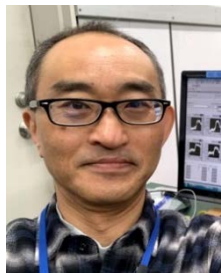


【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 強磁性トンネル接合素子の人工知能応用

産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・総括研究主幹
くぼた ひとし
久保田 均

研究課題番号： 20H05655 研究者番号：30261605

キーワード： 強磁性トンネル接合、人工スピナイス、ナチュラルコンピューティング

【研究の背景・目的】

現在、インターネットを通してあらゆる物がつながるIoTや画像認識、予測などで人間の能力を上回る人工知能(AI)が急速に普及し市民生活で利用され始めている。そこで行われる高度な情報処理は現在CMOS回路をベースとするノイマン型コンピュータとその上に構築されたアルゴリズムが主に担っている。このような情報処理をさらに高度化するためのアプローチの一つとして、ナチュラルコンピューティングが注目されている。ナチュラルコンピューティングは、生命・自然現象に啓発された計算技法であり、これまで分子系、化学反応系を用いた研究例がある。本研究では、強磁性トンネル接合をアレイ状に配列した人工スピナイスを作製し、ナチュラルコンピューティングに適用する。強磁性トンネル接合は、スピントロニクス分野の代表的なデバイスである磁気抵抗型ランダムアクセスメモリ(MRAM)の中核を担う素子であり、最先端の回路では直径40nm以下と非常に小さく集積性に優れている。また、情報を不揮発に保持できることから省エネルギーでもあり、高性能デバイスとして高いポテンシャルを有している。

【研究の方法】

本研究では、強磁性トンネル接合を用いて人工スピナイスを形成する。人工スピナイスとは、人工的なサブミクロンサイズの強磁性体を規則的に配列したもので、隣接する強磁性体の間には静磁気的な相互作用が働く。例えば、図1のように楕円形の磁

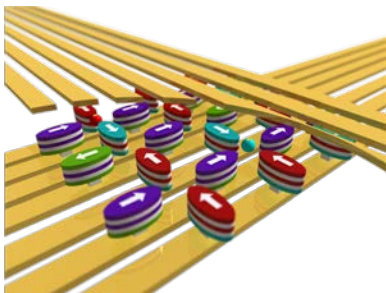


図1 強磁性トンネル接合を用いた人工スピナイス

性体が正方格子状に配列した人工スピナイスでは、磁化の方向に依存して系全体の静磁気的なエネルギーが決まる。多数の磁性体からなる配列の場合には、磁性体の磁化が2方向ある楕円の長軸方向のうちどちらを向いてもエネルギー的に不安定になる状態が生じてしまう。これをフラストレーションと呼ぶ。フ

ラストレーションが多数生じているような人工スピナイスでは、外界からの刺激(入力)に対して敏感に反応(出力)する。この反応が人間の脳内で起こる反応とよく似ているので、人工スピナイスは自然現象の力を借りて行うナチュラルコンピューティングにとって格好の材料である。このような人工スピナイスにおける磁気的な状態を理解し、計算に利用するために、本研究ではこれまで自然界にあるスピナイス結晶を対象として精力的に行われてきた物性物理研究の豊富な知見を取り入れ活用する。

【期待される成果と意義】

本研究を通して残留エントロピー、励起状態であるモノポールのダイナミクスなど人工スピナイスにおける磁性と計算性能の関係性を解明することができる。また、研究を通して得られた知見に基づき、人工スピナイスのシミュレーターを設計ツールとして公開し広く利用可能にする。これにより物性物理、物質科学、計算科学の学際領域に新たな研究領域を切り開くことができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ ナノ磁性体の相互作用を用いたリザーバ計算、野村光、久保田 均、鈴木義茂、日本磁気学会誌まぐね vol. 14, No. 6, 321-328 (2019).
- ・ 強磁性トンネル接合を用いた集積型リザーバ計算モジュール、野村光、久保田 均、鈴木義茂、電気学会誌 Vol. 139, No. 10, 674-678 (2019).

【研究期間と研究経費】

令和2年度-6年度 154,500千円

【ホームページ等】

<https://unit.aist.go.jp/d-tech/intra/RCECT/index.html>