

超電導 Web21

(公財) 国際超電導産業技術研究センター 〒213-0012 神奈川県川崎市高津区坂戸 3-2-1 KSP Tel: 044-850-1612

読者の広場

Q&A

Q：「対称性の破れた超電導体、とは何でしょうか？ どういう効果が期待されるのでしょうか？ 室温超電導に繋がるのでしょうか？」

A：高磁場中では超電導体の特性が劣化することが知られています。それが超電導材料の実用化に際して深刻な問題となることがあります。

さて、そもそも超電導体はなぜ高磁場中ではその特性を失うのでしょうか？ その原因は2つあります。一つは超電導体に磁束が侵入することです。これを「軌道対破壊効果」と呼びます。超電導体の実用化に向けて、ピンニングセンターを導入することでこの効果を抑制する研究が盛んに行われています。しかし、より高い磁場では、もう一つの原因である「常磁性対破壊効果」が超電導性を抑制することがあります。これは、高い転移温度を有する高温超電導体において特に深刻な影響を及ぼします。

この効果を避ける方法の一つとして、そもそも常磁性対破壊効果が小さな超電導体を用いることが考えられます。実際に、そのような超電導物質が最近の研究により発見されています。東北大学が発見したセリウム化合物 (CeRhSi_3) や大阪大学が発見した CeIrSi_3 がその実例です。これらの超電導体の特徴は、結晶構造に「空間反転対称性」がないことです。空間反転対称性とは、鏡に映った世界とこちら側の世界が同じであることを意味します。しかし、超電導体の結晶構造を鏡に映したとき、元の結晶構造とは違うものに見えることがあります。そのようなときに常磁性対破壊効果が小さくなり、高磁場中でも超電導転移温度が現象しなくなります。

しかし、このような特殊な結晶構造を持つ超電導体はそれほど多くありません。新潟大学、スイス連邦工科大学、京都大学の研究グループは共同で、常磁性対破壊効果が小さくなる別の物質群があることを提唱しました。そのような超電導体の特徴は、空間反転中心に原子がないことです。これを「局所的な空間反転対称性がない超電導体」と呼びます。そして、京都大学の研究グループが開発したセリウム化合物とイットリビウム化合物の人工超格子を用いて、局所的な空間反転対称性の破れを導入することで実際に常磁性対破壊効果を抑制し、上部臨界磁場が大きくなることを実証しました。「局所的な空間反転対称性がない超電導体」は無数に存在することから、今後幅広い物質群を用いた研究が行われるでしょう。

実は、高い転移温度を有する高温超電導体は全て「局所的な空間反転対称性が破れた超電導体」の例に含まれます。銅酸化物高温超電導体や鉄化合物の高温超電導体がその実例です。もしかすると、このような結晶構造の特徴が、高温超電導を実現している原因になっているのかもしれませんが。この点は今のところ未知数ですが、将来室温超電導体を実現するための鍵となるかもしれません。

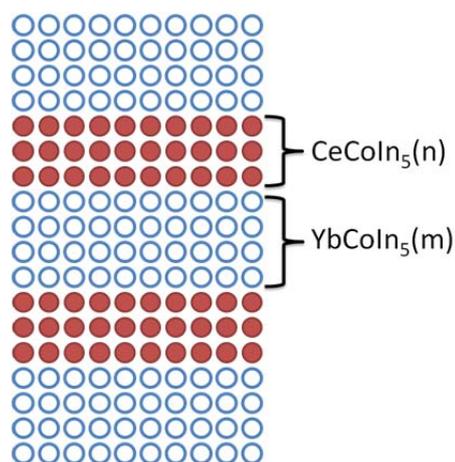


図1 人工超格子 $\text{CeCoIn}_5(n)/\text{YbCoIn}_5(m)$ の結晶構造の模式図

回答者：新潟大学 理学部物理学科 准教授 柳瀬陽一 様

[超電導 Web21 トップページ](#)