

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. 50 p.5-p.6
Issue Date	1985-04
oaire:version	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/11572">https://hdl.handle.net/11094/11572</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

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”の方へ一歩踏み出した立場で新しい現象を捜さなければ、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だろうか。

## 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ったように、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。瞬間的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的に凍らせ、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、特殊な場合の消火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 $\mu\text{K}$  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のしかないのだから、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<sup>1)</sup>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と。「浴槽の物理学」<sup>2)</sup>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、実は本当であったりする。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越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℃の水Aと0℃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℃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 $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 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たからの寿命は $1 \text{ ms}$ 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います。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。とはいえ今日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