

ヘリウム液化供給とともに40年 —名古屋大学における寒剤供給とともに—

黒川俊和 (極低温実験室)

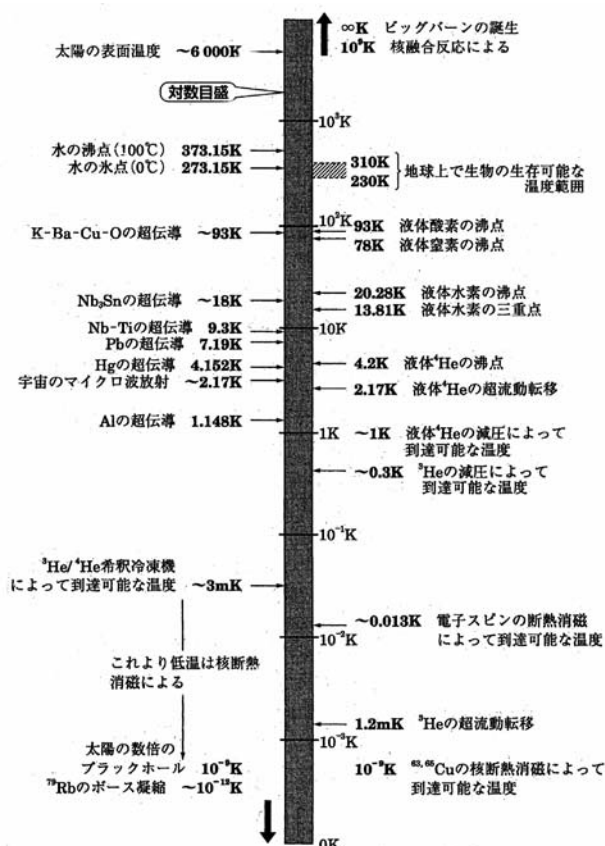
研究教育技術支援室 分析・物質技術系

はじめに

極低温実験室に奉職した1967年頃は、国内において液体ヘリウム温度4.2Kで物性研究可能な研究機関は少なかった。1908年オランダのライデン大学において、カメリン・オネスが初めてヘリウムガスを液化し、水銀の超伝導を発見して以来、おりしも今年は100年目の記念の年に当たる。以降、超低温領域の開発、臨界温度の高い超伝導物質の探索が始まったのだが、1971年には ^3He の超流動の発見、1983年には酸化物系の高温超伝導物質の発見があるなど、低温物性研究の成果を耳にしながら、液化ヘリウムの供給を続けていた。当時は液体ヘリウム温度の実験者は0.3L~3.5Lのガラスデュワーの予冷を済ませて、液化機横に持ち込み、汲み出し終了まで40分近くかかった。液体ヘリウムは血の一滴とまで言われて大切なものであった。低温室においては常に寒剤の安定供給が第一とされ、装置の運転、維持、管理に関する業務全般が当時の技術職員3名の仕事であった。その日常業務の傍ら先輩達は4.2K以下の冷凍機の開発を進めていたが、自分は入職以来もっぱら日常業務の液化供給中心の業務に追われて、新しい機器の開発などの技術

的成果は取り立てて挙げることも無く、40年の月日を送ってきたが、極低温実験室では最低温度領域の開発が目標とあったので、将来は図1にある極低温領域における低温実験をこの手で出来るようになることを夢見てきた。しかし液化機の運転、寒剤の供給を続ける内に、数回の装置の故障対策や更新関連の実務にかかりきりになってしまった。それでもルーチン的な仕事であれ、極低温実験室の主要な業務と心得て、40年間日夜責任をもって取り組んできたつもりである。以下は装置の更新の経過である。

図1



1. 名古屋大学理学部における液化ヘリウム、液化窒素製造装置の更新の経過

- 1960年度(S36.3) 理学部に液体空気製造装置 (日本理化製 液化能力4 L/h) が導入される。
- 1962年度(S38.3) 米ADL社製 コリンズ式ヘリウム液化装置(液化能力8 L/h)が初めて名古屋大学に導入される。
- 1968年度(S43.3) フィリップス社製液体窒素製造装置 (液化能力6 L/h) の新設
- 1970年度(S45.3) M1400ヘリウム液化装置 (液化能力20 L/h) の新規導入 (国内初)
液体窒素貯槽CE-5を導入、全学へ供給開
- 1987年度(S57.3) M1410ヘリウム液化機 (併設) 液化能力20 L/h) のみ更新
- 1990年度(H2.3) M1610ヘリウム液化装置(液化能力70 L/h)の導入、
液体窒素貯槽CE-10を設置、供給能力を増強
- 2001年(H13.8~2) M1610ヘリウム液化機の故障 (オイル侵入)
- 2006年(H18.12) 大型ヘリウム液化装置L140の稼働開始 液化能力120 L/h
液体窒素貯槽CE-20s (20000L) を増設
東山キャンパスヘリウムガス回収配管の完成(全2.7 km)

2. ヘリウムの液化供給業務

1967年～1990年の間は、4～6本/日、個々のメタル、ガラス製のクライオスタットへ供給サービスをしてきた。デュワー瓶にヘリウムを溜めるには、真空引き、予冷、汲み込み、実験、回収まで一連のガス管理が必要であり、低温、高圧ガス、伝熱まで、その物性を知る必要がある。窒素もヘリウムも約700倍に気化するため特に破裂に注意しなければならない。これまで3～4回ガラスデュワー瓶の破裂を見てきた。

1990年以降はユーザー所有コンテナ(10～100L)への供給のみとなり、個々の装置への汲み出しはユーザーが行うことになった。

3. CTI M1400 ヘリウム液化装置

1970年に導入した装置はレシプロ型では最新型で液化能力も20L/hあり、液化機、液化用圧縮機、回収精製装置、PLN106 窒素液化装置、窒素貯蔵タンク CE で構成する。

図2

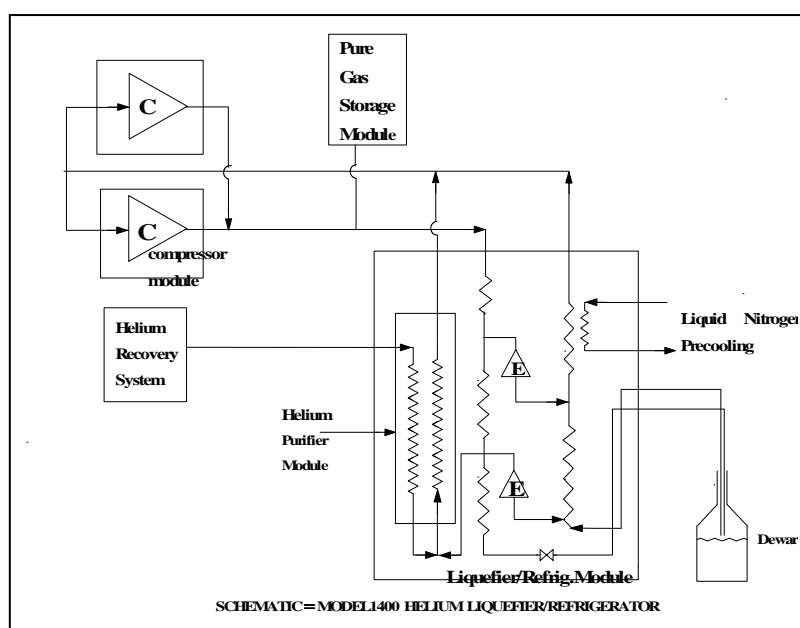


図2は名古屋大学が全国初で採用した往復動型CTI M1400液化装置である。従来の装置が外部精製機型であったものを精製器内臓型でプラスチックピストンを採用して低回転、低騒音のコンパクトにまとめている。この装置の導入に到るまで当時の運営委員長はかなり苦勞をされていた。歴史に残るこの機種も、数年後にはエンジンが故障したため、液化機のみ KOCH M1410 に更新し、さらに他機関より同型機を譲り受けて、併せて液化機2台、圧縮機4台の液化能力40L/hとなった。レシプロタイプの液化装置は今日のメンテナンスフリー機種とは異なり、初期のADL

製CHC-14型(8L/時)の液化機以来、オペレーター自ずから分解組み立てのメンテナンスが出来るように設計されている。そのため運転、維持、管理には専門的な知識と経験を要するものである。

4. 液化装置のメンテナンス(2001)

液化機が連続運転により能力が低下した時は熱交換器、精製機、シリンダーに不純物が蓄積したことが考えられるので定期的(約年2回)に、室温に戻して真空引きをして再生する。液化機のエンジントラブルが発生したときは、マニュアルに基づき、自前で液化機の膨張エンジン分解、組立(ピストン、バルブロッド、カム、シリンダーの清掃、ピストンOリング、フェルトの交換)を行ってきた。HC400 圧縮機のオーバーホールはディーラーに依頼した。



M1610 Engine Flywheel



Piston, Valverod Cam



HC-400 Comp

5. 大型ヘリウム液化装置の導入 2006.12 (H18)

新システムは回収ヘリウムガスカードル70m3×40本と大型液化窒素貯槽 CE-20s と液化窒素補給装置を備

え、液化能力120L/hを可能にしている。

新液化機は膨張タービンを持つロードサイクルを採用し、タービンはDynamic Gas Bearing方式である。また精製器内蔵でクロードシステム内に中圧ドライヤーを置いている。



L140 液化機と 4000L 液化ヘリウム貯槽



液化用圧縮機 DSD280

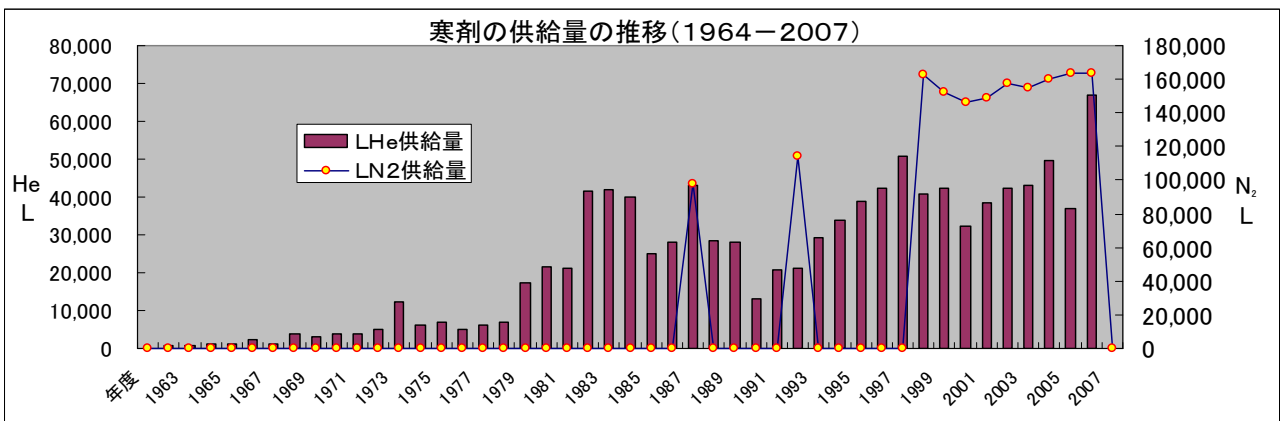


ヘリウムガス回収カードル

6. 東山地区ヘリウムガス回収配管

離れた建物のユーザーはヘリウムの回収はバスバックを利用していたが、キャンパス上空が航空機の航路に当たるため、放たれたヘリウムガスの風船が接触する大災害が想定されたので、まずは理学系建物に敷設することになった。次いで2006年には大型ヘリウム液化装置の導入に併せキャンパス東西に回収管を敷設し、(主管は全長2.7km) ガス回収を安全に行うことができるようになった。配管の材質は全国初の試みとして比較的安価で耐震性もある、ポリエチレン管を採用した。2008年12月現在もトラブルは起きていない。この新しい回収配管を利用する研究室や実験室および建物毎にはガスの純度計や積算流量計を取り付け、常時、回収ガスのチェックを行っている。

7. 寒剤供給の推移(1962-2008)と極低温実験室関係の研究業績(1993-2007)

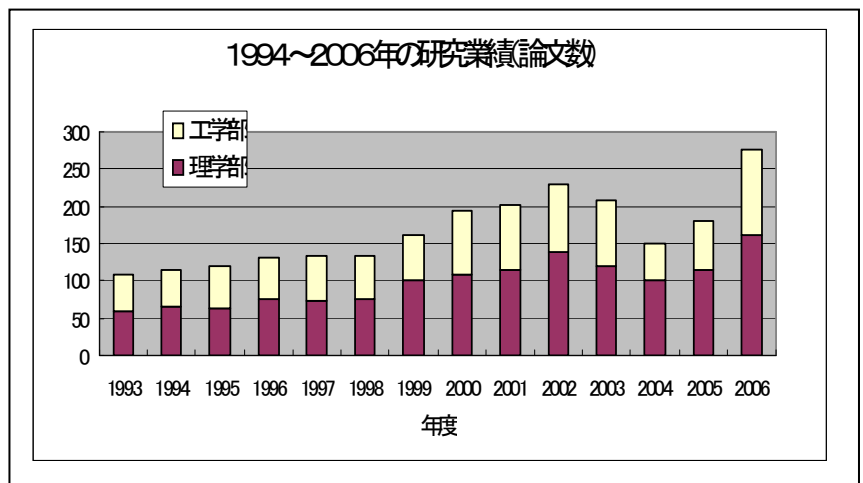


1991年度および2006年度は老朽設備の更新により新装置による液化運転が短期であったため液化ヘリウム供給量は低下した。工事期間は全量購入して当てた。

8. 極低温実験室の保安管理業務

寒剤供給による研究支援は低温環境を提供する、自然科学系研究の大切な学内インフラであるため、冷凍、液化装置の運転のみではなく、その維持管理のための「高圧ガス保安法」に基づく定期自主検査、日常点検は重要な業務である。

技術開発 寒剤を利用するユーザーの利便性向上を図る器具、分析計やガス計量器、低温物理の教育用モデル実験装置が必要である。



<技術開発の内容>

- 1972～1976 ポメランチュク冷凍機（柴山、馬宮）
- 1979～1981 大型希釈冷凍機（最低到達温度16mK）（柴山、井上、伊東、黒川）
- 1972～1984 FRPクライオスタットの開発、試作（柴山、伊東、井上、黒川）
- 1986～1987 回収ガスバックの透過率低減へ向けて材質試験（柴山、伊東、黒川）
- 1993～1995 ディップスティック型希釈冷凍機（柴山、伊東、黒川）

9. 苦労したこと、やり終えたこと。

- ・安全教育と液化設備の運転維持管理において寒剤利用者への大きな事故が無かったこと。
- ・1970年以降はヘリウム利用の制限を無くし、当日申し込みでも供給してきたこと。そのため供給計画が立たず、液化装置の運転が土、日曜に及ぶことが多かった。
- ・設備のメンテナンスでは、2001年に起きたM1610液化装置への圧縮機オイルの侵入により、熱交換器洗浄やフィルター等の交換を行ったが、この修理期間中は液化ヘリウムを全量購入し、ユーザーへ供給した。この際に発生する回収ガスは外部に引き取ってもらった。
- ・ヘリウムガスの回収管理（回収量と純度）において、ヘリウムガスの回収純度と漏洩による低回収率に悩まされた。
- ・ヘリウム供給についてはユーザーの要望を第一として、不断の供給を心がけてきた。常に利用者へのサービスと保安管理を意識する毎日であった。

10. 課題

寒剤の製造供給の管理システムの内、全学に巡らした回収配管利用者への情報提供、リアルタイムによる液・ガスの集中管理の構築、さらに低温領域における冷凍機など低温技術開発、新たな寒剤ユーザーの発掘と技術サポートを夢に描いていたが、一人では実現不可能であった。

11. おわりに

名古屋大学に奉職して40年もの月日が流れた。この間の業績は何かと問われれば、特別これと言えるものは無いが、只ひたすらに装置の運転を続けて寒剤を供給してきたということである。外に賞賛される様なことも無く、周りの研究者、技術職員の成果を知り、微力ながらも支援ができたことで、自分にとっては良しとしてきた、それにしても長い道のりであった。寒剤の供給は0.3Lの少量からコンテナによる供給まで、殆どすべて行ってきた。技術職員の業務に関わる研修や講習は昭和59年以前はほとんど無く、目標や概念も不明朗なものであり、養成プログラムなど存在せず、今日の全学一元化の方針を作り、センター化が成ったのであるが、先輩諸氏がこれまで取り組んでこられた技術職員の組織化、地位向上への努力の甲斐もあり、ようやく登山なら一合目に着いたばかりである。ライン制かスタッフ制かと組織案で議論したことが今は昔となったが、これからも議論を続けていくことになるだろう。

これまで通常業務やセンター実務委員会の任務に関し多くの方に支えていただきました。こころより感謝申し上げます。今後はセンターの発展を見守りたいと思います。

参考文献：低温工学概論（萩原宏康 p21 図 1.16 温度軸にみる自然の豊かさ）