分子ネットワークによる神経型情報デバイスの構築

Creation of neuromorphic information devices by molecular networks

阪大理[1]，産総研[2]　宇佐美雄生[1]，斎藤明弘[1]，坂本怜央[1]，福丸知世[1]，村松拓実[1]，
ハンス・オーデ・グルート・ビーバーボルグ[1]，　内藤泰久[2]，○松本 卓也[1]

[1]Osaka Univ., [2]AIST　Yuki Usami[1], Akihiro Saito[1], Leo Sakamoto[1], Chiyo Fukumaru[1],
Takumi Muramatsu[1], Hans Oude Groote Beverborg[1], Yasuhisa Naitoh[2], ○Takuya Matsumoto[1]

E-mail: matsumoto-t@chem.sci.osaka-u.ac.jp

分子エレクトロニクスが提案された当初は、分子は他の技術で実現困難な微小で高密度なデバイスを実現する手段として大きな期待を集めていた。しかし、10nm プロセスによる半導体集積回路の生産が始まろうとしている現在、分子が微小であることに実用的な意味を見出すのはもはや困難である。単一分子素子の間を微細加工技術により配線するのではなく、むしろ、分子が持つ自己組織性やネットワーク構築能力など、半導体には無い能力に注目すべきである。これらの特質は、ニューラルネットワークや自然計算と馴染みが良く、人工知能の進歩とともに次第に明らかになってきたノイマン型計算システムの限界を超えるキーテクノロジーとなる可能性を秘めている。

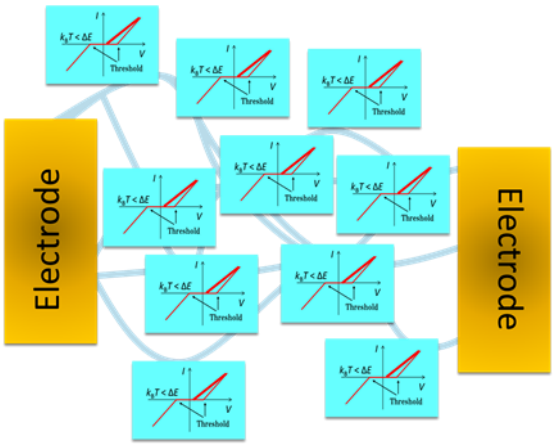


図１．　非線形分子ネットワークの概念図

図１に非線形分子ネットワークの概念を示した。非線形特性を示すノードがランダムに接続して、入力と出力を持つシステムである。このようなシステムにおいて、シナプス機能の発現や、ボルツマンマシンのような動作が可能になれば、ニューラルネットワークやリザーバへ発展できる可能性がある。そこで、本研究では、金微粒子と導電性高分子や酸化還元活性巨大金属錯体を用いた分子非線形ネットワークの構築について報告する。

Au 微粒子／ポリアニリンネットワークの系を試みた。ポリアニリンの超薄膜は、極低温に至るまでオーミックな電流－電圧特性を示す。一方、実験で用いた金微粒子アレイは微粒子密度が低く、電流を観測することはできない。ところが、この金微粒子アレイにポリアニリンを結合すると、ポリアニリン単体では見られないような非線形特性を持つ電気特性が得られた。詳細な温度特性の解析から、金微粒子とポリアニリンの接触界面に生じた局所的な電子状態の間で、ホッピング伝導、あるいは、一部ポリアニリンの電子輸送が組み合わさった電気伝導が起こっていると考えられる。この金微粒子／ポリアニリンネットワークに３つの電極を接合して、これらの間の電気特性を測定すると、ネットワーク内部で電流経路の混合が起こっていることが明らかになった。金微粒子／ポリアニリン分子ネットワークが３端子素子として機能していることを示しており、スパイキングニューロンに似た電気特性を得ることができた。

© 2019年 応用物理学会