層状オキシプニクタイド (LaO)EuP の作製と物性評価

Preparation and physical propaties of layered oxypnictide (LaO)EuP

○依田大地¹,川本晃己²,前田穂³,渡辺忠孝³,高野良紀³,高瀬浩一³ *D.Yoda¹,K.Kawamoto²,M. Maeda³,T. Watanabe³,Y. Takano³,K. Takase³

Abstract: One of oxypnictide (LaO)EuAs is a kind of insulator even though Eu 4 *f* electrons are in half-filled state. P with smaller diameter than that of As has been selected to control the distance between Eu atoms. (LaO)EuP has been grown and the physical properties have been investigated.

1. はじめに

これまで我々の研究室では,希土類層状オキシプ ニクタイドについて研究を行ってきた.これら物質 群の1 つである (LaO)MnAs は,ブロッキング層で ある LaO 層と伝導層である MnAs 層が交互に積 層された自然超格子であり,この物質は室温で反強 磁性絶縁体となることが報告されている^{III}.このと き Mn は 2 価の陽イオンとなり,電子配置は 3d⁵ となっており,これは half-filled となる.(Figure 1)

スピンの自由度まで考えると,1つの電子軌道に は2つの電子を取り込むことができ,half-filled の状 態であれば,この物質は金属的性質を示しても不思 議ではない.しかしながら,現実的には,絶縁体で ありこの起源には電子間相互作用が大きく関与して いると思われる.

希土類元素である Eu に注目すると,4*f* 電子の 状態は Mn と同じ half-filled であり,イオン半径 は Eu の方が大きいので, Mn に代えて Eu を用い ることで,電子間相互作用を制御できると考えられ る.

これまでの取り組みで (LaO)EuAs の作製には成 功しているが, この物質は絶縁体であった. これは 注目する Eu 原子間の距離が広すぎるために電気 伝導性を得ることができなかったと考えられる. そ こで, 今回, As よりイオン半径の小さい P を用い て Eu 原子間の距離を小さくすることで, 物性の変 化がおきるかどうか調査した



Figure 1. Electron configuration Mn (left) and Eu (right)

(LaO)EuP の結晶構造を Figure 2 に示す. 晶系は 正方晶, 空間群は *P4/nmm* である. *c* 軸方向に LaO 層と EuP 層が交互に積層しており, P を頂点とし た正四面体の中心に Eu が存在する構造になって



Figure 2. Crystal structure of (LaO)EuP

1:日大理工・学部・物理 2:日大理工・院(前)・物理 3:日大理工・教員・物理

2. 実験方法

試料作製には固相反応法を用いた. 原材料には純 度 99.9%のLa, La₂O₃, Eu, Pの粉末試料を用いた. 化学量論比に従ってAr雰囲気中でLa, La₂O₃, Eu, Pの計量を行った. Euは微粒子である為Pと反応 させることにより小さな試料を作製した.その際 Euが石英管と反応するのを防ぐためにTa管に入 れ真空封入した状態で焼成した.粉末状になった EuとPの化合物を5tの圧力下で20分間圧粉し, EuPを作製した.

作製した EuP と計量した残りの出発原料を Ar 雰囲気中でメノウ乳鉢にて 40 分混合し, 6t の圧力 下で 20 分間圧粉し, 短冊状に成形した. その後, 試 料を Ta 管に入れ, 石英管に真空封入し, 完全に反 応させるため電気炉での焼成を 2 度行う. 今回作成 する試料は、新規物質のため焼成条件を変更しなが ら焼成を試みた。得られた試料の結晶構造評価には CuKa (λ = 1.5418 Å) 線による粉末 X 線回折測定を 行った.

3. 実験結果

Figure 3 及び Figure 4 に作製した試料の粉末 X 線回折測定の結果を示す. Figure 3 から, ほぼ単層 な EuP が出来ていることが分かる. また, 今回作 製した EuP 及び (LaO)EuP は大気中ですぐに風化 してしまうため, X 線回折測定をする際, 試料を Ar 雰囲気で満たされたサンプルホルダーに封入し 測定を行った.

また,今回作製した (LaO)EuP が新規物質であるの で,比較の為に,以前作製した (LaO)MnP の粉末 X 線回折測定の結果と併せて Figure 4 に示す. 含ま れている不純物として Eu₄P_{2.8} と LaP のピークが 見られた.

4. まとめ

今回は、EuP の作製はできたが、(LaO)EuP の作製
 には至らなかった. 今後、焼成の時間及び温度を見
 直し (LaO)EuP の作製を目指す.



Figure 3. Powder XRD patterns of polycrystalline EuP



Figure 4. Powder XRD patterns of polycrystalline (LaO)EuP

5. 参考文献

[1] Nicolas Emery, *et. al.* Chem. Commun., 2010, 46, 6777-6779

[2] J.W. Simonson, Z.P. Yin, M. Pezzoli, J. Liu, K. Past,
A. Efimenko, N. Hollman, Z. Hu, H. –J. Lin, c. –T. Chan,
C. Marques, V. Leyva, G. Smith, J.W.Lynn, L. L. Sun, G.
Katliar, D. N.Basov, L. H. Tjeng, M. C. Aronsan, Proc.
Natl. Acad. Sci. 109(2012) E1815.