

室温強磁性 Sr<sub>3</sub>YCo<sub>4</sub>O<sub>10.5</sub> の共鳴軟 X 線散乱研究Resonant soft X-ray scattering study of room temperature ferromagnet Sr<sub>3</sub>YCo<sub>4</sub>O<sub>10.5</sub>岡本淳<sup>1\*</sup>, 中尾裕則<sup>1</sup>, 小林航<sup>2</sup>, 石渡晋太郎<sup>3</sup>, 山崎裕一<sup>1</sup>, 須田山貴亮<sup>1</sup>, 寺崎一郎<sup>4</sup>, 村上洋一<sup>1</sup><sup>1</sup> 構造物性研究センター、放射光科学研究施設、〒305-0801 つくば市大穂 1-1<sup>2</sup> 筑波大学数理物質科学研究科物理学専攻、〒305-8571 つくば市天王台 1-1-1<sup>3</sup> 東京大学大学院工学系研究科付属 QPEC、〒113-8656 文京区本郷 7-3-1<sup>4</sup> 名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻、〒464-8602 名古屋市千種区不老町

## 1 はじめに

ペロブスカイト型 Co 酸化物 Sr<sub>3</sub>YCo<sub>4</sub>O<sub>10.5</sub>(以下 SYCO)は、Co 酸化物中ではもっとも高い強磁性転移点( $T_c \sim 340$  K)を示す物質として知られている。その強磁性の発現機構について、Co *K* 端共鳴 X 線散乱で磁気転移と同時に *a* 軸方向に  $x^2-y^2-z^2$  と揃う  $e_g$  軌道秩序が観測されたことから、中間スピン(IS)状態が、高スピン(HS)状態と反強磁性的に揃うことでフェリ的に磁性を発現させるモデルが考えられている[1]。このモデルを確認するには、 $e_g$  軌道秩序構造、磁気秩序構造を形成する電子状態を知ることが必要である。Co  $L_{2,3}$  端、O *K* 端での共鳴軟 X 線散乱(RSXS)を測定し、 $e_g$  軌道秩序[ $q = (1, 0, 0)$ ]と磁気秩序構造[ $q = (2, 0, 0)$ ]を作る Co *3d* 軌道や O *2p* 軌道の情報を直接得ることを試みた。

## 2 実験

SYCO の Co  $L_{2,3}$  端、O *K* 端 RSXS 実験は、KEK-PF の軟 X 線アンジュレータビームライン BL-16A で行った。SYCO 単結晶試料は(100)面を切り出し、表面を鏡面研磨した。試料は超高真空二軸回折計に、*ac* 面を散乱面とし、入射光の偏光ベクトルが  $\sigma$  偏光( $\pi$  偏光)で // *b*( $\perp b$ )になるように配置した。測定時の真空は  $1 \times 10^{-5}$  Pa である。検出器には MCP を用いた。入射光のエネルギー分解能は  $\sim 0.1$  eV である。

## 3 結果および考察

Co  $L_{2,3}$  端の RSXS では(1, 0, 0)は MCP の検出感度では明確な構造が見つからなかった。(2, 0, 0)は明確な構造が観測された。図 1 に(2, 0, 0)の RSXS 強度のエネルギー依存性を示す。XAS と比較して、XAS ピークと Co<sup>3+</sup>のスピンの状態の変化が見られる肩構造の準位(点線)で緩やかな構造が見られた。また、Co  $L_{2,3}$  端の XAS ピークと肩構造間のエネルギー(一点鎖線)で顕著な構造が見られた。O *K* 端の RSXS では(1, 0, 0)の測定を行った。図 2 の RSXS スペクトルに見られるように、531 eV 付近に構造が見られた。この領域は、Co<sup>3+</sup>の LS-HS 状態変化で、Co *3d* 軌道と混成した O *2p* 非占有状態密度の変化が明確に現れる領域である。このことは、室温強磁性と  $e_g$  軌道秩序に関する HS/IS 状態を直接観測し、電子状態に O *2p* 軌道が大きく寄与していることを示したと言える。

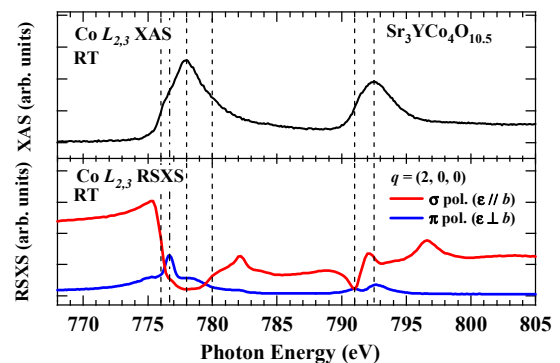


図 1 : SYCO の Co  $L_{2,3}$  端 XAS(上)と(2, 0, 0)構造の RSXS スペクトル(下)。

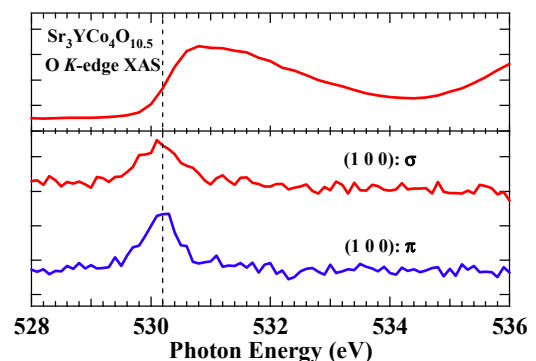


図 2 : SYCO の O *K* 端 XAS(上)と(1, 0, 0)構造の RSXS スペクトル(下)。

## 4 まとめ

Sr<sub>3</sub>YCo<sub>4</sub>O<sub>10.5</sub> の  $e_g$  軌道秩序構造及び磁気秩序構造について Co  $L_{2,3}$  端と O *K* 端での共鳴軟 X 線散乱を測定した。構造がスピン状態変化に敏感な準位で見られたことから、中間/高スピン状態が軌道・磁気秩序を作り Sr<sub>3</sub>YCo<sub>4</sub>O<sub>10.5</sub> の磁性を担うというモデルを指示する結果が得られた。

## 参考文献

[1] H. Nakao *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 023711.  
\* jun.okamoto@kek.jp