

原子・分子の自在配列と特性・機能
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

今井 みやび

理化学研究所 開拓研究本部
基礎科学特別研究員

原子精度での光合成色素分子の配列形成と光電変換機能の評価

研究成果の概要

本研究では、極低温走査トンネル顕微鏡(STM)を用いた分子操作法により色素分子を並べたモデル光合成系を作成する。そして、独自開発した STM 光電流計測法[1]により、分子配列構造に対応した光電変換機能を計測することで、配列構造と光電変換機能の相関を原子分解能で解明することを目的とする。本年度は、これまでに開発してきた光 STM ベースの局所分光法[1]の適用範囲を真空蒸着できない葉緑素などの分子にまで拡張するために、生体分子など柔軟な分子の蒸着が可能なエレクトロスプレー蒸着機構(ESD)を組み合わせた ESD-光 STM の開発を行った。光 STM は「試料準備用」と「STM 測定用」の二つの超高真空チャンバーで構成されているが、ESD 機構を試料準備チャンバーに接続し、試料準備チャンバー内に設置された貴金属基板に光合成色素分子の蒸着を行うようデザインした。ESD では試料分子溶液をエミッターに注入し、高電圧を印加することでイオン化液滴を生成するが、大気圧下で生成された液滴を超高真空内に導入するため、この液滴をキャピラリーを通じて差動排気真空チャンバーに導入する。不純物少なく試料分子を蒸着するため、差動排気チャンバーを複数連結した構成とした。装置の設計と組み立てが完了した後、ESD-光 STM の性能を確認するため、分子量約 7000 かつ分子長 10 nm のポリチオフェン分子の蒸着を行った。この分子の構造は柔軟でありこれまでに用いられてきた真空蒸着[3]による試料作成が困難な分子である。Au(111)清浄基板にこの分子を ESD 蒸着し、STM 観察を行ったところ、不純物の少ない清浄な試料を作製することができた。STM 観測により、折れ曲がり角やアルキル鎖の位置の判別、および原子分解能での伝導計測に成功した。本結果より、開発した装置では STM 観測に十分な純度での試料作成と単一分子分光が可能であることが明らかとなった。次年度は、立ち上げた装置を用いて光合成色素分子の蒸着と STM 観測を行う。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Orbital-resolved visualization of single-molecule photocurrent channels”, [Miyabi Imai-Imada](#), Hiroshi Imada, Kuniyuki Miwa, Yusuke Tanaka, Kensuke Kimura, Inhae Zoh, Rafael B. Jaculbia, Hiroko Yoshino, Atsuya Muranaka, Masanobu Uchiyama and Yousoo Kim, *Nature* 603 (2022) 829-834.