

ヘリウム回収用の可搬式ガスバッグいろいろ

宗本 久弥

琉球大学 総合技術部 (研究基盤統括センター 極低温施設)

1. はじめに

ヘリウムは希少資源である。近年その輸入不安定や高騰により、廃棄ヘリウムガスの回収・リサイクルの必要性が増した。^[1]

液体ヘリウム利用で発生するヘリウムガスの回収を新たに始める場合、消費が小規模な NMR 等では導入の容易な可搬式ガスバッグを用いるケースが増えてきた。当地では琉球大学(本学)、沖縄県工業技術センター(工技センター)、沖縄健康バイオテクノロジー研究開発センター(バイオセンター)、沖縄科学技術大学院大学(OIST)で活用している。そこで5種類の可搬バッグを紹介し、得失を検討する。

2. 古式回帰

数十年前、液体ヘリウムは1 L程度のガラスデューワーでよく用いられた。液化室でガラスデューワーに液を直接充填、それを実験室へ持ち帰り、可搬式ガスバッグを担いで液化室へガスを返しに行くのも日常であった^[2]。それが消費量増大と共にキャンパス内へ回収配管が張り巡らされ、可搬式ガスバッグは大学から消えていった。

一方で NMR、ESR、MRI 等がヘリウムの使い捨て前提で普及したが、近年のヘリウム危機(入手難、高騰)によりこれらもガス回収も急務となった。本格的設備導入(回収配管延長や圧縮機設置等)には費用も時間もかかるが、猶予はない。そこで再び可搬式ガスバッグが使われ始めた。

なお、可搬式ガスバッグ自体は現代でもバイオガスや SF6 回収などで現役である。

3. 円筒形ゴム引布ガスバッグ

基布の入ったゴムシートでできており、ゴムといっても伸び縮みはしない。液化室の据付式のガスバッグ(日本では直方体が多い)でも一般的な材質で、ナイロン基布 + CR(クロロプレンゴム、デュポンの商標でネオプレン)が用いられている。

可搬式は従来球形が多かったように思われるが、本学では NMR 用に 1 m³の円筒形を多数用いている(千葉大学の吉本佐紀氏から教わり採用、製造元: 清水防水布、代理店: 明治工業、ガスバルーンと呼称)。



図 1 円筒形ゴム引布ガスバッグ



図 2 円筒形ガスバッグをトラックに積込み

片側の端面中心にガス出入口のゴム管があり、円筒面には持ち手が付いている。カスタムメイドのため、寸法は NMR 室の扉幅や所有するトラックの荷台に合わせ直径 77 cm、長さ 2,250 cm とした。トラックには 3 本積むと丁度よい。重量は空のとき 5 kg、ヘリウムで膨らむと浮力で 4 kg に減る。

ガスの透過は多少あり(ヘリウムの漏出、空気の侵入とも)、膨らませて数日放置すると少しずつ萎み純度も低下する。しかしいずれも若干のため気にせず、定量的データは取っていない。

清水防水布は元々救命用ゴムボート等を製造しており、ガスバッグもその技術で作られ信頼性が高い。丈夫で、2017 年より使用しているが破れたり漏れたりといったことは経験していない。(NMR のガス回収はそれより前の 2015 年より開始している)

ゴム引布ガスバッグは他に藤倉コンポジット、ニッタ化工品(旧・東洋ゴム工業から移管)、気球製作所などが扱っている。

4. ポテチ袋型スカイピア

ダイゾー(旧・大阪造船所)のスカイピアは飛行船の技術で作られている。ガスバリア性に優れたラミネートフィルムでできており、ガス透過は極少である³⁾。ポテトチップス等の袋(の内側)と同じくアルミ蒸着のため銀色だが、傷防止カバーに覆われていてわかりづらい。スカイピアも液化室で直方体ガスバッグの設置例が多い。

ポテチ袋型の可搬式スカイピアは、沖縄県工業技術センターの荻貴之研究員がダイゾーへ相談したことから生まれ、製品化された(2022年)。ガスバッグは平面のシートを貼り合わせて作るため、球や円筒形、直方体は製作に手間がかかる。そこでコストを抑えられる形状としてポテチ袋型となった。空のときは200 cm × 160 cmの封筒型だが、1 m³のガスが入り膨らむと形状も正にポテチ袋である。



図3 ポテチ袋型スカイピア
(試しにカバーを外してみたところ)



図4 赤帽にポテチ袋型スカイピア3個積載

本体のフィルム単体は軽くてヘリウムが入ると浮くが、カバーが重く、またガス出入口もSUSのねじ込みフランジ(20A)のため、合わせて5 kg ~ 7 kg程度になる(バリエーションあり)。荻氏がダイゾーへ使い勝手などフィードバックし、初期バージョンから順次改良が加えられている。カバーが初めの1個は青、2個目からは白、その後緑となってから全国へ普及したが、色により素材が異なり、緑が軽量でよい。

後に輸送手段の改善を図り、赤帽⁴⁾の幌付き軽トラックに積んでみると、偶然にも丁度3個収まった。そこまで意図した寸法ではなかったが、真に良い設計であった。

5. 水バッグ

PVC引布(ターポリン)の直方体で、天面にホースを突っ込む吸水口、片側の妻面下部に吐水口のボール弁が付く。国産品は知らないが、Amazon.co.jpにて「貯水袋 1500L」等で検索すると中国製の出品がいくつも出てくる(「水バッグ」はガスバッグと対比した私の呼び方で、この表記を見たことはない)。

メーカーは複数あり、色は青が多いが水色や緑、黒も見られる。サイズは50 L~20,000 Lの商品があるようだが、可搬式として使いやすいのは1,000 L~2,000 L(1 m³~2 m³)であろう。素材は丈夫だが重い(引布の厚みにより異なり2,000 Lで9 kg~12 kg、寸法は200 cm × 150 cm × 70 cm程度)。あまり大きなものは移動が困難になる。

この水バッグも工技センター荻氏の開拓である(2023年)。商品を見つけ、実際に購入してヘリウム回収に使えるかチャレンジされた。その成果も全国に広まりつつある。

特長は何といても安価な点であり、ガス回収を試行するハードルがぐっと下がる。また液体ヘリウム充填は数か月毎で、そのときだけ大量のガスが発



図5 2 m³水バッグ(附属のボール弁は不使用)

生するという施設では、それに見合う量(やサイズ)のガスバッグ(や圧縮機)は高価で揃えにくく、さらに据付式となれば設置スペースにも難がある。そこで水バッグの出番である。費用が抑えられ、充填時だけ展開すれば場所も占有しない。

欠点はやはり透過で、これも定量的データは取っていないが、数日間であってもガスを貯蔵するのには向かない。工技センターとバイオセンターでは、日々の少量のヘリウム蒸発はスカイピア数個で回し、液充填時のみ水バッグを多数投入してその日のうちに本学へ輸送(4t 箱車)、ガス抜き取りまで完了するように運用している。

他にも難点として、仕様が Amazon の記載どおりでない、写真が違う、持ち手の有無や形状が不明、吐水口の口径が届いてみるまでわからない等がある。吐水口はガス出入口に用いるが、太過ぎる(25A~40Aを経験)。40A は異径継手 2 段重ねにした。

給水口は無用だが、その蓋は気密性が悪く、荻氏の案により二通りの対策を取っている(図 6~7)。液状ガスケットでもよいが、ここは平行ねじのためシールテープでは厳しい。品質管理も甘く、新品でも



図 6 水バッグ給水口の漏れ対策例 1
シリコン栓を詰めて余分をカットし蓋をする



図 7 水バッグ給水口の漏れ対策例 2
外周に厚手のパッキンを入れる

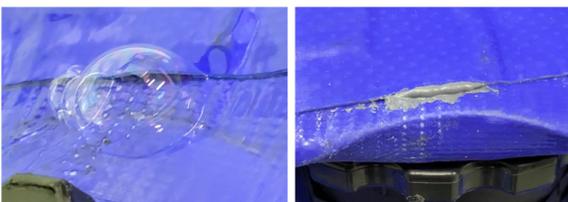


図 8 新品水バッグの漏れ補修(液状ガスケット)

シーートの継目から漏れたことがある(図 8)。

また直方体のため、ガスを吸い出すとき形を調えるのに苦勞し、上手くやらないと折り畳めなくなる。

軟質 PVC に特有の注意点も挙げる。当地ではないが、気温が低いと硬くなるかもしれない。経年で可塑剤が滲出し、べたついたり脆化する可能性がある。保管時は他の樹脂製品との接触を避ける。これらは可塑剤の配合次第なので、個々の製品により異なり、数年かけて様子を見ないとわからない。

補足:PVC(polyvinyl chloride、ポリ塩化ビニル、塩ビ)には硬質と軟質があり、硬質は例えば塩ビ管である。引布に使われる軟質 PVC は軟質塩ビやソフビ(ソフトビニール)とも呼ばれ(例:ソフビ人形)、添加される可塑剤が分子間に入り込むことで柔らかくなっている。その可塑剤が抜け出ると上記問題を生じる

6. 布団圧縮袋

ポテチ袋型スカイピアを見て思いつき、百均の商品でもヘリウムを回収できないか試作した。110 cm × 100 cm の布団圧縮袋に継手を付け、膨らませると 0.25 m³ のガスが入った。放置すると一週間近く浮き続けたが、やはり段々萎みヘリウム純度も低下した。



図 9 布団圧縮袋でガスバッグを試作

作業時はうっかり飛ばしてしまわないよう錘が要り、また平車に積むのは危険である。パンパンに膨らむとファスナーが開いてしまうので、気温や気圧(輸送時の標高)の変化にも注意を要する。傷ついて穴が空かないよう、スカイピアを真似てブルーシート等でカバーもした方がよい。しかし容積が小さく実用性が低いため、試用にとどめている。



図 10 布団圧縮袋で NMR からガス回収(お試し)

7. バランスボール

空気穴にホース継手を差し込むだけで簡単にでき、また布団圧縮袋よりずっと扱いやすい。基布のない軟質PVC製のため、パンパンに膨らませると多少伸展する(今回取り上げたもので唯一)。

容積は直径65 cmの製品でも0.14 m³しかないが、学内の液体ヘリウム輸送で容器からガス回収するには丁度よい。(長距離では回収し切れず複数個必要)



図 11 バランスボールで輸送中のガス回収(実用)

8. ガスバッグの選択

本学で使用するには、所有する平車に積みやすい円筒形がよいが、本学に合わせた寸法では赤帽やバイオセンターの軽トラックに積むのが難しかった。逆にポテチ袋型は赤帽に好適だったが、平車に積むと固定が難しく、トラックシートを被せるなど手間が増える。貨物自動車でない区間(手持ちや台車)の運びやすさや、膨らんだときだけでなく空にしたときの収納なども使い勝手に影響してくる。輸送手段等に応じた形状の設計が大切であり、逆にガスバッグに応じた輸送手段の検討も必要である。

材質はガスバリア性でいえばスカイピアが最高であるが、扱いやすさやコストも無視できない。素材の厚みにもよろうが、個人的にはゴム引布が柔らかく軽めで扱いやすく感じる。収納時に折り畳んだり円柱状に巻き取るのも容易である(図 12 左)。スカイピアのカバーや水バッグはそれに比べると少し堅いが、平たく巻き取ることはできる(図 12 右)。また、耐久性は今後の検証課題である。



図 12 ガスバッグを巻き取って収納

9. まとめ

ヘリウム回収用の可搬ガスバッグとして円筒形ゴム引布、ポテチ袋型スカイピア、水バッグ(PVC引布)、布団圧縮袋、バランスボールの5種類を紹介し、各得失を述べた。それぞれ形状と材質が異なるため比較は単純でない。比較表は取って作らなかった。

バイオガスやSF6用のガスバッグが流用できないか探しているが、手頃なものはない。水バッグの活用は傑作である。新たなアイデアによる従来ないガスバッグの登場も期待する。

ガスバッグが可搬(輸送用)であるからには、ホースや配管との着脱を伴う。それには継手も重要だが、その話は機会を改めたい。

最後に、ガスバッグに関する情報や資料の提供、ご助言をいただいた諸氏に感謝し、特に本報告書作成にまでご協力いただいた沖縄県工業技術センター主任研究員の荻貴之氏に厚くお礼申し上げます。

参考文献 (url は 2026 年 2 月 20 日現在)

- [1] https://www.ltc.u-ryukyu.ac.jp/helium_recycle/
- [2] 和田裕文、液体ヘリウムと付きあって 40 年、九州大学低温センターだより No.17、1-5、(2024)
- [3] <https://www.daizo.co.jp/skypia/membrane/membrane.html>
- [4] <https://okinawa.akabou.jp/>