

2022 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	大学院工学系研究科
役職名	講師
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	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

人工知能やビッグデータ、メタバースなど情報化社会は急速な発展をしている。既存のコンピュータアーキテクチャが洗練され高度化していく一方で、消費電力や消費資源は増加の一途を続けており、持続可能性が危ぶまれている。この課題を解決するために、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新たなコンピューティング技術が提唱され、電子機器の劇的な省電力化や高機能化に向けた取り組みが世界的に注目を集めている。その中でも本研究は、環境負荷や資源枯渇という材料科学の観点からも優位性を示すような新世代コンピューティング素子を実現するため、革新的な物質を開拓することが目的である。

昨年度までに、地球上に豊富に存在する鉄 (Fe) とシリコン (Si) から成る化合物 FeSi において、新しいトポロジカル表面状態を発見し、不揮発性メモリにおける情報記録・操作技術に応用可能な様々なスピン機能を実現した。具体的には pn 接合を必要としない一方向性電気伝導(ダイオード効果)や電流による磁化スイッチング現象である。既存デバイスに多く含まれる毒性や希少性の高い重金属元素を使わずに上記スピン機能を実現できた一方で、その動作温度はマイナス 150℃程度の低温に限られていた。

本年度は、このようにスピン機能として有用かつ資源的にも優位性を示す FeSi 表面に適切な絶縁体物質を接合させることによって、FeSi のトポロジカル表面状態の磁性を制御することに成功し、電流誘起磁化スイッチングの室温動作を実現した。具体的には FeSi 表面状態との軌道混成を極力抑制するワイドバンドギャップを持つフッ化物絶縁体を接合させることによって、FeSi の垂直磁化強磁性状態を室温以上まで保持することができた。本成果によって、MRAM やその他省電力磁気デバイスの省資源化に向けた現実的な応用可能性拓けた。また一連の成果に対して論文出版[Advanced Materials 35, 2206801 (2023).]や特許申請、プレスリリースを行った。