

結合スピントロニクス・レザバーの分岐構造と計算能力

Bifurcations and information processing capacity in coupled spintronics reservoirs

東大¹, 産総研², ブリヂストン³○ 明石 望洋¹, 常木 澄人², 谷口 知大², 西田三博³, 櫻井 良³, 若尾泰通³, 中嶋 浩平¹Univ. Tokyo¹, AIST², Bridgestone³○ Nozomi Akashi¹, Sumito Tsunegi², Tomohiro Taniguchi², Mitsuhiro Nishida³, Ryo Sakurai³,
Yasumichi Wakao³, and Kohei Nakajima¹

E-mail: akashi@isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp

物理レザバー計算とは物理ダイナミクスを計算資源として利用する新しい形の情報処理手法である [1–3]。近年ではスピントルク発振器 (STO) を用いた実装が報告されており、高速・微小・高エネルギー効率な新型情報処理デバイスとして注目を集めている [4]。STO の情報処理能力の向上は実問題への適用のための重要な課題であるが、STO の非線形で多様な磁化ダイナミクスと情報処理能力との間には密接な関わりがあり、適切なダイナミクスを選択することで目的の情報処理能力を大きく向上させられることがわかっている [5]。

本研究では磁場を介して STO を相互に結合した結合スピントロニクスレザバー (CSR) を提案する (図 1(a))。我々は、CSR が入力や結合の強度を調整するだけでリミットサイクルやカオスを経る多様な分岐を呈すことと (図 1(b))、それに誘導されて情報処理能力も劇的に変化することを明らかにした。結果として、差分方程式の予測 (NARMA10) [6] や人工筋肉の長さ推定 [7] のベンチマークタスクにおいて同ノード数の人工ニューラルネットワークで構成されたレザバーであるエコーステートネットワークを上回る性能を発揮した (図 1(c))。

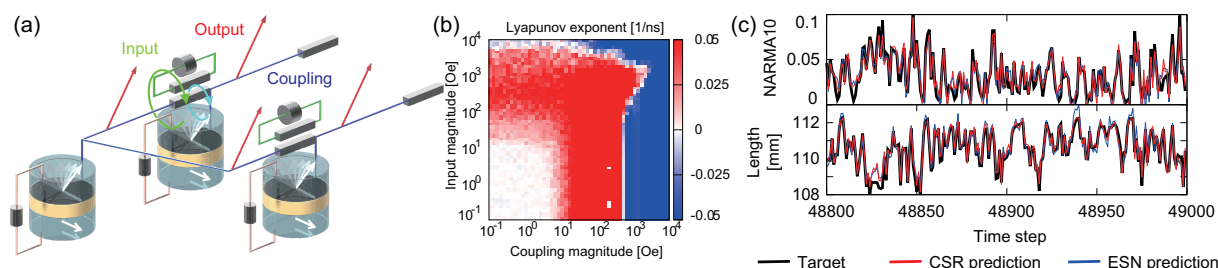


図 1: (a) CSR の模式図。 (b) CSR の Lyapunov 指数のカラーマップ。 (c) ベンチマークタスクの結果。上段が NARMA10、下段が人工筋肉の長さ推定。

この成果は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (プロジェクト名: 高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発 / 2 次世代コンピューティング技術の開発 / 未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明) の結果得られたものです。

[1] W. Maass, *et al.*, *Neural computation* **14**, 2531 (2002).

[2] H. Jaeger, *et al.*, *science* **304**, 78 (2004).

[3] K. Nakajima, *Japanese Journal of Applied Physics* **59**, 060501 (2020).

[4] J. Torrejon, *et al.*, *Nature* **547**, 428 (2017).

[5] N. Akashi, *et al.*, *Physical Review Research* **2**, 043303 (2020).

[6] A. F. Atiya, *et al.*, *IEEE transactions on neural networks* **11**, 697 (2000).

[7] R. Sakurai, *et al.*, in *2020 3rd IEEE International Conference on Soft Robotics (RoboSoft)* (IEEE, 2020) pp. 710–717.