

## センターの思い出

# 低温研究とヘリウム供給

落合 明 (aochiai@mail.clts.tohoku.ac.jp)

東北大学名誉教授 (元理学研究科物理学専攻教授)

令和3年3月をもって、東北大学大学院理学研究科を定年退職いたしました。当然、兼任していた極低温科学センターも退職となったわけですが、色々気が楽になったせいか、やらなくて済むことはどんどん忘却の彼方に消えてしまいました。ところが、消えてしまった記憶を思い出して「センターの思い出」を執筆せよとのご下命を頂戴してしまったので、少し頭にグリス (OH 基がついているグリスかもしれませんが) をさして書かせて頂くことに致しました。

平成12年4月に、私は東北大学に再度赴任(一時期、金研の附属施設に勤務していたため)することになりました。赴任部署は、極低温科学センターの青葉山地区を担当する極低温物理学部で、同時に理学研究科物理専攻を兼務するという立場でした。実際は、物理学専攻の皆様とほとんど同じ待遇で扱っていただきましたが、その分いろいろなお仕事も回ってきたわけですが。一方、センターの最初のお仕事は、今回私自身が執筆を依頼されている「極低温科学センターだより」の第一号の編集でした。それ故、センターだよりへの寄稿をお願いし、お手数をおかけしてはいたわけですが、因果は巡る風車、今度は私自身が寄稿する立場になってしまいました。そこで、今回は私とセンターの関係を、研究とヘリウム供給の両方を交えて少し語らせていただきたいと思います。

私がセンターに赴任した際は、極低温科学センターは教員も含んだ組織であり、センターの使命は液体ヘリウムの供給だけでなく、低温研究もまた重要な任務でした。そのような中、私の研究は、学生時代からずっと、 $f$  電子系の磁性に関わるものでした。 $f$  電子系の研究というと、多くの方が

思い浮かべるのは近藤効果だと思います。 $f$  電子系近藤物質では、それまでの近藤効果の原因である磁性不純物が周期的に配列することとなり、結果として、低温において有効質量が極端に増大された伝導電子が出現します。これが、 $f$  電子系近藤物質が所謂重い電子系と呼ばれる所以です。この伝導電子の有効質量増大を直接観測する手段として、多くの研究者が注目したのが de Haas van Alphen (dHvA) 効果ですが、その観測を可能とするためには「低温」、「強磁場」、「高品質単結晶」の三つが必要条件となります。ここに、私と「低温」とのかかわりが出てくるように思えますが、そもそも私は dHvA 効果実験の専門家でもなく、さらに言えば「低温」の真逆である「高温」を用いた結晶育成を自分の研究の根幹に据えていました。しかしながら、「低温」、「高温」のどちらに於いても熱を如何にコントロールするかが鍵であり、その基本は、中学校(或いは小学校?) でならった、熱の移動である「伝導」、「輻射」、「対流」を如何に制御するかです。高温での結晶作成では、如何に効率的に断熱状態を作り、目指す高温を安定に維持できるかが肝要であり、これが、高温炉での断熱材、輻射遮蔽板、真空の活用につながるわけで、その意味では「低温」も「高温」の同じ道具を使って互いに両極端を目指しているわけです。

実は、私と低温研究とのより本質的なかかわりは、「高品質単結晶」の作成にあります。物性研究者の研究スタイルは様々ですが、物質探索(実際には物性探索になりますが)にもっぱら注力する研究では、新物質を多数合成し、その中でめばしい物性を発現する物質を探していくというスタイルとなります。一方、私の研究スタイルは、

既知の物質でも、その品質を高めることにより、それまで不純物や結晶の不完全性により隠れていた本質を明らかににすることができるという考えからであり、謂わば、既知の物質を使った物質探索といえます。いずれにしろ、dHvA 効果も含めて温度揺らぎのない低温測定で初めて物質の本質が露わになるわけですが、それを可能とするためには、併せて測定に耐えうる高い品質が必要になるわけです。

以上のように、私の立ち位置は、低温研究のど真ん中という訳ではありませんが、物性研究にとって、低温が如何に重要であるかを体現する研究を行うものとして、センターの任務に関わってきたわけです。しかしながら、その後、成り行きからセンターの極低温物理学部に対して責任ある立場となってしまっただけからは、もっと直接的にセンターの使命に関わらざるを得なくなりました。さらに、その頃には、大学内の組織改革から、センターは、その使命から研究が除かれ、液体ヘリウム供給を主たる使命とする組織となりました。それ故、センターの研究者は、研究科或いは研究所に本籍を移し、センターは兼務するという形に変わりました。

さて、私も含め多くの方々が過去を振り返った時、東日本大震災は鮮烈に記憶に残っているものの一つです。当時の私は、更新の時期を迎えた青葉山地区のヘリウム液化システムについて頭を悩ませなければならぬ立場にいました。そのような中で、東日本大震災が起こったわけですが、まさに液化システムにとどめが刺されたといつてよいような状況でした。今でも、震災により貯槽の断熱が破れ、貯蔵されていた数千リットルの液体ヘリウムが気体となって消失していく際に発生した何とも言えない音を思い出します。いずれにしろ、震災により被ったダメージはかなり深刻で、しばらくはセンターの液体ヘリウム供給がストップする状態が続きましたが、当時のセンター職員の知恵と努力により、以前と同じとはいきませんが、ヘリウム供給の再開を可能としました。ヘリウム液化システムは満身創痍の状態でした

が、壊れた装置をまったく別のもので代用するといった工夫等により、何とか部分的ではありますが供給を再開できたわけです。一方、低温実験を行うユーザー側も、低温実験装置が被害を被り、フル稼働できない状態だったので、しばらくの間は何とか皆様が我慢できる程度の供給が可能でしたが、復旧が進めば、いずれ問題が生じるのは目に見えていました。そのような中、大学内外の関係各位のご支援により、液化システムの復旧のための予算措置をしていただき、液化システム復活の筋道を立てることができました。それ故、今度は新しいシステム導入に関わる作業に追われることになったわけです。まず、どのようなシステムを導入するかからスタートするわけですが、それが決定した後も、システムの導入には、当然古いシステムの撤去と新しいシステムの建設が必要で、その間は、液体ヘリウムの供給はできません。それ故、ユーザーにはその間、外部から液体ヘリウムを購入していただくことになるわけですが、外部業者とユーザーの間に生じる様々な事象の交通整理はセンターが関与することになり、さらに追い打ちをかけるように、世界的にヘリウム供給が不安定となり、その波は当然我々も被ったわけです。現在、導入された液化システムは安定に稼働し、その結果、液体ヘリウムは安定して供給されていると思います。しかし、この手記を執筆して、今更ながら、震災からの怒涛の日々を思い返す次第です。

さて、以上のように現在安定稼働している液化システムではありますが、その導入からもうすぐ10年が経過しようとしております。一般に10年経過した液化システムは、次への更新が必要であると言われております。現在、センターの教職員は次のシステムへの更新に向けて様々な努力を行っていると思いますが、併せて、液体ヘリウムユーザーの皆様方からのご協力も必要となると存じます。それ故、最後に、すでにセンターからは足を洗った身ですが、今後の全学の低温研究の発展のためにも、皆様のご協力をお願い申し上げ、筆をおきたいと思っております。