

読者の広場

Q&A

Q:「高温超電導線が実用される場合、用途によっても異なると思われませんが、おおよそ何度位で使われるか教えてください」

A: まず、「高温超電導」の「高温」の意味を確認してみます。一般の世界では「高温」は 100 °C とか 1000 °C とかになるでしょうが、超電導の世界では、一般の世界でいう「低温」のかなり下の方にあたります。20 年くらい前までは、超電導状態になる温度が最も高い物質でも、-250 °C 程度でしたので、その温度に冷却するためには、非常に高価で枯渇の心配もある液体ヘリウム（沸点が -269 °C）が使われていました。しかし、1980 年代にある種の金属の銅酸化物では比較的扱いやすく安価な液体窒素（沸点が -196 °C）で冷却することによって超電導状態になる物質が発見されました。この発見に伴い国際規格 IEC では、「高温超電導」は約 25 K（-248 °C）以上と定義されました。勿論日本の工業規格である JIS でも、国際規格に整合して、「高温超電導」は約 25 K 以上の定義になっています。

超電導線は、一般に低温になればなるほど最も重要な性能である臨界電流*が大きくなります。また、その結果、より強い磁界をつくることができます。例えば、液体窒素でも超電導状態になる超電導線を液体ヘリウムまで冷却すれば、性能は何倍にも向上します。しかし、より低い温度まで冷却するには、より大きなエネルギーが必要ですので、要求特性、用途、経済性等を考慮して、適切な温度で使われるわけです。

例えば、現在最も実用的で応用開発の進んでいる高温超電導線はビスマス系と呼ばれるものですが、約 -200 °C、約 -250 °C もしくは約 -270 °C などで使用されています。

①超電導電力ケーブルや輸送用超電導モータなどの場合、安価な液体窒素を使った冷却を行う方が効率的なため、約 -200 °C で使用されています。

②一方、超電導ではじめて実現できる強い磁界を必要とするような NMR 等の用途では、液体ヘリウムの約 -270 °C まで冷却されています。

③また、冷凍機で伝導冷却するような機器では、これらの中間の任意温度（例えば -250 °C）で使用される場合もあります。

④将来的には、燃料電池の燃料である水素が液体水素として供給されれば、水素の沸点である約 -253 °C での使用が好都合になる場合も考えられます。

このように、超電導線の材料特性や冷却技術の進歩によって、最も用途に最適な温度で使われることとなりますが、まず、液体窒素の温度（約 -200 °C）、そして冷凍機技術の進歩次第ではどのような温度が最適になるかわかりません。また、水素社会が実現すれば、液体水素の温度（約 -253 °C）での使用も増えると考えられます。一方、従来使われてきた液体ヘリウムは資源の枯渇問題もあり、超電導線や冷凍機の性能向上によって減少してゆくのではないかと考えられます。

*臨界電流とは抵抗なしで流せる最大の直流電流値。工業的には、超電導線の 1 cm 当たりに 1 μ V または 0.1 μ V の電圧が発生するまで流しうる電流値として定義しています。

回答者：ISTEC-SRL 電力機器研究開発部主管研究員 山田雄一

[超電導 Web21 トップページ](#)