

## ヘリウムガス再液化事業概要

○鷲山 玲子<sup>#</sup>、清水 未来、土屋 光  
東京大学 物性研究所 低温液化室

### 概要

東京大学物性研究所では、2019年10月1日より「ヘリウムガスの再液化事業」を開始している。本事業は、ヘリウムの入手困難・価格高騰により困窮している研究者・学術機関の支援を目的としたもので、物性研究所が所有するヘリウム液化装置の利用を学外にまで広げ、学外から回収されたヘリウムガスを再液化し、液体ヘリウムを提供するものだが、この事業に関する概要説明およびガスを受け入れる際に発生した技術的な問題や今後の課題等について報告する。

### 1. 目的と導入経緯

2018年末頃より世界的な需要増を受けてヘリウム危機が発生した。ヘリウム不足はコロナ禍で一時的に小康状態にあったが、経済活動が再開した今なお世界的な供給不足となっている。ヘリウム危機に関する背景については様々な文献[1]で取り上げられているのでここでは省くが、このヘリウム不足により価格高騰が起これ、研究者・学術機関でのヘリウム不足は深刻な問題となった。特にスポットで液

体ヘリウムを購入し実験を行う研究者にとって問題は深刻で、今なお多くの研究者がヘリウムを使った実験を諦めざるを得ない状況に陥っている。

また、当所もヘリウムガスの価格高騰により回収を前提としているにもかかわらず、提供する液体ヘリウムの供給価格の値上げをせざるを得ない状況にあり、液体ヘリウムを使う実験を行う研究室の運営費は圧迫されている。このような状況の改善及び多少の運営資金を獲得し、ユーザーに還元を図ることを狙い物性研ではこの事業を開始した。

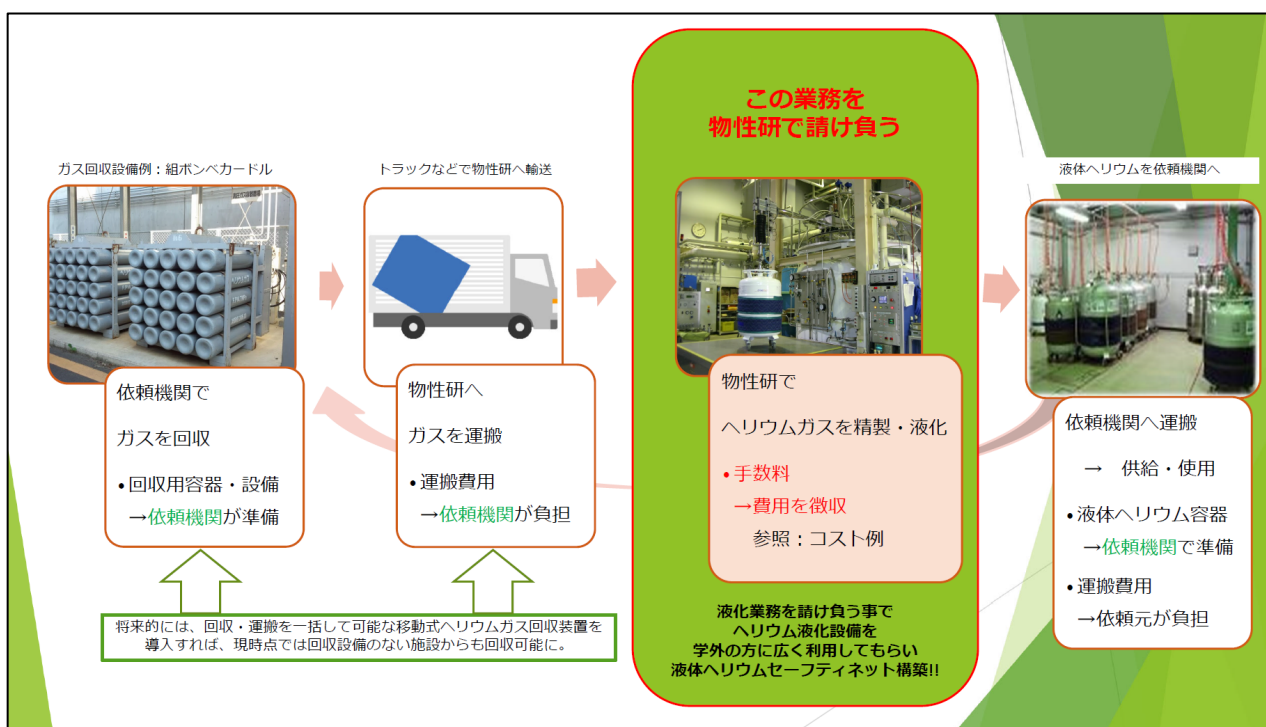


図1. ヘリウムガス再液化事業のながれ

### 2. 事業概要

事業としては、図1に示すとおり学外の申請者

が持ち込んだヘリウムガスを受け入れ、当学が所有するヘリウム液化システムで精製及び再液化を行い、液体ヘリウムを申請者に提供する、という至ってシンプルな内容である。今回の事業のポイントとしては、エンドユーザーが学術・研究機関であ

れば申請は民間のガス会社でも行える様に窓口を拡大した事である。これは民間のガス供給会社が保有する容器などのリソースと輸送手段を活用する事により、少しでもエンドユーザーのコストを下げることを狙った為にとった措置である。

### 3. 実績

2019年10月に開始し、昨年度までの事業実績は表1の通りとなる。内容としては、ヘリウムサプライヤーが概ね窓口となり申請が行われる形となった。この事業をサプライヤーが利用し、ある程度まとまった数量のヘリウムが確保できた事により、サプライヤー内での供給の再配分がいくぶんか容易になり、公的機関のユーザーが液体ヘリウムを入手することが出来、この事業が液体ヘリウムのセーフティネットとして機能した事が推測される。

表1. 再液化事業の実績

年度	申請件数	再液化供給量(L)
2020	1	156
2021	5	8,079
2022	7	8,997

### 4. 技術的な問題点



図2. 当方で準備したアダプタ

#### 4.2 ガスの抜き取り作業

カードルからのガスの抜き取りはさほど手間ではないが、大量のバラ瓶からガスを抜く作業は非常に手間なので、やむを得ず引き受ける条件として業者

実際に事業を行っていく上で発生したいくつかの技術的な問題点を以下に記す。

#### 4.1 ガスの輸送形態とガスボンベの口金規格

ガス受け入れ時の輸送形態は概ねカードル(高圧継目なし容器(以降「バラ瓶」)が10本程度以上で組まれている形態)を想定していたが、ヘリウム不足が深刻でカードルに充填し直す事が出来ず、やむを得ずバラ瓶のままの持ち込みや、通常ルートでは輸入されていない海外製のバラ瓶を大量に受け入れることになった。想定していなかった海外規格のボンベが持ち込まれる事になったため、当所の設備にフィットする変換継ぎ手(以下、アダプタ)を用意する必要が生じた。事前に申請者に持ち込みボンベの口金の規格調査を行い、スムーズに受け入れが出来るように対応した。

最終的に3種以上の口金の規格を持つボンベが持ち込まれた。近年の金属加工業者不足により、スムーズに対応できなかった場面もあったが、従来利用していた業者さんやガス業者御用達の加工業者に依頼するなどして、概ね対応することが出来た。なお、海外規格でも国内流通がある規格のアダプタであれば MonotaRO で販売している事もあるので、興味がある方はサイトを覗くことをお勧めする。図2に当方で準備したアダプタを示す。

側に安全・確実に作業を行える人員を確保して貰うことを依頼したが、ガスの運搬・レギュレータを交換するまではできるが、それ以上の技能を持つ人員の手配は非常に難しく、最終的に我々が教育を行いつつ実施した。

また、このガスの抜き取り作業においては、作業を簡単にするため、バラ瓶との接続にクイックコネクタを使用したが、抜き取り時間の問題で可能な限り早く抜いたため、接続部が低温になり凍る事態が発生した。最終的に凍った場合はヒートガンで接続部を暖めながらガス抜き対応を行った。これは、作業時期が冬で外気温が低かったことも影響したと考えられる。

#### 4.3 液体ヘリウム容器の冷却管理

ヘリウム不足が長く続いたことにより、冷却用の液体ヘリウム不足で多くの業者は液体ヘリウム容器(以下、容器)を常温保管していた。当所の事業では容器を貸し出すことは想定していなかったため、常温容器の冷却指導やその対応に苦慮した。また、多くの液体ヘリウムのスポットユーザーは容器が冷却された状態で受け取り、中に入っているヘリウムを全て使い切り、最終的に容器が暖まった状態で業者に返却する事が常の状態だった様である。従って、我々の文化上のヘリウムリテラシーとしては常識である連続使用時には容器を冷却保管する事が全くできておらず、同じ容器に続けて供給する場合でも再度予冷が必要になるケースもあり、その様な文化の溝を埋めるのも苦労した。

#### 4.4 リードタイム検討

ガス業者を窓口とするとリードタイム(液体ヘリウム引き渡しまでの時間)を真剣に検討する必要がある。また、輸送コストを低く抑える事も考えるとガスと液を同時に運搬することが望ましく、液体ヘリウムを供給するタイミングでガスを受け入れることになるが、その際の回収の時間は概ね回収用圧縮機性能次第となる。物性研の回収用圧縮機は190Nm<sup>3</sup>/hの性能を持っており、概ねこの性能を基準としてリードタイムの見積もりを行った。もちろんできるだけ電力を使いたくないので、事前調整可能な場合は備蓄用カードルや中圧タンクの圧力を事前に下げたおき、持ち込まれたガス容器と圧力バランスをとることで時間短縮も図った。

#### 4.5 ガス液換算係数

再液化事業では、ガスと液のやりとりがおこなわれるのだが、高圧ガス保安法上、ガスの所有者が変わることがなければ販売には当たらないので、この事業では販売ではなく製造委託という形をとっている。その際のガス液換算係数は商習慣に則って0.8とした。大量にガスを受け入れる、また、カードルを計測できる秤がないことからこの方法で換算を行ったが、その際ヘリウムガスを気温と充填圧力は考慮した上で理想気体として取り扱った。

### 5. 技術以外の問題点

技術以外での問題点としては、申請者との作業想定ギャップが大きかった事が挙げられる。液体ヘリウムの供給は通常業者に依頼すると容器の冷却やガ

スの手配など気にせず全て整った状態で手元に届く。低温知識がほぼ無い調達担当者がユーザーからオーダーを受けて申請するケースも有り、技術的な問合せをしてもなかなか回答が来ない事や不明が故に我々に頼り切りになってしまうことも多々あった。また、制度上受けることが出来ない機関からの依頼を断る等、事業内容の説明対応にも苦慮した。

### 6. 今後の課題と方針

この事業は、当初は使用済みの回収ガスを再液化する事を期待して立ち上げたが、実際には従来の利用方法を変えるには利用者側の労力負担が大きい問題があり、多くのケースで使用済みの回収ガスを再液化するまでには至っていない。やはりその点では、大幅な労力削減が期待できる移動式小型回収用圧縮機の開発が今後の最大の課題である。

また、液体ヘリウムを供給するために最も重要な容器を申請者側がスムーズに準備できなかったケースも多く、申請者・請負側の両者ともにこの準備対応に裂く時間負担が大きく事業のボトルネックとなった。最終的には当方所有の冷却済み容器を貸し出しするなどの対応を一部でとったが、常温であれば容器は確保できることはわかったため、リードタイムを短くする上でも課題となっている容器の冷却準備について、今後、この事業に容器冷却管理業務を追加改善を図っていく方針である。

### 参考文献

- [1]勝本信吾  
2019年 日本における「ヘリウム危機」問題  
<https://www.jps.or.jp/information/docs/seimeishiryō20191220.pdf>