

学内 N₂ 供給量の推移

伊藤 暢晃

ナノマテリアルテクノロジーセンター

概要

本学では一部の研究室、施設に対して学内液体窒素貯槽から N₂ ガス配管を繋ぎ、ガスを供給している。昨年度の報告ではこの N₂ ガス消費量を調査するための流量計設置作業と数値の速報を記した^[1]が、今年度はその後 1 年間での推移と今後の展望について述べる。

1 背景 (昨年報告の再掲)

本学には 3 基の液体窒素貯槽があり、その内訳はナノマテリアルテクノロジーセンターの N₂ ガス取り用 (以下ガス取りと略す)、同ナノマテリアルテクノロジーセンターの N₂ 液取り用 (以下液取りと略す)、ヘリウム液化室 (以下液化室と略す) である。私は上 2 つのガス取りと液取りの 2 基を担当している。

図 1 にガス取りと液取りの現場写真、N₂ ガス経路模式図を示す。

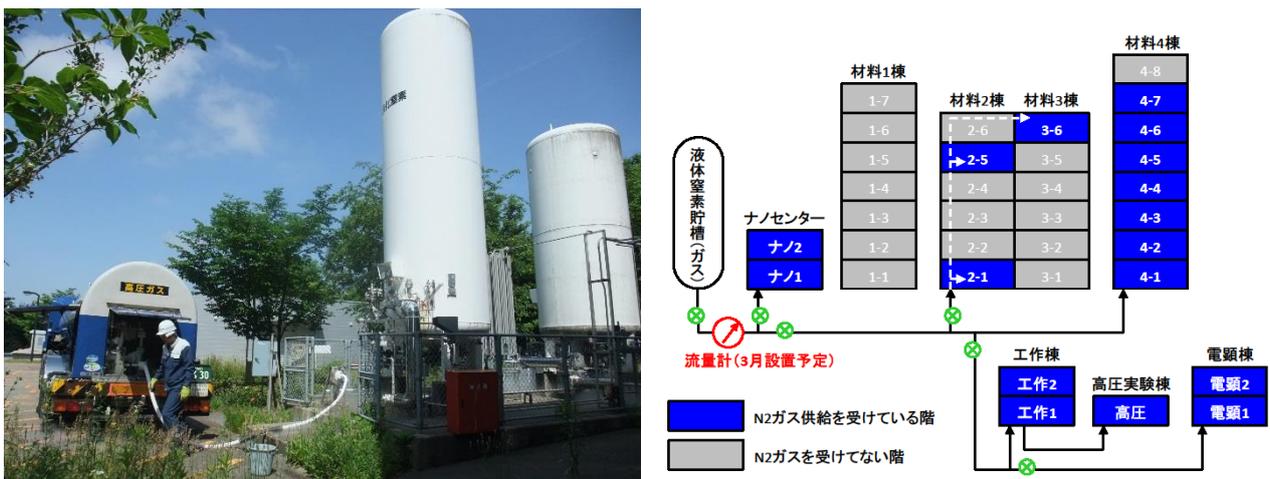


図 1. (左) 液体窒素購入時の現場写真、右側に見える 2 本の貯槽のうち、写真左側がガス取り用、右側が液取り用。(右) 本学の N₂ ガス配管模式図。青色で塗った階にガスを供給している。今回設置したガス流量計は赤色で表記してある。黄緑色で表記してあるのはバルブ。

2 液体窒素の購入量

2013 年度の液体窒素の購入量を図 2 に記す。これは会計課の協力を戴いて作成したものではあるが、供給時に区別をされていないガス取りと液取りは分けることが出来ないため、私が立会い時に記録を取っていたタンクローリー上の数値を元に割り出した。

大学全体での液体窒素購入量は年間およそ 25 万リットルで、購入費用は約 1000 万円掛かっている。そのうちガス取り、液取り、液化室の割合は、おおよそ 43% : 43% : 14% となった。

液化室における液体窒素の用途はヘリウム液化作業であり、一部を近隣の研究室に融通しているとしても、

あまり無駄遣いをしているようには思われなし、例え節約しても削減幅は小さいと思われる。液取りは一部がナノマテリアルテクノロジーセンター棟のクリーンルーム内にある装置に繋がっているとはいえ、基本的にはデュワーを貯槽前まで持って行って汲む方式であり、この時の労力を考えても無駄遣いはあまり大きくないと言える。それに比べてガス取りは、上記図 1 (右) に青色で塗った階でガス配管をひねれば出てくるものであり、消費量の記録も一切取られていない。そのためユーザに悪意がなくとも、無駄遣いがある可能性が非常に高い。

私が取り組んでいるこの流量計計画の最終的な目標は、この無駄遣いを削減して支出費用の抑制へとつなげることである。2013 年 3 月に設置した流量計 (根幹) はあくまでも最初の一手であり、以後も予算が下りるたびに建物ごとへ、さらに (消費量が多い特定の建物があれば) フロアごとへと進めるプランを持っている。ただし部屋ごとに流量計などといった煩雑すぎる管理社会を目指すつもりはない。あくまでも「N₂ガスはバルブをひねれば勝手に出てくるものではない。ちゃんと見ているから無駄遣いはやめましょう。」というメッセージを発信し、ユーザー一人ひとりに無駄遣い削減の気持ちを持っていただくのが目的である。

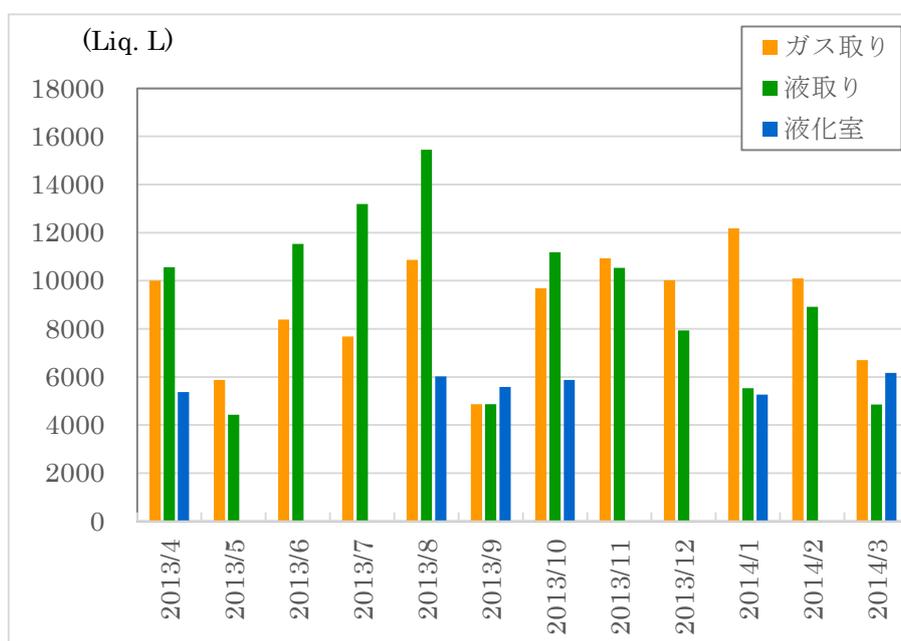


図 2. 液体窒素の購入量 (会計ベース)

3 流量計と貯槽付属のメータから計算されたガス N₂ 消費量のデータ比較

無駄遣いの抑制が最大の目的と記したが、本学は運営ポリシーとして窒素関係で課金をしていない。私もその方針を変えるべきではないと思うのだが、一部の研究室からは「流量計計画は将来の課金を目的としているか、もしくは消費量の多い研究室を槍玉に挙げるつもりなのではないか？」という疑いの目を向けられている。そのため「流量計の設置が直接無駄遣いを減らすわけではないから、このような計画は止めるべき」「流量計設置前に行っていた液面高を基にした消費量の計算などは、数字が一人歩きするので一切するべきではない。」「全実験室に流量計をつけるまでやる気か」といった批判をずっと受けてきた。

この章では従来からの液体窒素貯槽液面高を利用した消費量計算方法 (計算の詳細は昨年度の報告に記載) と、実際の流量計の値を比較してみることで、上述の「数字が一人歩き～」はどこまで妥当だったのかを検証するものである。

図 3 は従来法である液体窒素貯槽備え付けの液面高を元に消費量を計算したもの (緑) と、流量計の記録 (赤) を比較したものである。液体窒素貯槽の液面高は全勤務日の朝・夕に記録を取っており、さらに購入

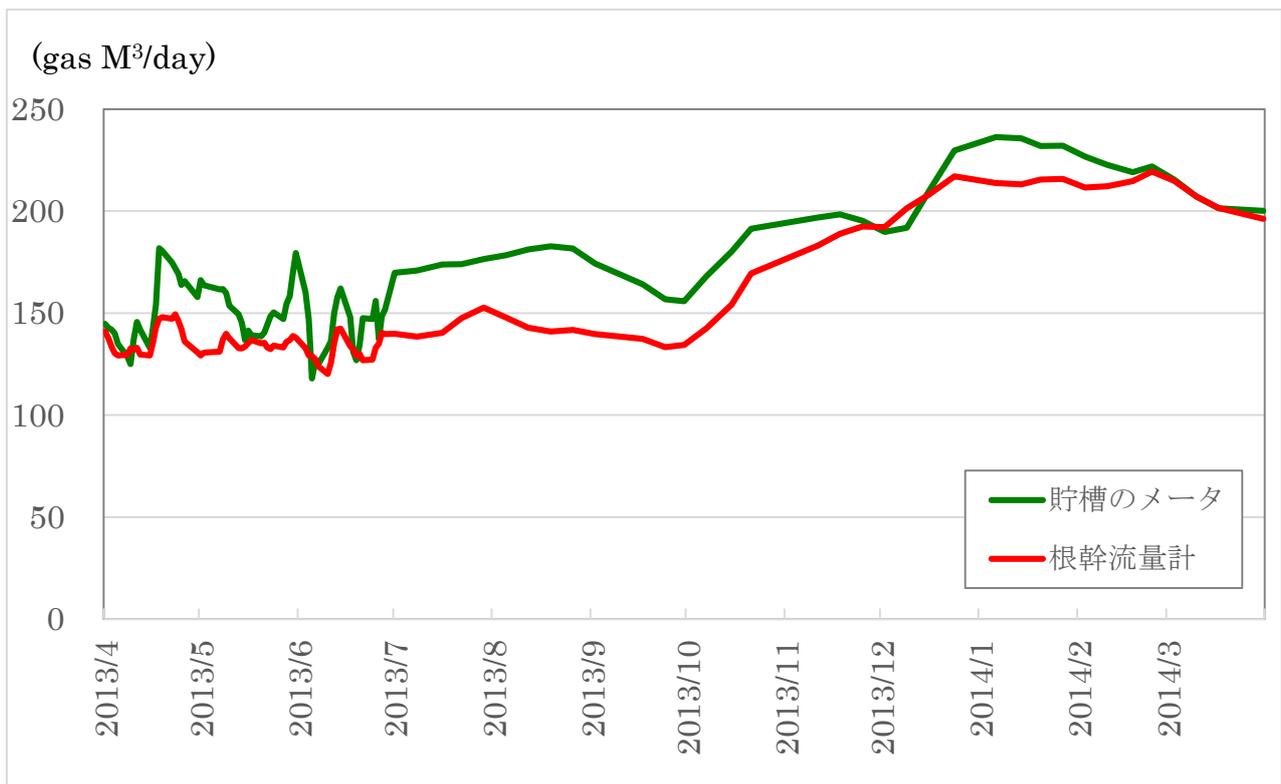


図3. 液体窒素貯槽の液面高をもとにした消費量の計算結果（緑）と流量計のデータ（赤）

（タンクローリー充填）時にも記録を取っている。一方の流量計の方は3月の流量計設置以後、6月末までは全勤務日の朝・夕に記録を取っていたが、データの一貫性が大変優れていたために7月以降は毎週1回まで測定ペースを落とした。図3の途中で上下の変動具合が変わっているのはそのためである。

傾向として貯槽のメータ（緑）の方が常に幾らか高い値を指している。これは貯槽の内圧が6.0 kgf/cm²を超えると放出弁が開き、自動的に気化したN₂を放出しているからだと考えられる。貯槽のメータは純粋に貯槽内の液体窒素の減少量（放出ガスを含む）を見ているのに対し、流量計は建物に入ってきたN₂ガスを測定しているため、放出ガスの分を含んでいない。

4 タンクローリー充填間の内圧の変化と、改善策

上述した放出に関して詳細に述べる。下記の図4を参照していただきたい。タンクローリーを呼んでの充填時は、充填作業をしやすくするために内圧を4.5 kgf/cm²まで落としている①。これは下げられるだけ下げたほうが良いと言えるのだが、下げすぎると内部の装置が異常を示すことがあるので4.5 kgf/cm²を一つの目安にしている。充填完了後は昇圧弁が自動で開き、内圧を5.0 kgf/cm²まで上げる②。その後一週間以上の時間をかけて、外部からの熱進入により内圧が徐々に上昇していく③。内圧が6.0 kgf/cm²程度まで上昇すると放出弁が自動で開き、内圧の上昇を抑える④。液体窒素の残量が減ってきたところで新たなタンクローリー充填を呼んで、再び4.5 kgf/cm²まで減圧される⑤。

この過程で④の時の放出が問題である。折角のN₂ガスを大気に捨てているのだから無駄と言う他はない。破線で示したものは放出分を模擬的に表現したものである。

ここで③は外部からの熱進入によるものであるから改善は難しい。④の放出弁をより放出しなくする（閾値を高くする）というのは内圧上昇を招くため危険である。ところが②の昇圧は操作の余地がある。昇圧の閾値をより低くして、4.5 kgf/cm²では弁が作動しないようにすれば、図の青線のように振舞うと考えられる。これによって放出の量を減らすことが出来ると考えられる。

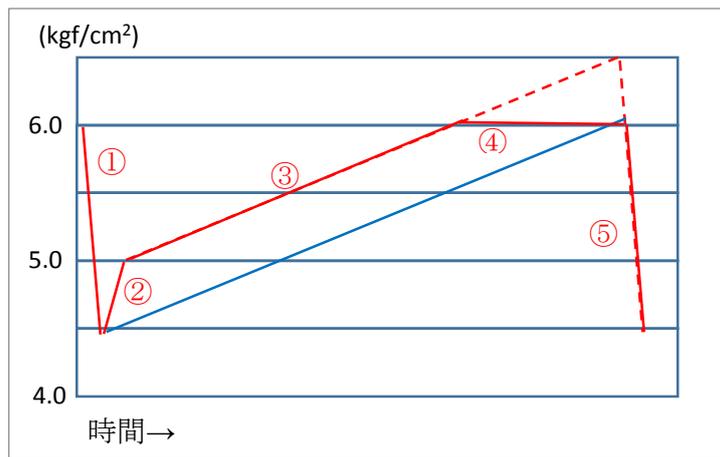


図 4. 内圧の変化を模式図で示したもの

弁の調整はネジを回すだけだと考えられるが、失敗したときのリスクは非常に大きい。また調整の効果は数日、数週間単位で現れるものなので、回しすぎが心配される。出入り業者の（株）宇野酸素と良く話し合っ
て進める必要があるだろう。

5 現実と今後の展望

図 3 には現れていないが、現実には流量計の設置によって液体窒素（ガス取り）の消費量を抑える効果があ
った。2013 年の消費量（図 3）は、ここに記していない 2011 年、2012 年の消費量よりも減っているのだ。

これまでもナノマテリアルテクノロジーセンター長名で「無駄遣いをしないでください」という旨のメー
ルが送られたりしていたが、効果は薄かった。また貯槽の液高から読み取る方式を行っていても、信頼がな
かったのか変化は見られなかった。「流量計によってしっかり見られている」というのはそれだけ効果があっ
たのだと思っている。（詳細な減少量はここでは記さないが、既に流量計設置費用分の元は取れた。）

今後はセンター長との協議の結果、ある程度の消費量にラインを引いておいて、そこを連続して超える場
合に数字を添えて警告文を送る予定になっている。人間は忘れる生き物なので、ある程度時間が経ったとき
には消費量が元に戻ってしまうことも考えられるからだ。

6 参考文献

[1] 伊藤 暢晃 北陸先端科学技術大学院大学 技術サービス部業務報告集 平成 24 年度 (2013)

http://www.jaist.ac.jp/tech/archives/doc/h24_houkokusyu.html