

原子・分子の自在配列と特性・機能
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

北浦 良

名古屋大学 大学院理学研究科
准教授

二次元系の自在超構造化と機能創出

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、「二次元系の超構造化を通した新奇二次元系の創出を軸とした物性化学を展開する」ことを目的としている。この推進にあたって柱となる

(I) 超構造化の一般的手法の開拓

(II) 超構造の機能・物性開拓

のうち、本年度は(I)を重点的に進めつつ、(II)についても光学応答を主として研究を進めた。以下、(I)についてその概要を示す。

前年度および今年度を通して整備した有機金属化学気相成長(MOCVD)法の装置を用い、六窒化ホウ素(hBN)を基板として Et_2S 供給下で $(t\text{-Bu=N})_2\text{W}(\text{NMe}_2)_2$ および $(t\text{-Bu=N})_2\text{Mo}(\text{NMe}_2)_2$ を交互に供給することで WS_2/MoS_2 接合超格子を作製した。図 1 は WS_2/MoS_2 接合超格子(WS_2 にリボン状 MoS_2 構造が配列)の典型的な AFM 像である。結晶の内部に見られる明暗のコントラストはそれぞれ WS_2 および MoS_2 であり、 MoS_2 の領域は 20 nm 以下と極めて細いことがわかる。AFM の高さプロファイルより、結晶の厚みはおおよそ 1.0 nm と単層構造であることがわかった。次に、接合界面の原子レベルの構造解析を行うため、球面収差を補正した走査電子顕微鏡(STEM)を用いた高角度環状暗視野(HAADF)観察を行った。図 2 に示すのは異なる太さを持つ WS_2/MoS_2 接合界面の HAADF-STEM 像である。HAADF 像では、原子番号に大きく依存したコントラストが付き、W 原子が最も明るく、Mo 原子がそれよりも暗く観察される。左から Mo 原料の供給時間を 15 ~ 60 秒で変化させて成長させたものであり、供給時間に応じてリボン幅が 0.8 nm、1.5 nm、3 nm と変化する様子が観察された。接合界面は原子レベルで急峻であり、**界面での混合が顕著であった既報とは一線を画する**ものである。0.8 nm はたった 2 原子幅であり、さらに予備的結果ながら 1 原子幅のものも実現できることが確認できている。これは、**文字通り世界で最も細い接合構造**である。以上の結果は、本研究を通して開発した MOCVD 装置が高い構造制御性をもっていることを示している。これら接合構造では、構成要素単体では現れない光学応答が観測できることが明らかとなりつつある。種々の幅の接合体について、詳細な光学応答の計測を現在進めている。

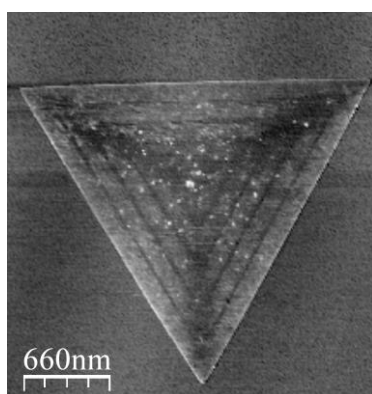


図 1: WS_2/MoS_2 接合ナリボンの AFM 像。

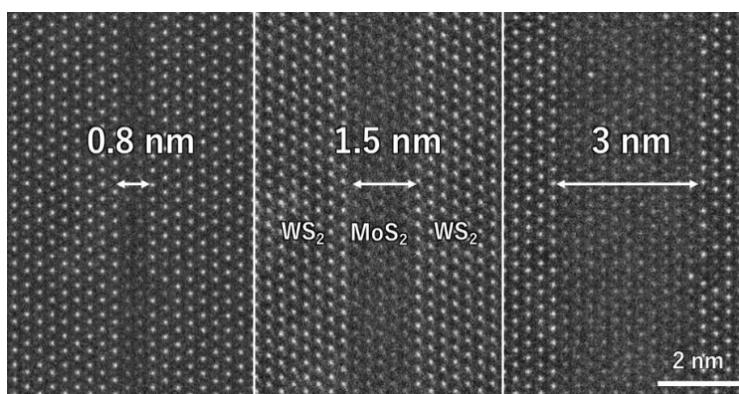


図 2: WS_2/MoS_2 接合ナリボンの HAADF-STEM 像. 左から Mo 原料供給時間 15 秒、30 秒、60 秒。