

# THz 励起-時間分解 STM に向けた広帯域赤外パルス合波技術開発 Development of broadband infrared pulse combining technology for THz-pump time-resolved STM

筑波大数理物質系<sup>1</sup>○梅田 直輝<sup>1</sup>, 嵐田 雄介<sup>1</sup>, 石川 雅士<sup>1</sup>, 畑中 陽<sup>1</sup>, 茂木 裕幸<sup>1</sup>, 吉田 昭二<sup>1</sup>,  
武内 修<sup>1</sup>, 重川 秀実<sup>1</sup>

Department of pure and applied physics, Tsukuba Univ.<sup>1</sup>, °Naoki Umeda<sup>1</sup>, Yusuke Arashida<sup>1</sup>,  
Masashi Ishikawa<sup>1</sup>, Akira Hatanaka<sup>1</sup>, Hiroyuki Mogi<sup>1</sup>, Shoji Yoshida<sup>1</sup>, Osamu Takeuchi<sup>1</sup> and  
Hidemi Shigekawa<sup>1</sup>

近年のテラヘルツ (THz) パルスの高強度化の技術革新により, THz 電場を用いた分子振動, 超伝導, 電荷密度波などの素励起の超高速制御が盛んに研究されている[1,2,3]. 中赤外 (MIR) 周波数領域に共鳴エネルギーを持つこれらの現象を時間領域で理解するために広帯域な MIR パルスが必要となる. 本研究では, サブサイクルの MIR パルスおよび THz パルスを, その帯域を維持したまま同軸配置で合波する光学系の開発を行った. 同軸配置にすることで従来の光学測定を簡略化するだけでなく, 真空容器を利用した計測装置への導入が容易になると期待される. 本研究ではこの光源の応用例の一つとして, 走査トンネル顕微鏡法 STM と組み合わせることでフェムト秒の時間分解能とナノスケールの空間分解能を両立した観察手法の確立を目指している.

基本光源として Ti:S ベースの光パラメトリックチャープパルス増幅器 (OPCPA) を使用した. 波長範囲は 660 ~ 940 nm, パルス幅 8.5 fs, 繰返し周波数 4 MHz の基本波から, GaSe 結晶を用いた光整流効果によりサブサイクル MIR パルスを既に開発している[4]. THz パルスの発生には OPCPA のポンプビーム (中心波長 1030 nm) の一部を分割し, BNA 結晶を用いた光整流効果を利用した [5]. また, MIR と THz パルスを同軸で合波するために, Ge 製のビームスプリッターを用いた. Figure 1 は, 合波後のパルスの電場の時間波形である. 帯域 1 THz で振動する電場の中に帯域 30 THz で急峻に振動するサブサイクル MIR 電場が確認できる. THz と MIR の間の遅延時間は任意に変化させることが可能であり, THz 電場の位相に敏感に励起されるような現象の計測に期待がかかる.

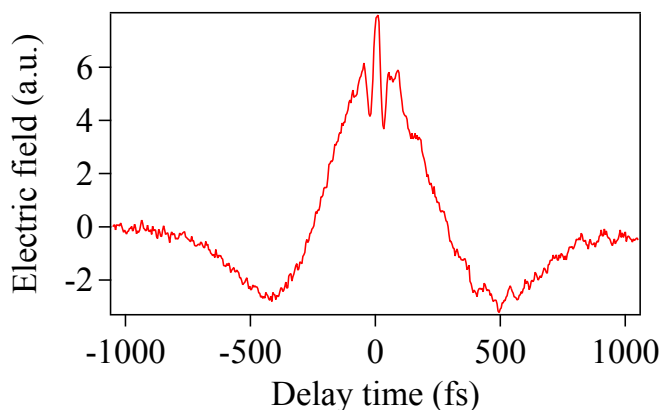


Fig.1 The electric field of the combined waveform of MIR and THz pulses.

## References:

- [1] T. L. Cocker, *et al.*, Nat. Photon. 7, 620 (2013).
- [2] M. Woerner, *et al.*, EPJ Web of Conferences, 205, 05007 (2019).
- [3] P. Gaal, *et al.*, Nature, 450, 1210 (2007).
- [4] K. Yoshioka, *et al.*, Opt. Lett. 44, 5350 (2019).
- [5] Z. B. Zaccardi, *et al.*, arXiv:2010, 02380 (2020).