

2023 年度年次報告書

物質探索空間の拡大による未来材料の創製

2022 年度採択研究代表者

豊田 良順

東北大学 大学院理学研究科

助教

分子モーターを用いた DNA 超らせんの光制御

研究成果の概要

本研究では既存のトポロジーを超えた DNA ナノ材料群の開発を目指している。光照射により単一方向に回転運動を起こす分子モーターを用いて DNA 超らせん構造を変化させることで、DNA のトポロジー制御を人工系で初めて達成し、新たな DNA 材料群を創出する。

本年度は、本プロジェクトの基盤技術となる DNA 鎖と人工分子との結合形成手法の開発に集中して研究を進めた。領域内コラボを重ねた結果、DNA との複合化を指向するうえで効果的な分子デザインを見つけることができ、実際の反応で DNA 複合体の形成を確認することができた。生成物の同定は各種分光分析およびゲル電気泳動から行っている。さらに派生して DNA 鎖どうしの結合形成にも同様の手法が適用できることを見出し、生体分子修飾を化学分野の立場から行う上で根幹となる技術確立ができた。さらに反応開発の途中で異分野の研究者との交流もあり、新たな合成手法の発想を得ることもできた。今後は調製した DNA 複合体のバイオプローブとしての性能評価を行うとともに、分子モーターと DNA との複合化に取り組む予定である。

DNA トポロジーの観察についてもモデルとなる人工分子鎖について蛍光顕微鏡や高速原子間顕微鏡といった観察手法を試行しており、次年度以降の観察に向けた予備的知見を得たので、研究目的の遂行に努める。また、昨年度に引き続き、光照射以外の外部刺激によって暗所においても分子モーターの単一方向回転を駆動する方法についても複数検討中であり、回転挙動の同定を多角的に分析している。DNA のモデルとして作成した人工分子鎖については領域内共同研究によって分子鎖内における光励起状態のダイナミクス解明を行い論文発表に向けて前進する成果を得た。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Manipulating the Morphology and Electronic State of a Two-Dimensional Coordination Polymer as a Hydrogen Evolution Cocatalyst Enhances Photocatalytic Overall Water Splitting, Guan, J. Koizumi, K. Fukui, N. Suzuki, H. Murayama, K. Toyoda, R. Maeda, H. Kamiya, K. Ohashi, K. Takaishi, S. Tomita, O. Saeki, A. Nishihara, H. Kageyama, H. Abe, R. Sakamoto R. *ACS Catalysis*, *14*, 1146-1156 (2023).
- 2) Single-Crystal Structures of Benzenhexathiol and Its Disulfide Forms, Chiba, Y. Tanabe, T. Koizumi, K. Toyoda, R. Iguchi, H. Takaishi, S. Sakamoto R. *Inorg. Chem.*, *62*, 11731-11736 (2023).
- 3) Activating a light-driven molecular motor by metal complexation, Stindt, C, N. Crespi, S. Toyoda, R. Hilbers, M. F. Kemmink, J. van der Meulen, P. Jan Buma, W. Feringa, B. L. *Chem*, *9*, 2337-2348 (2023).