

# 鉄ニクタイト超伝導体における微視的結晶構造と転移温度との関係 The Relation between Crystal Parameters and $T_c$ in Iron Pnictide Superconductors

竹森章<sup>1\*</sup>, 宮坂茂樹<sup>1</sup>, 田島節子<sup>1</sup>,  
中尾朗子<sup>2</sup>, 中尾裕則<sup>2</sup>, 熊井玲児<sup>2</sup>, 村上洋一<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> 阪大院理、〒560-0043 豊中市待兼山町 1-1  
<sup>2</sup> KEK 物構研 PF/CMRC 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

## 1 はじめに

2006年に東工大の細野らによって LaFePO が  $T_c = 4\text{K}$  で超伝導転移を示すことが報告された[1]。さらにこの物質の P サイトを同じ 15 族の As で置換することにより  $T_c$  は 26K まで上昇し[2]、世界中で精力的に研究が行われるようになった。La サイトをイオン半径の小さい Sm で置換することにより  $T_c$  は最終的に 55K まで上昇し、鉄系超伝導体は銅酸化物高温超伝導体に次ぐ高い転移温度を有するようになった。

RFePO ( $R$ : 希土類元素) と RFeAsO の間で  $T_c$  は最高 50K 以上異なっており、これは  $T_c$  が Fe 周りの微視的結晶構造と強く相関しているためと考えられている。例えば C. H. Lee らによる報告では、Fe 原子に対して最近接の As 原子が正四面体配位をとるとき (即ち As-Fe-As の結合角  $\alpha$  が  $109.47^\circ$  に近づくとき) に  $T_c$  が最も高くなる、という経験則が主張されている[3]。一方理論的立場からは、数ある結晶構造パラメータの中でも Fe 2 次元面からのニクトゲン  $Pn$  の高さ  $h_{Pn}$  が大きくなるほど  $T_c$  が上昇する可能性が主張されており[4]、実際の系においても一致が見られる。

今回の実験では  $\text{PrFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_{0.9}\text{F}_{0.1}$  の組成において  $x$  を 0 から 1.0 まで連続的に変化させ、結晶構造が  $T_c$  と輸送現象に及ぼす変化を系統的に調べることで、鉄系に働く超伝導メカニズムを解明することを目的とした。

## 2 実験

原料の PrAs, PrP,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Fe,  $\text{FeF}_2$  を秤量・混合し、それを石英管封管中で焼成することで  $\text{PrFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_{0.9}\text{F}_{0.1}$  の多結晶体を合成した。得られた試料について粉末 X 線回折、磁化率、電気抵抗率、ホール係数などの測定を行った。加えて PF BL-8A において室温における放射光 X 線回折実験を行い、各元素のサイトポジションの決定を行った。

## 3 結果および考察

$\text{PrFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_{0.9}\text{F}_{0.1}$  は室温において正方晶  $P4/nmm$  の結晶構造をとった。図 1 に (a) 格子定数  $a, c$ , (b) ニクトゲンの高さ  $h_{Pn}$ ,  $Pn$ -Fe- $Pn$  結合角  $\alpha$ , (c)  $T_c$  の組成依存性を示す。 $x$  の増加とともに  $a, c$  軸長および  $h_{Pn}$  は線形に上昇し、 $\alpha$  は減少した。 $T_c$  は  $x$  の増加とともに連続的に上昇しており、 $T_c$  と結晶構造が P/As

の固溶系においても過去の報告と同様の相関関係があることが明らかになった。

一方で角度分解型光電子分光 (ARPES) や磁場侵入長の温度依存性の測定結果から、FeP 系化合物と FeAs 系化合物との間で超伝導ギャップの対称性が異なることが報告されている。本研究においても電気抵抗率やホール係数の温度依存性が P 側から As 側にかけて極めて非線形な As 濃度  $x$  依存性を示したことから、結晶構造の変化に起因して磁気揺らぎの増大などの変化がもたらされていることが示唆された。

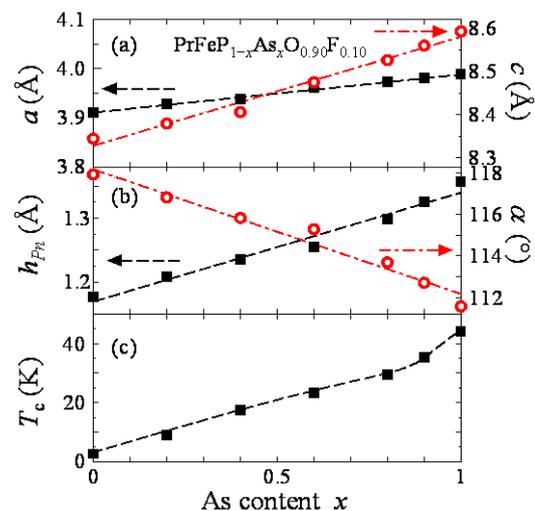


図 1 : 結晶構造パラメータと  $T_c$  の組成依存性

## 4 まとめ

$\text{PrFeP}_{1-x}\text{As}_x\text{O}_{0.9}\text{F}_{0.1}$  において P/As 固溶効果を調べ、結晶構造と  $T_c$  との相関を明らかにした。またそれに由来して非線形に変化する物理的パラメータの存在も示唆された。

## 参考文献

- [1] Y. Kamihara, *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **128** (2006) 10012.
- [2] Y. Kamihara, *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **130** (2008) 3296.
- [3] C. H. Lee, *et al.*, J. Phys. Sci. Jpn. **77** (2008) 083704.
- [4] K. Kuroki, *et al.*, Phys. Rev. B **79** (2009) 224511.

\* takemroi@tsurugi.phys.sci.osaka-u.ac.jp