

走査型トンネル顕微鏡を用いた 単一分子レベルの電流誘起発光分光の試み

～単一分子の構造と振舞いを観測可能な分光測定への挑戦～

理学研究科 物質科学専攻

あいが のりひろ たけうち さとし
○助教 相賀 則宏、教授 竹内 佐年

キーワード

走査型トンネル顕微鏡, 単一分子, 発光分光

研究概要

従来の多くの分子分光研究では、アボガドロ数程度の分子からの光学応答を観測するため、スペクトルからはこれら多数の分子の振舞いが平均化された情報しか得ることができない。それに対して近年、個々の分子の分光情報や振舞いを単一分子レベルで観測可能な、高い感度と空間分解能を併せ持つ新規な分光手法の開拓が求められている。

これを実現するために我々は走査型トンネル顕微鏡 (STM) を用いて、単一分子レベルの高い空間分解能での発光分光測定を試みた。図 1 に示すように、STM の探針を対象分子のトンネル領域まで接近させると、探針-試料間を流れるトンネル電流により、局在表面プラズモンと呼ばれる電子の集団的運動とそれによる高強度の電場が探針直下のナノメートル領域に誘起される。このプラズモン電場を利用すると、探針直下に位置する分子からの発光スペクトルを高感度で得ることができる。

本研究では、ペンタセン誘導体である TIPS-ペンタセンの分子膜を対象に、STM 像を観測し (図 2)、トンネル電流に誘起される発光スペクトルを測定した。さらに単一分子の分光測定を目指した直近の試みについても報告する。

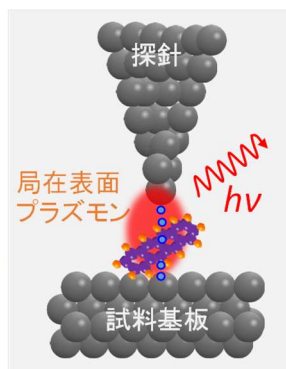
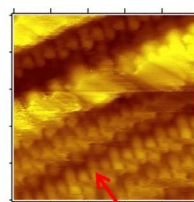


図 1 STM の写真とトンネル電流誘起発光の原理

10 nm x 10 nm



分子

図 2 TIPS-ペンタセン分子膜の STM 像

アピールポイント

近年、有機分子から構成される分子素子が、シリコンなどの無機半導体にかわる次世代半導体デバイスの有力候補として期待され、盛んに研究が進められている。例えば、ペンタセンやその誘導体分子は有機トランジスタなどの材料として注目されている。これらの分子素子の特性を支配する要因を微視的な観点から解明することができれば、優れたデバイス設計に向けた指針を得ることができる。本研究の手法では、STM 像観察と分光計測を組み合わせることにより、分子の構造と物理的・化学的性質を同時に明らかにすることが可能である。この方法を適用すれば、有機分子素子の動作機構を分子スケールで理解し、さらに実用化に向けてその特性を向上させるための知見を得られると期待される。