

カーボンナノチューブ/ポリ酸分子ネットワークを用いた リザーバコンピューティング

Demonstration of reservoir computing by using a random network
consisting of carbon nanotube complexed with polyoxiometarate molecule

阪大院工¹, 北大院情², JST さきがけ³,

○竹脇 勇樹¹, Goh Kian Lian¹, 岡田 将¹, 桑原裕司¹, 浅井 哲也², 赤井 恵^{1,3}

Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.², JST PRESTO², ○Y. Takeshima¹, Goh Kian Lian¹,

M. Okada¹, Y. Kuwahara¹, T. Asai, M. Akai-Kasaya^{1,2},

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

分子やナノ材料は、揺らぎや雑音発生、ダイナミクス、集団的反応等、脳や生体の中で見られる現象との相似性をしばしば見せる。材料そのものが持つこのような特性を脳型コンピューティングに積極的に利用していくことは、将来のAIエレクトロニクスの小型化、省電力化を達成する非常に有望な方向性であると考えている。我々はこれまでに、神経細胞の発火信号に類似した自発的スパイク信号の発生をするポリ酸(polyoxiometarate:POM)とカーボンナノチューブ(CNT)のランダムネットワークについて、POMの電気的な動的応答特性を仮定したモデル構築を行い、この2次元ネットワークモデルがスパイク発生を良く再現するだけでなく、分子ネットワーク自体がリザーバ計算の構成要素として高い可能性を持つことを示した[1]。

本研究ではPOM/CNTのランダムネットワークを作製し、ネットワークの異なる点からの電圧-電流信号の応答を計測し、それぞれの持つダイナミクス応答特性、応答時定数、ショートタームメモリー特性等を評価した。結果、適切に疎な密度を持つCNTネットワークにPOMを添加した場合には、 $100\mu\text{m}-0.5\text{mm}$ の端子間距離において十分に安定し再現性のある動的応答電流が得られた。また同じネットワークの中でも信号取得の位置が異なれば十分な応答多様性を持っていた。図1(a)はネットワークに1Hzのサイン波を印加した場合の取得信号の例である。非常に多様な応答をしていることが判る。また図1(b)は同一ネットワーク内の異なる50点からの信号を用いて、3乗サイン波信号を教師信号としてリザーバに学習させた結果である。再現された信号が教師信号によく追従している。今後より多様な応答を実現する為にネットワークの材料組成比やプロセスを検討し、リザーバノードとしてより多数の点から信号を取得することで、より高度なりザーバ計算がPOM/CNTネットワークによって実現可能であると考えている。

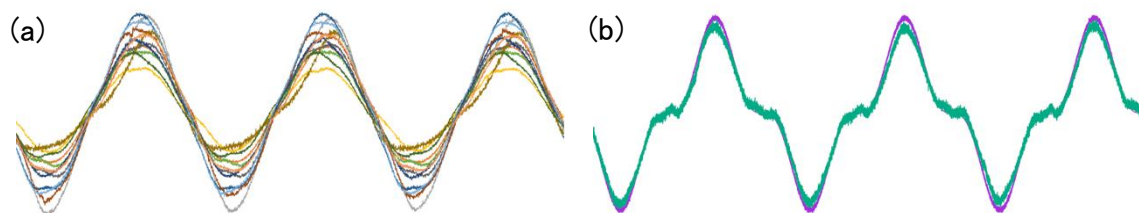


図1 (b) Signals acquired from different points in a Network. (b) Test phase of reservoir computation for 50 neuron output. Teacher signal (purple) and reservoir output (green) are shown.

[1] H. Tanaka, M. Akai-Kasaya and T. Asai et al., Nature Communication, (2018), 9, 2693.