

センターの現状

極低温物理学部の現状

極低温科学センター 教授 木村憲彰 (kimura@mail.clts.tohoku.ac.jp)

現在極低温物理学部では、木村と壁谷典幸助教が理学研究科物理学専攻との兼任教員として共同利用や共同研究の支援を、菊地将史、森山弘章、島越裕美恵の3名の技術職員がヘリウム液化業務および設備の維持管理を行っている。そのほかに技術補佐員と事務補佐員各1名ずつを加えた7人体制でセンターの業務を担っている(図1)。液体ヘリウムの供給先は、青葉山キャンパスの理学研究科、薬学研究科、工学研究科、学際科学フロンティア研究所で、供給量は年間およそ8万リットルである。

極低温物理学部の前身は1979年に設置された理学部附属超低温実験施設で、これはBOC社のTurbocool(30L/h)の液化機とmK以下の超低温実験を行えるシールドルームを備えた時限付きの施設であった。時限終了後、同じく時限付き組織の理学部附属極微量エネルギー施設を経て、1996年に片平地区の低温センターとともに、独立部局の極低温科学センターとしてスタートすることになった。これまでは理学部の研究施設であったが、極低温物理学部では主に青葉山キャンパスにおける液体ヘリウムの安定供給と液体ヘ

リウムを利用した共同利用・共同研究および極低温研究を推進するべく組織の強化が図られ、専任の教授、助教授(現准教授)、助手(現助教)があてられた。同時に液化機もLinde社のTCF-50(80L/h)に更新された。その後、2006年に組織の改編があり、教員は理学研究科物理学専攻に配置換えするとともに、液体ヘリウムの安定供給を主なミッションとした学内の研究支援組織として現在に至っている。図2は現物理系研究棟からみた極低温物理学部の建屋の写真であるが、超低温実験施設建設当時は青葉山から国見ヶ丘を望むことができたが、現在では木々に覆われて見えなくなっており、年月の変化を感じさせる。



図1 極低温物理学部スタッフ

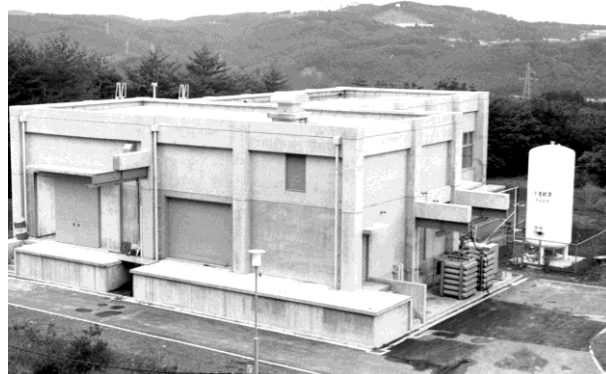


図2 極低温物理学部の全景(上図:1981年6月[東北大学史料館所蔵]、下図:2021年7月)



図3 極低温物理学部で稼働中の液化機（上図）と液化用、回収用圧縮機（下図）

2011年3月11日に起きた東日本大震災では、極低温物理学部の液化システムは大きなダメージを受けた。地震発生は金曜日の午後で、ちょうど週末の液化を終えた直後だったため、貯槽には大量の液体ヘリウムが入っており、大きな揺れのために自らの重みでネック部分が破損し、断熱が破れて液化したヘリウムはすべて気化してしまった。幸い、液化機はかろうじて動かすことができそうだったが、液体ヘリウムをためることができないため、液体ヘリウムの供給はあきらめざるを得ない状況だった。ところが、当時在職していた鈴木三千郎氏をはじめとする技術職員の方々の機転により、急遽実験用クライオスタットを使って貯槽の代わりとした、あわせて液化機の修復を行い、震災の発生からわずか一か月後の4月11日に液体ヘリウムの供給を再開させることができた。これには技術職員の方々の何が何でもヘリウムの供給を止めないとする心意気というか底力のようなものを感じ、大変頭が下がる思いがした。とはいえ、老朽化した液化システムでは貯槽以外の部分の損傷も大きく、長期にわたって暫定的な運用を余儀なくされ、ユーザーの方々には多大な迷惑をかけることになった。その後関係各位

のご努力により、2012年の夏に本格的な復旧工事を行うことができ、11月から震災前とほぼ同様な体制での供給が可能となった。

現在稼働している液化機はLinde社の280L型（200L/h）である（図3）[1]。稼働当初、ユーザーからクライオスタットの閉塞トラブルが寄せられた。折しも同型の液化機を稼働している低温科学部でも同じ問題が頻発しており、低温科学部の調査によって、閉塞の原因は不純物の水素の混入によるものであること、その水素の混入が同時期に製作された液化機のフィルターに問題があるためであることが分かった[2]。その後、水素除去装置を取り付けることによってこのトラブルは解消し、今のところ安定した液体ヘリウムの供給を継続出来ている[3]。この水素除去装置はいわゆる蓄積型で、許容量に近づくにつれて除去能力が低下していくことが予想されることから、導入後も毎年ガスの分析を行い、不純物の量をモニターしている。

2012年後半からヘリウム不足問題が発生したが、極低温物理学部では2012年より長尺カードルの増設（図4）を順次おしすすめ[4]、2011年に9,000Lだった液体ヘリウムの最大貯蔵量が、現在では12,200Lにまで拡張された。これにより、仮にヘリウムの購入が途絶えても、回収率が現在の90%が維持されれば、1年以上の供給が継続できる見通しである。また、このヘリウム危機に関連して、ヘリウムの調達コストが安定しない状態が続いており、ガスで調達した時と液体で購入し



図4 増設した長尺ガスカードル群

た時で価格差が生じることが増えた。しかも年によっては価格差が逆転することもある。ガスと液体、どちらの調達でも対応できるよう、ボンベの集合配管も増設した。これによって、ユーザーに負担いただく供給料金の低廉化、安定化に貢献できると考えている。またここ数年は老朽化した回収圧縮機やガスバック等の付帯設備の更新も進め、液化システムのトラブルによる供給停止を極力なくすよう努めている。

共同利用設備は、カンタムデザイン社のMPMSが稼働中であり、理学研究科物理学専攻はもとより、化学専攻や工学研究科のユーザーにも利用いただいている。また、共同研究設備として、17T超伝導マグネット付き希釈冷凍機があるが、これまでに電界誘起超伝導[5]や準結晶の超伝導など非常にインパクトの高い研究成果を挙げている。今後も多くの方に活用してもらえよう、環境の整備に努めたい。

青葉山北及び東キャンパスの回収配管網は平成14年に完成した[6]が、その後青葉山新キャンパスの拡張に伴って、回収配管は環境科学研究科まで延伸されている(図5)[7]。現在東北放射光施設までの敷設が計画されており、農学部も含めた青葉山キャンパス全体への液体ヘリウム供給

体制が可能となる予定である。

これまで極低温科学センターによる液体ヘリウムの供給は学内に限られていたが、東北放射光施設の運用開始にあわせて、学外施設である東北放射光施設へのヘリウム供給を計画している。これを契機に学外への貢献度を高めていきたいと考えている。

- [1] 「最近のできごと」, 東北大学極低温科学センターだより No.13 (2012) p.19.
- [2] 野島勉, 東北大学極低温科学センターだより No.14, (2013) p.11.
- [3] 木村憲彰, 菊地将史, 森山弘章, 吹上菜穂, 東北大学極低温科学センターだより No.17 (2016) p.17.
- [4] 「最近のできごと」, 東北大学極低温科学センターだより No.14 (2013) p.17, *ibid.* No.16 (2015) p.15.
- [5] 上野和紀, 川崎雅司, 下谷秀和, 岩佐義宏, 野島勉, 中村慎太郎, 東北大学極低温科学センターだより No.9 (2008) p.2.
- [6] 「最近のできごと」, 東北大学極低温科学センターだより No.4 (2003) p.21.
- [7] 東北大学極低温科学センターだより No.17 (2016) 表紙



図5 青葉山キャンパスヘリウムガス回収網