

2023 年度年次報告書

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム

2022 年度採択研究代表者

飯浜 賢志

東北大学 学際科学フロンティア研究所

助教

マグノンを情報担体とした光マグノニックリザバーコンピューティング

研究成果の概要

近年、人工知能が人間の能力を凌駕する性能を有することで注目を集めている。しかしながら、現在のソフトウェアベースの人工知能の最大の欠点は学習するための消費電力である。そのため、脳型計算のハードウェア実装の研究が人工知能の省電力化に向けて精力的に行われている。特にニューラルネットワークの内部の重みを学習しないというリザバーコンピューティングが脳型計算のハードウェア実装に向けて有力な手法になると考えられている。光を用いたリザバーコンピューティングが実証されてきたが、光は非常に早く進むという性質があるため集積化することが難しい。本研究の目的はマグノン情報を情報担体として利用することで、集積化した高性能なマグノンリザバー計算を実現することである。

昨年度から本年度にかけて、サブマイクロメートルスケールで高性能な物理リザバー計算を強磁性体薄膜のスピンの波(マグノン)を用いて実証した[1]。この結果はマイクロマグネティックシミュレーションを用いて理論的に示した結果であり、本年度は実験的に実証することを目的に装置の導入を進めてきた。光を用いてマグノンを励起することによって自由自在にマグノンを操ることが期待でき、リザバー計算で重要となる高次元性を有する物理系を実現することができる。

光によって効率的にマグノンを励起するためには光から効率的に磁化にトルクを与える必要がある。金属強磁性体コバルトに重金属プラチナを添加したコバルトプラチナ合金において従来のモデルでは説明できない円偏光誘起ダンピングライクトルクを観測した。従来、強磁性体に円偏光を照射すると光の進行方向に磁場ができるモデルで説明されてきた。従来モデルで説明できないコバルトプラチナ合金におけるダンピングライクトルクは、円偏光照射による軌道角運動量生成とスピン軌道相互作用による角運動量移行トルクの効果で説明できることがわかった[2]。この知見は光誘起軌道角運動量の自由度を使った新しいトルク発生手法として光によるコヒーレントマグノン生成効率向上の期待ができる。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Satoshi Iihama, Yuya Koike, Shigemi Mizukami, Natsuhiko Yoshinaga, “Universal scaling between wave speed and size enables nanoscale high-performance reservoir computing based on propagating spin-wave” npj Spintronics 2, 5 (2024).
- 2) Koki Nukui, Satoshi Iihama*, Kazuaki Ishibashi, Shogo Yamashita, Akimasa Sakuma, Philippe Scheid, Grégory Malinowski, Michel Hehn, Stéphane Mangin, Shigemi Mizukami, “Light-induced torque in ferromagnetic metals via orbital angular momentum generated by photon-helicity” arXiv:2405.07405