

hBN 上への原子層 WS_2 の直接 CVD 合成Direct CVD synthesis of atomically thin WS_2 on hBN名大院理¹, NIMS² ○岡田 光博¹, 澤崎 拓実¹, 渡邊 賢司², 谷口 尚², 篠原 久典¹, 北浦 良¹Nagoya Univ.¹, NIMS², ○Mitsuhiro Okada¹, Takumi Sawazaki¹, Kenji Watanabe², TakashiTaniguchi², Hisanori Shinohara¹, Ryo Kitaura¹

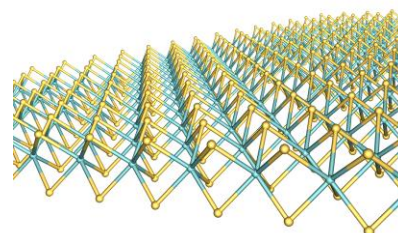
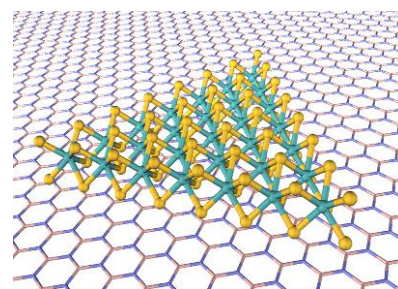
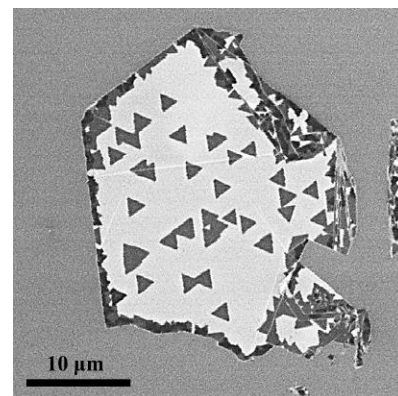
E-mail: noris@nagoya-u.jp, r.kitaura@nagoya-u.jp

遷移金属ジカルコゲナイド(Transition Metal Dichalcogenides, TMDCs)は MX_2 という組成式で表される原子層物質である(Fig. 1)。複数種ある TMDCs のうち、単層の半導体 TMDCs は直接バンドギャップを持ち、高いキャリア移動度を示すだけでなく、スピンとバレーの自由度が絡み合った電子状態を持つ。そのため TMDCs を用いた新しい動作原理に基づく電子技術(バレートロンクス)の開拓に大きな注目が集まっている。

単層 TMDCs の試料は単結晶からの剥離あるいは化学気相成長法(Chemical Vapor Deposition, CVD 法)によって Si/SiO₂ 等の基板上に得られる。しかし、一般的な TMDCs の試料には、多くのカルコゲン欠陥が含まれていることに加え、基板に由来する外因的効果(表面粗さおよび荷電不純物)に由来するキャリア散乱によってそのキャリア移動度は大きく制限されるという問題がある。

以上の様な背景のもと、我々は単結晶六方晶窒化ホウ素(hexagonal Boron Nitride, hBN)上への高結晶性 TMDCs の直接合成を目的とした研究を進めている(Fig.2)。hBN は、荷電不純物を持たず、原子レベルの高い平面性を有する絶縁体であり、TMDCs 本来の物性を観測するための基板として理想的であると考えられる。本報告では、 WS_2 の結果について詳述したい。

CVD 合成は、3 つの独立した電気炉を持つ CVD 装置を用いて行った。Fig.3 に hBN 上へ直接合成した WS_2 の SEM 像を示す。図中央の白いコントラストが hBN フレークであり、その上に三角形の WS_2 結晶が成長している。Raman 分光および発光分光より、高い結晶性を持つ単層 WS_2 が hBN 上に成長したことが明らかとなった。また、電子線後方散乱回折を用いることにより hBN と WS_2 の結晶方位に相関があり、5 周期のモアレ超格子を形成していることを明らかにした。

Fig. 1. WS_2 の模式図。水色が W, 黄色が S 原子Fig. 2. hBN 上に成長した WS_2 の模式図。ピンクがホウ素原子、青が窒素原子。Fig. 3. hBN 上に合成された WS_2 の SEM 像。中央の白いフレークが hBN、その上の三角形結晶が WS_2