

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

2022 年度  
年次報告書

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

2022 年度では、低消費電力マテリアルリザバーハードウェア構築の準備段階として、リザバー部を構成するマテリアルの制御、リザバー部と出力部を接続するリードアウトの拡張によるリザバー性能向上、入力部、出力部のハードウェア化の検討に取り組んだ。マテリアルの制御では、マテリアルリザバー候補材料であるカーボンナノチューブに還元反応を用いて親水基を修飾させ、カウンターイオンの種類による電気特性およびリザバー性能への影響について調べた。検討の結果、カリウムイオンをカウンターイオンとすることでイオン伝導が発生し、非線形電気特性の発現及び高性能のリザバー計算が行えることを明らかにした。リードアウトの拡張については、マテリアルに接続する電極数を増加させ、入出力総数 128 のデバイスを作製し、リザバー性能の出力数依存性について音声認識を実施することで検討した。その結果、出力数の増加に伴い音声認識率が向上し、数字音声認識率は最大 86%、話者認識率は最大 92%まで向上した。また、出力数 40 程度で認識率がほぼ飽和することから、系全体の消費電力低減のために認識率が飽和する出力数でデバイスを構築しハードウェア化するのが良いと考えられる。リザバーの入力部に関しては、音声認識の実施を想定し、回路シミュレータを用いて周波数分割を行うフィルタの構築を行った。検討の結果、100-1600Hz まで 100Hz ごとに入力信号をフィルタリングできる回路の構築に成功した。出力部に関しては、抵抗器の組み合わせにより出力重みを調整可能な回路を検討した。回路シミュレータ及び実際のアナログ回路双方で構築し、実回路においても動作させることに成功した。さらにリザバーのベンチマークタスクの一つである波形生成タスクを実施し、平易な目標波形においては実回路でも高精度でタスクを行えることを明らかにした。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Random network device fabricated using  $\text{Ag}_2\text{Se}$  nanowires for data augmentation with binarized convolutional neural network”, *Applied Physics Express*, vol. 16, No. 1, pp 014002-1-7 2023.
- 2) “Performance improvement of in-materio reservoir computing by noise injection”, *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 62, ppSG1042-1-7 2023.