

シングルショット分光による強誘電体 フォノンポラリトンの非調和ダイナミクス解明

Anharmonic phonon-polariton dynamics in ferroelectric LiNbO₃

studied with single-shot pump-probe imaging spectroscopy

横浜国大院工 ° 本山 竜央, 栗林 知憲, 嵐田 雄介, 片山 郁文, 武田 淳

Yokohama National Univ. ° T. Motoyama, T. Kuribayashi, Y. Arashida, I. Katayama and J. Takeda

E-mail: katayama@ynu.ac.jp, jun@ynu.ac.jp

強誘電体 LiNbO₃ は高い非線形感受率や室温での熱的・化学的安定性など優れた性質を有していることから電気光学素子として幅広く利用されており、近年では高強度のテラヘルツ波発生素子としても注目されている[1]。そのような応用においてはテラヘルツ領域に存在するフォノンポラリトンが重要な役割を担っているが、その時間-周波数領域のダイナミクスは十分に議論されていない。特に低温領域においてはフォトリフレクティブ効果と呼ばれる永続的な光誘起屈折率変化により、繰り返し計測を必要とする従来の Pump-Probe 分光法を用いたダイナミクス測定が困難である[2]。そこで本研究では、シングルショットベースの分光法[3]を用いることで、フォトリフレクティブ効果による影響を避け、低温領域を含む広い温度領域におけるフォノンポラリトンダイナミクスの解明を目指した。

光源には Ti:Sapphire 再生増幅レーザー (パルス幅~40 fs, 中心波長 810 nm) を用いた。測定は Kerr 配置で行い、誘導ラマン散乱により誘起された E モードフォノンポラリトンを光学的ヘテロダイン検出により選択的に観測した。図 1a は、10 K で測定したフォノンポラリトン伝播の時間-波長 2 次元イメージであり、異なる波長域に波数の異なる 3 つの振動モード (TO₁: ~3, ~4 THz, TO₃: ~7 THz) が明確に観測された。試料温度を 10 K から 375 K の範囲で変化させながら測定を繰り返し、各モードの周波数の温度依存性を評価した (図 1b)。いずれのモードも温度に対して低周波数シフトするが、これは主に屈折率の温度変化に伴う位相整合条件の変化に起因することを見出した。加えて、TO₁ および TO₃ モード周波数 (ω_{TO_1} , ω_{TO_3}) の温度依存性を音響フォノンとのカップリングを考慮した非調和モデルで解析できた。実時間波形やダンピングの温度依存性に関する評価などの詳細は当日報告する。

[1] H. Hirori *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 091106 (2011).

[2] G. P. Wiederrecht *et al.*, *Phys. Rev. B*, **51**, 916 (1995).

[3] Y. Ikegaya *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **107**, 062901 (2015).

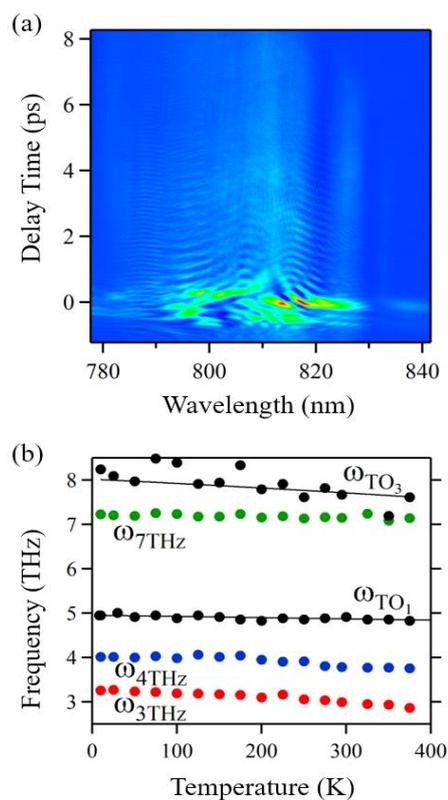


Fig. 1. (a) Time-wavelength 2D images of E-mode phonon-polariton propagations at 10 K. (b) Temperature dependence of the frequency shift for each phonon-polariton component and the calculated frequency of the TO₁ and TO₃ modes.