

革新的コンピューティング技術の開拓
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

砂田哲

金沢大学 理工研究域
准教授

光波動コンピューティングの展開

§ 1. 研究成果の概要

本研究の目的は、光の自然現象に潜む複雑・非線形の現象を活かした新原理の大規模な光ニューラルネットワーク処理を先端フォトニクスにより実証することである。そのための基本的なアイデアは無次元の多様性を有する光の波動現象を利用することである。本年度における主な成果の一つは、光の波動性に基づくコンピューティングの原理実証に成功したことである。具体的には、マルチモードファイバにおける光伝搬に伴う干渉場を光のニューロン場として用いることで、リザーブ計算的手法で時系列予測が可能となることを明らかにした。この予測処理は毎秒10ギガサンプル以上のレートで実行可能である。2つ目の成果は、上述の実証実験結果に基づき、シリコンチップ上に光ニューロン場を構成可能な構造を作製したことである。光回路の面積は 4mm^2 以内であり、その中に光ニューロンを高密度に実装可能となる。この高密度実装は、光の波動性を完全に利用できない既存の光ニューラルネットの構成方法では達成困難なものであり、既存のものと比較して100倍以上である。さらに、光波動のような高次元動的システムに深層学習の基盤となる深層化の効果を取り入れた学習方法を考案した。本手法は最適制御と学習との類似性に基づき、任意の動的システムにて深層学習的な情報処理を可能とするものである。具体的な適用例として、光電気遅延システムを選択し、そのシステムの最適制御により MNIST 手書き文字等の画像認識が可能となることを明らかにした。

【代表的な原著論文情報】

- 1) S. Sunada, K. Kanno, and A. Uchida, “Using multidimensional speckle dynamics for high-speed, large-scale, parallel photonic computing,” *Optics Express*, 28(21), pp. 30349-30361 (2020).
- 2) G. Furuhata, T. Niiyama, and S. Sunada, “Physical deep learning based on optimal control of dynamical systems,” *Physical Review Applied*, *in press* (2021).