

# 時間分解 THz-STM を用いた光励起キャリアダイナミクスの計測

## Photo-induced carrier dynamics probed by time-resolved THz-STM

筑大数理<sup>1</sup>, 京大化研<sup>2</sup>, 東海大<sup>3</sup>, 横国大<sup>4</sup> ○(M1)五十嵐一步<sup>1</sup>, 吉田昭二<sup>1</sup>, 嵐田雄介<sup>1</sup>,  
廣理英基<sup>2</sup>, 立崎武弘<sup>3</sup>, 吉岡克将<sup>4</sup>, 武内修<sup>1</sup>, 金光義彦<sup>2</sup>, 重川秀実<sup>1</sup>

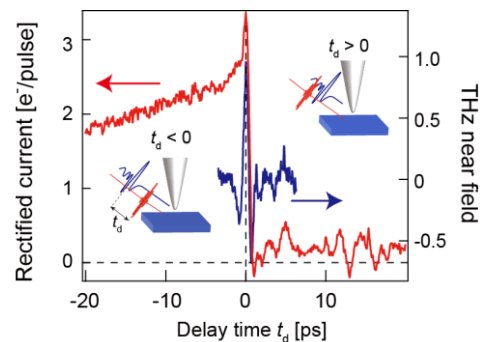
Univ. of Tsukuba,<sup>1</sup> Kyoto Univ,<sup>2</sup> Tokai Univ<sup>3</sup>, Yokohama Natnl. Univ<sup>4</sup>. ○ Ippo Igarashi<sup>1</sup>,  
Shoji Yoshida<sup>1</sup>, Yusuke Arashida<sup>1</sup>, Hideki Hirori<sup>2</sup>, Takehiro Tachizaki<sup>3</sup>, Katsumasa  
Yoshioka<sup>4</sup>, Osamu Takeuchi<sup>1</sup>, Yoshihiko Kanemitsu<sup>2</sup>, and Hidemi Shigekawa<sup>1</sup>

<http://dora.bk.tsukuba.ac.jp>

はじめに：遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)はキャリア間の大きなクーロン相互作用やバンド構造の制御性の高さからオプトエレクトロニクスやトランジスタなどへの応用が注目されている。特に MoTe<sub>2</sub> は強電場下で相転移することが知られており<sup>[1]</sup>、この制御性を解明するためには超高速領域における電子状態の変化やキャリアダイナミクスを観測することが必要である。本研究では、走査型トンネル顕微鏡と THz 波を組み合わせた THz-STM に励起光を導入することで、光キャリアの緩和ダイナミクスを観測した<sup>[2]</sup>。

**実験：**パルス面傾斜法を用いて、非線形光学結晶である LiNbO<sub>3</sub> 結晶に波長 1035 nm のレーザー光源を入射し THz パルスを発生させた。この THz パルスは 1ps 程度のパルス幅を持ち、STM のバイアス電圧を瞬間的に変調することが可能である。この THz パルスと IR パルスを 2H-MoTe<sub>2</sub> 結晶に照射し、THz 誘起トンネル電流のポンププローブ測定を行った。

**結果：**図は THz 誘起トンネル電流の遅延時間依存性を示している。IR 光の強度は 2.0 mJ/cm<sup>2</sup> とした。差し込み図はポンプ光とプローブ光の関係を表しているが、 $t_d > 0$  では THz パルスの後に IR パルスが照射されており、試料からのホットエレクトロンによって THz の近接場が観測されるが信号は微弱である。一方  $t_d < 0$  では IR パルスが先行し、THz パルスが遅れて照射されている。この場合トンネル電流は光キャリアの生成による励起状態を反映している。一般的な半導体では光キャリアが生成されると表面光起電力 (SPV) が生じ、バンド湾曲が抑制されるためトンネル電流は増加する。図を見ると遅延時間  $t_d$  が減少するにつれてトンネル電流も減少していく様子が分かるが、これは再結合によってキャリアが減少していくことで SPV トンネル電流が流れにくくなるためである。広い遅延時間範囲での測定結果より寿命の異なる 2 つのキャリア緩和過程 ( $\tau_1 = 18$  ps,  $\tau_2 = 606$  ps) が得られた。



[1] F. Zhang et al., *Nat. Mater.* 18, 55, (2018).

[2] S. Yoshida et al., *ACS photon.* 6, 1356-1364(2019)