

## 2021 年第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 シンポジウム開催報告

### 最先端バイオミメティクスが生み出す超高機能フロンティア ～知覚－情報処理－行動から発電まで～

企画：応用物理学会 新領域グループ トータルバイオミメティクス研究グループ  
世話人：土屋 敬志 (NIMS)、小野 新平 (電中研)、小塚 裕介 (NIMS)

バイオミメティクス(生物模倣)とは、生体の構造・機能を理解し、そこから着想を得て、新しい材料開発・デバイス開発へ発展させる科学技術のことを言う。1930 年代の合成繊維への応用に端を発し、電気工学、分子化学、機械工学、材料科学など様々な分野へも波及し、発展してきた。最近になり、資源・エネルギー枯渇、環境破壊、情報爆発といった現代社会の諸課題を解決する一つ的手段として、バイオミメティクスが再び注目を集めている。そこで、最近のバイオミメティクスの進展や将来展望についての議論を通して個々の生体機能を総合的に俯瞰・理解し具現化するための学理構築、および社会実装に向けたビジョンを共有する分野横断的コミュニティの形成を行うことを目的とし、本シンポジウムを企画・開催した。プログラムは下記の通りである。以下、講演内容について報告する。

#### 1. プログラム

##### 招待講演

ニューロモルフィック情報処理とその集積システム  
浅井 哲也 (北大情科院)

##### 招待講演

ナノモル濃度添加剤によって微生物発電の二桁加速が進む細胞外電子移動メカニズム  
岡本 章玄 (NIMS、北大)

##### 招待講演

バイオハイブリッドが拓く超高機能デバイス  
竹内 昌治 (東大情報理工、東大生研、神奈川産技総研)

##### 招待講演

生体ナノポアの識別機能を超える  
谷口 正輝 (阪大産研)

## 2. 講演内容の概要

本シンポジウムの最初の講演は北大の浅井哲也先生より、人工知能技術に関連するニューロモルフィック情報処理についての講演が行われた。現代の計算機科学で重視されていない複雑ダイナミクス・ゆらぎ等を積極的に利用する近年のニューロモルフィック（ニューロミメティック）工学研究の動向について解説し、問題点や発展、再構築の方向性が議論された。アナログ電子回路を利用する物理リザーバが実装された高機能集積システムについて示すとともに、SF のサイボークのように脳の中にニューロモルフィックデバイスを入れ込むサイバネティックニューロモルフィック計算についても紹介された。

続いて NIMS の岡本章玄先生より、微生物発電の劇的な加速に関わる細胞外電子移動(EET)と呼ばれる微生物-固体間の界面電子移動過程についての講演が行われた。EET は従来特殊な細菌に限られた現象と考えられてきたが、実は環境中に存在する様々な微生物に見られる普遍的な現象であることが紹介された。さらに、EET の律速過程がこれまで指摘されてこなかった電子移動と共役したプロトン移動反応であること、フラビンがプロトン移動を促進することで EET を加速させる新機構について議論された。

東大の竹内昌治先生からは、分子や細胞など生物材料を直接用いることで生物と機械のそれぞれ優れた機能や構造を組み合わせるバイオハイブリッドの手法に基づいて研究開発された様々な超高機能デバイスについての講演が行われた。人工の細胞膜上に蚊の嗅覚受容体を組み込んだ嗅覚センサでは、呼気中に含まれるごく微量の代謝物を検出でき、特に肝臓ガンに関連するバイオマーカーであるオクテノールを ppb レベルの高感度で検出可能であることが示された。

阪大の谷口正輝先生からは、人工知能 (AI) とナノテクノロジーを利用して生体ナノポアを超える高い識別機能を示す AI ナノポアについての講演が行われた。生体における分子識別機構では主要な役割を果たす分子間相互作用を一切用いず、SiN を表面に持つ固体ナノポアを分子が通過する際の流動ダイナミクスに起因する特徴的な波形を AI 解析と組み合わせることで、SARS ウィルス、コロナウィルスといった様々なウイルスを高精度で識別可能とする報告は大変興味深く、ナノテクノロジーに基づくバイオミメティクスの大きな可能性を示す重要な知見と言える。

シンポジウム全体をとおして約 90 名の方々にご参加いただき、いずれの講演でも活発な質疑応答がなされた。様々な分野で超高機能に向けて進展しているバイオミメティクスについて理解が深まるとともに、人工知能、センサー、アクチュエーター、発電などの各分野を超える交流が着実に進んだのではないかと思われる。