

# 傾斜ポルフィリンサンドイッチポリ酸/SWNT ランダムネットワーク複合体を用いたリザーバコンピューティング

## Demonstration of Reservoir Computing using Polyoxometalate /Single-Walled Carbon Nanotube Complex Random Network

九工大院生命体<sup>1</sup>、阪大理<sup>2</sup>、九工大 Neumorph センター<sup>3</sup>

○(M1)村添 脩保<sup>1</sup>、琴岡 匠<sup>1</sup>、山崎 喜登<sup>2</sup>、小川 琢治<sup>2</sup>、田中 啓文<sup>1,3,\*</sup>

Kyushu Inst. Tech.<sup>1</sup>, Osaka Univ.<sup>2</sup> °Shuho Murazoe<sup>1</sup>, Takumi Kotooka<sup>1</sup>,

Yoshito Yamazaki<sup>2</sup>, Takuji Ogawa<sup>2</sup>, Hirofumi Tanaka<sup>1</sup>

\*E-mail: tanaka@brain.kyutech.ac.jp

近年、人工知能システム中で多く使用されている人工ニューラルネットワーク (ANN) をハードウェアにより相補的に発展させようとする研究が積極的に進められている。その中で、様々な物理現象を計算材料として扱うことが出来、高次元の非線形物理ダイナミクスでも実現が可能と報告されていることから ANN の特殊な形であるリザーバコンピューティング(RC)に注目が集まっている。我々はこれまで可逆な多電子酸化還元反応を行うポリ酸(POM)を用い、パルス発生特性を調べたところ、このネットワークデバイスが各々のジャンクションで豊富なダイナミクスを持つことが判明した<sup>1</sup>。本研究では POM/単層カーボンナノチューブ(SWNT)ネットワークを用いたデバイスを作製し、RC 特性について調べることを目的とする。

POM(SV<sub>2</sub>W<sub>10</sub>O<sub>40</sub>/H<sub>4</sub>t-BuTPP)(0.2 mg、Fig.1(a))と SWNT(0.1 mg)を 1,2-ジクロロエタン(DCE)溶媒 10 ml に混合し、超音波処理(6 h)と遠心分離処理(15 min)を行った。沈殿物に DCE を再度 10 ml 加えて再度超音波処理(1 h)を行い、得られた溶液をセルロースろ紙上にろ過した。その後、ろ紙を電子線リソグラフィ法を用い作製した電極 (Al) を有するシリコン基板上に密着させ、アセトン蒸気で溶解除去することで、ランダムネットワークデバイスを作製した。得られたデバイスを電気測定および RC の評価に使われる波形生成タスクを行った。

Fig.1(b)に I-V 測定の結果を示す。I-V 曲線は非線形性を示し、ヒステリシスが存在することからダイナミクスを有する。また、デバイスからの出力信号の V-t 測定の結果を FFT 解析すると高次元性を呈することが確認された。Fig.1(c)に波形生成タスクの結果を示す。V-t 測定で得られた複数の出力波形を教師信号に対して回帰させることで学習を行った。生成した波形が教師信号によく追従する傾向が見られた。典型的な複数の波形学習に成功したことから、任意波形の学習が可能と考えられる。さらに、このデバイスに音声信号を入力し、学習・分類を試みた。詳細は当日講演する。

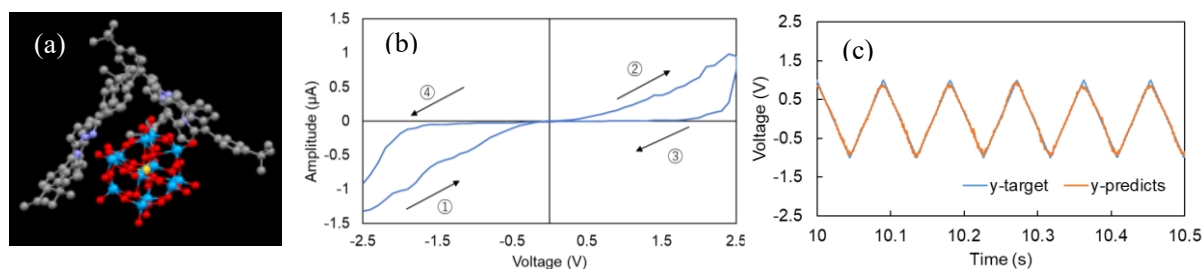


Fig.1 (a): POM(SV<sub>2</sub>W<sub>10</sub>O<sub>40</sub>/H<sub>4</sub>t-BuTPP) molecular structure. (b): I-V curve of random network device. The sweep order was indicated by arrows in numerical order. (c): Result of waveform generation task. Predicts wave form made by linear combination of several output signals from the device were following to a target signal. MSE is mean square error.

参考文献 [1] H. Tanaka et al., *Nature communications* **9**, 2693 (2018)