

酸-塩基応答分子の単分子電気伝導度

Single-Molecule Conductance of An Acid/base-Responsible Molecule

東工大院理¹, 慶大薬² ○(M1) 吉原 勇輝¹, 藤井 慎太郎¹, 東林 修平², 西野 智昭¹Tokyo Institute of Technology¹, Keio University², [○]Yuki Yoshihara¹, Shintaro Fujii¹, ShuheiHigashibayashi², Tomoaki Nishino¹

E-mail: yoshihara.y.ac@m.titech.ac.jp

本研究では、ピフェノチアジン誘導体 (PDP) の単分子電気伝導度の計測を行った。PDP は、トリフルオロ酢酸からプロトンの受容を伴う同分子間の電子移動反応によりラジカルカチオンとジカチオンを生成し、さらにトリエチルアミンを添加すると、逆反応が高収率で進行する。この可逆な酸-塩基応答性を用いて、PDP の単分子電気伝導度を制御することを目的とした。走査型トンネル顕微鏡を用いたブレイクジャンクション法により、反応前後の単分子を金電極間に捕捉することで単分子接合を作製し、その伝導度を計測した。PDP と比較して、反応生成物の伝導度は約 2 倍に増加することが分かった (Figure 1)。反応前後に観測された電気伝導度の変化の起源を解明するため、単分子接合の電圧-電流特性を計測し、Breit-Wigner の伝導モデルに基づいた解析を行ったところ、分子軌道エネルギーと電極のフェルミエネルギーのエネルギー差 ϵ_0 が反応後に減少することが分かった。したがって、反応により分子軌道エネルギーが変化したことによって、伝導度が増加することが明らかになった(式 1. τ , Γ はそれぞれ透過率、分子と電極のカップリング強度である)。

$$G \propto \tau = \frac{\Gamma^2}{\Gamma^2 + \epsilon_0^2} \quad (1)$$

また、分子膜に酸-塩基刺激を与えることによる伝導度の変化を試みるため、PDP が吸着した基板にトリフルオロ酢酸を滴下後風乾し、単分子の伝導度計測を行ったところ、反応後の伝導度が観測された。同様に、反応後の分子が吸着した基板にトリエチルアミンを添加し計測すると、反応前の伝導度が観測された。酸-塩基の溶液を基板に滴下し、その基板上でピフェノチアジン誘導体の反応を誘起することで、単分子の電気伝導度を制御することに成功した。

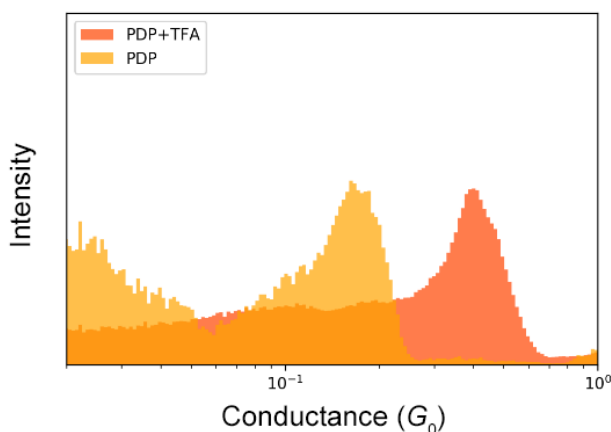


Figure 1. Histograms of single-molecule conductance before (yellow) and after (orange) the reaction. G_0 denotes quantum conductance ($2e^2/h$).