

光微小共振器によるリザーバー計算：大規模光ネットワークとセンシング 応用

Reservoir computing with optical microcavities: large-scale optical network and sensing applications

金沢大¹, 埼玉大², NTT CS 研³ ○砂田哲¹, 新山友暁¹, 内田淳史², 新井賢一³

Kanazawa Univ.¹, Saitama Univ.², NTT CS Labs.³

○ S. Sunada¹, T. Niiyama¹, A. Uchida², and K. Arai³

E-mail: sunada@se.kanazawa-u.ac.jp

生物の脳は、複雑で大自由度の神経回路網の働きにより自律的かつ高いエネルギー効率で高度な情報処理を実現している。人工的にそのような知的情報処理デバイスを実現しようとする試みは近年の重要な潮流となっている。特に、最近のナノフォトニクス技術の進展に伴い、光システムにおけるニューラルネットワーク (NN) コンピューティングの研究が盛んに行われ、その研究動向に大変注目が集まっている[1-3]。

光システムで NN を構成する利点は、光の並列処理性、圧倒的な広帯域性、省エネ性にある。しかし、1 次元導波路に基づく従来の NN 構成ではその利点を最大限に活かしていない[2, 3]。そこで、本研究では、その問題解決に向けて、光微小共振器構造を利用することを提案する[4]。2 次元的な広がりを持つ光微小共振器構造は、本質的に無限自由度の動的システムであり、入力に対して多様で複雑な応答を示すことができる。つまり、光入力信号を効率的かつ光の速度で高次元空間に並列的にマッピングできるため、高速かつ多様な学習情報処理が可能となる。特に、図 1 (a) のような、カオスの多重反射を生み出すスタジアム型微小共振器構造を利用すれば、0.01mm² 内に約 1600 個の光ニューロンを仮想的に高密度に実装できる。これをリザーバー計算 (Reservoir computing, RC) [5] という再帰型ニューラルネット計算法に基づき動作させれば、従来にない高速情報処理が期待できる[4]。

一方、光微小共振器のような光デバイスは、外界からの刺激に敏感に応答することから計測・センシングデバイスとしても注目されている。本発表では、微小共振器デバイスの応答をリザーバー計算させることで、複雑なセンシングモデルを必要としない高速センシングが可能となることも議論する。図 1 (b, c) は、外界の屈折率の高速変化に対する応答パターンと出力の数値結果の一例である。

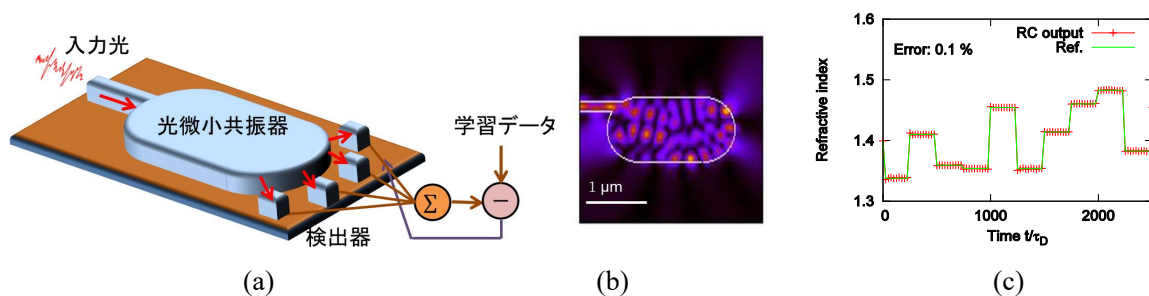


Fig. 1. (a) Schematic representation of microcavity-based RC. (b) Wave patterns in a stadium-shaped microcavity. (c) Numerical result of refractive index sensing.

References

- [1] M. A. Nahmias, OPITCS&PHOTONICS NEWS (2018).
- [2] Y. Shen, et al., Nat. Photonics **11**, 441 (2017).
- [3] K. Vandoome et al., Nat. Commun. **5**, 3541 (2014).
- [4] S. Sunada et al. in preparation.
- [5] D. Verstraeten, et al. Neural. Netw. **20**, 391 (2007).