

$A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ ($A=\text{Ba}/\text{Sr}, \text{Sr}/\text{Ca}, \text{Eu}$)における 結晶構造の異方性、 FeAs_4 四面体の局所構造と T_c の関係

Relationship among structural anisotropy, local structure of 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^{1*}, 小林達也¹, 宮坂茂樹¹, 田島節子¹,
佐賀山基², 熊井玲児², 中尾裕則², 村上洋一²

¹阪大院理 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-1

²KEK 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、 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 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、 Fe 面からの As の高さである h_{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 FeAs_4 四面体の局所構造、特に h_{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_{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 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 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、 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。

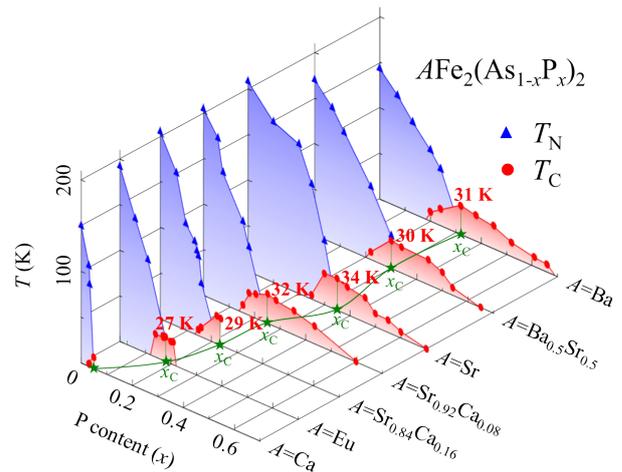


図1: $A\text{Fe}_2(\text{As}_{1-x}\text{P}_x)_2$ の電子相図

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