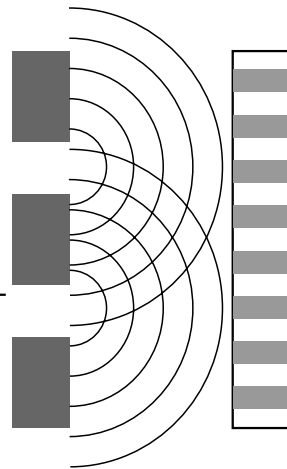


目で見て学ぶ 量子力学

第18回

実験でひもとく量子の不思議



高温超伝導体の磁束量子を見る

外村 彰



18.1 はじめに

今回は、100万ボルトホログラフィー電子顕微鏡を使って観察した高温超伝導体中の磁束量子の話をする。透過能の良い電子線の開発によって、超伝導内部の磁力線が見えるようになり、磁束量子がうねったりする様が見えるようになった。

超伝導体中を無損失の導電体として利用しようとする時、磁束量子の挙動が決め手になる。電流を流したとき、磁束量子に力が働いて動いてしまうと、超伝導状態が壊れてしまうので、超伝導体に欠陥を導入して磁束量子が動き出さぬようにピン止めをしなければならない。とりわけ高温超伝導体のピン止めが難しいのには訳がある。層状構造をしている上、高い温度で動作するため、磁束量子の渦糸は竜巻のようにうねったり動いたりしやすい。おまけに層の間に扁平な形でもぐり込んだりすると、異常な振舞いをする。



18.2 100万ボルトホログラフィー電子顕微鏡の開発

100万ボルトホログラフィー電子顕微鏡の開発は、計画から数えると、実に15年もかかってしまった。実現が難しかった理由にはいろいろあった。

まず、電界放出電子線には放電は禁物である。大きな放電を起こすと、電子源の針先が丸まってしまう。さらに、針先から出てくる電子線のエネルギーの“ばらつき”は0.3ボルト程度であるが、この単色性を損なうことなく加速するには、100万ボルトでは、 3×10^{-7} 以下という驚異的な高圧電源の安定度が必要になる。

最も苦労したのは電子源の動きである。電子源が50Åと極めて小さいため