

1T'-MoTe₂ バルク結晶におけるコヒーレントフォノンの観測Observation of coherent lattice vibrations in 1T'-MoTe₂

筑波大院数理¹, 産総研ナノエレ部門², Herzen Univ.³, 埼玉大院理工⁴ ○(M1) 福田 拓未¹, 牧野 孝太郎², 齊藤 雄太², Paul Fons², Alexander V. Kolobov^{2,3}, 上野 啓司⁴, Richarj Mondal¹, 長谷 宗明¹ ○(M1) T.Fukuda¹, K.Makino², P.Fons², A.V.Kolobov^{2,3}, K.Ueno⁴, R.Mondal¹, M.Hase¹ E-mail: s1920338@s.tsukuba.ac.jp

【はじめに】近年、遷移金属ダイカルコゲナイド (TMDC) を含む 2 次元層状材料は、興味の対象が基礎物理学の範囲を超え、その魅力がデバイス工学を初めとする様々なエレクトロニクス応用に波及し、研究が展開され始めている。TMDC の魅力的な性質は豊富な化学組成や結晶構造によって、半導体、(半) 金属、超伝導に留まらず、トポロジカル絶縁体、ディラック半金属、ワイル半金属といった特異的な電子挙動を有するトポロジカル相を示すことがある点である。この多才とも言える TMDC の性質は、トポロジカル物性のより深い理解を与えてくれる研究対象となるだけでなく、加速する情報社会において今後益々需要が高まると予想される次世代高速・高密度記録デバイスの実現に多大な恩恵をもたらすと考えられる。一方で TMDC の極短時間領域におけるキャリアやその輸送特性に関わる格子振動のダイナミクスについてはあまり明らかにされていない。

【実験方法】本研究では TMDC で室温環境下で安定である 1T'-MoTe₂ バルク結晶に対してフェムト秒パルスレーザー (パルス幅:30fs, 中心波長 830nm) を用いた時間分解ポンプ・プローブ分光法により、試料の反射率変化 $\Delta R/R$ を観測した。反射率変化の信号から電子応答部分のバックグラウンドを差し引くことによって得られたコヒーレントフォノンの信号をフーリエ変換することによってフォノンのスペクトルを得た (Fig.1).

【実験結果・考察】

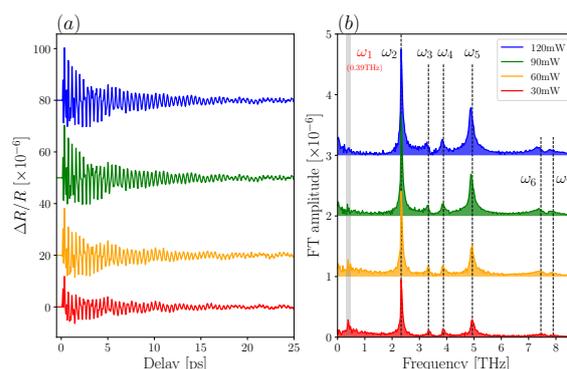


Fig.1 (a) Time domain $\Delta R/R$ signal of coherent lattice vibrations in 1T'-MoTe₂ observed at different pump-powers. (b) FT amplitude of (a). Acoustic phonon (ω_1) and optical phonon ($\omega_2 \sim \omega_7$) modes are observed.

室温における実験にもかかわらず、250K 以下の低温で安定構造となる T_d 相に特有な層水平対向に振動する 0.39THz の低周波音響フォノン (shear phonon mode) をピコ秒スケールの極短時間領域で見出した。この音響フォノンは結晶空間反転対称性の有無を左右するモードであり、空間反転対称性が破れたワイル半金属相を誘起するのに重要な役割を果たすことから、「結晶対称性スイッチング」[1,2] と形容されている。また、この音響フォノンの強度は励起光強度が増すと減衰する傾向にあり、他の光学フォノンとは異なる振る舞いが見られた。この結果は結晶対称性スイッチングが強い励起で弱められてしまうことを示唆している。

【参考文献】

1. E.J.Sie *et al.*, Nature Vol. **565**, 61 (2018).
2. M.Y.Zhang *et al.*, Phys.Rev.X Vol. **9**, 021086 (2019).