

# 鉄系高温超伝導体 $^{154}\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{D}_x$ の合成と中性子回折

飯村壮史、細野秀雄：東工大

電子をドーピングした  $\text{SmFeAsO}$  は鉄系超伝導体中で最も高い臨界温度( $T_c$ )を示す。反強磁性スピンの揺らぎは鉄系を含む非従来型超伝導を誘起する重要な引力相互作用の一つと提案されており、超伝導発現機構を解明するためには隣接する反強磁性相の理解が重要となる。

中性子回折は磁気構造を決定する際に最も確実に広く用いられている手法である。しかし、天然の  $\text{Sm}$  は全元素中で二番目に大きな中性子吸収断面積を持つため、これまで  $\text{SmFeAsO}$  や電子ドーピング時の磁氣的基底状態は明らかにされてこなかった。本研究では吸収断面積が小さな  $\text{Sm}$  の同位体  $^{154}\text{Sm}$ (天然  $\text{Sm}$  の 700 分の 1)を用いて試料を合成し、中性子回折、比熱測定を用いて電子ドーピング型  $\text{SmFeAsO}$  の電子相図の作成を試みた。

ノンドーピング試料( $^{154}\text{SmFeAsO}$ )は、砒化鉄( $\text{Fe}_2\text{As}$ ,  $\text{FeAs}$ )、脱水した酸化 154 サマリウム ( $^{154}\text{Sm}_2\text{O}_3$ )、 $^{154}\text{Sm}_2\text{O}_3$  をイオン交換して得た砒化 154 サマリウム( $^{154}\text{SmAs}$ )を原料として用い、常圧、1,100 °C 下で合成した。電子をドーピングした試料は、上記の原料に加え  $^{154}\text{Sm}_2\text{O}_3$  を製錬し重水素化した重水素化 154 サマリウム( $^{154}\text{SmD}_2$ )を用い、5 万気圧、1,300 °C 下で合成した。図 1a に  $^{154}\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{D}_x$  の電子相図を、1b, 1c には、 $x = 0$  と 0.73 における反強磁性磁気構造を示す。 $x = 0$  の反強磁性相(AFM1)は他の鉄系と同様のシングルストライプ型の磁気構造を示したが、 $x = 0.73$  の反強磁性相(AFM2)は格子非整合な磁気秩序を示した。AFM2 中の Fe の磁気モーメントは  $x = 0.73$  において  $2.73\mu_B/\text{Fe}$  に達し、Mott 絶縁体として知られる  $\text{K}_2\text{Fe}_4\text{Se}_5$  を除いて鉄系中で最大の値となった。今回の結果により、大きな磁気モーメントを持つ反強磁性相の近傍で、高い温度での超伝導が発現することが明らかとなった。今後、AFM2 相の発現機構を詳細に解析することにより、より高い  $T_c$  を持つ画期的な高温超伝導物質の材料設計が可能になると考えられる。

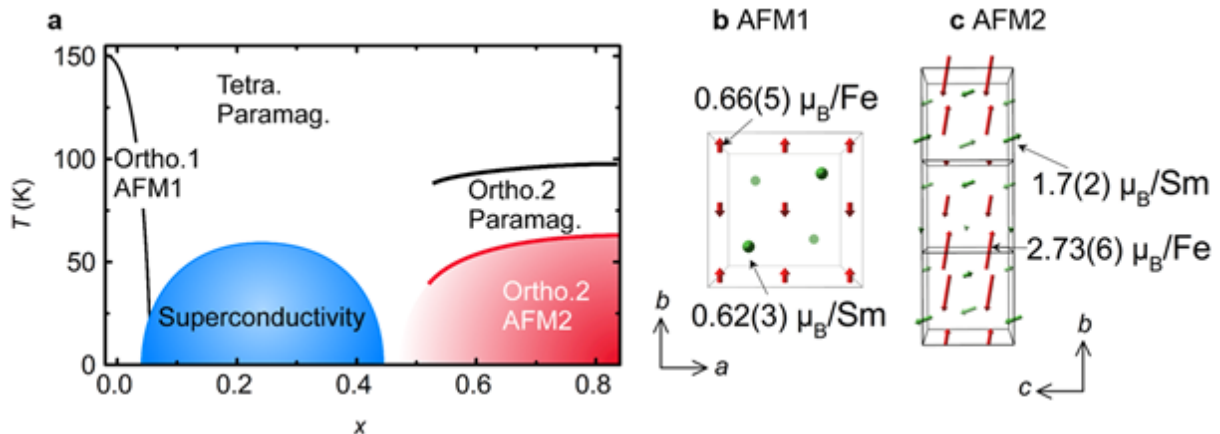


図 1:  $^{154}\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{D}_x$  の相図(a)と AFM1、2 の磁気構造(b and c)

## 参考文献

[1] S. Iimura *et al.*; Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **A114(22)**, E4354 (2017).

## 関連 web

<https://www.titech.ac.jp/news/2017/038391.html>

<https://www.ill.eu/press-and-news/press-room/press-releases/ill-d20s-neutron-beam-yields-important-clues-to-the-unconventional-origins-of-superconductivity-april-2017/>