

その場観測プラズマ原子置換法によるヤヌス TMD 表面反応性の直接計測

Direct measurement of surface reactivity of Janus TMD by in-situ monitoring plasma atomic functionalization

東北大院工¹, (株)KOKUSAI ELECTRIC², [○]中條 博史^{1,2}, 青木 颯馬¹, 加藤 俊顕¹

Tohoku Univ.¹, KOKUSAI ELECTRIC Corp.², [○]Hiroshi Nakajo^{1,2}, Soma Aoki¹, Toshiaki Kato¹

E-mail: hiroshi.nakajo.b2@tohoku.ac.jp

遷移金属原子を 2 つのカルコゲン原子で挟み込んだ 2 次元材料である遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD) は、主に次世代光電子デバイス用材料として大きな注目を集めている。上下面が同種のカルコゲン原子で構成されるのが一般的な TMD であるのに対し、近年上下面が異種のカルコゲン原子で構成されるヤヌス TMD が発見された。面直方向に自発的に分極が生じる本材料は、従来 TMD には無い新物性発現が理論的に予測されており大きな注目を集めている。一方で、これらヤヌス TMD の本質的な物性に関しては、実験的にはほとんど未解明であるのが現状である。そこで本研究では、独自に開発したその場観測プラズマ原子置換法を応用して、合成直後大気未暴露のヤヌス TMD に対して、様々なガス導入環境下における蛍光発光(PL)強度の変化をその場観測することで、ヤヌス TMD の本質的な表面反応性の解明に取り組んだ。

TMD 試料として、機械剥離法により準備した単層ニセレン化タンゲステン(WSe₂)を用いた。ヤヌス化反応は、硫黄粉末を配置したマイルド水素プラズマを室温下にて WSe₂ に連続的に照射することで行った。また、ヤヌス TMD である WSeS の形成を確認した後、PL スペクトルのリアルタイム計測を継続しながらチャンバー内に水素、窒素、酸素ガスをそれぞれ導入し、ヤヌス TMD 表面の反応性を評価した。

その結果、チャンバーへ酸素導入した場合にのみ、PL スペクトル強度が著しく増強されることが確認された。また、従来の TMD である WSe₂ と比較した結果、ヤヌス TMD である WSeS は、酸素に対する反応性が約 3 倍以上高いことが分かった。これは、ヤヌス TMD の持つ面直方向の分極が結晶表面での酸素分子との反応性を増強しているものと考えられる。以上の結果から、ヤヌス TMD に高い表面反応性が有することを実験的に初めて実証したと言える。

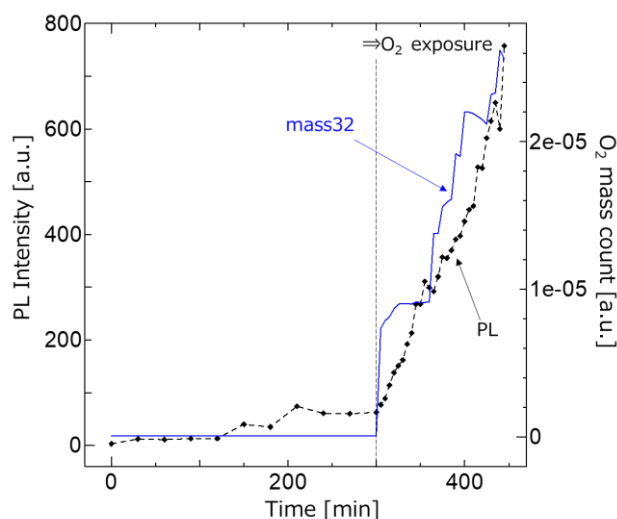


Fig. Time evolution of PL intensity of WSeS under the step by step O₂ exposure.