

## 導電性高分子による神経型機能発現とマテリアル知能研究の国際交流

松本卓也、赤井恵、大山浩、加藤浩之、蔡徳七、山田剛司

白坂将、服部梓、犬伏雅士、田中啓文、宇佐美雄生

分野横断プロジェクト研究部門

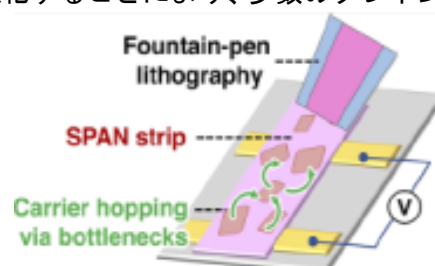
マテリアル知能による革新的知覚演算システムの構築プロジェクト

マテリアル知能研究をテーマとする学術振興会拠点形成事業（Core-to-Core）の日本拠点の中核を大阪大学フォアフロント研究センターの本プロジェクトに置くとともに、関連の深い科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究（CREST）の大阪大学グループのメンバーをプロジェクトメンバーとしている。大阪大学におけるマテリアル知能研究を推進するとともに、フォアフロント研究センターを共催として、南部ホールで研究会を開催し、マテリアル知能の分野における世界の第一人者を招聘してディスカッションを行うことを目的としている。

### 伝導性高分子微細構造における非線形電気特性の発現

分子物質ネットワークを用いた神経型情報処理を行うためには、非線形特性を示す神経型機能コアと各機能コアを結ぶ伝導性ネットワークが必要である。神経型機能コアとして、遷移金属錯体を導入したナノ微粒子、巨大ポリ酸など様々な分子性物質をとりあげているが、導電性高分子も有力な候補である。

導電性高分子は、結晶性が高くポーラロンバンドが生成する伝導性グレインと、ランダムコイルの絶縁層が混在し、伝導性グレイン間の電子ホッピングにより高い電気伝導性が発現する。伝導性グレインは小さいので、各グレインに印加される外部電場は弱く、これらの間のホッピングにより観測される電流－電圧特性はオーミックである。しかしながら、伝導パスを絞り、少数のグレインに高い電位差が加わるようになると、電流－電圧特性は非線形化することを見出した。ナノキャピラリーを用いて細線化することにより、少数のグレインバウンダリーに電界集中が起こる。電界集中により電子ホッピングにおける障壁を越えやすくなるので、電位を高くすると実効温度が上昇し、強い非線形性が現れることがわかった[1]。この研究により、導電性高分子のグレインサイズと電極間距離の比が重要であり、ナノサイズの電極を用いれば、導電性高分子を神経型機能コアとして機能させうることがわかった。



### 【プロジェクトメンバーによる研究会開催】（国際6回、国内1回）

フォアフロント研究センターのプロジェクトメンバーにより、オランダ、ポーランド、イタリアで国際的なセミナーやミニシンポジウムを開催した。さらに、南部ホールにおいて、オランダとドイツから招いた研究者を中心に2回のミニシンポを開催し、それぞれ38名と48名の出席を得て、活発な討論を行った。また京都でプロジェクトメンバーを中心とする研究会を開催した。

### 参考文献：

- [1] Jiannan Bao, Yoichi Otsuka, Hiroshi Ohoyama, and Takuya Matsumoto, Shape-Dependent Conduction Regime in Self-Doped Polyaniline, *J. Phys. Chem. C* **126**, 8029–8036 (2022).

## 研究業績リスト

### I 査読論文

なし

### II 国際会議等における発表

なし

### III 国内会議等における発表

なし

### IV 著書

なし

### V 受賞と知的財産

なし

### VI その他研究業績、発表文献

#### 1. フォアフロント研究センター共催シンポジウムを主催

“In Materio Neuromorphic Computing”

Organized by Forefront Research Center, Osaka University,  
JSPS Core-to-Core Program “Material Intelligence” ,  
Research Center for Neuromorphic AI Hardware, Kyusyu Institute of Technology  
Nambu Yoichiro Hall, Osaka University, July 27, 2022,

#### 2. フォアフロント研究センター共催シンポジウムを主催

“Intelligence in Organic Materials”

Organized by Forefront Research Center, Osaka University  
JSPS Core-to-Core Program “Material Intelligence”  
Nambu Yoichiro Hall, Osaka University, November 29, 2022,