

# 時間分解共鳴軟 X 線散乱による スピン軌道液体 $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$ の光誘起ダイナミクス測定 Photoinduced dynamics of spin-orbital liquid $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$ probed by time-resolved resonant soft x-ray scattering

田久保耕<sup>1,\*</sup>, 山本航平<sup>1</sup>, 平田靖透<sup>1</sup>, 和達大樹<sup>1</sup>, Huiyuan Man<sup>1</sup>, 中辻知<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>東大物性研

K. Takubo<sup>1</sup>, K. Yamamoto<sup>1</sup>, Y. Hirata<sup>1</sup>, H. Wadati<sup>1</sup>, H. Man<sup>1</sup>, S. Nakatsuji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute for Solid State Physics, Univ of Tokyo

\*ktakubo@issp.u-tokyo.ac.jp

スピンと電子構造のダイナミクスの研究として、遷移金属酸化物  $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$  を取り上げる。六方晶の  $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$  は Cu サイトが  $\text{Cu}^{2+}(\text{d}^9)$  であるにも関わらず最低温 (<20mK) まで静的なヤーンテラー歪み(軌道整列)を示さない[1]。構造のフラストレーションの効果により、スピン自由度に加えて軌道自由度も低温で凍結しない”量子スピン-軌道液体”の可能性が示唆され非常に注目される。定常状態の X 線回折、ESR[2]等の測定が行われ、(1) (001)面内の複数の Cu サイトのスピン・軌道の自由度が競合していること、(2) 軌道揺らぎ(複数サイトによる集団フォノン)が低温( $T < 40\text{K}$ )では 100 ps 程度以上の時間スケールを持ち凍結していること、等が間接的に示唆されてきた。一方、欠陥を含む斜方晶の  $\text{Ba}_3\text{Cu}_{1-x}\text{Sb}_{2+x}\text{O}_9$  は 200K 以下でスピン-軌道の秩序を示す。本研究ではパルスレーザー照射により、 $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$  の構造及び磁性・軌道を変化させ、その光励起-緩和のダイナミクスを Cu 吸収端の時間分解共鳴軟 X 線散乱(回折/Tr-RSXS)により観察した。測定は SPring-8 BL07LSU に建設した時間分解能 50 ps の Tr-RSXS 装置[3]で行った。パルスレーザーによる白色化された励起においては、構造転移が起きるとともに物質の様々なフォノンが誘起される。その結果、ダイナミクス上にフォノンの振動モード(所謂”コヒーレントフォノン”)が同時観察される、ということも光誘起ダイナミクス研究の特色の一つである。

図 1 に  $Q=(002)$  における Cu  $L_3$  端 ( $h\nu=930.2\text{eV}$ ) の Tr-RSXS 強度の時間発展を示す。 $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$  (六方晶)の時間発展上に 165 ps 程度の周期の長いコヒーレント振動が観測された。一方、斜方晶試料のダイナミクスには振動が観測されないように見える。 $Q=(002)$  は構造の回折であるが、RSXS は構造に加えて Cu  $3d$  軌道の状態を反映することが、温度変化の傾向から確かめられている。コヒーレント振動は複数の Cu サイトによるスピン-軌道の揺らぎをサイト選択的に可視化したものと想定される。

[1] S. Nakatsuji *et al.*, Science **336**, 559 (2012).

[2] Y. Han *et al.* Phys. Rev. B **92**, 180410 (2015).

[3] K. Takubo *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 162401 (2017).

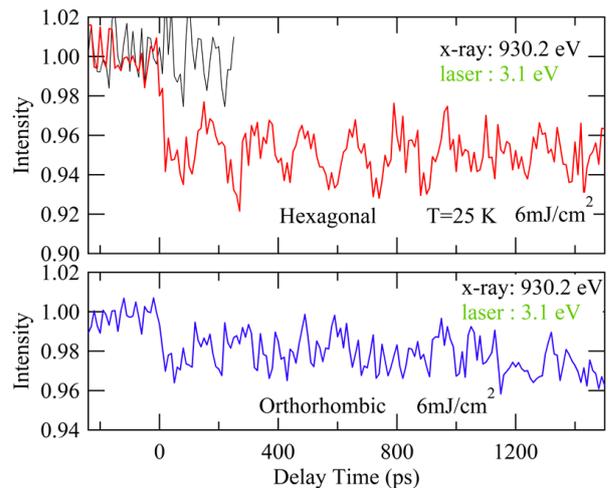


Fig. 1:  $\text{Ba}_3\text{CuSb}_2\text{O}_9$  (六方晶、斜方晶)の Tr-RSXS 強度の時間発展