

# 中性子散乱による銅酸化物の高温超伝導と磁気秩序の関係の研究

Neutron-scattering study of relationship between superconducting and magnetic ordered states

藤田 全基<sup>1)</sup> 榎木 勝徳<sup>2)</sup> 飯久保 智<sup>3,\*</sup> 山田 和芳<sup>3)</sup>  
Masaki FUJITA Masanori ENOKI Satoshi IIKUBO Kazuyoshi YAMADA

<sup>1)</sup>東北大学金属材料研究所 <sup>2)</sup>東北大学大学院理学研究科 <sup>3)</sup>東北大学 WPI 機構

$\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  の不足ドーブ領域では、超伝導抑制に伴ってスピン密度の空間変調を伴った磁気秩序状態が増強される。そのため、この磁気秩序状態が超伝導と競合する状態であると考えられている。今回、過剰ドーブ組成での磁気秩序の有無を明らかとし、その一般性を調べた。

キーワード：磁気秩序、格子非整合磁気相関、磁性不純物

## 1. 目的

銅酸化物高温超伝導の研究において、未だ解決されていない重要な課題として、超伝導と磁気秩序の共存・競合の問題がある。代表的な高温超伝導体である  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  では、不足ドーブ組成や最適組成で、磁場や不純物置換で超伝導が破壊されると、格子非整合な相関を持った磁気秩序状態が増強・誘起されることが知られている[1,2]。しかし、超伝導相全域で同様な磁気秩序が誘起されるかどうかは、過剰ドーブ組成の系統の実験がないため不明である。本研究では、超伝導が抑制された場合の磁気基底状態として、普遍的に格子非整合磁気秩序状態が存在しうるのであるかを明らかにする。

## 2. 方法

$\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  に対して、強い超伝導抑制効果を持ち、不足ドーブ領域では静的磁気秩序状態を強く安定化させる Fe 元素で Cu 元素の一部を置換し、格子非整合相関を持つ静的磁気秩序状態が過剰ドーブ領域で出現するか否かを、高分解の三軸分光器 LTAS を用いて調べる。

## 3. 研究成果

今回の研究課題に関する実験で、 $\text{La}_{1.70}\text{Sr}_{0.30}\text{Cu}_{0.09}\text{Fe}_{0.01}\text{O}_4$  では低温で磁気秩序が出現することが明らかとなった。不足・最適ドーブ組成で誘起される磁気秩序状態の結果と同じく、観測されたピークは  $(\pi, \pi)$  付近に 4 つで、ピーク構造の詳細な解析から、格子非整合度は 0.16 (r.l.u.)、ピーク幅の逆数に対応する磁気相関長は  $\sim 70 \text{ \AA}$  と見積もられた。また、ピーク強度の温度依存性の測定から、磁気秩序が発達し始める温度は  $\sim 17 \text{ K}$  であることもわかった。

## 4. 結論・考察

過剰ドーブ領域で磁気秩序が誘起されることから、超伝導と競合する状態として反強磁性磁気秩序状態が一般的に存在することが示唆される。また、格子非整合位置に磁気秩序ピークが観測されたことから、空間的に長周期の変調を伴った磁気秩序状態であると言える。ただ、格子非整合度はこれまで非弾性散乱領域で観測されていた値 ( $\sim 12$  (r.l.u.)) より大きく、この食い違いの原因を明らかにするためには、今後、弾性散乱領域での非整合度の組成依存性や、不足・過剰ドーブ組成で格子非整合度のエネルギー依存性を調べる必要がある。

## 5. 引用(参照)文献等

- [1] H. Kimura, M. Kofu, Y. Matsumoto, and K. Hirota, Phys. Rev. Lett. **91**, 067002 (2003).
- [2] S. Katano M. Sato, K. Yamada, T. Suzuki, and T. Fukase, Phys. Rev. B **62**, R14677 (2000).
- [3] K. Yamada et al., Phys. Rev. Lett. **75**, 1626 (1995)

\*現所属先：九州工業大学院生命体工学