

## 導電性高分子ワイヤーを用いた相互結合型ネットワークの構築

## Construction of interconnecting network using conductive polymer wires

阪大院工<sup>1</sup>, 北大院情報<sup>2</sup>,<sup>○</sup>萩原成基<sup>1</sup>, 岡田将<sup>1</sup>, 杉戸泰雅<sup>1</sup>, 浅井哲也<sup>2</sup>桑原裕司<sup>1</sup>, 赤井恵<sup>1</sup>Osaka Univ.<sup>1</sup>, Hokkaido Univ.<sup>2</sup>, <sup>○</sup>N. Hagiwara<sup>1</sup>, M. Okada<sup>1</sup>, Y. Sugito<sup>1</sup>, T. Asai<sup>2</sup>Y. Kuwahara<sup>1</sup>, M. Akai-Kasaya<sup>1</sup>

E-mail : hagiwara@ss.prec.eng.osaka-u.ac.jp

脳神経系にヒントを得た情報処理メカニズムである人工ニューラルネットワーク (Artificial Neural Network : ANN) はソフトウェア上で実装され、AI 技術の発展に貢献してきた。しかし、ANN は並列的な演算であるため、従来のノイマン型コンピュータ上では構造上計算効率に限界があることから、ANN 計算に特化した専用ハードウェアの開発が強く求められている[1]。我々は電解重合によってワイヤー状に成長して任意の電極間で架橋する導電性高分子 PEDOT:PSS(poly(3, 4-ethylenedioxythiophene):polystyrene)[2]に着目し、これを不揮発性抵抗変化素子として用いた ANN 機械学習法を提案してきた。

今回、PEDOT:PSS ワイヤーを任意の電極間に架橋させることにより相互結合型ネットワークを構築することを試みた。ニューロンに対応する Au 電極が平面的にマイクロギャップで配置された電極基板上に、アセトニトリルと超純水比 1:1、モノマー材 EDOT(3, 4-Ethylenedioxy-thiophene) 0.135 M、電解質材料として PSS 0.02 M を混合した溶液を滴下し、矩形波電圧を印加することで任意の電極間にワイヤーを成長させる。ワイヤーの太さや本数といった架橋状況に応じて抵抗値が変化し、これを制御することによって学習させる。ワイヤーの成長を止めると抵抗値は固定され、メモリとして長期間保持される。我々はまず図 2 に示すような多電極間のワイヤーネットワークを用いて、ホップフィールドネットワークのアルゴリズムに則して連想記憶学習を行ったが、ワイヤーがニューロン間で混線してしまい、学習の成功には至らなかった。そこで、ニューロン間の重み 1 つを 1 対の電極対で再現した。相互結合数だけの電極対を用いることで相互結合型ネットワークを再現し、ノイズの混じった 9 ピクセルの文字を復元することに成功した。一方で、必要電極数がニューロン数の増大とともに指数関数的に増大するといった課題も示唆された。PEDOT:PSS ワイヤーを用いたネットワークでは 3 次元配線によって混線を回避することで必要電極数を減らすことが可能となり、相互結合型ネットワークを高集積なデバイス上で構築し得ると考えられる。

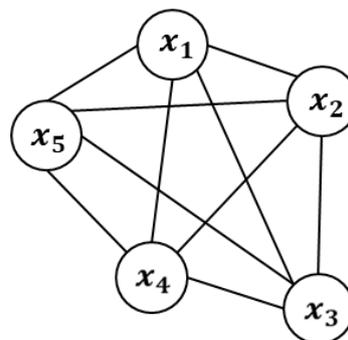


図 1 相互結合型ネットワークのモデル図

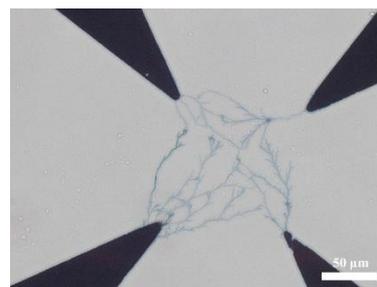


図 2 電極間を架橋するポリマーの光学顕微鏡像

[1] M. Prezioso et. Al., Proc. SPIE 9749, Oxide-based Materials and Devices VII, 974918 (2016)

[2] A. Das, C.H. Lei, M. Elliott, J.E. Macdonald, M.L. Turner Organic Electronics 7, 181-187(2006)