

沖縄県で進行する液体ヘリウムのリサイクル

琉球大学の液化機を利用して県内3機関がリサイクルを実施 大学研究機関だけで回収・輸送・再充填を完結するレアケース



世界的なヘリウムタイトが継続する中、低温工学研究などに液体ヘリウムを利用する国立大学では、液化機を使って使用後のヘリウムガスを回収・再液化するリサイクルを行ってきたが、ここに来て外部機関からの再液化依頼を受け付ける所も出てきた。

沖縄県では琉球大学が県下3つの研究機関からの再液化依頼を受け付けている。同県の特長はヘリウムの回収・輸送など一連のフローに工業ガス企業を介さず、全て研究機関のみで完結しているところだ。ヘリウム調達に未だ光明見えない中、本誌では、沖縄県でのヘリウムリサイクルの現状をレポートするため現地に向かった。

琉大職員の働きかけにより構築



琉球大学宗本氏

沖縄県でのヘリウムリサイクルフロー構築は、琉球大学研究基盤センター極低温施設（中頭郡西原町）のヘリウム液化担当、宗本久弥技術専門職員の働きかけが大きい。宗本氏は液体ヘリウムユーザーである研究機関に対してリサイクルに関する情報提供や可搬式ガスバッグ及び液体ヘリウム容器の貸出を行っている。運送についてもユーザーと共に効率的な方法を模索し、そのフローを構築。県内液体ヘリウムユーザーの機関職員からは「宗本さんのような熱心な方がいたから出来た」とする。

22年8月現在、琉球大学がヘリウムガスを受け入れているのは沖縄科学技術大学院大学（OIST）、国頭郡恩納村）、沖縄県工業技術センター（工業技術センター、うるま市）、沖縄健康バイオテクノロジ研究開発センター（健康バイオセンター、うるま市）の3機関である。

初めて受け入れたのはOISTで21年5月から。OIST

Tは研究員の6割が外国人というグローバルな研究機関で、海洋をはじめ超電導や素材研究など幅広い分野の研究を行っている。液体ヘリウム使用量が増加したことで琉球大学に液化の協力を依頼した。

OIST施設運用セクション高田一馬氏は「当機関でも段階的にヘリウムガスの回収設備や再凝縮装置の導入を進めてきた。ただ、使用量が1週間で200〜300Lになるとこれまでのやり方では賄えないと考え、ヘリウム液化機の導入が琉球大学への液化依頼を行うかを検討した。結局液化機導入には数億円かかることから琉球大学に協力頂き回収したヘリウムガスの液化をお願いすることとなった」とする。

19年に要請を受けた琉球大学では事務方と協議。料金規程にヘリウム受託液化を設定し、請求書の発行手順も調整した。コロナ禍など諸事情で立ち上がりは遅れたが、OISTのリサイクルフローは無事軌道に乗った。

TOKYO GAS CHEMICALS

東京ガスケミカル

環境。それはわたしたちの出発点です。

都市ガスから水素を製造できる「suidel(スイデル)」

- 01 省力化** 在庫管理・受入立会・発注にかかる手間を削減できます。
- 02 省コスト** 水素単価の低減・人件費の削減・輸送費削減などにより、コストカットできます。
- 03 省スペース** カードルやトレーラー供給に比べ、少ない設置面積で水素供給が可能に。
- 04 安全・高品質** 独自の技術で、水素使用量に合わせて負荷変動制御し、高純度水素を連続供給。

小型水素製造装置 suidel (5 Nm³/h)

東京ガスケミカルの小流量オンサイト水素 (製品イメージ)

*suidelは、東京ガス株式会社、東京ガスケミカル株式会社、三浦工業株式会社の共同開発事業です。

〒105-0011 東京都港区芝公園 2-4-1 B館 6階 TEL 03-6402-1061

<https://www.tgc.jp>

詳しくはホームページまで！

琉大ヘリウムリサイクル委託元概要

	液化委託開始時期	持ち込み荷姿	持ち込み頻度	液体ヘリウム供給頻度	液体ヘリウム使用機器
沖縄科学技術大学院大学 (OIST)	2021年5月	カードル	週1~2回	週1~2回	STM顕微鏡2台、NMR4台、MRI1台など極低温研究
沖縄県工業技術センター	2022年1月	ガスバッグ	2週に1回	半年に1度	NMR 1台
沖縄健康バイオテクノロジー研究開発センター	2022年5月	ガスバッグ	週1回	4.5ヶ月に1度	NMR 1台

(取材をベースに作成)



沖縄県工業技術センター 萩氏

その後、現在進行中のヘリウムタイトを迎えたことから、21年11月に宗本氏は液体ヘリウムを使用する他の2機関へ視察に赴いた。

訪問を受けた工業技術センター 萩貴之主任研究員は「お話を頂いた時は、当センターから琉球大学まで車で40分近くかかるためヘリウムガスを運送することは現実的ではないと考えていた。ただ、予算の都合上、NMRに液体ヘリウムを満充填出来ない状況が数年間続いていた。更に価格高騰すると装置を維持出来なくなる可能性もあり、試験的に始めてみることにした」とする。

当時は回収方法も運送方法も分からず、日々のくらのボイルオフガスが出ているのかも把握出来ていなかったという。「当センターがリサイクル出来るようになったのは気軽に相談出来る宗本さんがいたこと、運送方法などを柔軟に色々試しながら進めていくことが大きかった。始める前に全て決めてからやる



工業技術センターのNMR

うとしたら、進まなかっただろう」(萩氏)。

工業技術センターは22年1月から、健康バイオセンターも同年5月からリサイクルを開始した。

可搬式ガスバッグで対応する少量ヘリウムユーザー

工業技術センターは県内資源を用いて産業界に活用する研究機関である。400MHzのNMRを1台設置しており、その液体ヘリウム消費量は年間200ℓである。圧縮機など設備投資するには過剰投資となる可能性が高かったためガスバッグによる回収を取り入れた。

NMRのヘリウム回収には、入熱による日常のボイルオフガスと、液体ヘリウムを補給する際に液と入れ替わりで排出されるガスの、二通りがある。同センターでのガス回収・液供給の流れを見ていこう。

まずボイルオフガスの回収では、床の空きスペースに置

いた可搬式ガスバッグにNMRからのホースを繋ぎ、ガスを貯めていく。ガスバッグはダイゾースカイピア事業部製の封筒型ガスバッグ「スカイピアバッグ」を3個使用。1個で1m³充填可能で2週間ですみ分溜まるという。

3個のガスバッグが一杯になったところで運送業者に依頼し同センターから車で40分ほどの琉球大学へ運ぶ。因みに同センターでは軽貨物運送業(貨物軽自動車運送事業者)の赤帽を使っている。高さ2.1mの荷台にガスバッグが3個収まる。

受け入れ先である琉球大学の極低温施設に到着すると、ヘリウムは同施設の設備でガスバッグから抜き取られ圧縮・液化貯蔵される。

NMRへの液ヘリウム充填ボイルオフガスを回収

一方、半年毎に行われるNMRへの液体ヘリウムの供給フロアは次の通りだ。液充填時には大量のガスが出るため、多数の可搬式ガスバッグと、膨らんだそのガスバッグを運べる車輛が必要になる。同センターは赤帽とは別の運送業者にバンボディーの中型トラック(4t箱車)を依頼している。このトラックでま

ず琉球大学の液体ヘリウム容器(100ℓ満タン)と可搬式ガスバッグを借用してくる。琉球大学のガスバッグはゴム引布の円筒形で直径77cm、長さ225cmの1m³、全部で12個ある。運送中も液体ヘリウム容器からはボイルオフガスが出てくるため、ガスバッグを一つ繋いでおく。

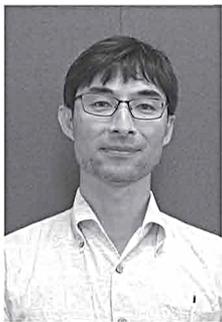
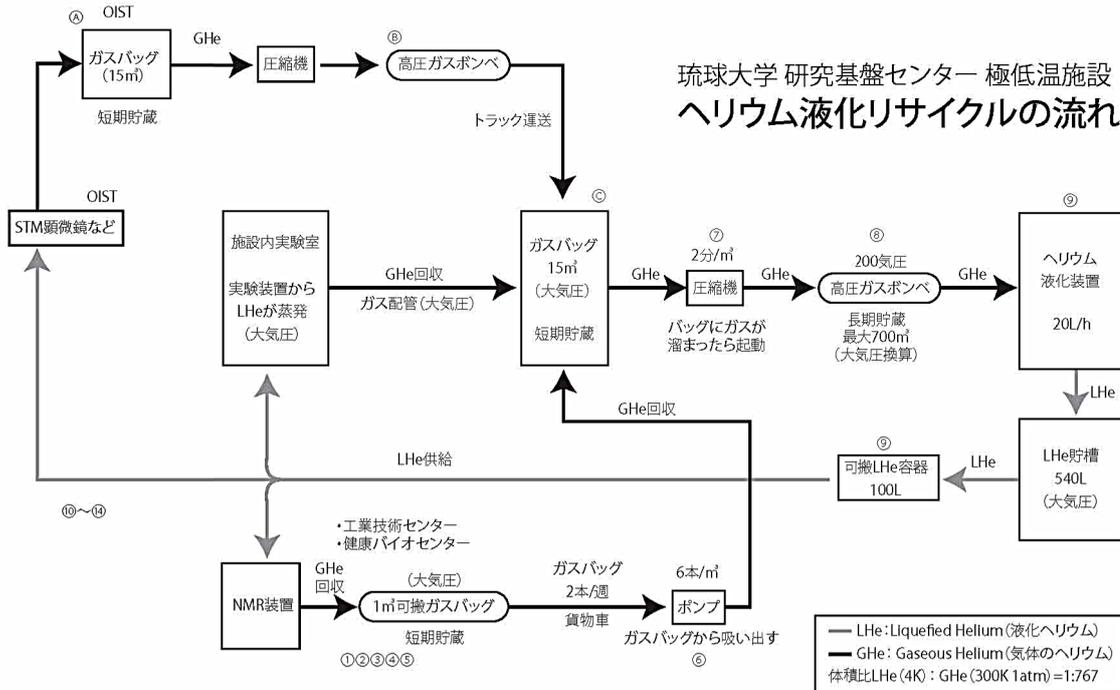
液体ヘリウム充填作業はNMRメーカーであるブルカーが行う。充填はトランスファーチューブを用いるが、初めに同チューブを予冷する必要がある。チューブの片側を液体ヘリウム容器に挿し、他端から出てくるボイルオフガスは大気放出せずにガスバッグに回収。

予冷は3分程度で終了し、NMR側もチューブを挿入。手動式バルーンで圧力を掛けながら液体ヘリウムをNMRへ充填していく。充填は1時間ほどで完了する。充填中は一気に大量のガスが出るため、ガスバッグを次々と交換しながら回収していく。

膨らんだガスバッグはトラックに詰め込まれ、空になった液体ヘリウム容器と共に琉球大学へ戻る。琉球大学ではガスバッグからヘリウムガスを抜く作業を行う。

もう一つの再液化委託元、

琉球大学 研究基盤センター 極低温施設 ヘリウム液化リサイクルの流れ



OIST高田氏

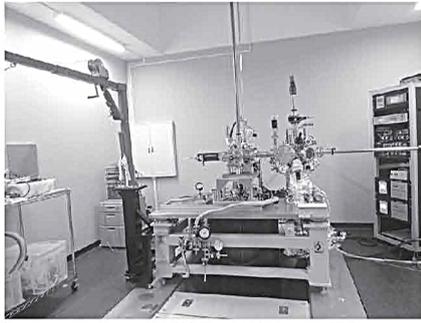
健康バイオセンターでも同様の流れでガスの回収とNMRへの供給を行っている。

工業技術センターの約50倍を消費するOIST

OISTでは、圧縮機や高圧ガス容器を使ってヘリウム回収を行っている。液体ヘリウムの年間消費量は沖縄県工業技術センターの50倍の約1万ℓ。そのうち6000ℓを琉球大学に液化依頼、4000ℓは構内にある液体ヘリウム再凝縮装置を使っている。再液化依頼分は、高圧ガス容器に回収したガスを貯めて琉球大学に送っている。OIST構内にはヘリウムガス回収配管が敷設されており、超電導や極低温研究で使用しボイルオフガスを随時回収している。回収されたガスは10m³のガスバッグに一旦貯められる。一定量になると自動で圧縮機が作動し高圧ガス容器に充填される。高圧ガス容器は10本組のカードが2セットあり交互に琉球大学へと運ばれる。



LHe再凝縮装置



OISTで最もLHe消費量の多いSTM顕微鏡

琉球大学もNMRを2台所

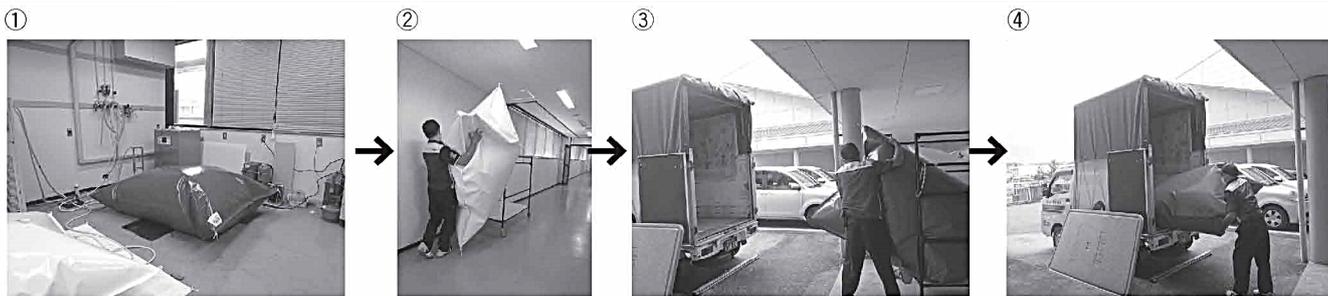
リサイクルがうまくいくには関わっている人々の努力が必要

一方の液体ヘリウム再凝縮装置を使った回収・再液化では、ガスバッグにためたヘリウムガスを圧縮するところまでは同じ。圧縮後、ガス中の水分を除去するため乾燥機を通り再凝縮装置に供給される。再凝縮装置はカンタムデザイン製で移動出来るキャスター付きの機器である。必要に応じて研究棟間を移動させている。22年8月現在2台稼働している。

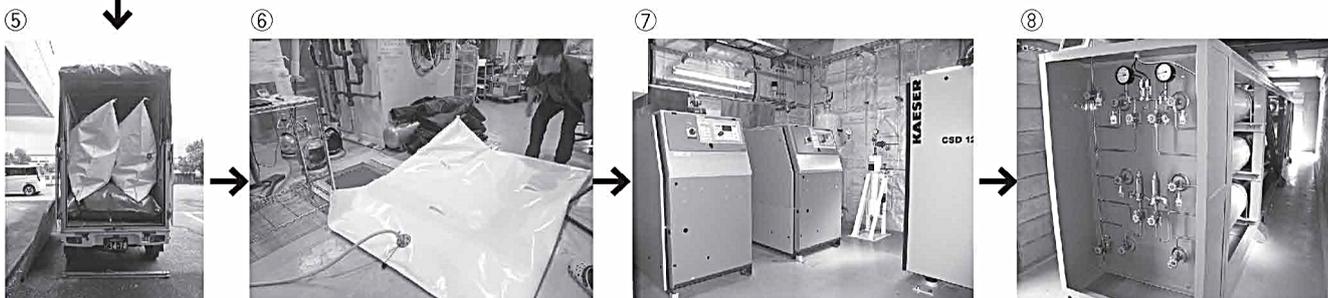
有しているが、極低温施設から離れた場所に設置されておりガス回収配管が通っていないという。ヘリウムタイプだった13年に必要に迫られて回収の検討に着手したが用地や予算面で難航。可搬式ガスバッグを使用している名古屋工業大学、千葉大学から情報を得て現在のガスバッグ式となった。

宗本氏は「19年設立のおきなわオープンファシリテイネットワーク (OpNet)、沖縄県内研究機関の連携組織) の存在もリサイクルに関係している。NMRを運用する2機関との繋がりができたところに、学内で培ったNMRのガス回収手法と、OISTの要請による受託液化の仕組みがあったことで、タイミング良くリサイクルの輪が広がった。技術で研究者をサポートする地域貢献だが、琉球大学はガスを受け入れ液化するだけ。ノウハウ提供や機材貸出はするが、ガスを回収して届けてくれるのは各機関である。皆さん忙しいなか時間を割いて頑張られており、全体としてリサイクルが成り立っている。私もまた OpNet 担当者や事務方などのサポートを受け仕事できています」と述べた。

工業技術センターで回収したHeガスを回収後、琉大で液化したLHeをNMRに充填するまでのフロー

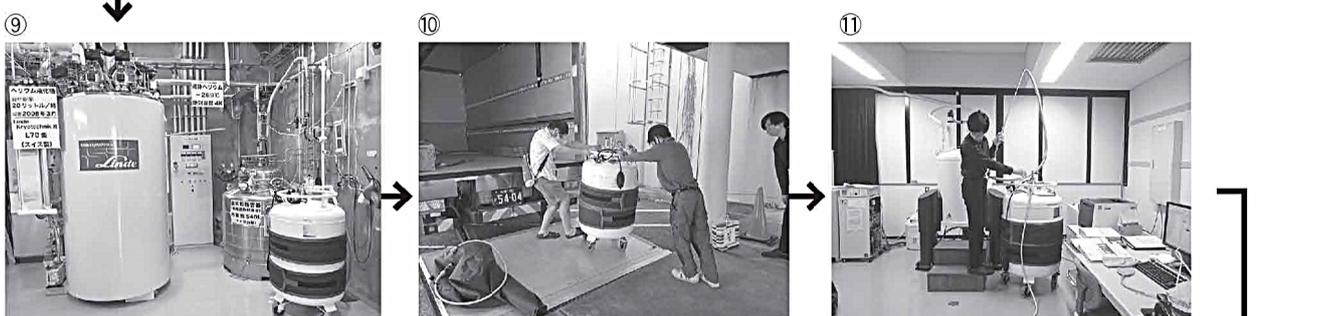


工業技術センターのガスバッグを赤帽トラックで運んでいる



琉大でガスを回収

圧縮機で圧縮後中圧タンクにためる



その後Heガスは液化機(左)で液化されLHe容器にためる

琉大のLHe容器をガスバッグと共に工業技術センターへ運ぶ

NMRへLHeを充填中



ボイルオフガスをガスバッグで回収中

膨らんだガスバッグは空のLHe容器と共に琉大へ戻っていく

OISTで回収したHeガスを琉大まで運ぶフロー



Heガスはガスバッグに回収後圧縮機で容器に充填される。充填後の容器はトラックで琉大へ送られる