CNT ローカルゲートを用いた hBN/MoSe₂/hBN デバイスの作製とその評価 Fabrication and Evaluation of hBN-encapsulated Monolayer MoSe₂ with CNT local gate 名大理¹,東大工²,埼玉大理³,物材機構⁴,産総研⁵⁰(D)堀田 貴都¹,中嶋 春奈¹,井ノ上 泰 輝²,千足 昇平²,上野 啓司³,渡邊 賢司⁴,谷口 尚⁴,丸山 茂夫^{2,5},北浦 良¹ Nagoya Univ.¹, The Univ. of Tokyo², Saitama Univ.³, NIMS⁴, AIST⁵, ^o Takato Hotta¹, Haruna Nakajima¹, Taiki Inoue², Syohei Chiashi², Keiji Ueno³, Kenji Watanabe⁴, Takashi Taniguchi⁴, Shigeo Maruyama^{2,5}, Ryo Kitaura¹ E-mail: r.kitaura@nagoya-u.jp

二次元半導体中の励起子を低次元空間へ閉じ込めることで、 単一光子発光をはじめとする新たな光学特性が現れる。例えば WSe₂/MoSe₂ツイスト積層系で生じる moiré 超格子では、層間 相互作用によって生じる moiré ポテンシャル(0次元空間)に 励起子が閉じ込められ、自由な励起子とは大きくことなる特異 な発光が観測されている^{1,2}。本研究では、チューナブルな励起 子の1次元閉じ込め系を実現するため、カーボンナノチューブ

(CNT)をローカルゲートとして組み込んだ MoSe₂積層デバ イスの作製を行った。

ローカルゲートとして用いた CNT は CVD 法により石英基 板上に成長させた後、湿式転写により SiO₂/Si 基板上に転写し た。こうして作製した CNT 上へ、乾式転写法によって作製した hBN/Graphite/SL MoSe₂/hBN 積層構造を転写することで、 hBN/Graphite/SL MoSe₂/hBN/CNT 積層構造を作製した。作製し た積層構造は、電子線リソグラフィーおよび反応性イオンエッ チングを用いて整形したのち、CNT および SL-MoSe₂ へ電極を 蒸着することで、CNT 局所ゲート電極をもつデバイスとした

(Fig. 1 (a))。Fig. 1 (b) に作製したデバイスの 10 K における発 光(トリオン)イメージを示した。CNT が位置する場所に線状 のコントラストが確認できたことから、トリオンが CNT ゲート 電極付近に閉じ込められたことがわかる。Fig. 1 (b)の破線に沿



Fig. 1 (a) Optical image of a fabricated device with CNT local gate (b) PL image (trion, 1.60 - 1.62 eV) at 10 K in a dashed red box in (a). Scale bar is 0.5 µm.



Fig. 2 Plot profile along a red line in Fig.1 (b) and a black curve calculated from diffraction limit and induced charge density

った強度分布から、トリオン発光の広がりは 0.6 µm 程度と極めて狭いことがわかった。この発光 の広がりは、回折限界による広がりと 1 次元の電荷によって誘起される誘導電荷密度の広がり(∝ (x²+d²), x, dはそれぞれ位置および hBN の厚さ)を考慮することで非常によく説明できる (Fig. 2)。 回折限界によるボケを除いたトリオンの閉じ込め幅は約 40 nm であり、hBN を薄くすれば閉じ込 め幅がさらに小さくなると期待できる。当日は、デバイス作製手法の詳細および PL スペクトルも 合わせて説明する。

[1] K. L. Seyler, et. al., Nature 567, 66-70 (2019). [2] K. Tran, et. al., Nature 567, 71-75 (2019).