

# X線自由電子レーザーを用いたBiコヒーレントフォノン発生機構の解明

## Investigation of Generation Mechanism of Coherent Phonon in Bi with X-Ray

### Free-Electron Laser

理研<sup>1</sup>, JASRI<sup>2</sup>, 東大物性研<sup>3</sup>

○久保田 雄也<sup>1</sup>, 田中 良和<sup>1</sup>, 富樫 格<sup>2,1</sup>, 戎 富雄<sup>1</sup>, 玉作 賢治<sup>1</sup>, 大沢 仁志<sup>2</sup>, 和田 哲弥<sup>3</sup>,  
杉野 修<sup>3</sup>, 松田 巖<sup>3</sup>, 矢橋 牧名<sup>1,2</sup>

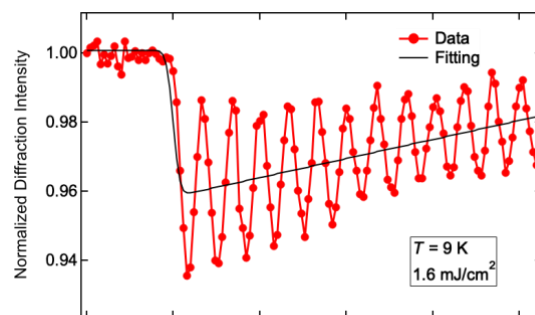
RIKEN<sup>1</sup>, JASRI<sup>2</sup>, ISSP<sup>3</sup>

○Yuya Kubota<sup>1</sup>, Yoshikazu Tanaka<sup>1</sup>, Tadashi Togashi<sup>2,1</sup>, Tomio Ebisu<sup>1</sup>, Kenji Tamasaku<sup>1</sup>,  
Hitoshi Osawa<sup>2</sup>, Tetsuya Wada<sup>3</sup>, Osamu Sugino<sup>3</sup>, Iwao Matsuda<sup>3</sup>, Makina Yabashi<sup>1,2</sup>

E-mail: kubota@spring8.or.jp

超短パルスレーザーの発達に伴い、通常の熱平衡状態では到達できない新しい準平衡状態への転移が光励起で可能となり、多くの研究がこれまで報告されている[1]。光励起によるコヒーレントフォノンの発生はその代表例であり、それ自身の基礎学理の探究に加え、光誘起超伝導やスクイーズド状態との関連性から、長年注目を集めている。ビスマス (Bi) はコヒーレントフォノンが発生する典型的な物質であり、これまで光学レーザーを使った pump-probe 反射率測定で、極低温も含めた多くの研究報告がある[2]。しかしながら、光学レーザーで得られる結果は電子状態を反映したものであり、コヒーレントフォノンにおける格子振動に対する考察は、電子-格子相互作用を介した間接的なものとどまっているため、発生機構に関して議論が続いている。超短パルス X 線を用いた pump-probe X 線回折法が格子運動を直接観測できる有効な手段であるが、極低温域も含めた広い温度領域を網羅的に調べることは、これまで技術的に困難であった。

そこで本研究では、汎用的な低温 pump-probe X 線回折装置を X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設 SACLA にて開発し、極低温における Bi のコヒーレントフォノンの格子振動を初めて直接観測した[3]。図 1 に 9 K における Bi の回折強度時間変化を示す。コヒーレントフォノンによる振動構造が明瞭に現れていることがわかる。さらに、室温時と比べて格子変位が抑制されており、コヒーレントフォノンの発現機構が温度により変化していることを明らかにした。



**Figure 1: A typical result of the Bi 111 diffraction intensity variation as a function of delay time obtained at  $T = 9$  K and pump fluence of  $1.6 \text{ mJ/cm}^2$ . The black solid line represents a fitting curve of the non-oscillatory component.**

### 参考文献

- [1] 例えば, K. Miyano *et al.*, Phys. Rev. Lett. **78**, 4257 (1997).
- [2] 例えば, O. V. Misochko *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **18**, 10571 (2006).
- [3] Y. Kubota *et al.*, arXiv:2105.13146.