

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、今年度は、鈴木グループによる「光ニューラルネットワークの数理モデル研究」と、谷田グループによる「光ニューラルネットワークの実装研究」を並行して進めてきた。初年度であることから、各グループでは、今後の研究に向けて、既存の数理モデルや計算技術等の調査・検討を中心として研究を進めた。

また、本研究により構築する光ニューラルネットワーク計算基盤技術の応用に関して、システム化等を視野に入れた研究構想の検討を行い、2019年度からの橋本グループの参画により研究体制を強化した新しい研究構想・研究計画を作成した。

各グループの研究実施状況は以下の通りである。

鈴木グループ

研究項目「ニューラルネットワーク計算原理の数理モデル研究」は、ニューラルネットワークの時空間ダイナミクスにより実現される計算原理を、数理モデルにより解析・提案することを目的としている。本年度は、その出発点として、リザーバコンピューティング、イジング(ボルツマン)マシンなど、各種のニューラルネットワーク計算原理の理論的・数値的研究の調査を行ってきた。また、充足可能性問題の連続時間力学系ソルバに関する研究を進めたほか、非自律系から生成された時系列のリザーバによる予測・アトラクタ再構成に関する研究、深層強化学習による結合振動子系の劣駆動制御に関する研究、スピントルク発振器の位相応答特性と同期現象に関する研究などを進めてきた。

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」は、FRET現象や空間光変調などの光計算技術による実装を考慮したニューラルネットワークの数理モデルの構築を目的としている。本年度は、既存のFRETネットワークや空間光変調ニューラルネットワークに関して時空間ダイナミクスの観点から調査を行い、どのような数理モデル化を行うべきか検討を開始した。

谷田グループ

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」は、FRET ネットワークに基づくニューラルネットワークや、空間光変調に基づくイジングマシンを実装するための基礎技術開発を目的としている。本年度は、FRET デバイスを作製し、その時空間ダイナミクスの計測・解析を開始した。また、光イジングマシンの基本機能を備えた予備実験システムを作製し、高速・高効率な実装に向けた基礎技術開発の指針を見出すための研究を進めた。

具体的には、正立顕微鏡、分光器、高感度 CCD 検出器、ピコ秒ダイオードレーザーユニット、ナノ秒時間分解計測ユニットから構成される顕微分光実験装置一式を構築し、試作した量子ドットデバイスに対して空間ダイナミクスと時間ダイナミクスの計測を試みた。また、光イジングマシンの実装を想定し、空間光変調型のニューラルネットワーク光学系の構成を検討した。

【代表的な原著論文】

該当なし

§ 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