

X線自由電子レーザーを用いた低温 Bi コヒーレントフォノンの解明

Investigation of Coherent Phonon in Bi at Low Temperature

with X-ray Free Electron Laser

理研¹, JASRI², 東大物性研³

久保田 雄也¹, 田中 良和¹, 富樫 格^{2,1}, 戎 富雄¹, 玉作 賢治¹, 大沢 仁志², 和田 哲弥³,
松田 巖³, 矢橋 牧名^{1,2}

RIKEN¹, JASRI², ISSP³

Yuya Kubota¹, Yoshikazu Tanaka¹, Tadashi Togashi^{2,1}, Tomio Ebisu¹, Kenji Tamasaku¹,
Hitoshi Osawa², Tetsuya Wada³, Iwao Matsuda³, Makina Yabashi^{1,2}

E-mail: kubota@spring8.or.jp

ビスマス (Bi) は光励起によりコヒーレントフォノンが発生する代表的な物質であり、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[1]。試料温度が下がるにつれて、図 1(a)に示すような全対称の A_{1g} フォノンモードに加え、非対称の E_g フォノンモードの発生が顕著になり、 A_{1g} モードとカップルする。コヒーレントフォノンの発生機構に関しては議論が続いているが、結論を出すためには低温における A_{1g} モードと E_g モードの関連を明らかにする必要があり、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[2]。しかしながら、励起源である可視光近傍の光学レーザーと X 線の波長差が大きいことから、双方の光を透過させる物質は少なく、真空環境が必須である極低温領域での光励起 X 線検出の測定はこれまで困難であった。

そこで我々は、広い可視光近傍の波長領域と X 線領域に高い透過性を持つ窓材を利用し、広い回折角度に対して適応可能な汎用的な低温 pump-probe X 線回折装置を X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設 SACLA にて開発した。図 1(b)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の発生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、 A_{1g} モードにおける格子変位

が抑制されることが直接観測され、本講演にて、 E_g モードとの関連を議論する予定である。

参考文献

- [1] 例えば、O. V. Misochko *et al.*,
J. Phys.: Condens. Matter **18**,
10571 (2006).
[2] D. M. Fritz *et al.*, Science **315**,
633 (2007).

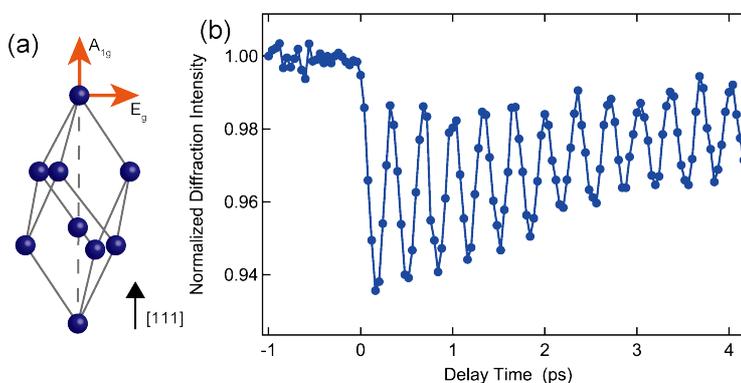


Figure 1: (a) Structure of bismuth unit cell. (b) A typical result of Bi (111) diffraction intensity variation as a function of delay time obtained at $T = 9$ K.