

単層 WS₂-WSe₂ 面内ヘテロ構造の発光特性

Optical properties of monolayer WS₂-WSe₂ in-plane heterostructures

京大エネ研¹, 首都大院理²

島崎 雅史¹, 和田 尚樹², 宮田 耕充², 松田 一成¹, 宮内 雄平¹

Institute of Advanced Energy, Kyoto University¹, Tokyo Metropolitan University²

Masafumi Shimasaki¹, Naoki Wada², Yasumitsu Miyata², Kazunari Matsuda¹,

and Yuhei Miyauchi¹

E-mail: miyauchi@iae.kyoto-u.ac.jp

単層遷移金属ダイカルコゲナイドは、直接遷移型半導体であると同時に、極限的な 2 次元性に起因する強い量子閉じ込めと弱いクーロン遮蔽により、励起子が室温でも安定的に存在し、発光特性に大きく寄与する[1,2]。近年、異種単層遷移金属ダイカルコゲナイドやグラフェン、hBN などの原子層物質を面外方向にファンデルワールス積層した縦型ヘテロ構造の物性及び応用研究が盛んに行われている。縦型ヘテロ構造においては、界面を介して電子と正孔が別々の層に存在する層間励起子[3]を用いた光検出器や太陽電池への応用研究[4]、バレートロンクスと呼ばれる新たなエレクトロニクスの創生に利用する研究などが盛んに進められている[5,6]。一方、異種遷移金属ダイカルコゲナイドを、1 次元界面を介して面内方向に接合した面内ヘテロ構造についても、この数年で高品質で作製することが可能となってきた[7]。

面内ヘテロ構造は、エピタキシャルに近い接合界面が形成されており、作製方法や品質に依存して、1 次元界面でポテンシャル障壁や混晶半導体の形成、格子歪みなどが生じることが報告されている[7-9]。よって、面内接合界面において、縦型ヘテロ構造とは異なるバンド構造や新規物理現象の創発が期待できる。しかし、界面の存在が光学特性に与える影響については、未だ不明な点が多い。本研究では、CVD 法により作製した WS₂-WSe₂ 面内ヘテロ構造(Fig 1)について、空間分解フォトルミネッセンス法による評価を行った。

室温のもとで、試料のヘテロ接合界面上を光励起した場合、発光ピークエネルギーが界面からの相対位置に依存して連続的に変化し、励起子拡散プロファイルが WSe₂ 側と WS₂ 側で非対称になることが観測された。また、WS₂ のみを光励起した場合でも、界面付近の WSe₂ が発光する現象を観測した。これらの結果は、界面付近での混晶半導体の形成や、それが励起子輸送過程に影響を及ぼすことを示唆するものと考えられる。講演では以上の内容を詳細に議論する。

- [1]K. F. Mak *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 136805 (2010).
- [2]W. S. Yun *et al.*, *Phys. Rev. B.* **85**, 0333305 (2012).
- [3]S. Tongay *et al.* *Nano. Lett.* **14**, 3185 (2014).
- [4]M. M. Furchi *et al.*, *IEEE J. Quantum Electron.* **23**, 4100111 (2017).
- [5]P. Rivera *et al.*, *Sci. Rep.* **351**, 688 (2016).
- [6]Y. Miyauchi *et al.*, *Nat. Commun.* **9**, 2598 (2018).
- [7]Y. Kobayashi *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 31223 (2016).
- [8]D. O. Dumceno *et al.*, *Nat. Commun.* **4**, 1351 (2013).
- [9]C. Zhang *et al.*, *Nat. Nanotech.* **13**, 152 (2018).

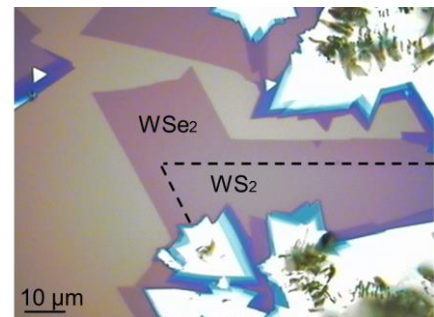


Fig 1. Optical image of lateral heterostructure WS₂/WSe₂.