

Society5.0を支える革新的コンピューティング技術  
2018年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書
-----------------

鈴木 秀幸

大阪大学大学院情報科学研究科  
教授

光ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスに基づく計算基盤技術

## § 1. 研究成果の概要

光ニューラルネットワークの計算基盤技術の構築に向けて、鈴木グループによる数理モデル研究、谷田グループによる実装研究、橋本グループによるシステム化研究を並行して進めるとともに、3グループ間の連携を進めてきた。特に、量子ドットなどの蛍光素子から構成される FRET ネットワークに関しては、谷田グループによる実験結果を踏まえ、その特性を再現する時空間ダイナミクスを持つ数理モデルを鈴木グループが構築して両グループの共著論文を発表し、さらに橋本グループが高速シミュレータを構築した。その他の各グループにおける研究成果の概要は次の通りである。鈴木グループでは、充足可能性問題の連続時間力学系ソルバの平衡点の不安定化、Neural ODE を用いた拡張動的モード分解、Hybrid FORCE 学習による時系列予測、結合時間遅れ系リザーバーのメモリ容量評価法、リザーバー計算に基づく予測符号化モデルによる視覚・聴覚信号のマルチモーダル情報処理等に関する研究を進め、その成果は国際会議等で発表した。谷田グループでは、FRET デバイスの時空間ダイナミクスを基にしたニューラルネットワークの試作を行い、提案するニューラルネットワークが示すべき特質について実証と検証を行ったほか、反復関数系を利用したリザーバーコンピューティングの検討・実装を進めた。橋本グループでは、セル・オートマトンをリザーバーとする推論手法の軽量 FPGA 実装に関する研究成果を国際会議 (ISCAS2020) で発表したほか、さらにリザーバーと深層学習の融合の検討を進めた。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 鈴木グループ

- ① 研究代表者: 鈴木 秀幸 (大阪大学大学院情報科学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・ニューラルネットワークの光実装数理モデル研究
  - ・ニューラルネットワークの計算原理の数理モデル研究

### (2) 谷田グループ

- ① 主たる共同研究者: 谷田 純 (大阪大学大学院情報科学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・ニューラルネットワークの光実装基礎技術研究

### (3) 橋本グループ

- ① 主たる共同研究者: 橋本 昌宜 (大阪大学大学院情報科学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・光ニューラルネットワークのシステム機能の研究

【代表的な原著論文情報】

- 1) Masaki Nakagawa, Yuki Miyata, Naoya Tate, Takahiro Nishimura, Suguru Shimomura, Sho Shirasaka, Jun Tanida, Hideyuki Suzuki: “Spatiotemporal model for FRET networks with multiple donors and acceptors: Multicomponent exponential decay derived from the master equation”, *Journal of the Optical Society of America B* 38 (2021), 294–299.
- 2) Angel Lopez Garcia-Arias, Jaehoon Yu, Masanori Hashimoto, “Low-Cost Reservoir Computing Using Cellular Automata and Random Forests,” *Proceedings of IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, October 2020.