



Title	低温のゆくえ
Author(s)	植村, 壽公
Citation	大阪大学低温センターだより. 1985, 50, p. 5-6
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/11572
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

のみに熱中すれば、曲馬団になってしまう。しかし、この事をふまえた上で、敢えて“アクロバットの為のアクロバット”の方へ一步踏み出した立場で新しい現象を搜さなければ、この先新たな地平線はひらけて来ないように思われる。

自然科学にマニエリズムは許されないのでどうか。

低 温 の ゆ く え

理学部（博士課程） 植 村 壽 公

“ frustration も fluctuation も全て止まってしまえ。全てが地 (ground state) に落ちてしまえ。太陽なんか大嫌いだ！” というのが低温物理の基本思想であるとするなら、低温をやっている人間は相当なネクラ族であると思われてもしかたがない。また反面、熱力学の三法則は本当に正しいのだろうかと自問自答しながら低温をつくるアイデアを考えていこうとする“泰一郎ちゃんのどこまで下げるの”的発想は低温という言葉に何とも明るいイメージを与えてくれる。

量子力学が一応確立したとき、そこから “より micro へ” という動きと、それを “macro な現象に結びつけよう” とする二つの方向があつたように、低温物理も “より低温へ” と “現実世界へ結びつけよう” とする二つの方向づけがよりはっきりしてくると思う。

高温超伝導体や He 以外の超流動物質が発見されれば、低温はなおいっそう我々の身近なものになるだろう。それに伴って、低温での測定手段は限られた大学の研究室のものでなくなり、他の分野に応用される可能性が大きくなる。加速器、リニアモーターカーは言うまでもない。SQUID は今は脳波の測定に用いられているだけであるが、体をすっぽり囲むだけの多数の SQUID 素子による生体磁場の観測が可能になれば、コンピューターによる画像化によって、体の中の血流、神経系に関する情報が得られ、循環器系、神経系の医学に大きな貢献をするであろう（名付けて SQUID-CT）。同様の理由で宇宙線の測定にも広範囲に応用される。瞬間に冷凍する技術が進めば溶液中で化学反応している系を瞬間に凍らせ、化学反応の素過程の知識が増えるであろう。広範囲に冷凍する技術が進めば、特殊な場合の消防活動にも用いることができる。

一方、“より低温に” という方向はどうであろう。dilution, Pomeranchuk 冷却、核冷凍と μK order までが可能となってきた。それ以下はとなれば、利用できるコントロピー源は現在のところ核スピンしかないのだから、はい、それでおしまいということになる。しかし、人間というものは歴史的に見てあまり賢くない。朝永博士が「戦争はなくならないか」というテーマに対し、「小ブタの丸焼きを食べるのに、いちいちブタ小屋に火をつける」たとえ話¹⁾をされたように、我々はまだまだ遠まわりをしているのではないか？ 「浴槽の物理学」²⁾に見られるように、一見熱力学の三法則に反するパロディめいた話が、実は本当であつたりする。そんな逃げ道はないだろうか？ この50年の間に、低温物理は「もうあかん」という最低温度まで到達するであろう。しかし、物理学は「もうあかん」と思われた時期を乗りこえて新しい物理を展開してきた。来るべき「もうあかん」は青信号ではないだろうか？

その青信号に optimistic に取り組むことこそ、低温物理を発展させる原動力になるのではないか。

- (1) 朝永振一郎著「鏡の中の世界」(みすず書房)。
- (2) 世戸憲治「エントロピーと混沌」(別冊数理科学) P.19: 100°C の水Aと 0°C の水Bが同量存在する。熱エネルギーの交換によってBの温度をできるだけ高くしたい。何度まで可能か? (答えは無限回の操作によって 100°C まで可能)

半導体中の量子流体にたくす夢

教養部(博士課程) 小川憲介

シリコン、ゲルマニウムなどの半導体を光励起することによって生成された電子、正孔などの非平衡キャリアは液体ヘリウム温度程度の低温では空間的に凝縮した水滴様のプラズマを形成します。プラズマ中では電子、正孔は各々フェルミ縮退しています。励起光が遮断されると液滴状プラズマは内部での電子-正孔再結合によって消滅する運命にあります。電子-正孔液滴とよばれる、この非平衡量子流体はゲルマニウムを舞台にすると 10^{17} cm^{-3} 程度のキャリア密度を持ち、大きさは通常直径約 $10 \mu\text{m}$ 、歪みをかけると $500 \mu\text{m}$ にも膨れ上がりその場合光を切ってからの寿命は 1 ms にも及びます。

私はゲルマニウム中の電子-正孔液滴を通して低温物理とのかかわりを持っています。4 K付近の温度でミリ波や音波でつついたり液滴自身の発光に眼を凝らしたりして液滴の振る舞いを観察しています。私には日頃実験に明け暮れながら液滴に対して抱いている夢があります。それは電子-正孔液滴がフェルミ流体であるからには超伝導や超流動と類似の現象があってもいいのではないかという疑問に端を発しています。ゲルマニウム、シリコンというごく平凡な元素半導体中に作られた縮退したプラズマ系でのドラスティックな現象に思いを馳せることに大いなる魅力を感じます。しかし液滴のキャリア密度は非常に少なく有効質量も自由電子よりもずっと小さいために、超伝導らしき転移が仮に起こり得るとしてもそれが期待される温度には先端の低温技術を駆使しなければ到達できないのではないかと思われます。電子-正孔液滴を生み出すには光などの励起エネルギーを必要とします。そうするとそれに伴う発熱によって温度が上昇してしまい、極低温での測定は不可能になります。したがって電子-正孔液滴が存在する条件下でそういう現象は考えられないというのが大方の結論のように思います。事実、それに関連する文献もゼロに近い状況です。とはいえたまでの低温技術の進歩にはめざましいものがあります。将来、極低温下での電子-正孔液滴の実験も夢物語ではなくなる時がやってくるのでは……と胸をふくらませています。

100年後の生活と低温技術

工学部(博士課程) 大内徳人

現在の実生活を低温工学と結びつけて考えてみると、これほど他の学問と比較して結びつきの少ない