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	庄司観
研究機関名	長岡技術科学大学
所属部署名	技学研究院　機械系
役職名	准教授
研究課題名	分子機械が繋ぐ生物と機械の融合システム
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、分子機械を用いた「細胞内分子計測技術」「細胞の局所化学刺激技術」およびリポソーム型バイオ燃料電池(BFC)によって駆動する「細胞電気刺激装置」を開発することで、分子刺激・計測によってフィードバック制御されたバイオアクチュエータを実証することを目指している。そして、分子機械によって生物と機械が融合されたサイボーグ型バイオハイブリッドシステムのコンセプトの提唱を最終的な目標としている。以下に、本年度の研究成果を記載する。

細胞内分子計測技術の確立では、ガラスナノピペット先端に単一の DNA オリガミナノポアを捕捉した DNA ナノポアプローブを新たに開発した。イオン電流に基づいて本 DNA ナノポアプローブの位置をフィードバック制御することで、狙った人工細胞に DNA ナノポアを挿入することに成功した。さらに、DNA ナノポアに ATP 捕捉アプタマーを修飾することで、DNA ナノポアを用いた ATP 計測に成功した。本結果は、細胞内分子計測の可能性を示唆しており、今後は本ナノポアを生細胞に挿入し、細胞内分子計測を実現する。

細胞の局所化学刺激技術の確立では、紫外光を照射することでポアが開放され、可視光を照射することでポアが閉鎖される光応答型 DNA ナノポアを開発した。実際に人工細胞に本ナノポアを挿入し、光照射に対する分子通過性能を観察した結果、紫外光を照射することで分子通過性能が向上することが明らかとなった。今後は、本ナノポアを用いた細胞への化学刺激実験を実施することで、局所化学刺激システムを実証する。

リポソーム型 BFC の構築では、リポソームに挿入可能なマイクロニードル型 BFC を構築し発電実験を実施した。その結果、約 300mV の開回路電圧を得ることに成功し、直列配列されたリポソームを用いることで、15V 以上の出力電圧を得られる可能性を示すことができた。今後は、直列配列されたリポソームに本 BFC を挿入し発電実験を行う。