

STM-OATERS 法を用いた単一カーボンナノチューブの光学活性評価

STM-OATERS analysis for the individual carbon nanotubes

阪大工¹, ウジ大学² ○桑原裕司¹, 高山正浩¹, 大川建二郎¹,P. Krukowski², 赤井恵¹, 斎藤彰¹Osaka Univ.¹, Univ. of Lodz², °Yuji Kuwahara¹, Masahiro Takayama¹, Kenjiro Okawa¹,Pawel Krukowski², Megumi Akai-Kasaya¹, and Akira Saito¹E-mail: kuwahara@prec.eng.osaka-u.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(single-walled carbon nanotube: SWNT)は、その巻き構造からアームチェア型、ジグザグ型、キラル型の3種類に大別される。特にキラル型は、その名の冠する通り、互いに鏡像関係にある右手型・左手型のらせん構造を持つ1対の鏡像異性体が存在する。これらは電子物性を始めとする物理的・化学的性質が全く同一であるが、左右円偏光に対する応答のみが異なる。近年分離技術の発展により右手型・左手型を分離することが可能となり、円偏光二色性計測や円偏光ラマン計測といった手法によって光学活性を評価した例(*J. Phys. Chem. Lett.* **7**, 221–225 (2016))がいくつか報告されたが、光の回折限界という障壁により、いずれの手法も溶液中に存在する多数のSWNTからの平均的な評価に限られている。キラル型SWNT1本1本を識別し光学活性を評価することは、バイオセンサーなどの生体分野への応用や円偏光発光素子などの光学分野への応用だけでなく、基礎光学物性の解明に向けても非常に重要な意味をもつ。

この評価を可能にするものとして、探針増強円偏光ラマン分光法(optical activity measurement by tip-enhanced Raman spectroscopy: OATERS)を開発した(Fig. 1)。極低温・超高真空中で動作するSTMをベースとしたTERSシステムに、1/4波長板を組み込むことで左右円偏光を入射可能な実験装置を構築した。本実験系により、左右円偏光に対するラマン散乱強度の差、ラマン光学活性(Raman optical activity: ROA)を、光の回折限界を超えてナノスケールで評価することが可能である。本発表では、このOATERSシステムを用い、Ag(111)基板に吸着したSWNTについて研究を行った成果について報告する。同一SWNTについて、原子分解能STM像取得による巻き構造の特定およびOATERSスペクトルの取得に成功した。本結果は、単一キラル型SWNTが光学活性を有することを実験的に実証した世界で初めての例であると同時に、STMをベースとしたOATERS計測システムの有用性・優位性を示すものである。

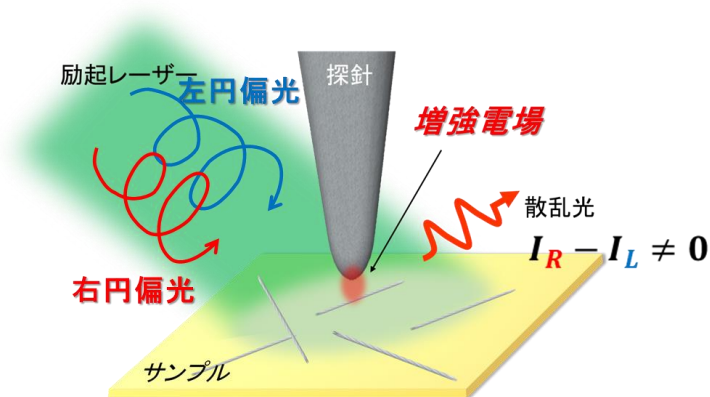


Fig. 1. Schematic of STM-OATERS.