TaS_2 の NCCDW-ICCDW 相転移における層数依存性

Layer-number dependence of NCCDW-ICCDW phase transition in TaS_2

法政大生命科学 [1]，法政大院理工 [2]，ITMO University[3]，○石黒 康志 [1]，児玉 尚子 [2]，
Kirill Bogdanov[3]，Alexander Baranov[3]，高井 和之 [1, 2]

Dept. of Chemical Science and Technology, Hosei Univ.[1], Graduate School of Science and Engineering, Hosei Univ.[2], ITMO University[3], °Yasushi Ishiguro[1], Naoko Kodama[2], Kirill Bogdanov[3], Alexander Baranov[3], Kazuyuki Takai[1,2]

E-mail: yasushi.ishiguro.53@hosei.ac.jp

【はじめに】グラフェンや MoS_2 といった 2 次元物質の中で，電荷密度波（CDW）相転移を示す物質群が近年注目されている．TaS_2 は CDW 相転移を示す代表的な 2 次元物質であり，最近では次元性（層数）を変調させたときに低温領域（～150 K）における CDW 相転移について転移温度や電子物性がバルク結晶における転移とは異なる挙動を示すことが報告されている[1, 2]．しかし，層数を変調させたときのバルク結晶とは異なる挙動の発現原理については明らかになっていない．本研究では，低次元化したときの CDW 相転移の原理解明のために，TaS_2 の高温領域（350 K～）における CDW 相転移（Nearly Commensurate（NC） CDW - Incommensurate （IC）CDW）に注目し，層数を変調させたときの相転移に伴う電気伝導度やラマンスペクトルの変化を測定した．

【実験】化学輸送法により合成したバルク単結晶のへき開，SiO_2 基板上への転写により 10～25 層程度の薄層 TaS_2 試料を作製した．電気伝導度測定用に電子線描画，金属蒸着，リフトオフプロセスを用いて，チャネル長 2 μm のバックゲート型 FET 試料を作製し，真空チャンバー内（～1×10^{-4} Pa）で測定を行った．ラマン分光測定は N_2 雰囲気下，励起波長 532 nm にて温度可変ステージを用いて行った．

【結果と考察】層数を変調させたときの電気伝導度の温度依存性の測定結果を **Fig. 1** に示す．400 K 付近で TaS_2 の CDW 相転移に伴う電気伝導度の変化が観測され，層数の減少に伴ない相転移温度の高温側へのシフトが観測された．この結果は，低次元化による量子ゆらぎの増加により，短距離秩序構造をもつ NCCDW 状態を示す温度域が広がったためと考えられる．**Fig. 2** にラマンスペクトルの温度依存性の測定結果を示す．昇温による CDW 相転移の発現によって 75 cm^{-1} 付近の大きなピークはブロード化し，105, 245, 307, 382 cm^{-1} 付近の小さなピークは消失した．このラマンスペクトルのピークの位置や半値幅の温度依存性からも，電気伝導度の結果と同様に層数の減少に伴ない NCCDW – ICCDW 相転移温度が高温側へシフトすることが確認された．

参考文献 [1] M. Yoshida et al., *Sci. Adv.* **1**, 9, (2015). [2] M. J. Hollander et al., *Nano Lett.* **15**, 3, (2015).

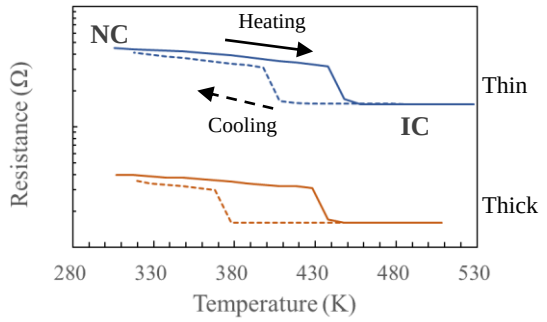

Fig. 1. Temperature dependence of resistivity around NC-IC phase transition for TaS_2 thin film (～19 layers) and thick film (～24 layers)

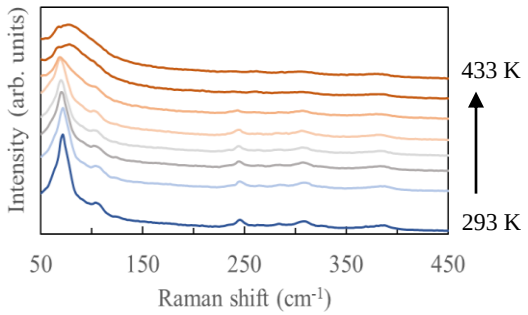

Fig. 2. Temperature dependence of Raman spectra around NC-IC phase transition for TaS_2 thick film