

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム  
2020年度採択研究代表者

2022年度  
年次報告書

三宅 丈雄

早稲田大学 大学院情報生産システム研究科  
教授

電子・イオン制御型バイオイオン트로ニクス

## 研究成果の概要

本研究課題「電子・イオン制御型バイオイオントロンクス」は、初年度(2020年度)においては、生体とのイオン導通を実現する生体穿刺用複合ナノチューブ(項目1:イオン配線)の開発に取り組む。これは、皮膚や細胞膜のように生体素材特有の絶縁膜(脂質二分子膜)にプラグを挿すため(物質輸送を実現するため)の技術開発である。2020-2021年度においては、生体からデバイスに輸送された生化学燃料から電気を創る酵素発電、また、ケミカル入力信号から出力信号を導き出す演算素子(酵素ロジック)を開発する(項目2:イオン発電・論理ゲート素子)。2021-2022年度においては、電気エネルギーから生化学物質の分布を制御し、生体(特に細胞内)に調節因子を輸送するイオン変換・伝達素子を開発する(項目3)。2022-2023年度においては、これら素子を統合することで、生体からデバイスへの情報物質の取り込みに応じて、デバイスから生体へのケミカル情報伝達が決定される新しい原理の電子・イオン制御型バイオデバイスを実現することで(項目4)、本研究課題を完成させる予定である。

今年度は、昨年度に開発したスルホン化ポリアニリンとカーボンナノチューブを組み合わせた大容量プロトン電極を用いることで、培養液のpHを電気化学的に制御した。さらに、本pH制御システムを用いて細胞機能を制御することに成功した。コントロール実験として、プロトン選択性のないPEDOT電極によって同様の実験に取り組み、その性能を比較した。これら成果は、国際論文としてまとめた。また、最終年度に向けて、神経細胞の培養およびネットワーク接続にも取り組み、さらに、機能性分子を細胞に導入する試験結果もえることに成功した。

### 【代表的な原著論文情報】

1) Mingyin Cui, Momoka Takahashi, Yukun Chen, Bingfu Liu, Yoshihiro Ohta, Takeo Miyake, “pH Modulation in Adhesive Cells with a Protonic Biotransducer”, *Bioelectrochemistry*, 147, 108202, 2022. DOI:10.1016/j.bioelechem.