

## $A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ ( $A=\text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ )における 結晶構造の異方性、 $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造と $T_c$ の関係

### Relationship among structural anisotropy, local structure of $\text{FeAs}_4$ tetrahedra and $T_c$ in $A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ ( $A=\text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ )

足立徹<sup>1\*</sup>, 小林達也<sup>1</sup>, 宮坂茂樹<sup>1</sup>, 田島節子<sup>1</sup>,  
佐賀山基<sup>2</sup>, 熊井玲児<sup>2</sup>, 中尾裕則<sup>2</sup>, 村上洋一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>阪大院理 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 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

鉄系超伝導体において、 $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造と  $T_c$ の間には相関があることが知られている[1-2]。一方で、 $T_c$ と関連した電子構造として、ネスティング条件とリンクしたフェルミ面のトポロジーが挙げられる。今回、 $A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$  ( $A=\text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ )における結晶構造を系統的に変化させた際、その電子相図がどのように変化するかについて注目した。 $A$  サイトの変化により、フェルミ面の異方性、次元性が変化することを期待した。

#### 2 実験

磁化測定、電気抵抗率測定、4軸X線回折実験、高エネルギー加速器研究機構 Photon Factory BL-8A, 8BでのX線回折実験を行った。

#### 3 結果および考察

4軸X線回折実験の結果、 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ の順に格子定数及び結晶構造の異方性の指標である  $c/a$ が減少していることがわかった。また、P置換量に対する  $c/a$ の減少率に注目すると、 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}$ では、ほぼ変化しないが、 $A=\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ と変化するにつれ、減少率が增大することがわかった。

磁化測定、電気抵抗率測定から  $A=\text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ の電子相図を作成した。それらを先行研究による  $A=\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca}$ の結果と合わせて、図1に示す[3-5]。 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ の系で最大  $T_c$ はほぼ30Kで一定であることがわかった。一方、 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ にかけて、 $c/a$ は大きく変化しており、 $T_c$ と  $c/a$ に相関は見られなかった。また、 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}$ までは、最大  $T_c$ を示し、反強磁性秩序が消失する組成  $x_c$ に有意な差は見られなかったが、 $A=\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$ と変化するにつれ、 $x_c$ は低置換領域に移動していく振る舞いが見られた。これらの振る舞いは、P置換に対する  $c/a$ の減少率の変化と相関がある。これは、 $c/a$ の変化に伴うフェルミ面の異方性の変化により、ネスティング条件が悪化したためだと考えられる。

これらの結果を踏まえて、 $x_c$ において最大  $T_c$ が変化しない原因を結晶構造の観点から議論するために、 $x_c$ における  $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造解析を行った。その結果、 $A=\text{Ba}, \text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}$ において、 $x_c$ は大き

く異なるにも関わらず、 $\text{Fe}$ 面からの  $\text{As}$ の高さである  $h_{\text{pn}}$ はほぼ一定であることがわかった。このことから、 $T_c$ は  $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造、特に  $h_{\text{pn}}$ によって制御されていると考えられる。一方、 $A=\text{Eu}$ の  $h_{\text{pn}}$ は他の系とは異なっていることがわかった。先行研究による  $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造と  $T_c$ の関係を考慮すると、 $A=\text{Eu}$ の  $\text{FeAs}_4$ 四面体の局所構造からはさらに高い  $T_c$ が期待されるが、 $\text{Eu}^{2+}$ の磁性及び  $c$ 軸長が短くなったことによる構造不安定性により  $T_c$ が抑制されたと考えられる。

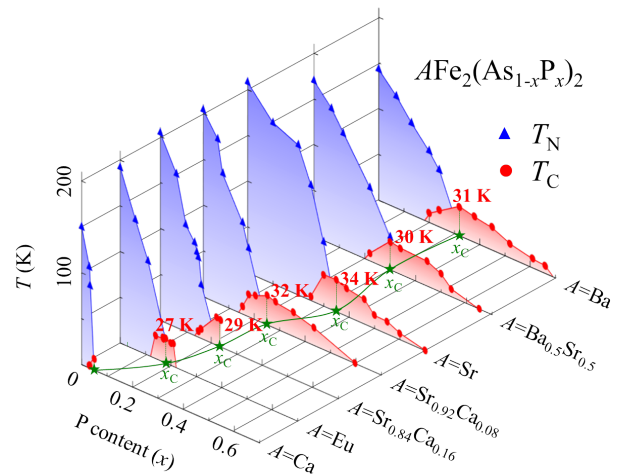


図1:  $A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の電子相図

#### 参考文献

- [1] C. H. Lee *et al.*, Solid State Communications **152**, 644648 (2012).
- [2] Y. Mizuguchi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79**, 102001 (2010).
- [3] M. Nakajima *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81** 104710 (2012)
- [4] T. Kobayashi *et al.*, Phys. Rev. B **87**, 174520 (2013)
- [5] S. Kasahara *et al.* Phys. Rev. B **83**, 060505(R) (2011)

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