

遅延回路を含むスピントロニクス・リザーバーの短時間記憶容量

Short-term memory capacity of spintronics reservoir with feedback circuit

産総研¹, 東大²山口皓史¹, 明石望洋², 常木澄人¹, 久保田均¹, 中嶋浩平², ○谷口知大¹AIST¹, Univ. Tokyo²Terufumi Yamaguchi¹, Nozomi Akashi², Sumito Tsunegi¹, Hitoshi Kubota¹, Kohei Nakajima²,
and ○Tomohiro Taniguchi¹

E-mail: tomohiro-taniguchi@aist.go.jp

リザーバー計算は高度な時系列データ処理をリザーバー (熱浴) と呼ばれる多体系での非線形ダイナミクスで実現する、リカレント・ニューラル・ネットワークのモデルである [1]。多様な入力データを識別するためのニューロン間の複雑な結合はリザーバー内の多体相互作用で担保し、リザーバーからの出力部分の重みのみ調整することで学習コストを低減する点がリザーバー計算の強みである。特にリザーバーとしてソフトマターや量子系を用いた物理リザーバー計算 [2] は、さまざまな物理系が計算資源として利用できるという新しい可能性を切り開いたことで高い注目を集めている。最近ではスピントロニクス素子による物理リザーバー計算で高い音声認識率が報告されている [3]。

物理リザーバー計算の性能を上げるにはリザーバー内で非線形性の高いダイナミクスが実現されなければならない。複雑な非線形ダイナミクスを誘起する手法の一つとして遅延効果を加える方法が知られている。遅延効果を含む系の自由度は無限大となり、カオスなどの複雑なダイナミクスが実現されやすい [4]。そこで本研究では遅延効果を有するスピントロニクス素子で物理リザーバー計算の理論解析を行った [5]。性能指数として線形記憶容量を評価したところ、ほとんどの場合に単体素子よりも高い記憶容量が実現した。しかし遅延時間がリザーバー計算の入力パルス幅の整数倍の時にだけ記憶容量の鋭い減少が確認された。これは遅延効果によってダイナミクスが複雑になっても、必ずしも物理リザーバー計算の性能が向上するわけではないことを示している。

本研究は NEDO プロジェクトの支援の下に行われた。

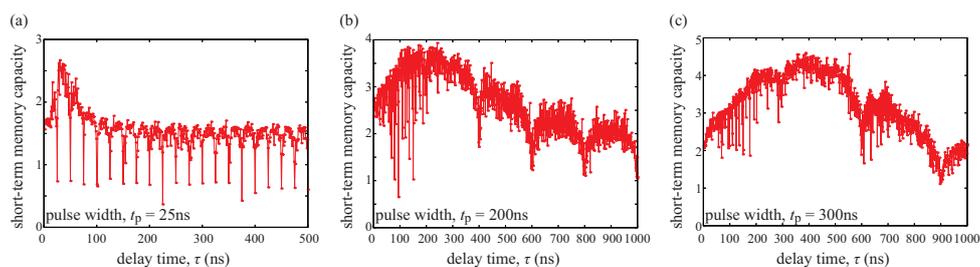


図 1: Dependences of short-term memory capacities on the delay time for the pulse widths of (a)25, (b)200, and (c)300 ns.

1. W. Maass *et al.*, *Neural Comput.* **14**, 2531 (2002). H. Jaeger and H. Haas, *Science* **304**, 78 (2004).
2. D. Brunner *et al.*, *Nat. Commun.* **4**, 1364 (2013). K. Nakajima *et al.*, *Sci. Rep.* **5**, 10487 (2015). K. Fujii and K. Nakajima, *Phys. Rev. Applied* **8**, 024030 (2017).
3. J. Torrejon *et al.*, *Nature* **547**, 428 (2017).
4. D. Biswas and T. Banerjee, "Time-Delayed Chaotic Dynamical Systems: From Theory to Electronic Experiment" (Springer, 1971).
5. T. Yamaguchi *et al.*, *Phys. Rev. Research* (accepted).