

2023 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2022 年度採択研究代表者

宇佐美 雄生

九州工業大学 大学院生命体工学研究科

助教

化学ダイナミクスを計算資源とした低消費電力マテリアルリザーバーの開拓

研究成果の概要

2023 年度は、2022 年度に引き続き低消費電力マテリアルリザバーを構築するための要素技術開発として、リザバー部を構成するマテリアルの選定とリザバー性能比較、畳み込みニューラルネットと組み合わせた分類性能の向上、出力重み部分の回路化に取り組んだ。マテリアルの選定では、カーボンナノチューブと組み合わせて高い演算性能を発現する物質を探索し、機能性分子の混合、官能基の導入という 2 種類のアプローチで非線形電気特性を示すことを明らかにした。さらに、それぞれのアプローチによって異なる高次高調波特性が現れ、それに応じた演算性能が発現されたことから、所望の演算機能に応じて適切な材料、ナノチューブの機能化を行うことが必要であるとわかった。分類性能向上に関しては、マテリアルリザバーの出力応答の多様性をデータ拡張に利用し、畳み込みニューラルネットで分類を行った。画像、音声両方の入力データに対してマテリアルリザバーを通すと認識精度が向上することが明らかになり、より複雑な信号である音声に関しては、67%から 90%まで認識率が改善し、本手法の有用性が明らかになった。出力重みの回路実装に関しては、昨年報告したブレッドボード上に構築した出力重み回路をプリント基板上に実装し、マテリアルリザバーを搭載して動作検証を行った。重み部分を可変抵抗で表現し、適切な抵抗値を入力することで、出力重みとして表現できることを確認した。さらに波形生成タスクを実施し、最大で 90%を超える精度で目標波形に追従することが明らかとなり、位相、波形ともによく調整されていることが示され、プリント基板を用いてマテリアルリザバーの出力部を表現できることを実証した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Srikimkaew, O. Banerjee, D. Azhari, S. Usami, Y. Tanaka, H. High Performance of an In-Material Reservoir Computing Device Achieved by Complex Dynamics in a Nanoparticle Random Network Memristor, ACS Applied Electronic Materials Vol. 6, No. 2, pp 688–695, 2023.
- 2) Dang, T. T. Srikimkaew, O. Banerjee, D. Azhari, S. Usami, Y. Tanaka, H. Effect of nonlinearity induced by atomic switch in Ag/Ag₂S nanoparticles on performance of in-materio reservoir computing, Applied Physics Letters Vol. 124, No. 9, pp091903 2024.