単分子接合の光誘起スイッチへの適用

（東工大理[1]・物材構 MANA[2]）○浜瀬 理紗子[1]・金子 哲[1]・塚越 一仁[2]・西野 智昭[1]
Tokyo Tech,[1] NIMS MANA[2] ○Risako Hamase,[1] Satoshi Kaneko,[1] Kazuhito Tsukagoshi,[2] and Tomoaki Nishino[1]

Single-molecule junctions (SMJs) have attracted wide attention due to their potential application in molecular electronics. Optical control of the junction structure is a promising technique for the control of the electronic property of SMJs; however, the effects of the optical irradiation and difference in among the molecular species in the response to the change in the junction structure remain elusive. In this study, we fabricated a SMJ with bipyridine (bpy) and diaminobutane(dab) and monitored the conductance modulations in response to the irradiation of the 785 nm laser. The conductance of the SMJs only increased during laser irradiation. We found that the conductance difference was suppressed in the bpy-SMJ, compared with the case of the dab-SMJ. The difference in the optical response of the conductance originates from the flexibility of the molecule backbone. Therefore, we fabricated an optical switch with SMJs and revealed the effect of the flexibility of the molecular backbone on the optical switches.

Keywords : Single-Molecule Junction; Optical Switches; Localized Surface Plasmon Resonance

単分子接合は金属のナノギャップに単一分子が接続した特異な構造を有し、それに起因する興味深い物性が発現することから、注目を集めている。特に光による電子輸送特性の制御は、光学メモリ応用の観点からも重要である。そこで、本研究では光照射による接合構造変化により単分子接合の電気伝導度を制御することを目的とした。単分子接合は Mechanically controllable break junction 法により作製し[1]、光応答性を電気伝導度変化により検出した。分子導入前の金ナノギャップに 785nm の光を照射した結果、光照射時には Au 電極の熱膨張による電極間距離の縮小に由来する電気伝導度の増加を観測した(図 a)。次に、ビピリジン(bpy)存在下で、同様の計測を行なった。スイッチの電気伝導度の変化量(ΔG)に着目して解析すると、単分子接合を形成する電気伝導度領域では[2]、ブランクに比べてΔG が小さくなった(図 b)。これは、分子接合が電極の構造変化を抑制したためと考えられる。一方で、ジアミノブタン(dba)を導入した結果、ブランクとほぼ変わらない変化量になった(図 c)。配座の自由度が大きい dba では bpy に比べ、結合形成時における構造の自由度が多いためと考えられる。以上より、単分子接合の形成による光誘起スイッチへの影響を明らかにすることに成功した。

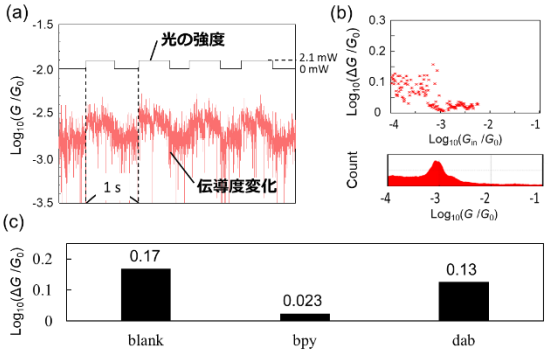

図 a. ブランクにおける光強度と電導度変化.
図 b. ビピリジン導入時の電気伝導度変化の平均 $\log(\Delta G_{ave}/G_0)$始状態の電気伝導度(G_{in})依存性.
図 c. 各分子の分子接合領域における電気伝導度変化の平均 $\log(\Delta G_{ave}/G_0)$の平均.

[1] K. Yasuraoka, S. Kaneko, S. Kobayashi, K. Tsukagoshi, T. Nishino *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 13, (2021) 51602.
[2] Y. Isshiki, S. Fujii, T. Nishino, M. Kiguchi, *J. Am. Chem. Soc.*, 140, (2018) 3760.

© The Chemical Society of Japan