

O-45

新奇鉄系超伝導物質 SrFeAsF_{1-x} (0 ≤ x ≤ 0.4) の探索 Search for new superconducting in fluorine-arsenide SrFeAsF_{1-x} (0 ≤ x ≤ 0.4)

○村田唯香¹, 大岡詩葉², 渡辺忠孝³, 高瀬浩一³, 高野良紀³
Y. Murata¹, S. Ohoka², T. Watanabe³, K. Takase³, Y. Takano³

Abstract: In 2008, oxygen deficient LaFeAsO_{1-y} was found to be a superconductor with the transition temperature (T_c) of 28 K, while LaFeAsO was a semiconductor. Then we have prepared SrFeAsF_{1-x} and investigated their electrical and magnetic properties. The lattice parameters of SrFeAsF_{1-x} decrease with increasing x . The anomaly observed in the temperature dependence of the electrical resistivity at 175 K in SrFeAsF was disappeared and the metallic conductivity emerged with increasing x . The superconductivity was not observed down to 3 K for $x < 0.4$.

1. はじめに

2006 年に超伝導物質 LaOFeP が報告され, 2008 年に母物質を LaFeAsO とする超伝導物質が報告された. また同年には LaFeAsO とほぼ同じ結晶構造を持つ母物質 SrFeAsF が発見された. SrFeAsF は空間群 $P4/nmm$ に属し, SrF 層と FeAs 層が交互に積層した構造を持つ. Fe は四個の As に囲まれた四面体の重心位置に存在する (Fig. 1). 母物質 LaFeAsO は超伝導性を示さず, O の一部を F で置換することにより超伝導転移温度 (T_c) = 26 K, La の一部を Sr で置換することにより T_c = 23 K の T_c を示す[1, 2]. SrFeAsF では, Sr の一部を希土類元素 (La, Pr, Nd, Sm) で置換することで高い T_c をもつ超伝導物質が発見された. La では T_c = 29 K, Pr では T_c = 32 K, Nd では T_c = 49 K, Sm では T_c = 56 K [3, 4, 5, 6] である. 2010 年に LaFeAsO_{1-y} ($y = 0.11$) において $T_c = 28$ K で超伝導が発現していることから[7], SrFeAsF_{1-x} においても同じことが可能であると考えられる. また価格高騰にある希土類元素の置換を用いないことでコストの低下を実現させることができ, 希土類元素の置換による SrF₂ の不純物の抑制が可能である.

以上のことから本研究では, 母物質 SrFeAsF の F を欠陥させた SrFeAsF_{1-x} を作製し物性評価を行った.

2. 実験

試料作製には固相反応法を用い, 多結晶試料を作製した. 原材料は Sr(2N), SrF₂(3N), As(3N), Fe(4N)を用い, 化学量論比通りに計量し混合を行った. その後, タンタル管に混合した物質を入れ, 石英管に真空封入し, 電気炉により 500 °C で 5 時間, 950 °C で 60 時間の焼成を行った (Fig. 2). さらに得られた試料を 20×2×4 mm³ の短冊状に圧粉・成型し, 1150 °C で 72 時間焼成を行った. 試料評価として粉末 X 線回折測定, 電気抵抗率測定を行なった.

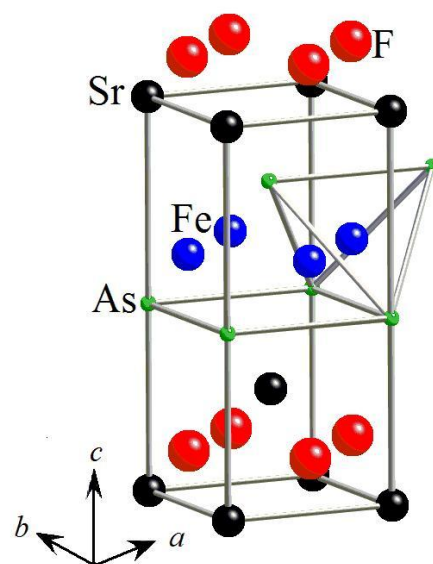


Fig. 1. Crystal structure of SrFeAsF.

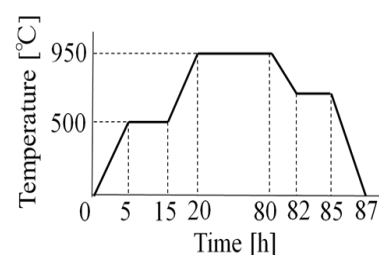


Fig. 2. 1st heating condition.

1 : 日大理工・学部・物理、2 : 日大理工・院・物理、3 : 日大理工・教員・物理

3. 実験結果

Fig. 3 に SrFeAsF_{1-x} の粉末 X 線回折パターンを示す. わずかに SrF_2 の不純物を確認したものの, ほぼ単相の試料が得られた. X 線回折パターンから, Cohen の最小 2 乗法により格子定数を算出した. 現在報告されている SrFeAsF の格子定数の値は $a = b = 3.991 \text{ \AA}$, $c = 8.97 \text{ \AA}$ であり, 実験値とほぼ一致する. 格子定数 a と c は, x の増加に伴い減少した(Fig. 4). 電気抵抗率の温度依存性では SrFeAsF において 175 K 付近で急激な電気抵抗率が減少し構造転移したと考えられる. x を増加することによって全体的に電気抵抗率は減少し金属的振る舞いを示した. 全ての試料において 3 K 以上では超伝導的振る舞いは見られなかった(Fig. 5).

4. まとめ

X 線回折の結果より $\text{SrFeAsF}_{0.85}$ において単相試料が得られた. 電気抵抗率の温度依存性では, 金属的振る舞いを示した. LaFeAsO_{1-y} の最適な O の欠陥量は $y = 0.11$ であるため F の欠陥量は $x = 0.22$ と推測される. よって, その付近で x の値をさらに細かく変化させて最適値を見出したい. また, 磁化率の温度依存性を調べる予定である.

5. 参考文献

- [1] Y. Kamihara, T. Watanabe, M. Hirano and Hideo, Hosono Journal of American Chemical Society **130** (2008) 3296.
- [2] G. Wu, H. Chen, Y. L. Xie, Y. J. Yan, T. Wu, R. H. Liu, F. Wang, D. F. Fang, J. J. Ying and H. Chen, Condens. Matter arXiv: (2008) 0806. 1687v1.
- [3] X. Zhu, F. Han, P. Cheng, G. Mu, B. Shen, L. Fang, H. Wen, Europhysics Letters, **85** (2009) 17001.
- [4] S. Ohoka, R. Suganuma, T. Watanabe, K. Takase, and Y. Takano, to be submitted.
- [5] R. Suganuma, T. Watanabe, K. Takase, Y. Takano, J. Phys.: Conf. Ser. **200** (2010) 012193.
- [6] G. Wu, Y. L. Xie, H. Chen, M. Zhong, R. H. Liu, J. Li, X. F. Wang, T. Wu, Y. J. Yan, J. J. Ying, X. H. Chen, Condens. Matter **3** (2009) 142203.
- [7] S. Ishida, M. Nakajima, Y. Tomioka, T. Ito, K. Miyazawa, H. Kito, C. H. Lee, M. Ishikado, S. Shamoto, A. Iyo, H. Eisaki, K. M. Kojima, and S. Uchida. Physical Review B **81** (2010) 094515.

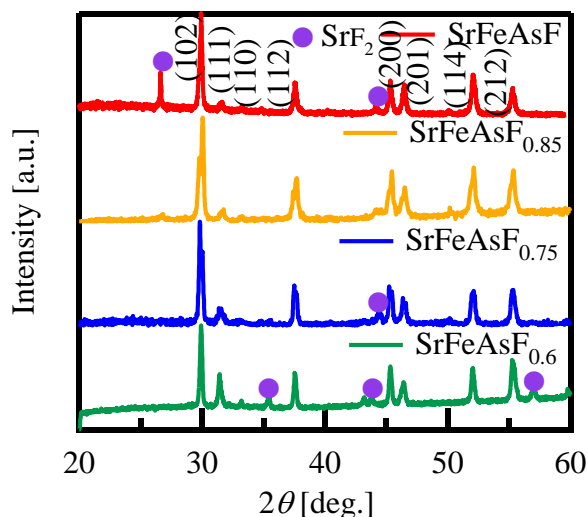
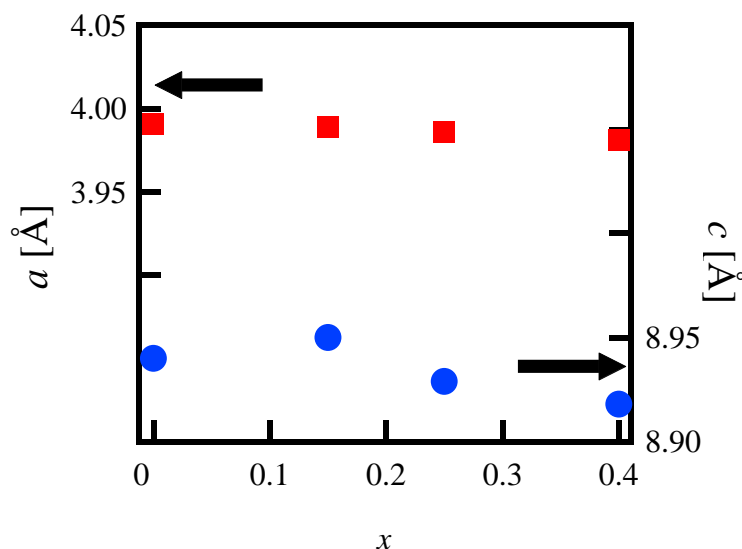
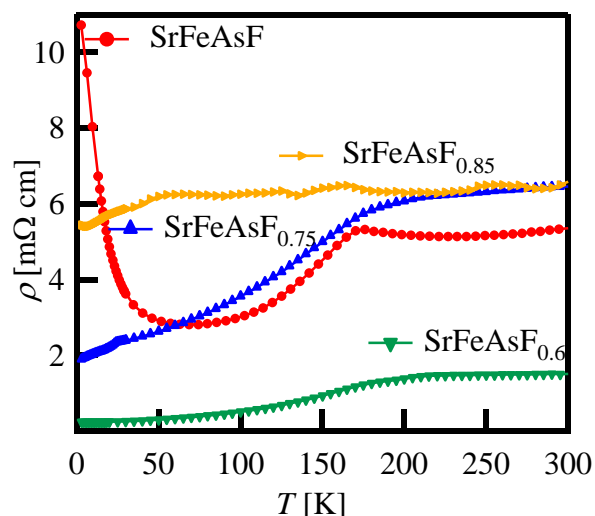


Fig. 3. X-ray diffraction patterns.


 Fig. 4. x dependence of the lattice parameters.

 Fig. 5. Temperature dependence of the electrical resistivity for SrFeAsF_{1-x} ($0 \leq x \leq 0.4$).