

## ヘリウム液化機のトラブルとその対処

### 1. ヘリウム液化機のトラブル

国立大学法人東京大学物性研究所 低温液化室は千葉県柏市にあり、「ヘリウム液化システム」を有して年間 22 万リットル（2005 年度実績）もの液体ヘリウムを研究室に供給している。これだけの量の液体ヘリウムを外部から購入・使い捨てると莫大な費用が掛かるため、ヘリウム液化システムは無くしてはならないものであり、中でもヘリウム液化機（以下、液化機）はシステムの要である。その液化機に 2006 年 8 月、液化率が低下するというトラブルが発生した。当初は液化機内部の汚れが原因と考え、WarmUp と真空引きによる内部の清掃を行った。これにより一時的に液化率は回復したが、トラブルは解消されず 3 日程（最終的には数時間程度）運転するとまた液化率が低下する症状が現れた。

### 2. 調査と原因

運悪く 8~9 月は 1 年の中でも供給量の多い時期であり、液化機を停止して大掛かりな調査をするという訳にはいかなかった。そこで供給量を確保するための一時凌ぎで、「液化→WarmUp→真空引き→液化→……」といったサイクルで強引に液化運転を行い、まずは液体ヘリウムを生産しながらでも可能な簡単な調査から行った。しかし、液化運転と並行しての調査では限界があったため、2006 年 10 月から液化機を停止して本格的な原因調査を開始した。この期間に大幅な供給制限が伴ったのは言うまでもない。

調査は、タービン及びその周辺、各種センサー類、バルブ類、各部の気密試験、漏れ試験、ガス分析などあらゆる場所、方法に及んだが解明できず、最終的には Linde から技術者を呼ぶことになった。その結果、供給制限開始から 1 カ月ほど経った 11 月上旬になってようやく原因が解明された。原因は「第一熱交換器（図 1）内における LN<sub>2</sub> ラインから LP ラインへの窒素の漏れ」であり、窒素がヘリウム液化系内に侵入していたために不調が起っていた。

### 3. 液体ヘリウムの確保

原因が判ればあとは修理するだけであるが、修理は熱交換器の交換が必須であり、熱交換器の納期だけで 6 カ月、修理完了までには最低でも 1 年を要すると考えられた。

供給停止は、研究に大きな支障を来すのは明らかであり避けねばならず、更に運悪く液体ヘリウムの輸入量が極端に少なくなっていた時期で週 500 L 程度しか外部からも購入できなかった。従って修理の間、できるだけ安価にそ

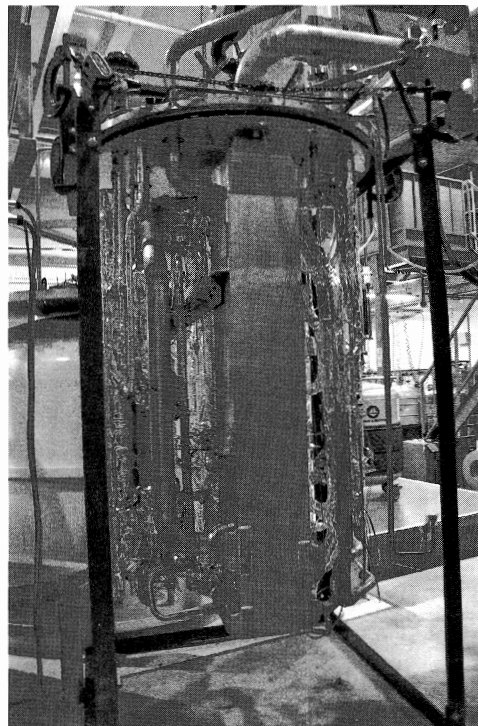


図 1 リークが見つかった第一熱交換器

して安定して供給する必要に迫られ、様々な方法を検討し以下に述べる方法で液体ヘリウムの確保を図った。

#### ① 近隣の機関からの借用

生産・供給に余裕のある機関に協力を要請し、液体ヘリウムを融通して貰うことが考えられ、東大教養学部と機関 A をお願いしたところ、供給量に見合うガスを返却することで各々週 500 L 程度供給（借用）することを快く引き受けてくれた。他機関とのやりとりは、概ね 1 カ月ほど続き、最終的にそれぞれの機関から、3,650 L と 2,262 L の液体ヘリウムの供給を受けることができた。この場合、ヘリウム容器や組カードルの運送費 +  $\alpha$  の費用で済むため、市価よりは安く液体ヘリウムを手に入れることができる。

#### ② 窒素予冷なし（第一熱交換器を使わない）運転

安全性を考慮した上で窒素予冷なし運転が可能だったが、液化率が 1/3 程度になるため、今までの生産量を確保するには 24 時間運転をする必要があり、保安係員や保安係員代理など人員の確保が大きな問題となる。また、運転時間が大幅に増えるため、液化機を含めた設備への負担が増えることになり、消耗品等の交換時期やオーバーホール期間の短縮、さらには寿命等に影響がでるかもしれないが、自前で何とかするには最善の策である。

#### ③ 別の液化機を設置する

新しい液化機を購入することが考えられるが、費用も時間も大幅に掛かるため現状では非常に難しい。しかし、運

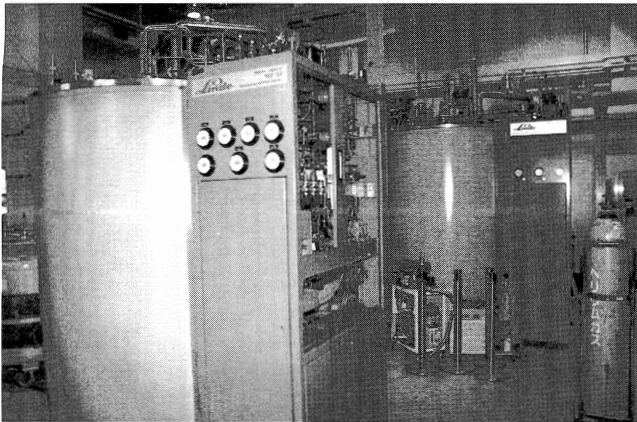


図2 物性研のヘリウム液化機 (いずれも TCF-50)

良く東大本郷地区にある低温センターで液化機の更新があり、廃棄予定の古い液化機を移設することで時間も費用も余り掛けずに代わりの液化機を確保できた。

結局、連続運転の人手が確保できるまでは、A【外部購入+近隣からの供給+窒素予冷なし運転】で凌ぎ、古い液化機移設までは、B【窒素予冷なしによる連続運転】、そして、1号機の修理完了までは、C【2号機の運転】という形になった。このように、いくつかの方法を考えうまく組み合わせることにより、供給制限を最小限に抑え市価よりも安価に、そして安定して液体ヘリウムを供給することができた。また、低温センターの古い液化機を手に入れ、液化機2台(図2)によるバックアップ体制の整った液化システムを構築することができたのは不幸中の幸いであった。

#### 4. 修理後と今後

この一件が片付いたのは2007年10月上旬であり、トラブル発生から1年と2カ月も経ってしまった。修理完了後の液化機は怪我の功名か、プログラムの修正等も行われたことによりすこぶる順調で、10月~12月は例年以上の供給量となった。この調子でいくと、2007年度の供給量は23万リットル程度となり過去最高となるかもしれない。これは様々な方法を模索、実行し、市場より安価な液体ヘリウムを供給し続けた賜だと思ふ。また、移設した古い液化機も順調に動いている。

今回のような大きなトラブルにもかかわらず安価な液体ヘリウムを確保できたのは、1カ月間にもわたりサポートしてくれた教養学部のスタッフや、機関Aのスタッフの方々をはじめ、多くの方々にサポートしていただいたおかげである。また、中古の液化機を確保できたという幸運とともに、液体確保のための方策に理解を示してくれた物性研所長、低温委員長や、柏地区事務部の方々のおかげでもある。今後も関係機関や近隣機関との良好な関係が続けられることを願うばかりである。

なお、余談であるが、2007年12月下旬には機関Bでヘリウム液化機の故障があり、我々が液体ヘリウムの供給を行った。このような相互協力体制を常日頃から整えておくことは、ヘリウム調達の行き先が見えない時節柄、今後ますます重要となっていくのではないかと思いつつ、筆をおきたいと思う。

(国立大学法人東京大学物性研究所低温液化室  
土屋 光, 鷲山玲子, 阿部美玲)