

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	佐藤佑介
研究機関名	九州工業大学
所属部署名	大学院情報工学研究院知的システム工学研究系
役職名	准教授
研究課題名	分子ロボットオペレーティングシステムの構築
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、分子ロボットにおける複数分子デバイスの制御を簡便に実現するための新機構を創出することを目指している。分子ロボット構築における参考例の一つとされている細胞では、細胞核にコードされた情報の読み出しを巧みに制御し、細胞機能を制御している。この事実に着想を得て、細胞核を参考に、配列設計 DNA が示す相分離現象を精緻に設計することで、分子ロボットが備える分子デバイスを制御する「分子ロボットオペレーティングシステム」の構築を進めている。

本年度は、システムの基本構造の構築に着手した。塩基配列設計した DNA を材料にナノ構造を構築しそれらを自己集合させることで、基本構造となるマイクロサイズの流動的な凝集体を構築することに成功した。また、DNA ナノ構造の一部に信号読み出しの起点となる T7 RNA polymerase のプロモータ配列を導入したところ、システムの基本構造の形成及び RNA 分子の生成が確認された。

そして、基本構造が有する機能を向上させる方法の探求と関連して、カチオン性ペプチドと DNA の複合化を検討した。ペプチドとしてオリゴリンを用い、残基数を 5, 10, 20 とさまざまに変え、DNA ナノ構造と混合し凝集体の形成を評価した。また、DNA が有する配列特異的な自己集合能の維持を検証した。その結果、残基数が大きいオリゴリンにおいては、混合割合によって自己集合を阻害することが明らかとなった。他パネルの研究者との連携により、この阻害がナノ構造の変形が誘導されることが原因であることを突き止めた。また、DNA の配列特異性は、残基数 5 のオリゴリンでのみ維持されることが明らかとなった。さらに、基本構造の構築方法を検討する過程において、rolling circular amplification 反応と呼ばれる長鎖 DNA の合成反応を用いたところ、特定の環境及びサンプル処理により、薄膜構造が形成されることを見出した。本発見はさまざまな技術への応用展開が期待でき、さらなる検討を行なっていく予定である。