

## 読者の広場

### Q&A

**Q:**「鉄系超伝導体の転移温度上昇抑制原因を特定との新聞記事がありましたが、どのように特定されたのでしょうか。今後はどのような展開が期待されるのでしょうか?」

**A:** 角度分解光電子分光という実験手法を用いて鉄系高温超伝導体の電子状態を精密に測定することで、「擬ギャップ」と呼ばれる異常な金属状態が存在しており、それが超伝導の発達を抑制していることを突き止めました。

最近発見された鉄系超伝導体は 55 K を超える高い超伝導転移温度 ( $T_c$ ) を記録しており、20 年以上前に発見された銅酸化物高温超伝導体に次ぐ新たな高温超伝導体として、基礎科学だけでなく、産業応用の観点からも大きな注目を集めています。今後更に高い  $T_c$  を持つ物質を開発する指針を得るためには「高温超伝導メカニズム」や「 $T_c$  の上昇を妨げている要因」の解明が鍵となりますが、多くの研究が行われてきたにも拘らず、これらの問題に関する明確な答えは得られていませんでした。

超伝導をはじめとする様々な物性発現の有無やその転移温度は、固体中の電子状態と密接に関係しています。角度分解光電子分光は、外部光電効果を利用して固体中の電子を取り出し、電子状態を直接決定できる強力な実験手法です。今回我々は、科学技術振興機構 (JST) の支援のもと東北大学において建設・改良を進めてきた世界最高水準のエネルギー分解能を持つ光電子分光装置を用いて、鉄系超伝導体の電子状態を精密に測定しました。その結果、 $T_c$  よりも高温から擬ギャップ状態 (常伝導でも超伝導でもない奇妙な金属状態) が発達することを初めて明らかにしました。さらに  $T_c$  以下に温度を下げて測定した結果、擬ギャップが存在する領域では超伝導の発達が弱められていることを明らかにし、擬ギャップが超伝導を阻害する要因になっていることを突き止めました。擬ギャップ状態の電子と超伝導状態の電子のエネルギー差は非常に小さく、両者を見分けることは難しいのですが、新たに開発した装置の超高エネルギー分解能を活かして、わずかなエネルギーの違いを直接観測できたことが今回の発見につながりました。擬ギャップの形状から、擬ギャップの起源が鉄電子の持つ磁気的な性質に関係していることも分かってきました。

今回の研究成果は、鉄系高温超伝導体において擬ギャップが  $T_c$  の上昇を抑制していることを初めて明らかにしたものです。今後、結晶を構成する元素やその配列の違いが擬ギャップに与える影響を明らかにすることで、擬ギャップの制御が可能になれば、より高い  $T_c$  の実現が期待できます。また、擬ギャップは銅酸化物高温超伝導体でも発見されていましたが、長い間その起源は未解明のままとなっていました。鉄系高温超伝導体と銅酸化物高温超伝導体における擬ギャップの比較研究が進むことで、銅酸化物高温超伝導体の擬ギャップの起源や高温超伝導メカニズムの解明に大きな進展が期待されます。

回答者：東北大学 大学院理学研究科 助教 中山耕輔 様  
東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授 高橋 隆 様

[超電導 Web21 トップページ](#)