

脳神経型情報処理を目指した非線形電子物性を有する分子ネットワークの化学的構築 Chemical integration of molecular network with nonlinear electronic properties toward brain-inspired information processing

宇佐美 雄生^{1,2,4}、川嶋 悠哉¹、福丸 知世¹、三坂 朝基¹、琴岡 匠²、大塚 洋一¹、内藤 泰久³、大山 浩一¹、田中 啓文^{2,4}、松本 卓也¹ (阪大院理¹、九工大生命体工²、産総研³、九工大 Neumorph センター⁴)

Yuki Usami^{1,2,4}, Yuya Kawashima¹, Tomoyo Fukumaru¹, Tomoki Misaka¹, Takumi Kotooka², Yoichi Otsuka¹, Yasuhisa Naitoh³, Hiroshi Ohoyama¹, Hirofumi Tanaka^{2,4}, Takuya Matsumoto¹ (1. Osaka Univ., 2. Kyushu Inst.

Tech. LSSE, 3. AIST, 4. Kyushu Inst. Tech. Neumorph Center)

E-mail: usami@brain.kyutech.ac.jp

[序] 分子ネットワークでは、分子接界面の電子状態、パーコレーションや欠陥の効果が強く現われ、これらと伝導電子のコヒーレンスが絡み合っ、バルクや単一分子にはない新しい分子の電気物性が発現する。このような系はリザー演算など、脳神経模倣型の情報処理の観点からも興味深く、次世代情報処理の新しい方向性として期待されている。本研究では、電気伝導性の高い分子である自己ドーピング型ポリアニリン(self-doped polyaniline, SPAN, 図 1)と金微粒子(AuNP)からなる分子ネットワークを構築し、AuNP-SPAN 界面に生じる特有の構造と非線形電子物性との相関に関して検討したので報告する。

[実験] トンネル電流制御下における真空蒸着法を用い、微粒子間の距離が均一な AuNP を作製した。ネットワーク作製は SPAN 水溶液 10 μ l を滴下、乾燥することで行った。真空プローパー ($P \sim 10^{-4}$ Pa, 遮光条件) を用いて AuNP-SPAN 分子ネットワークの電気特性を検討した。さらに構造評価により AuNP-SPAN 界面が電子物性に与える影響を考察した。

[結果と考察] AuNP-SPAN 分子ネットワークの電気特性を検討した結果、非線形の電子物性が現れることが明らかとなった。(図 2) [1] さらに分光学的手法 (ラマン分光, 図 3, XPS) および顕微観察 (AFM) により、金微粒子存在下では SPAN が伝導性に乏しいキノイド構造に変化することを明らかにした。この SPAN の分子構造の変化により、キャリアの局在長が 0.6 nm と算出され、極めて短くなること明らかになった。これらの結果から、金微粒子近傍では SPAN の局所的な絶縁構造の形成によってキャリアの伝導経路が変化し、非線形電気特性が現れたと考えられる。以上の結果から、AuNP と SPAN から成る分子ネットワーク特有の非線形電子物性の抽出に成功し、情報処理を行うデバイスとして有望であることを提示した。さらに、現在リザー演算を用いた学習を試みている。詳細は講演当日に発表する。

参考文献: [1] Y. Usami *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **56**, 128001 (2017).

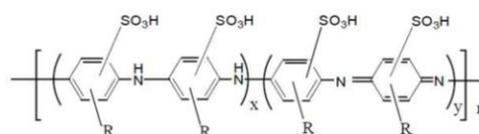


Figure 1. Structural formula of self-doped polyaniline.

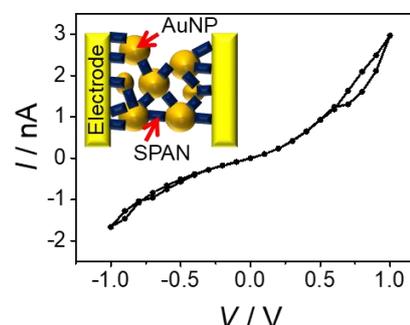


Figure 2. Nonlinear electrical property of AuNP-SPAN molecular network.

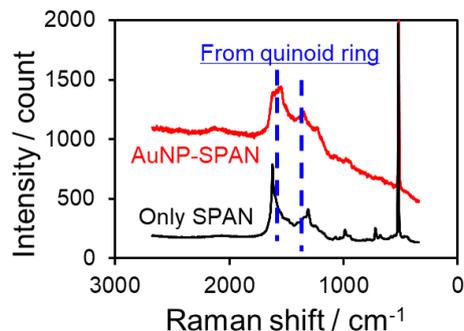


Figure 3. Comparison of Raman spectrum between only SPAN and AuNP-SPAN.