

## 大面積 WSe<sub>2</sub> 単層膜の電場・電荷変調発光分光

### Electrical field and charge modulation spectroscopy of large-area monolayer WSe<sub>2</sub> films

○松木啓一郎<sup>1</sup>、蒲江<sup>1</sup>、小澤大知<sup>1,2</sup>、松田一成<sup>3</sup>、Lain-Jong Li<sup>4</sup>、竹延大志<sup>1,5</sup>

(1. 早大先進、2. JSPS、3. 京大エネ研、4. KAUST、5. 早大材研)

○Keiichiro Matsuki<sup>1</sup>, Jiang Pu<sup>1</sup>, Daichi Kozawa<sup>1,2</sup>, Kazunari Matsuda<sup>3</sup>, Lain-Jong Li<sup>4</sup>, Taishi Takenobu<sup>1,5</sup>

(1.Waseda Univ., 2.JSPS, 3.Kyoto Univ., 4.KAUST, 5. Waseda ZAIKEN)

E-mail: 9m-crescent-k9@ruri.waseda.jp

WSe<sub>2</sub> 単層膜は膜厚 1 nm 以下の極薄構造を有する直接遷移型半導体であり、優れた閉じ込め構造を反映して大きな励起子束縛エネルギー (0.3 ~ 0.5 eV) が観測されている。加えて、励起子とキャリアが結合した荷電励起子 (トリオン) の室温形成が報告されており [1]、これら準粒子に対する電場印可は量子閉じ込めシュタルク効果などが期待される。さらに、WSe<sub>2</sub> トランジスタにおいて電子・正孔を蓄積する両極性伝導が実現されている [2,3]。特に、WSe<sub>2</sub> の価電子帯は遷移金属由来の強いスピン軌道相互作用によりスピン縮退が解けており [4]、正・負トリオンの比較は極めて興味深い。本研究では、CVD 法により作製した大面積 WSe<sub>2</sub> 単層膜を用い、両極性電気二重層トランジスタ (EDLT) を作製した。EDLT の特徴である強電場かつ高密度なキャリア蓄積下における発光特性を調べ、励起子と正・負トリオンに対する電場印加・電荷蓄積効果を明らかにした。

CVD 成長した大面積 WSe<sub>2</sub> 単層膜に電極及び電気二重層を形成する電解質 (有機高分子によりイオン液体をゲル化させたイオンゲル) 膜を製膜し、サイドゲート型 EDLT を作製した (Fig. 1)。作製した素子は良好な両極性トランジスタ特性を示し、ゲート電圧印可時の発光スペクトルをイオンゲル越しに観測した (Fig. 2)。励起子による発光は電場印可・電荷蓄積により強度減少し、それと同時に正・負トリオンが観測された。特に、正・負トリオンに対する電場変調・電荷変調は異なる傾向を示しており興味深い。講演では、これら変調効果の起源を詳細に議論する。

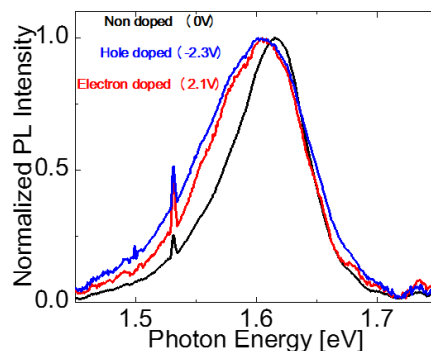
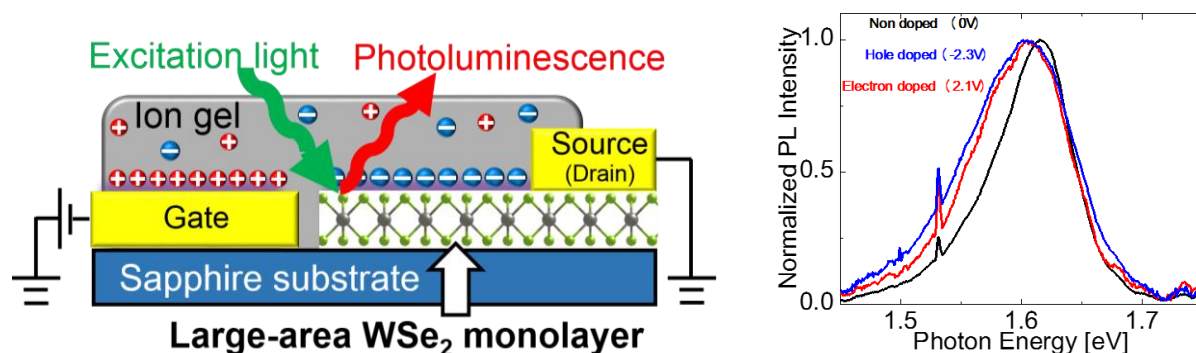


Fig.1 Schematic representation of WSe<sub>2</sub> EDLT, Fig.2 PL spectra (non-doped, hole- and electron-doped)

[1] S. Mouri, K. Matsuda *et al.*, Nano Lett, **13**, 5944(2013), [2] A. M. Jones *et al.*, Nature Nanotech. **8**, 634-638 (2013), [3] J. K. Huang, T. Takenobu *et al.*, ACS Nano. **8**, 923(2014), [4] G. Wang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **114**, 097403 (2015)