

単一のアミノ酸二量体の電子輸送特性の評価

Evaluation of Electron Transport Properties of Single Amino Acid Dimers

科学大理¹ ○(M1)高橋 泰星¹, 西野 智昭¹

Science Tokyo¹, °Taisei Takahashi¹, Tomoaki Nishino¹

E-mail: takahashi.t.c7e4@m.isct.ac.jp

[緒言] 電子デバイスの微小化を目指し、単分子素子の開発が行われている。単分子接合は金属電極間を分子が架橋した構造からなり、単分子の電気伝導特性の評価に盛んに用いられている。アミノ酸は分子接合のリンカー基となるアミノ基とカルボキシ基を持ち、様々な側鎖を持つことから、分子素子への応用が期待される。特に、2種のアミノ酸が分子間水素結合により二量体を形成することで、より多様な分子素子の設計が可能となる。しかし、アミノ酸二量体の電子輸送特性に関する知見は十分でない。そこで本研究では、鎖長の異なる3つのアミノ酸を用い、単一のアミノ酸二量体の伝導度計測を行った。

[実験] Au(111)基板をグリシン、 β -アラニン、4-アミノ酪酸によりそれぞれ修飾し、試料として用いた。走査型トンネル顕微鏡による接合破断法 (STM-BJ 法) に基づき、室温・大気中にてアミノ酸二量体の伝導度計測を行った。

[結果・考察] グリシンで修飾した Au 基板を用いて測定された電気伝導度 G の 2

次元ヒストグラム (Fig. 1A) では、3つの伝導状態 (H, M, L 状態) が観測され、グリシンの単分子や二量体からなる分子接合の形成が示唆された。 G の 1次元ヒストグラムをガウス関数でフィッティングすることで、H, M, L 状態の伝導度が $G = 10^{-2.5} G_0$, $10^{-3.5} G_0$, $10^{-4.6} G_0$ ($G_0 = 2e^2/h = 77.5 \mu\text{S}$) と決定された。相関解析により、H-M, M-L 状態間にそれぞれ正の相関が観測されたことから、これらの状態に対応する接合様式が連続して形成され得ることが示唆された。H 状態は接合の伸長距離が 0.1 nm 未満であり、 G が塩基性溶液中における報告値と同程度であることから、単分子接合に帰属した (Fig. 1B-1)。M, L 状態については、金電極の緩和を考慮した接合長がグリシン単分子の分子長を超えることから、これらをそれぞれ2本、1本の水素結合からなる二量体接合に帰属した (Fig. 1B-2,3)。また、M, L 状態を比較すると、構造自由度の高い L 状態はより大きな伝導度の揺らぎを示すことが分かった。以上より、電極間距離の増加に従い、単分子接合及び最安定な環状水素結合による二量体接合が形成された後、準安定な水素結合による会合体を経て分子接合が破断することが示唆された。 β -アラニン、4-アミノ酪酸についても同様に H, M, L 状態が観測された。M 状態について G の距離依存性を表す減衰定数 β を算出したところ、 4.0 nm^{-1} となった (Fig. 2)。これはアルカン鎖の β の報告値である 4.2 nm^{-1} とよく一致しており¹、二量体の帰属の妥当性が示された。以上より、単一のアミノ酸二量体の2つの接合様式と電気伝導度を明らかにした。

1) Nishino, T. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 4592–4595.

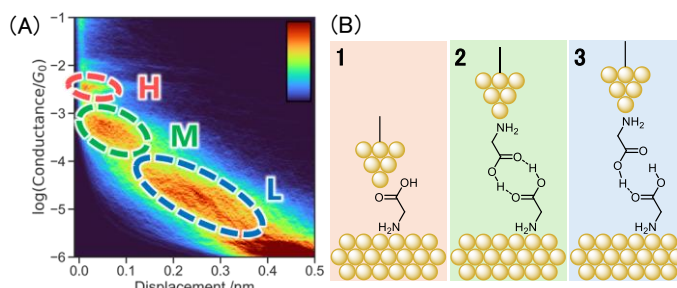


Fig. 1 (A) Two-dimensional conductance histogram for glycine obtained from 4995 traces. (B) Schematic diagrams of glycine molecular junctions. (1) Single molecular junction. (2, 3) Dimer junctions consisting of two and one hydrogen bonds.

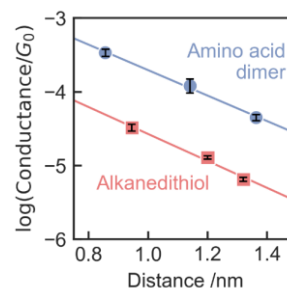


Fig. 2 Distance dependence of conductance values of amino acid dimer (blue) and alkanedithiol (red).