

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	金澤 直也
研究機関名	東京大学
所属部署名	生産技術研究所
役職名	准教授
研究課題名	新世代コンピューティング素子のためのスキルミオン物質基盤創成
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

人工知能(AI)や機械学習などの急速な普及に伴い、情報技術に関連する消費電力や消費資源が急増している。情報化社会の持続可能性を担保するためにも、これらの課題を解決することが人類の喫緊の課題となっている。本研究は、ニューロモルフィック回路や量子コンピュータといった高性能かつ省エネルギーの新しいコンピューティング技術に資するような量子物質の開拓を目的としている。特に、スキルミオンというナノサイズの磁気粒子が発揮する物性機能を最大限に生かすことで目標の達成を目指している。

昨年度までに、ありふれた元素である鉄(Fe)とシリコン(Si)から構成された化合物 FeSi において、新しいトポロジカル表面状態を発見し、様々なスピントロニクス機能を実現した。特に室温かつ磁場フリーの条件下における電流誘起の磁化スイッチング現象の発見は、MRAM といった不揮発性磁気メモリに実装可能性を示すことに繋がった。

本年度は、有用な省電力スピン機能と環境調和性を併せ持った FeSi にナノメートル程度の白金を積層することによって、トポロジカル表面状態に現れる強磁性スピン秩序からスキルミオンの集合状態を生み出すことに成功し、高次の非線形ホール効果という新しい量子伝導現象を開拓することができた。具体的には Pt/FeSi 界面における反対称的スピン軌道相互作用が格段に増強され、スキルミオンのような隣り合うスピンの向きが捻られた非共線的スピン構造をデザインできた。また 2 次元表面の特徴により、高電流密度下でもスキルミオンが崩壊・駆動されずに存在することがわかった。堅牢なスキルミオンのおかげで、高次非線形ホール効果の発現に繋がった。このような大きな非線形伝導特性は、リザーバーコンピューティングといった生体模倣コンピューティングへの応用可能性を拓くものである。一連の成果に対して論文出版[Physical Review Materials 8, 044407 (2024)]や解説記事執筆を行った。