

CaFeAsF_{1-x} の作製と電気的性質

Preparation and electrical properties of CaFeAsF_{1-x}

○藤澤孝¹, 前沢麻琳¹, 児玉邦之², 加瀬翔太², 前田穂³, 渡辺忠孝³, 高瀬浩一³, 高野良紀³
*T. Fujisawa¹, M. Maezawa¹, K. Kodama², S. Kase², M. Maeda³, T. Watanabe³, K. Takase³, Y. Takano³

Abstract: We have prepared CaFeAsF_{1-x} and investigated their crystal structure and electrical properties. Lattice parameters were almost unchanged between $0 \leq x \leq 0.7$. The intensity ratio of the X-ray diffraction peak $I_{(006)} / I_{(001)}$ was also unchanged. It was different from that of SrFeAsF_{1-x}.

1. はじめに

2008年にLaFeAsOのOの一部をFで置換させることで超伝導性を示すことが報告された[1]. また同年にはLaFeAsOと同じ結晶構造を持つ母体物質SrFeAsFでSrの一部を希土類元素で置換することにより超伝導性が示された[2]. また、2010年にLaFeAsO_{1-x}で超伝導が発現していることからSrFeAsF_{1-x}においても同じことが可能だと考えられたが、超伝導の発現には至らなかった[3]. 希土類元素での置換とF欠損をしたSr_{1-x}R_xFeAsF_{1-y}は超伝導体になったが、希土類元素の置換量xが大きくなると不純物が増加する傾向とyの増加に伴い超伝導転移温度T_cが下がることが報告された[3]. 不純物の出現はSrと置換する希土類元素のイオン半径の差が大ききことによると考えられるため、Srよりイオン半径が希土類に近いCaを用いたCaFeAsFを母体物質としてCaを希土類元素で置換してみたところ、SrFeAsFを母体物質とした時よりも不純物が少なくなった[4].

そこで、CaFeAsFにおいてF欠損させた試料を作製しF欠損の効果を調べた。CaFeAsFの結晶構造をFigure 1に示す。CaFeAsF_{1-x}は正方晶、空間群はP4/nmmに属している。

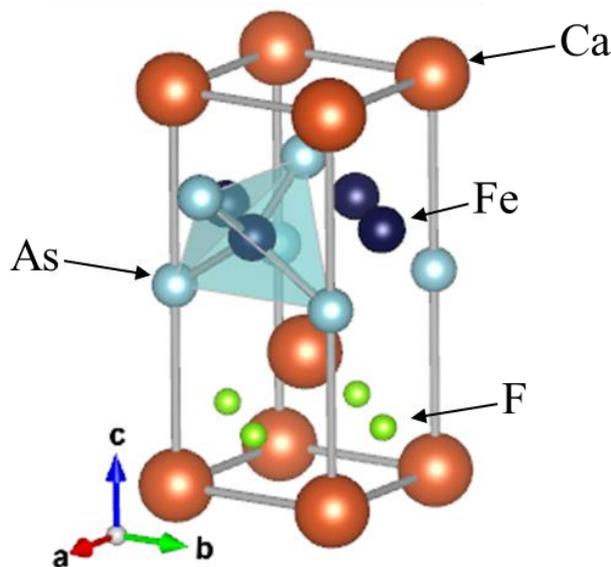


Figure 1. Crystal structure of CaFeAsF

2. 実験方法

試料の作製は固相反応法を用いて作製した。原材料にCa, As, FeF₂, Feを用いた。Caは粒形が大きく反応しにくいいため、あらかじめAsとともに500°Cで5時間、その後700°Cで15時間焼成することにより粉末状のCaAsとした。CaAs, Fe, FeF₂を原材料として、化学量論比に従いAr雰囲気中で計量し25分間混合した。その後、約6tの圧力で10分間かけて圧粉し試料を2×4×20mm³の短冊状にしてからTa管に入れ石英管に真空封入した後、電気炉を用いて500°Cで5時間、950°Cで60時間、700°Cで3時間の焼成を行った。焼成条件をFigure 2に示す。

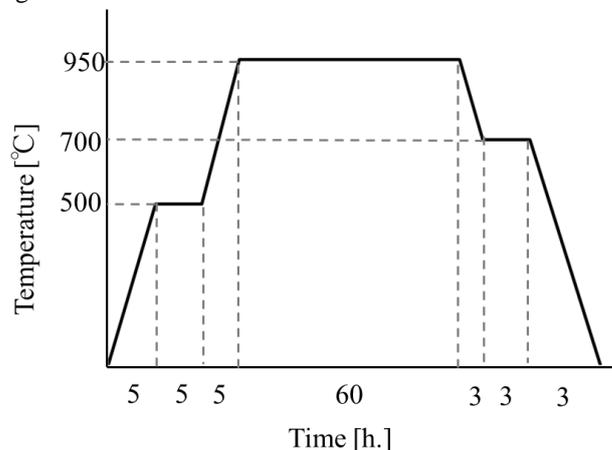


Figure 2. Heating Condition of CaFeAsF_{1-x}

作成した試料の一部を切り出して、Rigaku社製のUltima IVを用いて粉末X線回折測定により結晶構造の評価を行った。

3. 実験結果と考察

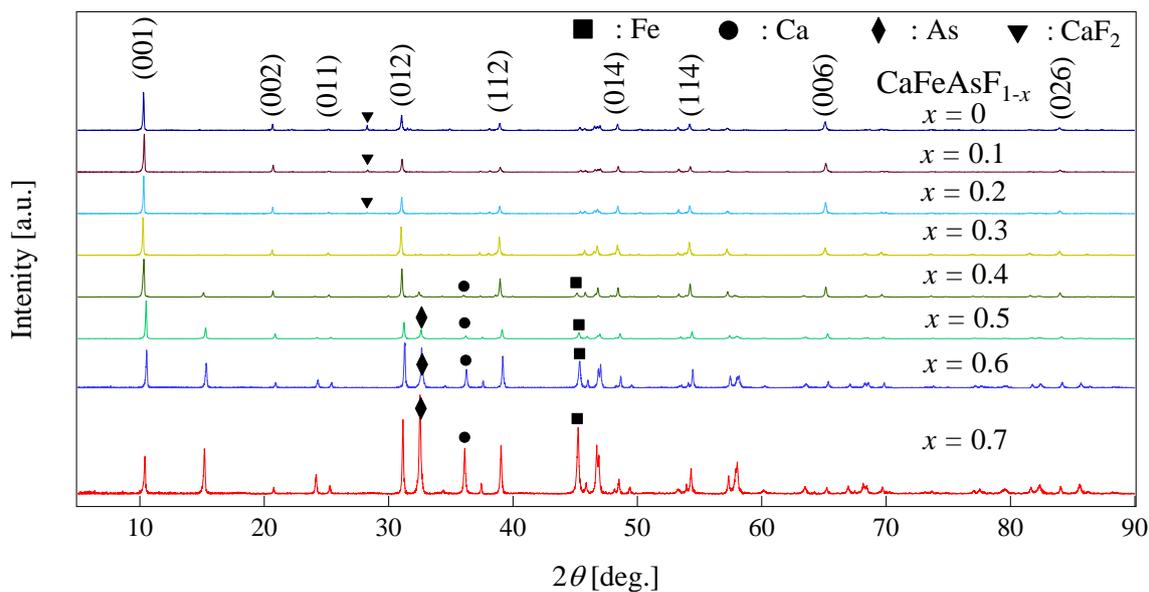


Figure 3. X-ray diffraction patterns

Figure 3 に作製した試料の X 線回折測定の結果を示す。F の欠損量の増加に伴い不純物が増加したことが分かった。試料の格子定数の x 依存性を Figure 4 に示す。格子定数はばらつきがあるが x の変化によらず、ほぼ $a = 3.88 \text{ \AA}$, $c = 8.59 \text{ \AA}$ であることが分かった。

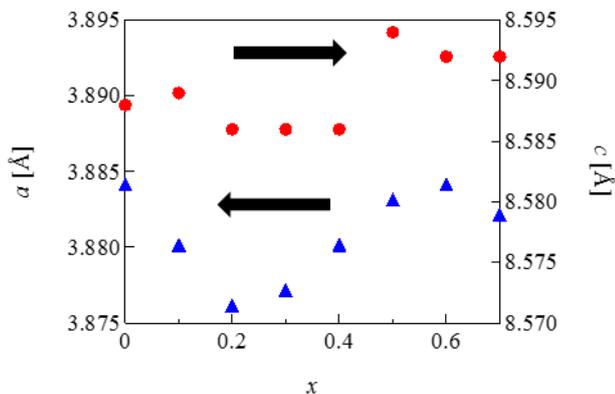


Figure 4. x dependence of the lattice parameters

F 欠損の効果を知るために Figure 5 に CaFeAsF_{1-x} における $I_{(001)} / I_{(006)}$ の相対強度の x 依存性を示す。以前の SrFeAsF_{1-x} では x の増加に伴い実験値は理論値と同様に増加したが今回作製した試料ではほとんど変化しなかった。原因は不明である。

当日は試料の電気抵抗率の温度依存性について報告する予定である。

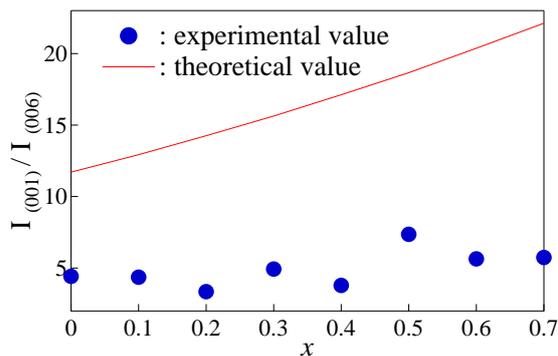


Figure 5. x dependence of the intensity ratio

5. 今後の課題

今回作製した試料は母物質でも不純物が僅かに見られたので、より不純物の少ない純良な試料を作製するために焼成する際の温度や時間を変更して行いたい。また F 欠損させた状態で Ca を希土類元素で置換した場合の物性評価を行いたい。

6. 参考文献

[1] X. Zhu *et al.*, Europhys Letters. **85** (2009) 17011.
 [2] Y. Kamihara *et al.*, Journal of American Chemical Society **130** (2008) 3296.
 [3] 村田唯香：「鉄系超伝導体 $\text{Sr}_{1-x}\text{R}_x\text{FeAsF}$ ($\text{R}=\text{La}, \text{Nd}, \text{Sm}$) におけるフッ素欠損効果の研究」, 修士論文(日本大学大学院理工学研究科), 2013
 [4] 内海百葉：「 $\text{Ca}_{1-x}\text{R}_x\text{FeAsF}$ ($\text{R}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$)」, 修士論文(日本大学大学院理工学研究科), 2014