

走査トンネル顕微鏡で覗く世界は光でどこまで輝くか？

Make the STM world shine with light!

筑波大学数理物質系

Hidemi Shigekawa

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

当たり前の風景として流れる日々の暮らしを見直しますと、かつては映画やアニメーションの物語として描かれていたことの多くが現実となり、生活に組み込まれている日常に気づき、驚かされます。今日の便利な世界は、長い歴史の中で開発されてきた多種多様な技術の進歩によるものですが、その基盤となる半導体やオプトエレクトロニクス技術は、著しく進展したが故に、目の前に迫る壁を意識せざるを得ない状況にあるのも事実です。電子機器などの機能を生み出す半導体素子の単位は数ナノメートルの領域に入りましたが、更なる微細化の難しさに加え、原子一個のレベルでの構造の乱れや、半導体の特性を制御するために注入する不純物原子の個々の場所や構造が、キャリア（電子、ホール）のダイナミクス（挙動）に直接大きな影響を及ぼすようになっています。固体の表面や界面、分子間で起こる超高速電子ダイナミクスは、太陽電池、発光素子、光触媒などにおける光電変換プロセスの根本です。更なる開発を可能にするには、そのダイナミクスを直接計測し評価することが必要不可欠です。しかし、通常、こうした現象を原子スケールで直接観察することは難しく、主に空間的に平均化された情報に基づいて解析がなされてきました。

こうした状況を打開することが期待される試みの一つが、走査トンネル顕微鏡 (STM) 及びその関連技術と量子光学の先端技術を組み合わせることで拓ける世界です。1981 年の走査トンネル顕微鏡 (STM) の発明から丁度 40 年ほどになりますが、この 10 年ほどの間の本分野の展開には目覚ましいものがあり、世界的な広がりが見られます。特に、レーザー分野の専門家の参入は注目に値します。本講演では、将来の夢に繋がる新しい可能性を覗いてみたいと思います。

参考文献

1. Terahertz scanning tunneling microscopy for visualizing ultrafast electron motion in nanoscale potential variations, *ACS Photonics* 8, 315-323 (2021).
2. Terahertz-Field-Driven Scanning Tunneling Luminescence Spectroscopy, *ACS Photonics* 8 (4), 982-987 (2021).
3. Sub-cycle transient scanning tunneling spectroscopy with visualization of enhanced terahertz near-field, *ACS Photonics*, 6, 1356-1364 (2019).
4. Real-space coherent manipulation of electrons in a single tunnel junction by single-cycle terahertz electric fields, *Nature Photonics* 10, 762-765 (2016).
5. Tracking the ultrafast motion of a single molecule by femtosecond orbital imaging, *Nature* 539 (10) 263-267 (2016).
6. An ultrafast terahertz scanning tunneling microscope, *Nature Photonics* 7, 620-625 (2013).