

非平衡流動場による 2 次元半導体の状態変化

Modulation of 2D semiconductor materials by non-equilibrium fluidic field

東京大学 桐谷 乃輔



室温付近における流動現象は、分子性物質における特徴的な現象である。例えば、エタノールなどの分子性溶媒は、室温で流動状態にある。本発表では、分子性物質が示す流動場を利用した 2 次元半導体研究について報告をする。特に、2 次元半導体を層選択的に単離する、光物性を変化させるなど、本助成により得られた成果について述べる。

2 次元半導体は層状の物質群であり、世界中で研究がなされている。本研究では、 MX_2 で表される、金属原子(M)とカルコゲン系原子(X)より構成される化合物群、遷移金属カルコゲナイド (Transition-metal dichalcogenides: TMDC)に着目し、研究を進めた。TMDC 化合物群は、3 原子で構成されるサブナノメートル厚の薄い骨格を有し、また、直接遷移型のバンドギャップを持つことから光デバイスへの展開が期待されている。この研究を進めてゆく上で、単層の TMDC 化合物群を如何に得るか、如何に特性を最大限発揮させるか、これらの課題は重要となる。本発表では、一般的な機械剥離法により単離された基板上において、流動場を利用することで、バルク結晶を選択的に除去して、単層を効果的に利用する手法を開拓したので、報告をする。および、流動場を利用することで、単層 TMDC において非常に高いレベルで高発光化をさせることに成功したので、その詳細についても述べる。本研究の重要な点としては、見出したプロセスは、単層 TMDC、流動状態にある分子性物質、基板の三つの物質が関与し、互いに相互作用をするが、三者のバランスによって、「勝手に」現象が発現される点である。したがって、物質が成す一種の自発的な過程によって起きる現象であり、ここに科学的な面白さがあると考えている。

【キーワード】 2 次元半導体、分子性物質、流動場、自発性

【参考文献】

- ・ T. Nakamoto, K. Matsuyama, M. Sakai, C.-T. Chen, Y.-L. Chueh, S. Mouri, T. Yoshimura, N. Fujimura, D. Kiriyama, "Selective isolation of mono to quad layered 2D materials via sonication-assisted micromechanical exfoliation", ACS NANO, 2024, 18, 2455-2463.
- ・ T. Nakahara[†], T. Kobayashi[†], T. Dohi, T. Yoshimura, N. Fujimura, D. Kiriyama, "Spontaneous crystal fluctuation in hydrocarbon polymer-coated monolayer MoS₂, MoSe₂, WS₂, and WSe₂ with strong photoluminescence enhancement", ACS Photonics, 10, 3605-3611 ([†] Equal contribution)