

WSe₂ シートの分子修飾と電子状態の解析

Investigation of Electronic States in Chemically Modified WSe₂ Sheets

北大電子研¹, 東京都立大², 京大高等研究院³, ルーヴァン大⁴, ○島田 航¹, 遠藤 尚彦²,
平井 健二¹, 猪瀬 朋子^{1,3}, 宮田 耕充², 雲林院 宏^{1,4}

RIES, Hokkaido Univ.¹, Tokyo Metropolitan Univ.², Kyoto Univ.³, KU Leuven⁴, ○Koh Shimada¹,
Takahiko Endo², Kenji Hirai¹, Tomoko Inose^{1,3}, Yasumitsu Miyata², Hiroshi Uji-i^{1,4}

E-mail: shimada.koh.f7@elms.hokudai.ac.jp

【緒言】遷移金属ジカルコゲナイド (TMDC) シートは単層で直接遷移、多層で間接遷移半導体となり、次世代半導体材料として期待されている。TMDC シートを電子供与体・受容体 (テトラフルオロ-1,4-ベンゾキノン (TFBQ) など) で修飾する方法は、電子状態の操作が可能となるため発光特性制御に利用されている。¹ 本研究では、TFBQ を修飾した WSe₂ シートに顕微鏡下でラマン分光・蛍光発光測定を行い、TMDC シート層数と発光特性の相関を明らかにすることで、分子修飾による電子状態変化の層数依存を解明する。

【実験結果と考察】測定方法: Si 基板上に CVD 法で合成した WSe₂ シートの蛍光発光・ラマン分光測定 (励起波長 633nm) を顕微鏡下で行った。TFBQ 修飾 WSe₂ シートも同様に測定を行った。

分子修飾方法: TFBQ のトルエン溶液 (5 mg/ml) に WSe₂ シートを 24 時間以上浸漬した後、N₂ ガスを吹き付けることで溶液を除去した。

測定結果: 単層の WSe₂ シートでは面内振動と面外振動のラマン散乱が 260cm⁻¹ 付近に観測される。WSe₂ シートの層数の増加に伴い、260cm⁻¹ 付近のラマン散乱強度も増加した。蛍光波長マッピングから、層数の増加に伴いバンドギャップが小さくなるため蛍光発光が長波長シフトすることが確認された。また、多層部位の蛍光強度は低くなることから、多層部位では間接遷移型であると考えられる (Fig.1a, 1c)。

TFBQ 修飾後においても層数の増加に伴い、蛍光発光の長波長シフトおよび蛍光強度の低下が確認された (Fig.1b, 1d)。TFBQ 修飾前と比較すると、TFBQ 修飾後の WSe₂ シートは単層部位で 5 nm、二層部位で 12 nm の発光の短波長シフトが観測された。この短波長シフトは TFBQ の酸化作用によりトリオンの生成が抑制され、エキシトン発光の影響が大きくなったためだと考えられる。トリオンの束縛エネルギーが小さい二層部位では酸化による短波長シフトが大きくなったと予測される。

【参考文献】 H. Ichimiya *et al.*, *Appl. Phys. Exp.* **12**, 051014 (2019).

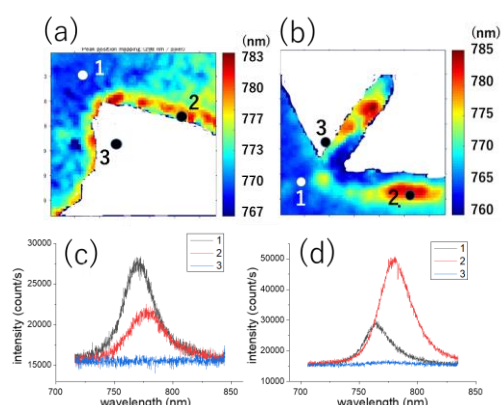


Fig.1 Mapping of PL peak wavelength: (a) WSe₂ sheets, (b) WSe₂ sheets modified with TFBQ. PL spectra of (a) WSe₂ sheets, (b) WSe₂ sheets modified with TFBQ. The numbers in (a) and (b) correspond to the spectra shown in (c) and (d).