

時間分解 STM で見る超高速電子ダイナミクス

Ultrafast electron dynamics probed by time resolved STM

筑大数理¹ ○吉田 昭二¹

Tsukuba Univ.¹ ○Shoji Yoshida¹

E-mail: yoshida@ims.tsukuba.ac.jp

現在フェムト秒の高い時間分解能と、原子~ナノスケールの高い空間分解能を両立する超高速顕微鏡の開発が盛んに進められている。なかでも、近年開発された THz パルスと走査トンネル顕微鏡(STM)を組み合わせた時間分解 THz-STM は、単一分子の振動ダイナミクス¹や単一量子ドット中の光励起キャリアダイナミクス²の計測から原子レベルの高い空間分解能とサブ ps の高い空間分解能が実証されており非常に注目されている^{3,4}。

図 1 にその装置の概要図を示す。図のように単一サイクルの THz パルスを STM トンネル接合に照射すると、STM 探針がアンテナのように働くことで STM 探針直下に強く増強された THz 近接場が形成される。この THz 近接場によってピコ秒以下のパルス幅を持つ超高速トンネル電流(THz 電流)が駆動されるため、これをプローブとして用いた時間分解計測が可能となる。

本講演では、時間分解 THz-STM を用いた計測例として C₆₀ 有機薄膜中の超高速電子ダイナミクスの計測について紹介する。図 2 に試料として用いた Au(111)上 C₆₀ 薄膜の STM 像を示す。赤外パルスをポンプ光として STM トンネル接合を励起すると Au(111)表面で光励起された電子が C₆₀ 薄膜中に注入される。この電子ダイナミクスを観察するために、THz 電流をプローブとしたポンプ-プローブ計測を行った。図 3 に図 2 の A、B 点で測定された結果を示す。ステップ直上の A では 4ps 以下の非常に早い電子密度の緩和が観測される一方、ステップ直下の B では早い立ち上がりと比較的遅い 20ps の緩和が観測されステップ直下での電子の蓄積が示唆される。本講演ではさらに詳細な解析結果をもとに議論を行う。

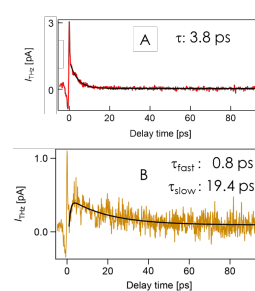
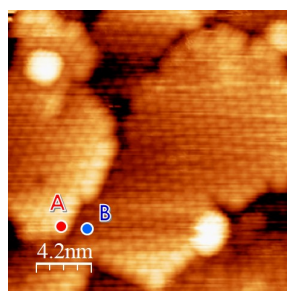
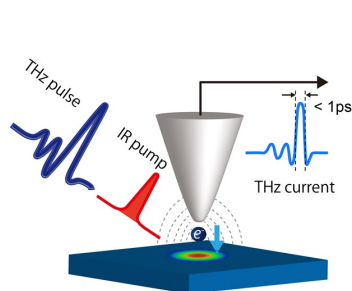


図 1. 時間分解 THz-STM

図 2. C₆₀/Au(111)表面の STM 像

図 3. 図 2 の A、B 点における時間分解計測結果

[1] T. L. Cocker et al., Nature, 539, 263-267 (2016)

[2] T. L. Cocker et al., Nature Photonics, 7, 620-625 (2013)

[3] K. Yoshioka, et al., Nature Photonics, 10, 762-765 (2016)

[4] S. Yoshida, et al., ACS Photonics, 6, 1356 (2019)