

課題番号 :2022A-E19  
利用課題名 (日本語) : $R_{1-x}Ce_xOBiS_2$  ( $R=La, Pr, Nd$ )の Ce3d-4f 共鳴光電子分光:  $BiS_2$  系超伝導体における c-f 混成の検証  
Program Title (English) :Ce 3d-4f resonant photoemission spectroscopy of  $R_{1-x}Ce_xOBiS_2$  ( $R=La, Pr, Nd$ ):  
Verification of c-f hybridization in  $BiS_2$  based superconductor  
利用者名(日本語) :片岡範行<sup>1,2)</sup>, 齋藤竜聖<sup>1,2)</sup>, 横谷尚睦<sup>1,2)</sup>  
Username (English) :N. Kataoka<sup>1,2)</sup>, R. Saitou<sup>1,2)</sup>, T. Yokoya<sup>1,2)</sup>  
所属名(日本語) :1) 岡山大学 異分野基礎科学研究所 2) 岡山大学 大学院自然科学研究科

キーワード : 軟 X 線共鳴光電子分光, c-f 混成,  $BiS_2$  系層状超伝導

### 1. 概要(Summary)

Ce を含む  $BiS_2$  系超伝導体  $R_{1-x}Ce_xOBiS_2$  ( $R$ =希土類元素)における Ce 4f 電子の役割を再考察することを目的として、軟 X 線光電子分光測定を行った。角度分解光電子分光測定および Ce3d-4f 共鳴光電子分光測定の結果は、伝導電子と Ce 4f がわずかに混成していること、フェルミ準位上にも Ce 4f が有限の部分状態密度を有していることを示した。

### 2. 実験(目的,方法)(Experimental)

$BiS_2$ 系超伝導体は発見から10年経過しようとしているが、その超伝導物性には謎が多い。中でも、Ceが含まれる  $BiS_2$ 系超伝導体における Ce 4f 電子の役割はよくわかっていない。我々が  $Nd_{0.7}Ce_{0.3}OBiS_2$  に対して Ce 3d-4f 共鳴光電子分光の予備実験を行なったところ、フェルミ準位上の光電子強度がわずかであるが共鳴増大することを見出した。この結果は、これまでに研究されてきた  $Ce(O,F)BiS_2$  では見逃されてきた点である。本研究課題では、 $R$  元素の種類と Ce 濃度  $x$  を変化させた種々の  $R_{1-x}Ce_xOBiS_2$  ( $R=La, Nd$ ) に対して、系統的な電子状態研究を行うことで、 $BiS_2$  系超伝導体における c-f 混成の有無をはじめとした Ce 4f 電子状態の詳細を明らかにする。

測定には  $R_{1-x}Ce_xOBiS_2$  ( $R=La, Nd$ ;  $x=0-0.8$ ) 単結晶試料を用いた。清浄試料表面は、超高真空中において試料温度 20K で劈開をすることにより得た。角度分解光電子分光および共鳴光電子分光測定は SPring-8

BL23SUに設置されている角度分解光電子分光装置を用いた。エネルギー分解能 100-200meV、角度分解能は  $0.2^\circ$  に設定した。加えて X 線吸収測定も行った。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

測定した全ての試料において、Ce 3d 内殻光電子分光スペクトルおよび Ce 3d X 線吸収分光スペクトルから Ce が+3 価と+4 価の混合原子価状態にあることが示唆された。角度分解光電子分光測定からは、Ce 4f が結合エネルギー0.8 eV 付近を中心にバンド幅 0.4 eV 程度の分散を示すことがわかった。また、Ce 3d-4f 共鳴光電子分光から、光エネルギー881.4 eV でフェルミ準位上の光電子強度がわずかに増大することを観測した。これらの結果は、伝導電子と Ce 4f が混成しており、フェルミ準位上でも Ce 4f が有限の部分状態密度を有していることを意味している。

### 4. その他・特記事項(Others)

実験にご協力いただきました原子力研究機構の藤森伸一氏及び川崎郁斗氏に感謝いたします。