

2024 年度年次報告書

光でつなぐ情報と物理の融合分野の開拓

2024 年度採択研究代表者

石川 大輔

東京科学大学 総合研究院

講師

力学的調律プラズモン場による最適化生体分子検出

## 研究成果の概要

本研究は、RNA を高選択的かつ超高感度に検出する新規光学センサとして、RNA 検出用ナノ構造体「DNA ペンチ」の開発を目的としている。RNA は多くのウイルスやがんの診断において極めて重要な標的であり、その微量検出は感染症や腫瘍の早期発見に不可欠である。現在広く用いられている PCR 法は高感度である一方、非特異的な増幅による誤検出のリスクがあり、より高精度な代替手法が求められている。そこで本研究では、金ナノロッドの局在表面プラズモン共鳴と DNA オリガミ技術によって構築されたキラル構造体を用いた光学的検出法に着目した。特に、従来の水溶液中という三次元的で等方的な環境ではなく、気相-水相界面という二次元空間を分子認識の場として利用し、構造変化を円二色性スペクトルという光学信号として高精度に検出する新規アプローチを採用している。2024 年度は、RNA 検出機能をもつ DNA ペンチの作製を試みた。DNA オリガミ設計ソフト **caDNAno** を用いて構造を設計し、DNA ペンチの安定形成に重要なアニーリング条件やカチオン濃度の最適化を図り、アガロースゲル電気泳動および原子間力顕微鏡観察によって形成状態を評価した。しかし、いずれの条件においても設計通りの DNA ペンチ構造体は確認されず、主に凝集体や設計とは異なる構造が観察された。これらの結果を踏まえ、当初の設計では目的とする構造の安定な形成が困難であると判断し、現在は分子動力学シミュレーションを用いて DNA ペンチの再設計を進めている。