

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

萩原 成基

北海道大学 大学院情報科学院
大学院生

立体配線型メモリ素子による高実装効率な CNN アクセラレータの創出

研究成果の概要

当該年度ではまず、電解重合によってモノマー前駆体溶液中でワイヤー状に成長する PEDOT:PSS を配線材料として用いた立体配線型メモリ素子の実現に向け、その実験基盤の構築に取り組んだ。電解研磨法を用いて作製した Au 探針を上部電極として、函館電子株式会社製 Au スタッドバンプを下部電極として用いた。立体空間上に配置されたこれらの電極間を導電性ポリマー配線することで、コンダクタンス値をシナプス可塑性の如く制御できないか実験的に検討を行った。先端位置が基板表面から約 100 μm の高さに固定された 1 つの上部電極と、3 つの下部電極の間に重合電位差を印加したところ、導電性ポリマーワイヤーが 3 次元的に伸長し、上部電極と下部電極間を配線する様子が倒立顕微鏡によるリアルタイム観察を通して初めて観測された。また、上部電極と各下部電極間のコンダクタンス値を読み出しながら、所望の値が得られるようマイコンによるフィードバック制御をかけてワイヤーの配線本数を制御したところ、3 つのコンダクタンスを独立に、それぞれの目標値へと高精度で制御することに成功した。このような立体配線型メモリとしての挙動は将来、より脳構造に忠実な 3 次元構造を有する脳型情報処理回路をニューロモルフィック工学にもたらし得る。さらに当該年度ではその応用研究として、構築した立体配線システムを用いた連想記憶学習にも成功した。ヘブ則に基づく重合電圧印加制御を通じた 3 次元ポリマーネットワークの学習により、果物と色の対応関係をネットワークに記憶させることができた。その他、ニューロンのスパイク活動に基づく側抑制的なシナプス強度変化を構築システム上で模倣することに成功し、より生理学的にも妥当な学習をエミュレートし得ることを示した。これらの成果は提案メモリ素子の有する重要性を工学及び物理学の両側面から示している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) "Multi-synaptic conductance control using conductive polymer wiring", *2022 IEEE SNW*, pp.1-2 2022.
- 2) "Construction of a neural network using organic materials and ions", *The 29th International Workshop on AM-FPD*, pp. 86-89, 2022.