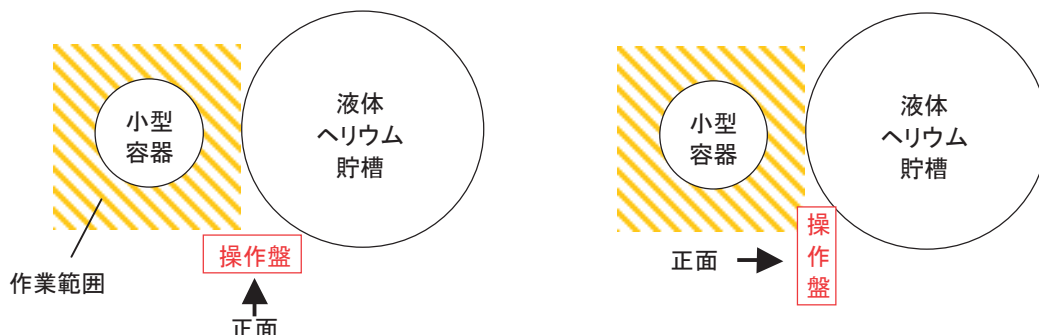


図 2 4 液体ヘリウム供給自動停止装置の配置 (左: 現状 右: 理想)

#### ・液体窒素自動供給停止装置

液体窒素汲み出し操作においても供給ホースを保持しながら操作盤を確認しようとするが見えづらい配置です。汲み出し中は蒸発した窒素ガスが容器の開口部から外へ流れていきますが、圧力があるため供給ホースを押し上げてしまうことがあります。このため安全のために供給ホースを保持するよう周知しています。

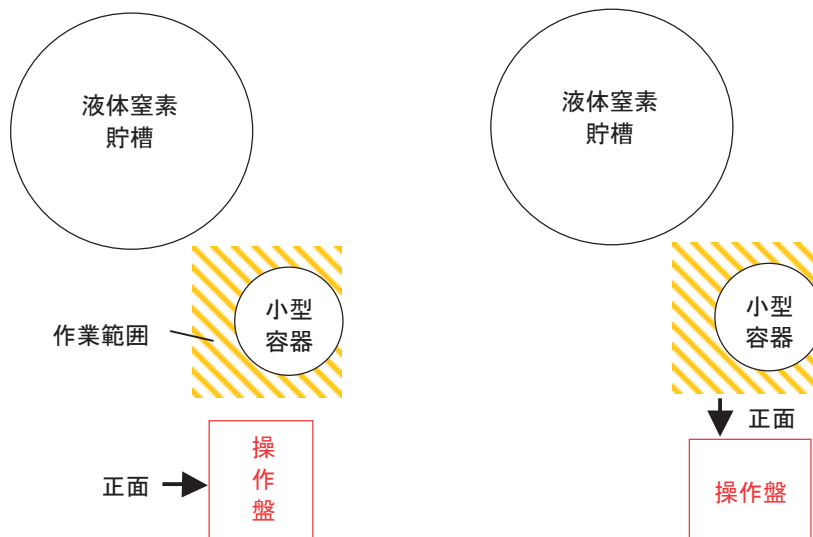


図 2 5 液体窒素供給自動停止装置の配置 (左: 現状 右: 理想)

#### ・貯槽圧力計

液体ヘリウム貯槽の内圧計は非常に頻繁に確認する圧力計の一つです。ところが圧力計の設置位置が腰ほどの位置にあります。一般計器とは違い確認頻度が高い計器類は使い勝手の良いように設置位置に注意しないとイケません。この場合は圧力計が目線ほどの高さに設置されるよう確認するべきでした。仕様書を作成する段階または発注者と配置確認する段階で漏れなく伝えられるように、確認頻度の高そうな計器を予めリストアップしておいた方が良いでしょう。他に確認頻度の高いものといえば液体窒素貯槽の内圧計・液面計、中圧タンク内圧計、長尺ボンベ内圧計などでしょうか。

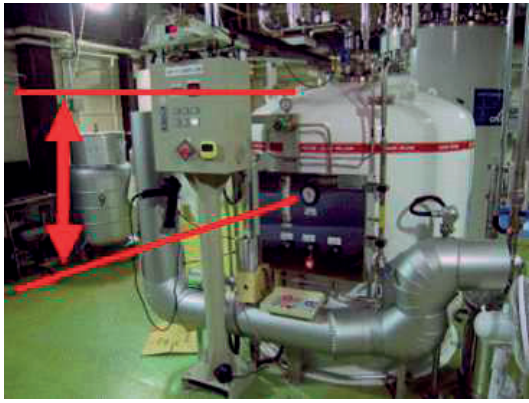


図 2 6 液体ヘリウム貯槽圧力計の位置：低くて見づらい。目線の高さに設置すれば良かった。

・回収用圧縮機

従前の回収用圧縮機は水冷式でしたが今回導入した圧縮機は空冷式となりました。このため空気取り入れ口となる吸気口と吐き出し口となる排気口（換気扇）を新たに取り付けました。しかし空気の流れが意図した通りには流れていないようです。熱がこもってしまった事が原因で稼動許容気温上限 45 度を超えたため安全停止してしまいました。2010 年夏は異常なほどの猛暑でしたのでここにも一因はあると思いますが、止まってしまっは困ります。

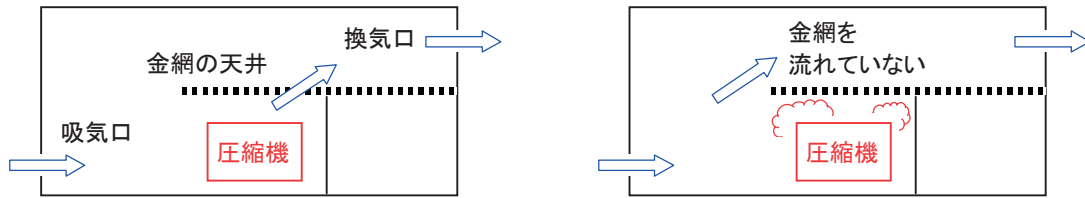


図 2 7 気流の流れ（左：計画 右：現状）

5. 運用状況

5-1.ヘリウム保有量

極低温室管理のヘリウム保有量の推移を下記グラフに示します。長尺ボンベ容量の増加（470m<sup>3</sup>から 750m<sup>3</sup>に）と液体ヘリウム貯槽の増大（500L から 1,000L に）に伴い保有量も増やしました。

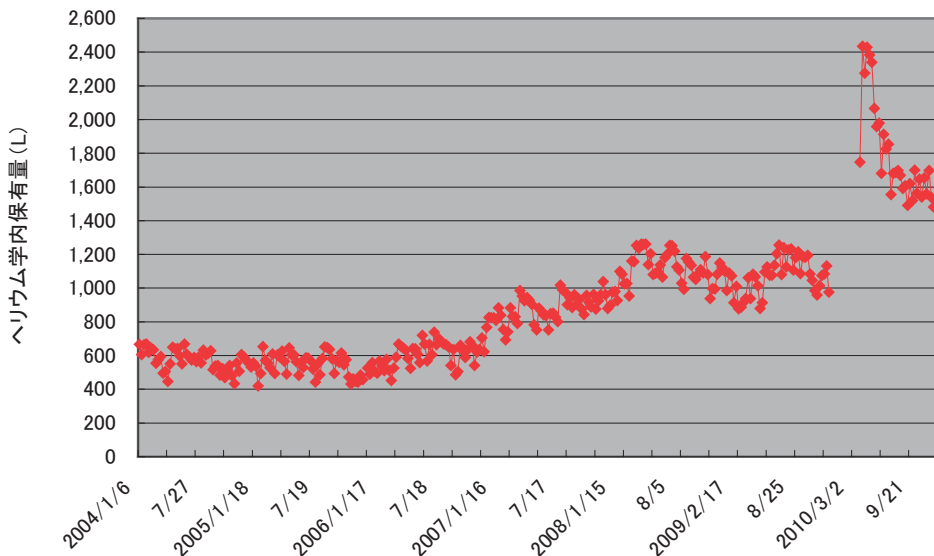


図 2 8 ヘリウム学内保有量の推移

保有量（液換算）を過去から見てみると当初は500L前後で保っていましたが需要量増加とともに保有量も増えていきました。これは全て蒸発してしまった場合に回収できる限界量（長尺ボンベ容量）を超えて保有している状態です。しかしの方が運用上は効率的です。更新工事後に過剰な保有状態となっていますが現在1,600L前後で推移しています。

### 5-3.騒音状況

仕様書作成段階で調査した騒音状況に対して新装置ではどのように変化したのか再び測定してみました。測定位置は装置が入れ替わったため厳密には異なりますが概ね同位置になるように測定しています。

表4 装置による騒音状況の比較

測定定常値 [dB]		①居室	②作業室	③圧縮機室	④ボンベ室	⑤長尺ボンベ室
未起動時 (待機状態)	旧装置	38.0	44.0	46.5	37.0	37.0
	新装置	38.0	43.0	47.0	37.0	36.5
回収用圧縮機稼動時	旧装置	42.0	53.0	69.0	62.0	48.5
	新装置 (1基単独)	46.0	59.0	76.5	69.0	53.5
	新装置 (2基同時)	50.5	62.5	80.0	72.5	59.5
液化用圧縮機稼動時	旧装置 (既設機)	54.0	71.0	85.5	77.0	63.0
	旧装置 (移設機)	49.5	68.0	80.5	71.5	59.0
	新装置	49.0	65.5	80.5	67.5	57.5

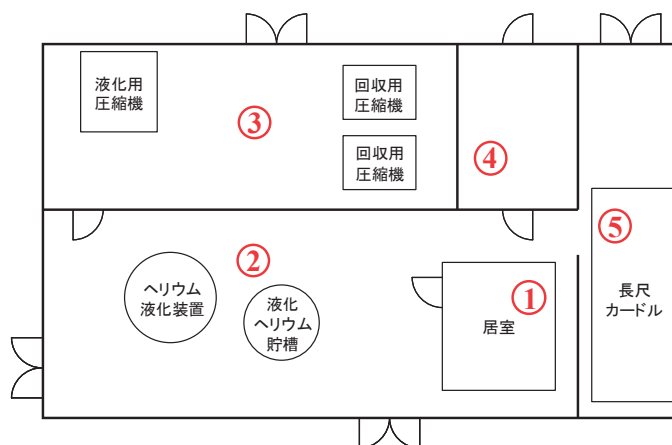


図29 騒音測定機器と測定位置図

未運転時（待機状態）ではほとんど変わらず各機器の待機音は同レベルのようです。回収用圧縮機稼動時は騒音レベルが大きくなっています。これは回収用圧縮機が水冷式から空冷式に変わったため冷却ファンの音が加わり運転音が大きくなっています。

なったためです。液化用圧縮機稼働時は旧装置の移設圧縮機のもの比べると微妙ながら騒音レベルが小さくなっています。耳で聞いている限りでは全く違いはわからず残念ながら大幅な騒音縮小とはなりません。回収用圧縮機（2基同時）、液化用圧縮機ともに圧縮機室では約 80.0dB と同レベルながら測定点によって騒音レベルに若干の差が見られます。これは騒音発生源である機器本体からの距離の違いのようです。

## 6. まとめ

念願の設備更新によってヘリウムガス回収、液化運転、液体ヘリウム汲み出し、需要への対応とどれをとっても大幅に改善され、極低温のポテンシャルは非常に増大しました。また、今回の更新によりヘリウムガス回収配管が延伸され利用者の裾野を広げることが推し進められました。利用者が増えたことにより全学的な基盤設備としての役割がますます求められています。

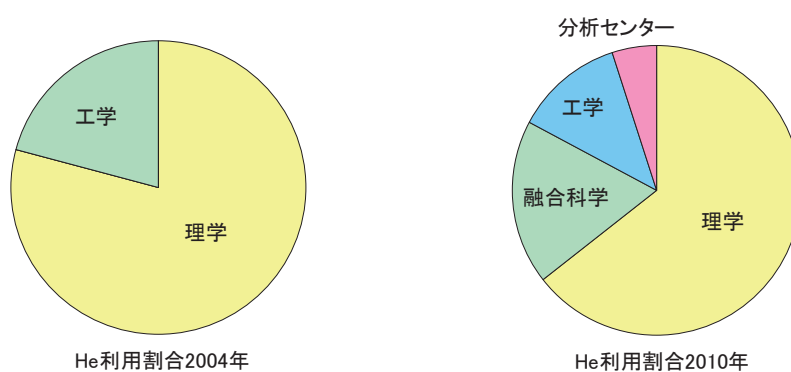


図30 部局ごとの液体ヘリウム利用量の割合の変化

理学部所属である当施設は理学部単独での利用施設として発足したため当初から長きに渡り利用者が理学部に偏重した傾向でした。徐々に他の部局の利用者も増えている状況でしたが、今回の更新工事をきっかけに更なる利用者の多様化、利用量の増加が期待されます。寒剤供給能力は整いました、研究の活発化に積極的に貢献します。

## 参考文献

- 1) 吉本 佐紀 “製造単価にみる液化運転の考察” 平成 18 年度名古屋大学総合技術研究会 極低温技術研究会報告集
- 2) 池田 博 “技術研究会・低温技術部門報告抄録集 1982-2003”
- 3) 大陽日酸株式会社 資料