

タンパク質で半導体の電子状態を直接変える

Modulation of Semiconductor Electronic State by Proteins

東工大¹ ○早水 裕平¹

Tokyo Tech¹, °Yuhei Hayamizu¹

E-mail: Hayamizu.y.aa@m.titech.ac.jp

グラフェンや2次元遷移金属カルコゲナイドに代表される2次元ナノ材料は、その物性の理解が進み、様々な分野での応用が期待される。中でも、バイオセンサなどへのバイオ応用に向けた期待は高く、生体分子と2次元ナノ材料の界面に関する理解は、その重要性を増している。これまで、2次元ナノ材料の表面に化学的な修飾を行うことによって、特定の生体分子やプローブ分子を表面に固定し、ターゲット分子との相互作用を電気的に検出するバイオセンサが開発されてきた。特に、グラフェンに代表される2次元ナノ材料の研究が進み、グラフェン・バイオセンサ [1] や、二硫化モリブデンなどの半導体ナノシートを用いたバイオセンサ [2] の実証がなされている。これに対し、2次元ナノ材料表面で自己組織化し稠密な分子薄膜を形成するペプチドの研究が進められてきた[3,4]。これらペプチドやタンパク質の自己組織化によるバイオ・ナノ界面の電気特性変化は、吸着する生体分子の構造や分子配置、そして、化学特性に影響されることが考えられ、エレクトロニクス応用に向けて、その相関を理解することが必須である。

本研究では、2次元ナノ材料表面で規則正しい自己組織化構造を形成するペプチド“小さいタンパク質”を用いることにより2次元ナノ材料における生体分子・ナノ材料の界面制御について最近の研究の進展について紹介する。特に、直接型半導体である2次元ナノ材料の二硫化モリブデンにおける電気伝導特性や光学特性が自己組織化ペプチドによってどの様に変調されるかについて詳しく説明し、将来のバイオセンサ利用に向けた知見を紹介する。

参考文献

1. Y. Ohno, K. Maehashi, Y. Yamashiro, K. Matsumoto, Electrolyte-gated graphene field-effect transistors for detecting pH and protein adsorption. *Nano Letters* 9, 3318-3322 (2009).
2. D. Sarkar, W. Liu, X. Xie, A.C. Anselmo, S. Mitragotri, K. Banerjee, MoS₂ field-effect transistor for next-generation label-free biosensors. *Acs Nano* 8, 3992-4003 (2014).
3. Y. Hayamizu, et al. Bioelectronic interfaces by spontaneously organized peptides on 2D atomic single layer materials. *Scientific reports* 6, 33778 (2016).
4. P Li, K Sakuma, S Tsuchiya, L Sun, Y Hayamizu, Fibroin-like Peptides Self-Assembling on Two-Dimensional Materials as a Molecular Scaffold for Potential Biosensing, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 11, 2320670-20677, (2019)