

液化室だより

東大物性研究所 <http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/labs/cryogenic/>

液化機の寿命

日本人の平均寿命は約82歳らしいが、ヘリウム液化機の寿命はどのくらいなのだろうか？

人の場合には、生まれてから死ぬまでの時間であり単純明快であるが、液化機の場合には少し勝手がちがう。それは、**機械的（物理的）な寿命**と、**能力的な寿命（能力限界）**があると考えられるからである。

機械的な寿命とは、経年変化等によって液化機を構成している部品等が壊れ、液化機を動かすことが出来なくなることと言える。例えば、液化機の頭脳であるシーケンサーを構成しているモジュールが故障したり、ガスの流れを制御しているバルブが壊れたり、そのバルブを操作してる制御器が壊れたり、と様々なことが考えられる。

しかし、修理や代替品への交換等により元の状態に戻すことができるので、**機械的な寿命は半永久的といえるのではないだろうか**。実際には、修理するよりも新しいものを買った方が安くなってしまいう時期がくると思うので、半永久的とはいい難いかもしれないが・・・。

また、定期的にメンテナンスをしなければ、機械的寿命はどんどん短くなると考えられる。特に、液化用圧縮機には必要不可欠であろう。

それに対して、**能力的な寿命**とはなんだろうか？それは、利用者の需要に対して必要量を生産することが出来るかどうかといったことではないかと思う。

今ある液化機は、1999年3月に設置されたので2006年8月現在**8年目**に突入したことになる。しかし、**能力的な寿命**の場合には経過年数は関係ないと思う。

経過年数とともに液化率が落ちるという話を聞くが、それは機械的な寿命の範疇ではないかと思う。フィルターが詰まるとかバルブの動きが悪いとか、風量が落ちたとか、どれもメンテナンスや部品交換等で対処できるのではないだろうか・・・

さて、液化機の能力だが、今あるLinde社製 TCF-50は、純ガスを使った場合には200L/hの液化能力があり、不純ガスの場合には190L/h程度になる。では実際に、この液化機でどのくらいの液体ヘリウムが作れるのか計算してみよう。

単純に考えると365日×24時間×200 L/hとなるが、年中無休で終日運転というのは不可能なので、もっと現実的な計算をする。

液化機は定期検査、保安検査、職員の出張などにより運転出来ない日が必ずあるので、年間**48週**として見積もってみる。また、液化機は、不純ガスでの運転が基本となるので、液化率を**190L/h**とする。

$$\begin{aligned} \text{すると年間液化量(L/Year)は、} \\ &= 48(\text{Week/Year}) \times 5(\text{Day/Week}) \times 8(\text{h/day}) \times 190(\text{L/h}) \\ &= \mathbf{364,800}(\text{L/Year}) \quad \text{※クールダウン時間含まず。} \end{aligned}$$

となる。



液化機内部の文字



液化機内部

前述の年間液化量をさらに現実的に考えると、クールダウン時間を考慮する必要がある。このクールダウン時間とは、液化機を冷却している段階でありガスの液化が行われないうえ、ある意味無駄な時間となる(しかし必要な時間である)。この時間は、1回の運転あたり平均1時間くらいであり、運転時間の12.5%になる。これを踏まえると、年間液化量は、**319,200L/Year**となる。

この液化量が十分かどうかは、当然のことながら液体ヘリウムの供給量に関係している。柏キャンパスに液化機を設置した頃は、供給量17万L程度だったが、2005年度の供給量は**22万8,000L**にも増えている。これだけの量を供給するのに必要な液体ヘリウムの量は、小分け時のロス(供給ロス、約30%)を考慮する必要があり、23万Lを供給するためには30%増の**29.9万L**が必要になる。

実際には、汲置方式や容器予冷などにより供給量よりも多く汲み出しをしているので、生産量を汲出量から算出する。

2005年度の汲出量 23.9万L × 1.3 より約 31万Lの液体ヘリウムを消費した計算になる。

これらの数値を比較してみると、

$$\text{需要 (供給量)} : \text{供給 (液化量)} = 310,000 \text{ L} : 319,200 \text{ L}$$

となり、需要と供給がほぼ同じ(液化機の性能限界)であることがわかる。本当の意味での性能限界は、1,664,400L(365日×24時間×190L/h)なので、3交代制等によりさらに多くの液体ヘリウムを生産することは可能である。しかし、現状では3交代制や大幅な超過勤務等はいろいろな意味で非常に厳しいので、今ある液化機を使い同じような勤務体制をとるなら、**供給量の限界は25万L程度**まで、供給ロス等の低減が可能になれば、さらに1,2万L程度の供給が可能になるかもしれない。

どちらにしても、供給量(需要)が毎年増えていることを考えれば、**現状の勤務体制では液化機の更新による生産量アップ**もしくは**液体ヘリウムの効率的利用による現状維持**について検討する必要があるだろう。もちろん**勤務体制の改善**も選択肢の一つである。ちなみに新型の液化機にすると、現状の圧縮機でも30%程度の能力アップになるようなので、**32万L程度の供給が可能**になると思う。また、液化効率の向上により、供給価格も下がるのではないかと思う。

液化機は非常に高価なのだが、将来余裕のある安定的な液体ヘリウムの供給を考え、現在の勤務体制を変えることが出来ないのなら、決して高い買い物とは思えないが、どうだろうか？

液体ヘリウム年度別供給量

