



Title	液体ヘリウムの不思議
Author(s)	井澤, 公一
Citation	大阪大学低温センターだより. 2019, 169, p. 11-13
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/76736
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

液体ヘリウムの不思議

基礎工学研究科 井澤 公一

E-mail : izawa@mp.es.osaka-u.ac.jp

最近、大学や研究所主催のアウトリーチ活動や啓蒙活動が盛んに行われるようになった。これは大学の社会への貢献、とりわけ研究教育機関としての児童・生徒に向けた社会的貢献が求められている昨今の情勢によるところが大きいと考えられる。私の場合、前の職場である東京工業大学の学内外各所にて高校生を中心に様々な方々に向けてデモ実験を織り交ぜながら研究紹介する機会がこれまで幾度となくあった。そのような状況は（当然ながら）大阪大学においても変わらないようで、4月に着任した途端、早速オープンキャンパスの研究室紹介や学部1年生向けのオムニバス形式の講義を担当することとなった。

普段そのような講義を引き受けるとき、想定していた内容と多少離れていても、できるだけニーズ・状況にあわせて内容を決めるよう心がけている。例えば、高校での出張授業のように学外からの依頼の場合は、先方に要望をきいた上で、それに沿った内容を、また学内でのオムニバス形式の講義の場合は、全体像を踏まえ自分の担当部分の位置づけを意識した内容を、その都度準備している。とはいっても、基本的には専門である低温物理・固体物理に関連した内容を軸に液体窒素を用いたデモ実験をあわせた講義になることが多い。そのため、先方の要望にあわせてあるときは「低温現象」、またあるときは「相転移」、またあるときは「対称性」・・・という風に切り口が変わることにより講義の構成が大きく異なることはあっても、基本的には酸素、窒素、アルゴンといった身近な気体の液化にはじまり、液体酸素の磁性、銅酸化物超伝導体の磁気浮上・フィッシング効果など、液体窒素を使ったデモ実験としては広く知られている内容になってしまうことが多い。そうなると、すでに他のイベント・講義などで扱われ、聴衆にとって新鮮味のない内容になつてゐるのではないかと心配しながら講義をすることになる。上で述べた通り、昨今の情勢を考えるとその様なことは、それなりの頻度で起こってもおかしくないことではあるが、幸いにもこれまでその様な状況に直面することはなかった。

ところが、先日ついにそのときがやってきてしまった。それは量子の世界をキーワードにした学部1年生向けオムニバス形式の講義での出来事であった。不思議そうに実験の様子を見つめる学生がいる一方で、やることなすこと、すでに見た、すでに知っている、という学生が数名ほどみられた。驚いてもらおうと講義をしている者としては、なかなか辛い状況である。初学者に対して繰り返し教える方がよいということで重複していても気にせず教えればよいという話もないことはない。しかし、これから興味をもってもらおうというのであれば、やはり日常からかけ離れた現象を目の当たりにしたときの最初の驚きは重要であり、教育、研究のいずれの観点からも、その様な“新鮮な驚き”をできるだけ多く提供したい。そのためにも、その様な学生の存在を想定して、デモ実験のレパー

トリーを増やしておきたいところである。

その候補の一つとして超流動ヘリウムの実験が良いのではないかと考えている。超流動のデモ実験を行っているところは他にあるかもしれないが、透明なガラスデュアーなど特殊な設備が必要であるため、たとえ他にあっても、それほど多くはないだろうから、かぶることは少ないとと思われる。しかも本学には有り難いことに低温センターがある。つまり、そのような実験を行う絶好の環境がすでに整っており、それを使わない手はない、というわけである。

実は、超流動ヘリウムのデモ実験ははじめてではなく、大学院生の頃からこれまで何度も行った経験がある。当時、噴水効果やスーパーイークといった広く知られている現象だけでなく、全国的にみてもあまり扱われていないカピツツアの蜘蛛も扱っていた。また、講義で扱うときにはそれらのデモに加え、熱機械効果を用いたエントロピーの測定といった学生実験的要素も加えていた。デモを行う立場としては、どうせ見せるのならあまり扱われていないものや工夫した内容を扱った方が面白いだろうと思い、張り切って準備していたのだが、（ありがちではあるが）そのせいで内容が高度になりすぎてその面白さを理解するのに相当の教養を要求することになっていた。（実際、最も反応がよかったのは博士課程の学生や教員であった。）結局、その内容の難しさと、出張授業ではほぼ扱えないことから、関連装置の故障を機にレパートリーから外れてしまったのであった。

さて、いきなり話は変わるが、私はこれまで強相関電子系の新奇量子凝縮状態に関する実験的研究を行ってきた。なかでも従来の電子格子相互作用では説明困難な非従来型超伝導の電子状態に注目し、特にその新奇な超伝導特性や発現機構解明に重要な鍵となる超伝導対関数の対称性を輸送係数や熱測定を駆使して調べている。これらの研究は対象とする物質を極低温に冷やすことで初めて実現可能となるため、そのような極低温環境を実現できる冷凍機が必要となる。冷凍機といえば、寒剤に液体ヘリウムを用いたものがほとんどだが、昨今のヘリウム事情から、最近では液体ヘリウムを使わない“ドライ”な冷凍機が多く導入されるようになっている。寒剤コストや冷凍機の利便性を考えると、そのような冷凍機の導入は検討に値するものの、冷凍機からのノイズ、振動などの影響を考えると、残念ながら（現時点では？）我々の研究で要求される精度の実験は困難といわざるを得ない。従って我々の研究においては、いわゆる従来の“ウェット”な冷凍機が今でも重要なアイテムであり、その運転に必要な液体ヘリウムはなくてはならない存在である。

このように我々にとって液体ヘリウムは非常に身近な存在であるわけだが、研究室の若手と話をしていると実に興味深い（？）事実が明らかとなる。実際に液体ヘリウムを生で見たことがないというのである。ガラスデュアーが使われている場面を（というよりガラスデュアーそのものを）ずいぶん前から見なくなつたことを考えると至極当然の話であると言えなくはないが、そうは言ってもあれだけ多くの液体ヘリウムを使っておいて、実際に見たことがないというのも何かが違うように思うのは私だけであろうか。遙か宇宙の彼方にある中性子星ならともかく、液体ヘリウム、そしてそれが示す超流動については、見ようと思えば見ることができる。大学院生ともなれば、ボーズ・アインシュタイン凝縮やヘリウムの超流動を習っている割合は多いと思うが、教科書に書かれている事実は知っていても実物を見たことがないというのは教育としては何か取りこぼしがあるように

思える。ましてや、液体ヘリウムを普段からバリバリ研究に使っているということなら、なおさらである。当たり前であっても良いことが当たり前になつてない… そう考えると、時代の要請か(?)、以前にも増してアウトリーチや他学部の低学年向けの講義に目を向けがちであるが、身近にいる大学生、大学院生に対する教育についても見直さなければならないことがあるようだ。そういった観点からも超流動デモ実験はぜひ実現させたい。そして液体ヘリウムが彼らにとって、当たり前のように当たり前でないものから、本当の意味で身近で当たり前のものになればと思う。

追記：本稿脱稿後に、再び“ヘリウム危機”に陥り、入手困難な状況が続くというニュースが飛び込んできた。超流動デモ実験を始めようと整備を終えた矢先にである。あまり気軽にデモ実験というわけにはいかないかもしれないが、この困難に負うことなく実験を行うことができればと思う。