

# 原子層における近接場分光と電界効果

首都大理工

野崎純司、蓬田陽平、○柳和宏

## Electric Field Effect Near Field Optical Microscopy on Atomic Layered Materials

Dept. of Phys. Teikyo Metropolitan Univ., J. Nozaki, Y. Yomogida, K. Yanagi

遷移金属カルコゲナイド(TMDC)の単層試料やヘテロ接合・積層試料は、現在、基礎科学・応用の両面から、極めて活発に研究がされている。特に、単一光子発生や非線形光学現象など TMDC における興味深い光物性は、構造欠陥・グレインバウンダリ (GB)・接合界面といった特異な局所構造において特に見られ、その詳細な理解は必要不可欠な状況である。そこで我々は、これまでの培ってきたキャリア注入技術を発展させ、近接場分光測定技術 (SNOM) に、カンチレバよりバイアス電圧を印加する機構を設けることにより (電界効果 SNOM の開発)、原子層の欠陥・GB・接合界面に存在する励起子・トリオンなどを、回折限界を超えた空間分解能で解明し、且つ、その電界効果特性 (キャリア注入特性・Stark 効果としてあらわれる非線形光学特性) を明らかにすることを目的に研究を進めている。更には、 $\text{MoS}_2$  や  $\text{WSe}_2$  において 2H 構造 (半導体相) と 1T 構造 (金属相) 間の転移がドーピング・アニーリングにより制御可能である報告があることから、局所的な構造制御を電界効果 SNOM 法を用いて行うことを狙って研究を進めている。

図 1 に示すようなデバイス構造を用いて、電界効果と SNOM を組み合わせた測定を行っている。レーザーは 532nm レーザーもしくはスーパーコンティニューム光源をファイバ接続し、穴あきカンチレバ (孔径 60~90 nm) に導出することにより、空間分解能約 90nm で局所的な光吸収・励起スペクトル構造を解明できるようなセットアップを組んでいる[1]。更に、カンチレバにバイアス電圧を印加させることにより局所的な電界をかけた状態で局所光学特性評価が可能となるようにした。例えば、化学気相合成で作成した  $\text{MoS}_2$  単層試料を ITO 基板上に転写し、局所的な電場を印加することによりキャリア注入を行い、発光強度を局所的に変調可能であることを明らかにした (図 1)。このことは、本手法により局所的な電子・ホール注入と分光測定が可能であることを示している。また、ホール注入側における  $\text{MoS}_2$  構造の不安定性を用いて、電界印加と光照射を組み合わせ、単層試料の構造を回折限界を超えた微小スケールで加工できることが分かった。電界効果 SNOM 法を用いて、局所的な電界効果と分光測定を組み合わせた測定が可能であること、又、構造制御が可能であることを明らかにした。

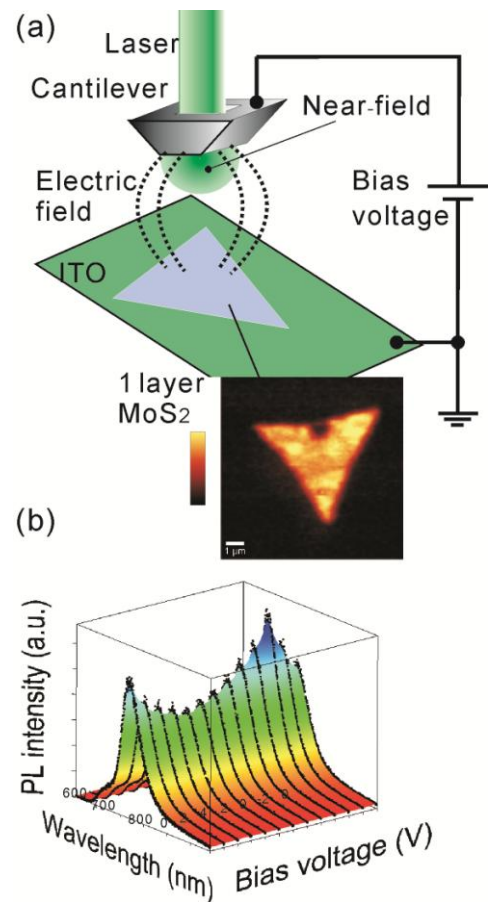


図 1 (a)電界効果 SNOM 系、(b)局所電界効果による発光変調