

高品質 MoS_2/WS_2 積層型ヘテロ構造における層間励起子

Interlayer excitons in high-quality MoS_2/WS_2 vertical heterostructures

○齊藤 哲輝¹、小林 佑¹、渡邊 賢司²、谷口 尚²、真庭 豊¹、宮田 耕充^{1,3}

(1. 首都大理工、2. 物材機構、3. JST さきがけ)

○Tetsuki Saito¹, Yu Kobayashi¹, Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi²,
Yutaka Maniwa¹, Yasumitsu Miyata^{1,3}

(1. Tokyo Metropolitan Univ., 2. NIMS, 3. JST-PRESTO)

E-mail: ymiyata@tmu.ac.jp

遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC)のヘテロ構造は、多様な光・電気特性より、近年大きな注目を集めている。例えば、積層型のヘテロ構造では、異なる層の間に励起子を形成する層間励起子の存在が指摘されている。現在まで、積層ヘテロ構造は、転写や化学気相成長(CVD)を用いて作製されてきたが[1,2]、従来の試料では発光線幅がブロードである点、再現性が低い点などの課題がある。一方、我々は、窒化ホウ素(BN)やグラファイト基板上に、シャープな発光を示す高品質な TMDC 結晶やそのヘテロ構造の CVD 成長を報告してきた[3,4]。本研究では、高品質 MoS_2/WS_2 積層ヘテロ構造における、層間励起子由来の発光特性について報告する。

本研究で得られた MoS_2/WS_2 積層ヘテロ構造は、二段階の化学気相成長(CVD)法により合成した。原子間力顕微鏡(AFM)像(Fig.1a)やラマン・発光マッピングにより、単層 MoS_2 の上に単層 WS_2 が積層したグレインを確認した。このヘテロ構造は、1.4~1.7eV の間に 3 つの発光ピークを示す(Fig.1b)。このようなピークは、既存の CVD 成長での MoS_2/WS_2 積層ヘテロ構造の研究では観察されておらず[2]、Fig.1c に示すような直接および間接遷移に起因すると考えられる。興味深いことに、温度が上がるにつれて、I3 ピークのみが低エネルギー側にシフトすることが分かった。熱膨張を考慮した第一原理計算との比較より、この I3 ピークは K 点間の直接遷移に対応する層間励起子であると解釈される。これらの結果は、層間励起子の理解において、高品質な TMDC のヘテロ構造が理想的な系であることを示し、TMDC の新たな光応用に貢献すると期待される。

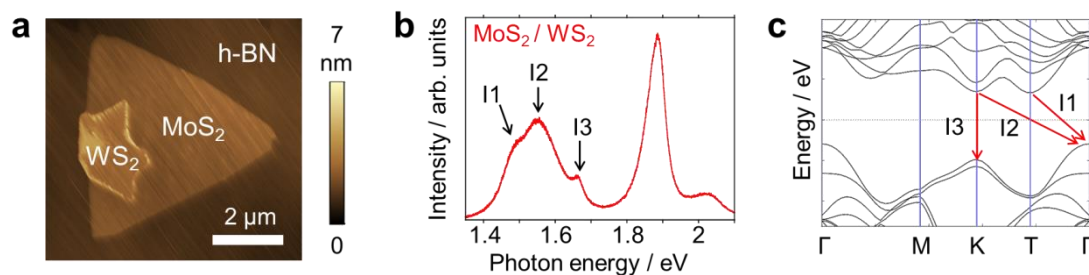


Fig.1 (a) AFM image and (b) PL spectrum of the MoS_2/WS_2 vertical heterostructure on BN. (c) Band structure of the MoS_2/WS_2 vertical heterostructure obtained from first-principles calculations.

[1] P. Rivera, *et al.*, Nat. Commun. 6, 6242 (2015). [2] Y. Gong, *et al.*, Nat. Mater. 13, 1135 (2014).

[3] Y. Kobayashi, *et al.*, ACS Nano 9, 4056 (2015). [4] S. Yoshida, *et al.*, Sci. Rep. 8, 14808 (2015).