



Title	私の研究と液体ヘリウム
Author(s)	酒井, 英明
Citation	大阪大学低温センターだより. 2016, 166, p. 7-8
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/62123">https://hdl.handle.net/11094/62123</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 私の研究と液体ヘリウム

理学研究科 酒井英明

E-mail: sakai@phys.sci.osaka-u.ac.jp

2015年4月に理学研究科物理学専攻 花咲研究室の准教授に着任いたしました酒井英明と申します。花咲研究室では、有機物や無機物に関わりなく、固体中の電子同士が強く相互作用する強相関電子系材料を対象とし、その中で起こる巨大な磁気抵抗効果や熱電効果などの新奇な現象やその物理の解明を進めています。私の今までの研究もこれと関連性が深く、主に、超高压（約10万気圧；地球の上部マントルでの圧力に相当）や高真空中等の極限環境を利用した強相関新物質（遷移金属酸化物、カルコゲナイト、ペニクタイトなど）の開拓に従事してきました。また「自分で作って、自分で測る」をモットーにしており、合成した結晶の極低温での輸送測定や、放射光を利用した回折・散乱実験などにも積極的に携わってきました。このような化学と物理の境界に位置する分野の醍醐味は、やはり新物質での予想もしなかった物性の発見です。このためには、極低温や磁場環境を実現できる装置は必須であり、それらの寒剤となる液体ヘリウムには、今まで大変お世話になってきました。本稿では、せっかくの機会ですので、私のこれまでの研究と液体ヘリウムや低温センターとの関わりを紹介させて頂きます。

私は東京大学で学位を取得し、その後、理化学研究所でポスドク研究員となりました。このころ私は、強相関酸化物の一つであるペロブスカイト型マンガン酸化物の研究に従事しており、主に超高压法を利用して新しい結晶構造を持つマンガン酸化物の合成に取り組んでいました。大きな研究プロジェクトが遂行されていたこともあり、所属研究室では常時、超伝導マグネットや超伝導量子干渉計（SQUID）が総計7～8台稼働していたため、出来上がった物質の性質を迅速に調べることが可能でした。これらの装置を一年中、問題なく維持できるほど、低温センターからは潤沢に液体ヘリウムが供給され、メールで注文するとトラックで研究室前まで配達してくれるシステムまで完備していました。このように私の初めての液体ヘリウム環境は大変恵まれていたため、特に低温センターとも深く関わることなく、一人のユーザとしてその恩恵を受けておりました。

この後、スコットランドのセントアンドリューズ大学でポスドク研究員として働くことになり、液体ヘリウム環境は一変することになりました。私はこれまでの合成中心のテーマに加え、様々な測定技術にも興味があったため、輸送特性や熱力学特性の極低温測定を専門とするグループで働き始めました。初めのテーマは、当時、磁場中の低温（約1ケルビン）において電子液晶（ネマティック）状態への相転移が示唆された層状ルテニウム酸化物の電気伝導度を、様々な磁場中において転移温度よりもはるか高温から100ミリケルビンまで測定し、相転移の詳細を解明することでした。これに向け、広い温度範囲をスムーズに掃引できる断熱消磁型の冷凍機を使用した測定を行おうということになりました。この冷凍機の動作原理は、極低温まで磁気秩序を示さない常磁性塩に、試料に印加する磁場とは別の磁場を高温で印加後、その塩を断熱消磁することにより冷却する、という

ものです。非常に大きい塩（ピルと呼ばれていた）を使うため、30ケルビン付近から100ミリケルビンまでシームレスに温度掃引でき、うまく使えば100ミリケルビン近辺で6時間近く保持できる優れものでした。ただし、ピル用のマグネットも常に液体ヘリウムに浸さないといけないため、通常のマグネットに比べると頻繁にヘリウムのつぎ足しが必要でした。セントアンドリューズ大では、（私の記憶が正しければ）スコットランドで唯一のヘリウム液化機を有する低温センターがあったため、外注しなくてよいという点では恵まれていましたが、実際に低温センターを切り盛りしているのはベテラン技師のリッジさん一人でした。しかも、このリッジさんは非常に偏屈な人柄で、メールや電話で「来週、ヘリウム100リットルをお願いします。」と頼んでも、絶対に供給してくれません。100リットルもらうには、まずお茶を片手に一階の液化室に行き、リッジさんと世間話を30分程度してから、タイミングを見計らって「ところで、来週...」という具合にお願いしなくてはなりませんでした。初めのうちはそれでもなかなかこちらの思った通りに供給してもらうのは難しく、幾度もヘリウム不足で

実験を停止していました。当時は、短いポスドク契約期間で成果を上げなくてはと焦っており、ヘリウムをお願いにいくことが煩わしかったのですが、今思い返してみると、リッジさんや同僚のポスドクを巻き込んでいろいろと雑談を重ね、液化機の状況や運転の仕方を知ることができ、低温センターと密に交流できた貴重な経験がありました。

この後、助教として着任した東京大学の研究室では、新物質合成がメインであったため、測定装置は共同利用や他研究室から貸して頂く機会が多く、寒剤の調達や管理は他研究室にお任せしておりました。現在の花咲研では、自分たちで寒剤を管理し、超伝導マグネットがほぼ一年中稼働していますが、阪大低温センターの安定供給のおかげで、2015年度は大きなトラブルなく測定を進めることができました。ただし、ちょうど本稿を書いている現在（2016年3月）は、低温センターの液化機のアップデートのため、3か月以上にわたり液体ヘリウムの供給が停止しており、当研究室のマグネットも干上がっております。このような期間も、日ごろ当たり前と思ってしまうヘリウムの安定供給の有難さを再認識し、ひいては自分の実験計画を見直す良いきっかけになると思います。装置が再稼働したらどのような実験をしようかと、今から楽しみにしながら計画を練っている次第です。アップデートには、様々な想定外のトラブルも起こるのではないかと心配もしておりますが、滞りなく作業が終わり、4月から液体ヘリウムが以前の通り供給可能になることを祈念して筆をおきたいと思います。



断熱消磁冷凍機のプローブ。上部に見える円柱状の物体が断熱消磁用の常磁性塩。