

Title	学内N_2供給配管への流量計設置
Author(s)	伊藤, 暢晃
Citation	国立大学法人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: 75-78
Issue Date	2013-08
Type	Others
Text version	publ isher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11908
Rights	
Description	

学内 N₂ 供給配管への流量計設置

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。今年度はこの配管での消費量を調査するために流量計を設置したので、その経緯と種々の計算を紹介する。

1 液体窒素貯槽と配管経路図

本学の液体窒素貯槽は 3 本あり、うち 2 本がナノマテリアルテクノロジーセンター（以下ナノセンターと略す）、もう 1 本が液化室に設置されている。図 1 にナノセンター棟脇の 2 本の現場写真を、図 2 に N₂ ガス経路の模式図を示す。



図 1. 本学液体窒素貯槽（ナノセンター脇）左にあるのは業者のタンクローリー（写真は購入している時のもの）、右側の 2 本の貯槽のうち、左側がガス取り用、右側が液取り用となっている。

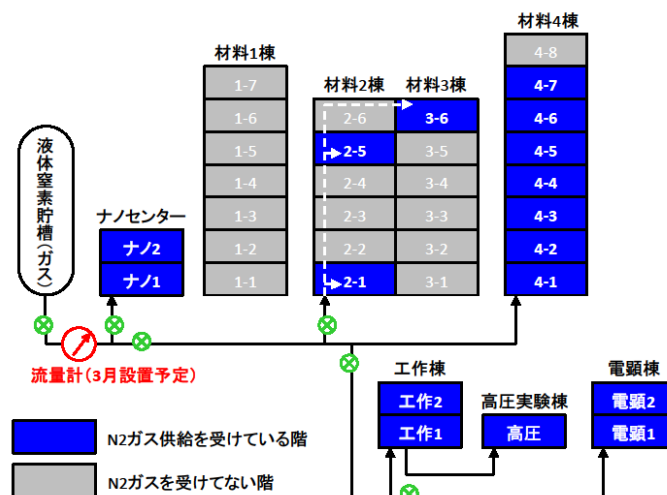


図 2. 本学 N₂ 配管模式図。青色で示す階のみにガスが供給されている。

2 流量計の設置作業

設置作業は 2013 年 3 月 23 日（土）に行った。この日に行った理由は、これが年に一度実施されている計画的全学停電の日だからである。本学内のあちこちで行われている実験作業に支障をきたさない日程として、もともと実験ができない停電の日ならば、新たに支障を増やすことがないという配慮である。

2.1 流量計の選択と場所決め

一言で流量計と言っても多種類ある。そのため出入り業者の宇野酸素（株）と協議を行った結果、アズビル社製 MCF0150 を選んだ。これは流量 10～500L/min で±5%の誤差というスペックを持ち、最大値が約 10 年前の液体窒素貯槽真空断熱悪化事故（原因は不明ながら断熱が劣化して消費量が増大した。後にロータリーポンプで真空引きをして治った。）の際の最大量をカバーできること、電気式でボディーが小さいので設置場所の要求にも合致していることなどが理由である。

流量計の設置場所はアクセス性（人間が見やすいところ）、既設配管からの新設距離を短くすること、他機器への影響を最小にすることなどから、本学ナノセンター機械室内の壁に設置することにした。

2.2 実際の設置作業

上述のように、設置作業は本学が全学停電している中で行った。そのため図 3 で示すように、作業用の灯光器を 2 台、発電機を 2 台用いた。この発電機の用意という言葉だけなら簡単そうに聞こえるかもしれないが、実際には流量計設置場所であるナノセンター機械室の隣にある電気室の中に配線を通す必要があり、それはすなわち停電の本来の目的である電源群メンテナンス作業に支障をきたす可能性があるということである。よって作業トラックの駐車場所をはじめ、停電作業を管轄している本学施設管理課に何度も折衝をし、ご協力を頂くことになった。ここに深くお礼を申し上げる。

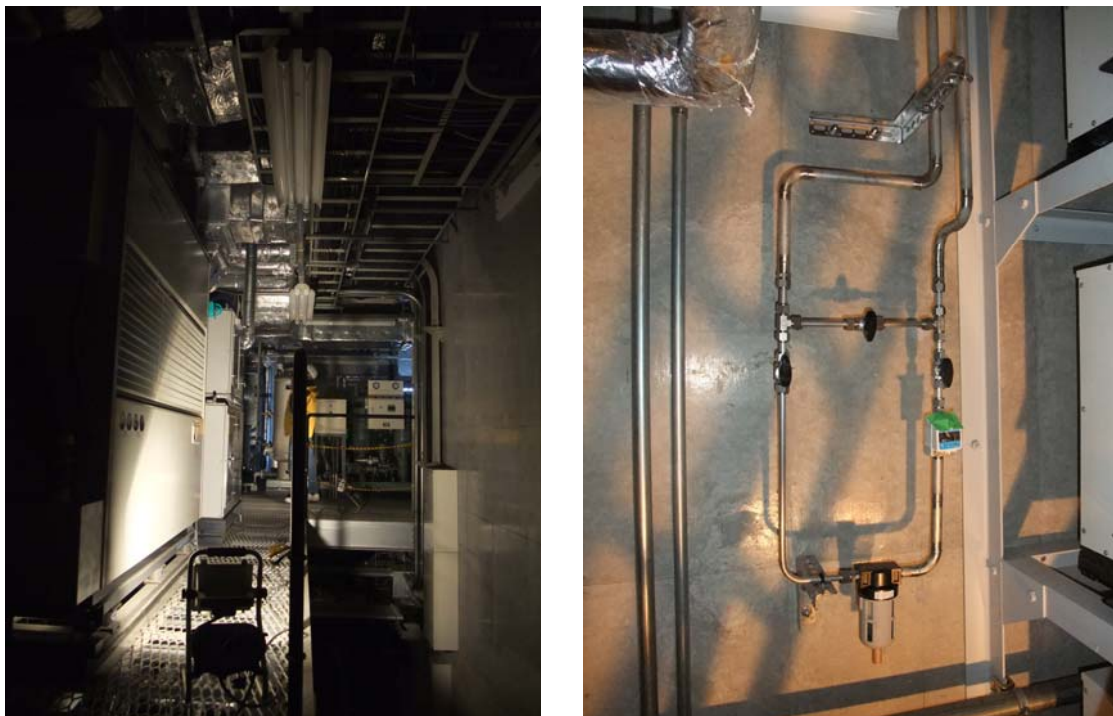


図 3. 流量計設置作業時の写真。（左）灯光器に照らされたナノセンター機械室の様子。（右）設置作業完了直後の流量計。ガスは上部の配管から曲げられて人間の高さまで下りてきて、この部分を反時計回りに回る。配管の下側部分に見えるのはフィルター、右手の小さい物が流量計本体である。実際には電源として単 3 電池 4 本分の電源ボックスが付属する。上にある 3 つのボールバルブは異常時用のバイパス経路である。

3 流量計と貯槽付属のメータから計算された本学 N₂ 消費量のデータ比較

液体 N₂ 消費量を知るのに流量計は有効な手段ではあるが、それに頼るだけでは芸がない。流量計に頼らずに消費量を計算する手法として、液体窒素貯槽付属の液量計（液高計）から消費量を計算することができる。この章ではこの方法を紹介し、実際の流量計のデータと比較してみる。

3.1 貯槽の液量計から流量を計算する方法

本学のガス取り用液体窒素貯槽（イワタニプラントック社製、CEA-10）には図 4 で示すような液量計が付いている。



図 4. ガス取り用液体窒素貯槽に付属しているメータ。左が液量計、右は内圧計。液量計の単位は mmAq（水に換算して何 mm の高さ分の上下圧力差があるかを表示）である。

このため以下に示すような計算式を用いる

$$\Delta P_{meter} \times (SG)^{-1} \times \pi r^2 \times 10^{-6} = \Delta V \quad (1)$$

ΔP_{meter} 貯槽付属のメータの読み値（単位：mmAq）の一定期間の変化量

$SG = 0.808$ 液体窒素の比重。mmAq（水の高さ）単位を液体窒素の高さに変更する。

$\pi = 3.14$ 円周率。貯槽の断面積を出すために用いる。

$r = 750$ 貯槽内筒の半径（単位：mm）

10^{-6} mm³単位を L 単位に変換するために導入した係数。

ΔV この期間内に減少した液体 N₂ の体積。単位は L。

代入して計算してみると

$$\Delta P_{meter} \times (0.808)^{-1} \times 3.14 \times 750^2 \times 10^{-6} = \Delta V \quad (2)$$

である。

この数値と、3 月に設置した流量計の結果とを比較したものが図 5 である。

4 真空断熱悪化事故後 10 年経って、本当に貯槽は健康体なのか

上述しているが、本学のガス取り用液体窒素貯槽は 2003 年頃に真空断熱が悪化する事故を起こした。後に業者さんの手でロータリーポンプを用いて真空引きを行い、修理されたことになっているが、本当に健康体なのか否かをこの流量計設置作業と同時に調査した。

調査手法は極めて単純である。流量計の設置作業では N₂ 配管への汚染防止のため、上流側も下流側もバルブを出来る限り閉鎖する。この閉鎖時間での液体窒素貯槽の変化を見るというものだ。実際のバルブ閉鎖作

業の写真を図 6 に示す。また表 1 に設置作業前後のメータ記録を示す。

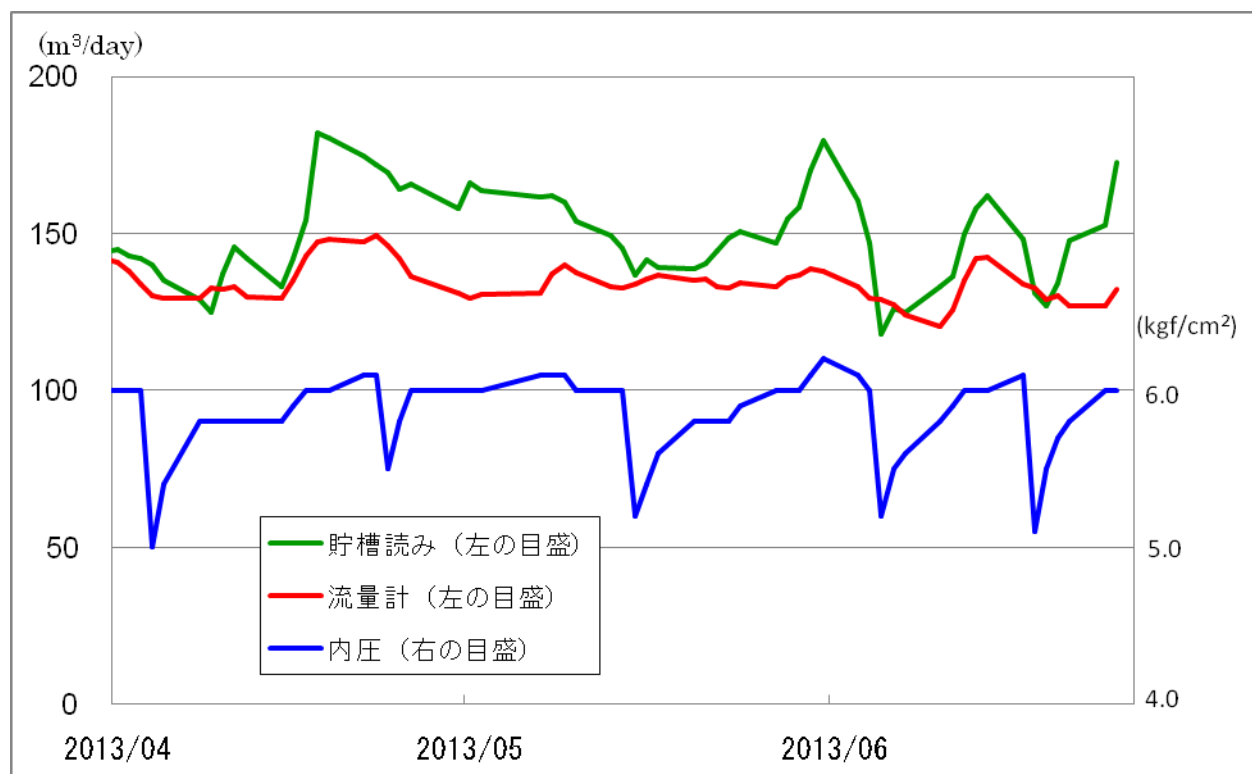


図 5. 液体窒素貯槽に付属しているメータから(2)式で読み出した値（緑）と、流量計の結果（赤）。類似している時もあるが、貯槽側が大きく出る時もある。この理由として内圧上昇に伴うガス放出（自動）が考えられるので内圧も示した（青）。内圧が 6kgf/cm^2 くらいになると放出が始まるのか、差が大きくなる。



表 1. 流量計設置作業前後の貯槽メータ値

	流量計の値(mmAq)	内圧(kgf/cm2)
作業前 (8 時 46 分)	2510	5.6
作業後 (14 時 23 分)	2510	5.9

図 6. バルブ閉鎖作業

仮に流量計の読み取り誤差を $5(\text{mmAq})$ と仮定すると、作業前後の時間を 5.6 時間として、(2)式から

$$5(\text{mmAq}) \times 2.19 \times \left(\frac{24}{5.6} \right) = 46.9(\text{L/day}) \quad (3)$$

と放出量を見積もることができる、実際にはこれ以下であると思われる、本学としても許容範囲内である。

5 まとめ

流量計の設置作業を行い、同時に以下 2 つのことが分かった。今後は学内において N_2 の無駄遣いが無いように、見守っていきたい。

1. 図 5 で示すように液体窒素貯槽の流量計からもある程度の消費量推定が可能である。
2. 本学ガス取り用液体窒素貯槽は約 10 年前に断熱悪化を起こしたが、現在は健康であると言える。